

AKADEMIA TECHNICZNO-ROLNICZA
IM. JANA I JĘDRZEJA ŚNIADECKICH
W BYDGOSZCZY

ZESZYTY NAUKOWE NR 220

ROLNICTWO 44



BYDGOSZCZ - 1999

AKADEMIA TECHNICZNO-ROLNICZA
IM. JANA I JĘDRZEJA ŚNIADECKICH
W BYDGOSZCZY

ZESZYTY NAUKOWE NR 220

ROLNICTWO 44



BYDGOSZCZ - 1999

PRZEWODNICZĄCY KOMITETU REDAKCYJNEGO
prof. dr hab. Ojcumiła Stefaniak

KOLEGIUM REDAKCYJNE
dr hab. Lucyna Drozdowska, prof. ATR
prof. dr hab. Sławomir S. Gonet
dr hab. inż. Janusz Prusiński, prof. ATR
prof. dr hab. Czesław Rzekanowski

OPRACOWANIE REDAKCYJNE
mgr Elżbieta Rudzińska

REDAKCJA TEKSTU ANGIELSKIEGO
mgr Bernadeta Gierszewska

Wydano za zgodą Rektora
Akademii Techniczno-Rolniczej
w Bydgoszczy

ISSN 0208-6344

WYDAWNICTWA UCZELNIANE
AKADEMII TECHNICZNO-ROLNICZEJ W BYDGOSZCZY

Wyd. I. Nakład 200 egz. Ark. aut. 18,0. Ark. druk. 20,0. Papier druk. kl. III.
Oddano do druku i druk ukończono we wrześniu 1999 r.
Zakład Poligraficzny Kubik & Krause
ul. Cmentarna 84, 85-184 Bydgoszcz, tel. (052) 3484-334

Spis treści

str.

1. Jadwiga Andrzejewska, Grażyna Harasimowicz-Hermann9
Agrotechniczno-ekonomiczne efekty podsiewu lucerny
kupkówką pospolitą
Agronomic effects and economic results of alfalfa sod-seeding
with cocksfoot
2. Waldemar Bojar, Ludosław Drelichowski, Grzegorz Dzieża,
Małgorzata Zajdel 17
Agricultural restructuring processes, modernisation of production
technology and costs of mechanisation on farms
Procesy restrukturyzacji rolnictwa, modernizacji, technologii
i optymalnego doboru maszyn w gospodarstwach rolnych
3. Katarzyna Borowska, Jan Koper25
Zmiany zawartości selenu ogółem i przyswajalnego dla roślin
w glebie pod wpływem wieloletniego nawożenia organicznego
Changes in total and available selenium contents in soil affected
by long-term organic fertilisation
4. Barbara Breza-Boruta, Róża Maniewska31
Wpływ systemu uprawy na stan fitosanitarny gleby pod uprawą
grochu pastewnego
Impact of farming method on the phytosanitary status of soil under
fodder pea
5. Halina Dąbkowska-Naskręt, Mirosław Kobierski, Hanna Jaworska39
Całkowita powierzchnia właściwa wybranych gleb obszaru Kujaw
w powiązaniu z zawartością wolnych tlenków żelaza
Total specific surface area of the soils selected from the Kujawy
Region and the content of free iron oxides
6. Halina Dąbkowska-Naskręt, Piotr Malczyk, Mirosław Kobierski47
Profile differentiation of total mercury content in selected arable
and forest soils in Poland
Profilowa zmienność całkowitej zawartości rtęci w wybranych
glebach uprawnych i leśnych Polski
7. Halina Dąbkowska-Naskręt, Szymon Różański53
Mobility of lead in soils exposed to heavy traffic roads
Mobilność ołowiu w glebach w pobliżu dróg o dużym natężeniu ruchu

8. Beata B. Dąbrowska, Jerzy Buczak61
 Analiza antropopresji środowiska z wykorzystaniem Systemu
 Informacji Geograficznej (GIS) jako narzędzia zarządzania w gminie
 Environmental anthropopressure analysis with Geographical
 Information System (GIS) to assist communal management
9. Beata B. Dąbrowska, Bogna Paczuska71
 Plant communities in selected old river-beds on the Low-Vistula
 Valley farmland
 Zbiorowiska roślinne wybranych starorzeczy w przestrzeni rolniczej
 doliny dolnej Wisły
10. Jacek Długosz, Barbara Breza-Boruta79
 Content of selected forms of iron in the Mochełek Experiment
 Station alfisoils
 Zawartość wybranych form żelaza w glebach płowych Stacji
 Doświadczalnej Mochełek
11. Piotr Domański, Wojciech Jokś87
 Odmiany *Festulolium* – efekty postępu biologicznego
Festulolium cultivars – biological progress and its effect
12. Krzysztof Gęsiński, Barbara Kwiatkowska95
 Justification for the introduction of *Chenopodium quinoa* (Willd.).
 Part one. Cultivation potential, phenology and morphology
 Podstawy introdukcji *Chenopodium quinoa* (Willd.).
 Część pierwsza. Potencjalne możliwości uprawy, fenologia i morfologia
13. Krzysztof Gęsiński, Barbara Kwiatkowska95
 Justification for the introduction of *Chenopodium quinoa* (Willd.).
 Part two. Yielding on light soil
 Podstawy introdukcji *Chenopodium quinoa* (Willd.).
 Część druga. Plonowanie na glebie lekkiej
14. Sławomir S. Gonet, Bożena Dębska, Kazimiera Wegner107
 Sorpcja ołowiu przez różne typy gleb
 Sorption of lead ions by various soil types
15. Grażyna Harasimowicz-Hermann, Janusz Hermann115
 Ocena wytworzonego z osadów ściekowych kompostu „Biotop”
 w nawożeniu ziemniaka
 Evaluation of ‘Biotop’, a compost produced from sewage sludge,
 for potato fertilisation

16. Stanisław Ignaczak123
 Wartość przedplonowa rutwicy wschodniej (*Galega orientalis* Lam.)
 Forecrop value of fodder goats rue (*Galega orientalis* L.)
17. Marek Jerzy, Małgorzata Zalewska, Justyna Lema131
 Rozetowaty wzrost pędów chryzantemy wielkokwiatowej
 (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) jako następstwo rozmnożenia
 roślin *in vitro* oraz zastosowania promieniowania gamma
 do indukowania mutacji
 Rosette growth of shoots in chrysanthemum (*Dendranthema
 grandiflora* Tzvelev) as a result of *in vitro* propagation of plants
 and gamma irradiation used for mutation induction
18. Małgorzata Jeske, Czesław Sadowski, Agnieszka Andrzejewska139
 A preliminary investigation of the infection of selected yellow
 and narrow-leaved lupin cultivars and lines by *Colletotrichum
 gloeosporioides* Penz.
 Wstępne badania nad porażeniem wybranych odmian i rodów łubinu
 żółtego i wąskolistnego przez *Colletotrichum gloeosporioides* Penz.
19. Zofia Kochanowska-Bukowska145
 Growth and development of orchard grass (*Dactylis glomerata* L.)
 selected cultivars depending upon soil moisture
 Wzrost i rozwój niektórych odmian kupkówki pospolitej (*Dactylis
 glomerata* L.) w zależności od uwilgotnienia gleby
20. Jan Koper, Anna Piotrowska151
 Biochemiczne wskaźniki żyzności gleby ukształtowane w wyniku
 wieloletniego nawożenia organiczno-mineralnego
 Effect of long-term organic and mineral fertilisation on biochemical
 soil fertility indices
21. Jan Koper, Anetta Siwik, Stanisław Urbanowski159
 Zawartość siarki oraz aktywność wybranych enzymów związanych
 z jej przemianami w glebie z długotrwałą monokulturą
 i zmianowaniem
 Content of sulphur and the activity of some enzymes responsible
 for its transformations in soil under long-term monoculture
 and crop rotation

22. Maciej Korczyński, Józef Misiewicz, Bogna Paczuska167
 Impact of landscape elements on the quality of arable land habitats
 in the Osielsko commune
 Elementy krajobrazu wpływające na jakość siedlisk gruntów ornych
 w gminie Osielsko
23. Grzegorz Lemańczyk, Zbigniew Skinder, Edward Wilczewski,
 Czesław Sadowski175
 Impact of mineral and organic fertilisation on the health status
 of fodder crops cultivated in stubble intercrop
 Wpływ nawożenia mineralnego i organicznego na zdrowotność
 roślin pastewnych uprawianych w międzyplonie ścierniskowym
24. Roman Łyszczarz, Małgorzata Zimmer-Grajewska, Jacek Sikorra185
 Wpływ terminu zbioru pierwszego odrostu na plonowanie i wartość
 pokarmową wybranych odmian kostrzewy łąkowej, życicy trwałej
 i *Festulolium*
 Impact of the date of the first regrowth cut on the yield and
 nutritional value of selected cultivars of meadow fescue, perennial
 rye-grass and *Festulolium*
25. Róża Maniewska, Barbara Breza, Justyna Kaszewska, Beata Szala,
 Małgorzata Dziedzic, Anna Ligocka195
 Wpływ systemu uprawy na występowanie mikroorganizmów
 antagonistycznych i potencjalnie chorobotwórczych pod uprawą
 grochu pastewnego
 Impact of farming methods on the occurrence of antagonistic
 and potentially pathogenic microorganisms towards fodder pea
26. Paweł Nowaczyk, Iwona Jędrzejczyk, Lubośława Nowaczyk203
 Zróżnicowanie fenotypowe bliźniaczych form papryki (*Capsicum*
annuum L.) i pomidora (*Lycopersicon esculentum* P. Mill.)
 Phenotypical variation of pepper (*Capsicum annum* L.)
 and tomato (*Lycopersicon esculentum* P. Mill.) twin forms
27. Paweł Nowaczyk, Lubośława Nowaczyk215
 Dynamika wzrostu i kwitnienia roślin oraz cechy jakościowe
 owoców karłowej formy papryki rocznej (*Capsicum annum* L.)
 Dynamics of plant growth and flowering and qualitative features
 of dwarf pepper (*Capsicum annum* L.) cultivar fruit

28. Paweł Nowaczyk, Dorota Olszewska221
Ocena możliwości kojarzenia w obrębie rodzaju *Capsicum*
Evaluation of crossability in *Capsicum* genus
29. Mariusz Piekarczyk, Stanisław Urbanowski227
Reakcja łubinu białego na różne sposoby uprawy roli
Response of white lupin to different methods of land cultivation
30. Piotr Piszczek, Beata Głowacka233
Wpływ barwy światła na wzrost rozsady gruntowych odmian
pomidora (*Lycopersicon esculentum* Mill.)
Effect of light colour on the transplant growth of the outdoor tomato
cultivars (*Lycopersicon esculentum* Mill.)
31. Ilona Rogozińska, Mieczysława Pińska241
Relationship between optimum yield and quality of table
potato tubers
Współzależność między uzyskanym optymalnym plonem a jakością
bulw ziemniaka jadalnego
32. Stanisław Rolbiecki, Czesław Rzekanowski, Jacek Źarski,
Roman Rolbiecki251
Cost-effectiveness of overhead irrigation of vegetables cultivated
in the vicinity of Bydgoszcz
Produkcyjne i ekonomiczne efekty deszczowania
upraw warzywnych w okolicy Bydgoszczy
33. Franciszek Rudnicki, Piotr Wasilewski, Dariusz Jaskulski,
Karol Kotwica257
Zależność plonu pszenżyta jarego od terminu siewu, nawożenia
azotem i ilości opadów
Impact of sowing date, nitrogen fertilisation and rainfall on spring
triticale grain yield
34. Henryk Sadowski265
Wpływ insektycydów na jakość inkrustowanych nasion buraka
cukrowego
Effect of insecticides on the quality of film-coated sugar beet seed

35. Ewa Spychaj-Fabisiak, Barbara Murawska271
 Influence of some soil chemical and physical properties
 on the ammonium nitrogen leaching and ammonia volatilization
 in the laboratory experiment
 Wpływ wybranych fizycznych i chemicznych właściwości gleby
 na wymywanie azotu amonowego i ulatnianie amoniaku
 w doświadczeniu laboratoryjnym
36. Stanisław Urbanowski, Mariusz Piekarczyk, Teresa Rajs279
 Plonowanie jęczmienia jarego w zmianowaniach i monokulturze
 Yielding of spring barley in crop rotations and monoculture
37. Bogdan Marian Wawrzyniak285
 Proces podejmowania decyzji produkcyjnych przez rolników
 w systemie doradztwa rolniczego
 Farmers and agricultural counselling in production decision-making
38. Maria Wawrzyniak291
 Reakcja bielinka kapustnika i jego endopasożyta baryłkarza
 bieliniaka na wybrane ekstrakty roślinne
 Reaction of large white butterfly and its endoparasite on selected
 plant extracts
39. Maria Wawrzyniak, Danuta Wrzeńska, Dariusz Piesik, Robert
 Lamparski299
 Występowanie i szkodliwość entomofauny zasiedlającej liście drzew
 w zadrzewieniach śródmiejskich w Bydgoszczy w latach 1997-1998
 Occurrence and harmfulness of insects on the leaves of trees in the
 plantings of the Bydgoszcz city centre 1997-1998
40. Zofia Wyszowska307
 Rola analiz finansowych w zarządzaniu przedsiębiorstwami
 rolniczymi
 Role of financial analysis in the management of corporate farms
41. Jacek Żarski, Czesław Rzekanowski, Stanisław Dudek,
 Stanisław Rolbiecki315
 Cost-effectiveness of overhead irrigation of field crops cultivated
 in the vicinity of Bydgoszcz
 Produkcyjne i ekonomiczne efekty deszczowania upraw polowych
 w okolicy Bydgoszczy

AGROTECHNICZNO-EKONOMICZNE EFEKTY PODSIEWU LUCERNY KUPKÓWKĄ POSPOLITĄ

Jadwiga Andrzejewska, Grażyna Harasimowicz-Hermann

Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Wydział Rolniczy ATR
ul. Ks. A. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz

W pięcioletnim doświadczeniu polowym porównywano plonowanie i ekonomiczne efekty uprawy odmian lucerny. W trzecim roku użytkowania lucernę podsiano kupkówką pospolitą. Łączne plony suchej masy odmian lucerny były zbliżone. Podsiew kupkówką ograniczył zachwaszczenie lucerny i wpłynął na przyrost plonu równoważny 25 jednostkom pszenным. Koszty uzyskania 1 kg paszy z lucerny były takie same jak z mieszanki lucerny i trawy.

Słowa kluczowe: odmiany lucerny, podsiew, kupkówka, jednostki pszenne

I. WSTĘP

Lucerna użytkowana jest w praktyce rolniczej najczęściej przez 2-3 lata, po czym plantacja ulega likwidacji, głównie z powodu przerzedzenia ładu i w efekcie spadku plonu. Założenie nowego lucernika wiąże się nie tylko ze znacznymi nakładami finansowymi (koszt samego materiału siewnego na 1 ha wynosi obecnie około 300-350 zł), ale obarczone jest także dużym ryzykiem wyginięcia młodych roślin lucerny, zwłaszcza wsiewanej w zboże przeznaczone na ziarno. W dzisiejszej sytuacji gospodarczej rolnictwa, charakteryzującej się między innymi ograniczaniem nakładów na produkcję, celowe jest rozpatrzenie możliwości przedłużenia użytkowania lucerny do 4, 5 lub więcej lat. Warunkiem uzyskania względnie wysokich i jakościowo dobrych plonów jest jednak dobre zagęszczenie ładu uniemożliwiające inwazję chwastów. Podsiew przerzedzonej plantacji lucerny odpowiednim gatunkiem trawy, np. kupkówką pospolitą, powinien zagwarantować pełne przykrycie gleby przez rośliny uprawne, ograniczyć zachwaszczenie, zwiększyć plonowanie oraz urozmaicić skład jakościowy paszy.

Celem pracy było:

- przesłedzenie poziomu plonowania różnych, w tym także amerykańskich wielolistkowych odmian lucerny w ciągu czterech lat ich użytkowania;
- ocena wpływu podsiewu trawą na plonowanie lucernika w czwartym roku użytkowania;
- ocena ekonomiczna zastosowania podsiewu lucerny trawą.

2. METODA I WARUNKI BADAŃ

Doświadczenie polowe realizowano od 1994 roku w RSB Mochetek, na glebie kompleksu żytniego dobrego. Doświadczenie założono jako jednoczynnikowe w czterech powtórzeniach. Powierzchnia poletek do zbioru wynosiła 13,5 m². Badano następujące odmiany i rody lucerny mieszańcowej i siewnej: Radius (odmiana polska), Legend (wielolistkowa odmiana amerykańska), FG 3B 50, FG 3B 59 (wielolistkowe rody amerykańskie) oraz Palava (odmiana czeska). Eksperyment przeprowadzono zgodnie z „Metodyką doświadczeń z odmianami roślin drobnonasiennych motylkowych (wieloletnich)” [4].

Lucernę wysiano 20 kwietnia 1994 roku w siewie czystym, stosując normę wysiewu 17 kg·ha⁻¹. Corocznie stosowano następujące nawożenie mineralne: 45 kg·ha⁻¹ P₂O₅ i 130 kg·ha⁻¹ K₂O. Wiosną 1997 roku, ze względu na przerzedzenie roślin lucerny, po zebraniu pierwszego pokosu, wszystkie poletka podsiano kupkówką pospolitą odmiany Bara, w ilości 15 kg·ha⁻¹. W 1997 roku zastosowano 60 kg·ha⁻¹ N, a w 1998 roku 120 kg·ha⁻¹ N.

Warunki pogodowe w latach badań przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1
Table 1

Miesięczne sumy opadów i średnie miesięczne temperatury powietrza
w latach badań na tle wielolecia
Monthly rainfall and monthly mean air temperature
for the years of investigation as compared with the values for 1949-1996

Miesiąc Month	1995		1996		1997		1998		1949-1996	
	mm	°C	mm	°C	mm	°C	mm	°C	mm	°C
I	22	-1,0	8	-6,0	2	-4,3	28	0,8	23	-2,4
II	26	3,2	23	-6,3	36	1,8	17	3,1	17	-1,8
III	24	2,8	4	-1,7	28	2,9	40	1,9	21	1,8
IV	26	8,2	19	8,0	21	4,7	21	9,3	27	7,2
V	52	12,9	104	12,6	96	11,5	46	13,8	38	12,7
VI	52	16,8	40	15,8	37	16,0	95	16,5	55	16,2
VII	12	21,0	92	15,3	108	17,7	96	16,7	69	17,8
VIII	56	19,8	95	18,1	15	19,9	66	15,5	48	17,4
IX	94	13,2	43	10,4	24	13,2	73	12,7	40	13,2
X	15	10,7	22	8,9	29	6,8	58	7,1	31	8,3
XI	10	0,9	23	4,3	20	2,3	31	-1,6	32	3,1
XII	13	-4,9	7	-4,6	32	0,7	39	-1,9	30	-0,6
IV – IX	292	15,3	393	13,4	302	13,8	397	14,1	277	14,1
I – XII	402	8,6	478	6,2	449	7,7	611	7,8	432	7,7

Suma rocznych opadów w trzech pierwszych latach pełnego użytkowania była zbliżona do średniej wieloletniej, natomiast czwarty rok charakteryzował się znacznie większym uwilgotnieniem (179 mm ponad średnią wieloletnią). W okresie wegetacyjnym największej opadów odnotowano w latach 1996 i 1998. Najcieplejszy był rok 1995, szczególnie jego miesiące letnie - lipiec i sierpień. Znaczące, w stosunku do wielolecia, spadki

temperatur powietrza miały miejsce w zimie 1995/1996 (średnie miesięczne w miesiącach grudzień - marzec były od 3,5 do 4,5 °C niższe od temperatury wieloletniej).

Corocznie zbierano 3 lub 4 pokosy, w zależności od przebiegu pogody oraz tempa wzrostu i rozwoju roślin. Pobrane w czasie zbioru próby zielonej masy poddano analizie botanicznej - dokonano rozdziału na lucernę, kupkówkę (w 1998 roku) i chwasty. Udział chwastów wynosił w różnych latach i pokosach od 2 do 20 % i o te wartości skorygowano plony odmian lucerny lub ich mieszanek z trawą. W opracowaniu porównuje się plony mieszanek lucerny z kupkówką oraz plony uzyskane z samej lucerny.

W niniejszej publikacji wykorzystano łączne roczne plony suchej masy roślin i na nich oparto wyliczenia ekonomiczne. Różnice w plonach odmian oszacowano statystycznie wg testu Tukey'a. Dla porównania oceny wartości użytkowej zebranych plonów wykorzystano jednostki pszenne wg Rudnickiego [8]. Nakłady ekonomiczne związane z różnym użytkowaniem lucerny obliczono wzorując się na opracowaniu podanym w Zaleceniach Agrotechnicznych IUNG [3], stosując ceny publikowane przez ODR Minikowo [5].

3. OMÓWIENIE I DYSKUSJA WYNIKÓW BADAŃ

Lucerna najlepiej rośnie, gdy opady wynoszą od 500 do 600 mm, chociaż najdłużej utrzymują się plantacje w klimacie, w którym roczna suma opadów nie przekracza 400 mm [7]. Odnosi się to jednak tylko do lat pełnego użytkowania, kiedy rośliny mają już silny i głęboki system korzeniowy. W roku siewu niedobór opadów, nawet przy uprawie lucerny w siewie czystym, stwarza duże ryzyko wyginięcia roślin. W warunkach Mochelka okres wegetacyjny roku 1994, czyli roku siewu, był wyjątkowo suchy [1, 2], co wpłynęło na słaby stan roślin jesienią i stosunkowo niskie plony w 1995 roku (tab. 2), podczas gdy z reguły najwyższe plony osiąga się w pierwszym roku pełnego użytkowania lucerny [7].

W czasie wegetacji w latach 1996 i 1998 sumy opadów przekroczyły prawie o 120 mm średnie wieloletnie dla tego rejonu, znalazło to wyraźne odbicie w wielkości zebranych plonów wszystkich odmian lucerny (tab. 2). Najwyższe plony uzyskano w drugim roku pełnego użytkowania. W kolejnych latach użytkowania odnotowano stopniowy spadek plonów suchej masy, w stosunku do najwyższych zbiorów, ale mimo to jeszcze w czwartym roku plon lucerny (bez trawy) był o 19 %, a łącznie z trawą nawet o 55 % większy niż w 1995 roku.

Należy zwrócić uwagę, że zimą 1995/1996, kiedy ujemne temperatury utrzymywały się jeszcze w marcu, nie nastąpiło przemarznięcie i wyginiecie roślin, co może świadczyć o dobrej zimotrwałości wszystkich badanych odmian lucerny.

Poziom plonów badanych odmian był zbliżony, chociaż w dwóch pierwszych latach pełnego użytkowania korzystnie wyróżniała się odmiana Legend, a w 1995 roku jej plon był nawet istotnie większy od pozostałych odmian, w tym także od odmiany Radius. W kolejnych latach relacje między tymi odmianami zmieniły się na korzyść odmiany Radius i w rezultacie łączne plony obu tych odmian za cztery lata użytkowania należy uznać za jednakowe. Spośród pozostałych odmian stosunkowo najniższej plonowała odmiana FG 3B 50. Generalnie jednak różnice w plonach sumarycznych wszystkich odmian po czterech latach użytkowania nie przekraczały 12 % i mieściły się w granicach błędu statystycznego (tab. 2).

Tabela 2
Table 2

Plon suchej masy odmian lucerny oraz ich mieszanek z kupkówką pospolitą w t·ha⁻¹
Yield of dry matter of alfalfa cultivars and of their mixtures with cocksfoot, t·ha⁻¹

Odmiana Cultivar	Rok pełnego użytkowania - Year of full usage					Łącznie z 4 lat Total for 4 years	
	1995	1996	1997	1998		bez trawy without grass	z trawą with grass
				bez trawy without grass	z trawą with grass		
Radius	7,4	12,9	13,5	9,2	11,3	43,0	45,1
Legend	8,6	13,9	12,5	8,8	12,3	43,8	47,3
FG 3B 50	7,0	13,0	11,1	8,0	10,8	39,1	41,9
FG 4B 59	7,0	13,1	12,2	8,7	11,6	41,0	43,9
Palava	7,1	12,8	11,4	9,5	11,6	40,8	42,9
Średnio - Mean	7,4	13,1	12,1	8,8	11,5	41,5	44,2
NIR _{0,05} - LSD _{0,05}	1,05	ni - ns	1,05	ni - ns	1,04	ni - ns	5,36

ni - różnica nieistotna

ns - non-significant

Podsiew kupkówką pospolitą nie miał wpływu na poziom plonów w 1997 roku, czyli roku jej wysiewu, gdyż udział trawy w zebranych plonach stwierdzono dopiero w trzecim pokosie; był on niewielki i mieścił się w granicach 5-10 %. Wpływ zastosowania kupkówki na poziom plonowania mieszanki stwierdzono w 1998 roku. Średnie plony wszystkich badanych odmian lucerny w czwartym roku użytkowania wynosiły 8,8 t·ha⁻¹, a kupkówki 2,7 t·ha⁻¹, co w sposób znaczący wpłynęło na ukształtowanie sumarycznego plonu ich suchej masy.

Zestawienie nakładów pracy i nakładów materiałowych na produkcję siana z lucerny i jej mieszanki z kupkówką (tab. 3) wskazuje, że koszty poniesione na uprawę i zbiór mieszanki były o 587 zł [(2184 + 195) - 1792] wyższe niż koszty uprawy lucerny bez zastosowania podsiewu. Ponieważ średnie plony lucerny w 1998 roku wyniosły 8,8 t·ha⁻¹, a jej mieszanki z trawą 11,5 t·ha⁻¹, to koszt wyprodukowania 1 kg suchej masy w obu przypadkach był prawie jednakowy i wynosił odpowiednio 0,20 zł i 0,21 zł.

Rudnicki [8] zaproponował jednostki pszenne jako miernik względnej wartości użytkowej produktów rolniczych. Zostały one wykorzystane do porównania względnej wartości użytkowej plonów uzyskanych w niniejszym doświadczeniu (tab. 4). Badane odmiany lucerny, co wykazano już we wcześniejszych doświadczeniach [1, 2], charakteryzują się niemal identyczną zawartością składników pokarmowych, dlatego w porównaniach można się było posłużyć średnim plonem suchej masy ze wszystkich odmian.

Plony mieszanki były w 1988 roku o 25,3 jednostki pszennej wyższe od plonów z samej lucerny. Wyliczono, że koszty poniesione na podsiew zostały zrekomensowane przez osiągnięcie większego dochodu bezpośredniego, który w przypadku uprawy mieszanki był o 425 zł większy niż z uprawy samej lucerny.

Tabela 3
Table 3

Koszt uprawy lucerny i jej mieszanki z trawą w czwartym roku użytkowania
Cost of cultivation of alfalfa cultivars and their mixtures with grass in the fourth year of usage

Rodzaj nakładu Kind of input	Lucerna Alfalfa				Lucerna z trawą Alfalfa and grass			
Nakłady pracy ** - Labour consumption and costs								
	kWh	rbg-mh	cnh-th	zł	kWh*	rbg-mh*	cnh-th*	zł*
Nawozenie NPK NPK fertilization	0	2,5	2,0	100	0	3,0	2,5	124
Zbiór na siano Harvest for hay	55	35	27,5	1533	63	40	32	1753
Nakłady materiałowe (nawozy) – Material inputs (fertilisers)								
N								148
P ₂ O ₅	45 kg	-	-	45	-	-	-	45
K ₂ O	130 kg			114				114
Razem koszty – Total costs				1792				2184***
Koszt produkcji 1 kg s.m. Production costs of 1 kg of d.m.				0,20				0,21

* nakłady pracy na mieszankę zwiększono o 15 % w stosunku do nakładów poniesionych na lucernę (udział trawy zwiększył plon suchej masy o 30 %) - the labour consumption and costs of mixture cultivation were increased by 15 % as compared with those of alfalfa (the share of grass in the mixtures caused a 30 % increase in the dry matter yield)

** przyjęto następujący poziom kosztów - the following simulated prices were applied: 1 kWh: 0,24 zł; 1 rbg – man-hour (mh): 8,0 zł; 1 cnh – tractor-hour (th): 45,0 zł (koszenie - cutting: 4,5 h × 40,0 zł = 180,0 zł; przetrząsanie – hay-making: 3 h × 20,0 zł = 60,0 zł; zbiór siana przyczepą zbierającą - harvest of hay with self-collecting trailer: 20 h × 50 zł = 1000 zł);

*** doliczono koszty poniesione w roku poprzednim - the costs from the previous year were factored in - 195,0 zł (zakup nasion kopywki - purchase of cocksfoot seeds: 15 kg × 7,0 zł = 105,0 zł, 60 kg N - 65,0 zł oraz koszt wysiewu - and the cost of sowing: 25,0 zł).

Podanych przeliczeń nie można zastosować do porównania wartości zebranego plonu z wartością plonu, np. pszenicy, gdyż lucerna i jej mieszanki z trawą nie są produktem towarowym. Można jednak ten sposób wykorzystać do porównania, np. wartości plonu roślin pastewnych uprawianych według odmiennych technologii, nawet jeżeli obejmują one uprawę różnych gatunków, gdyż jednostki pszenne uwzględniają zawartość energii netto i białka ogólnego strawnego w kolejnych pokosach i fazach rozwojowych [8].

Należy ponadto podkreślić, że podsiew trawą ogranicza rozwój i rozprzestrzenianie się chwastów, które zajmują miejsce po ustępującej lucernie [3, 7]. W analizowanym doświadczeniu udział chwastów w plonie zielonej masy w pierwszym pokosie roku 1998 wynosił średnio 17 %, a w kolejnych pokosach udział ten był już nieznaczny i nie przekraczał 7 %. W poprzednich natomiast latach chwasty, szczególnie w I pokosie, stanowiły do 30 % plonu zielonej masy.

Plon jednostek pszennych odmian lucerny oraz ich mieszanek z kupkówką pospolitą
Yield of wheat units of alfalfa cultivars and thier mixtures with cocksfoot

Odmiana Cultivar	Rok pełnego użytkowania Year of full usage						Σ z 4 lat Σ for 4 years	
	1995	1996	1997	1998			bez trawy without grass	z trawą with grass
				bez trawy without grass	z trawą with grass	różnica difference		
Radius	75,9	139,5	134,1	97,6	115,4	17,8	447,1	464,9
Legend	88,4	159,1	123,4	92,8	125,4	32,6	463,7	496,3
FG 3B 50	73,3	147,2	109,9	85,0	115,4	30,4	415,4	445,8
FG 4B 59	72,7	146,5	119,6	90,9	116,7	25,8	429,7	455,5
Palava	22,8	147,1	113,0	100,7	120,8	20,1	433,6	453,7
Średnio – Mean	76,6	147,9	120,0	93,4	118,7	25,3	437,9	463,2
Przychód (zł)* - Income				3736	4748	1012	-	
Koszty bezpośrednie (zł) - Direct costs				1792	2379	587	-	
Dochód bezpośredni (zł) - Direct profit				1944	2369	425	-	

* przyjęto cenę za 1 jednostkę pszenną 400 zł - price of one wheat unit = 400 zł

4. WNIOSKI

1. Plonowanie badanych odmian lucerny było zbliżone, chociaż w pierwszym roku użytkowania korzystnie wyróżniała się wielolistkowa odmiana Legend, a w trzecim odmiana Radius.
2. Podsiew lucerny kupkówką pospolitą ograniczył zachwaszczenie i dał wymierny przyrost plonu równoważny 25 jednostkom pszennym.
3. Wyższe koszty poniesione na uprawę mieszanki w porównaniu z uprawą samej lucerny, zostały zrekompensowane wyższym dochodem, chociaż koszt produkcji 1 kg paszy był w obu przypadkach prawie jednakowy.

LITERATURA

- [1] Andrzejewska J., Harasimowicz-Hermann G., Nowak W., Gospodarczyk F., Waniorek W., 1996: Yield and quality of Polish, Czech and U.S.A - multileaf varieties of alfalfa in Poland. [W]: Seed production of lucerne - Proceedings of the XIIth Eucarpia Meeting, Brno, 194-195.
- [2] Harasimowicz-Hermann G., Andrzejewska J., Nowak W., Sowiński J., Waniorek W., 1997: Ocena przydatności amerykańskiej wielolistkowej odmiany lucerny do uprawy w warunkach agroklimatycznych Polski. Biuletyn Oceny Odmian COBORU, z.29, Poznań, 115-120.

- [3] Jelinowska A., 1994: Zalecenia agrotechniczne. Technologie uprawy roślin - Lucerna z trawami, nr 21, IUNG, Puławy.
- [4] Metodyka doświadczeń z odmianami roślin drobnonasiennych motylkowych (wieloletnich). COBORU, Słupia Wielka 1983.
- [5] Notowania – rynek – ceny w województwie bydgoskim. ODR Minikowo 1998.
- [6] Skrzyniarz H., Magnuszewski T., 1993: Trwałość i produktywność nowych odmian lucerny w warunkach zróżnicowanej pielęgnacji i zbioru. IUNG, Puławy.
- [7] Staszewski Z., 1975: Lucerny. PWRiL, Warszawa.
- [8] Rudnicki F.: Jednostka pszenna jako miernik względnej wartości użytkowej produktów rolniczych. Post. Nauk Roln. (w druku).

AGRONOMIC EFFECTS AND ECONOMIC RESULTS OF ALFALFA SOD-SEEDING WITH COCKSFOOT

Summary

The five-year field experiment compared the yields and the economic results of the cultivation of alfalfa cultivars. Alfalfa cultivars were sod-seeded with cocksfoot in the third year of full agricultural usage. The yields of dry matter of alfalfa cultivars were similar. Sod-seeding with cocksfoot reduced the alfalfa weed infestation and increased the yield of the mixture by an equivalent of 25 wheat units. The cost of producing 1 kg of alfalfa feed equalled that of alfalfa and grass mixture.

Key words: cultivars of alfalfa, sod-seeding, cocksfoot, wheat unit

AGRICULTURAL RESTRUCTURING PROCESSES,
MODERNISATION OF PRODUCTION TECHNOLOGY
AND COSTS OF MECHANISATION ON FARMS

Waldemar Bojar, Ludosław Drelichowski, Grzegorz Dzieża, Małgorzata Zajdel

Department of Agricultural Economics and Computing, Faculty of Agriculture
Kaliskiego 7, 85-791 Bydgoszcz

The present paper presents the findings on the effect of agricultural restructuring taking place in Poland. Data was collected with interviews, questionnaires, and documents provided by private and corporate farms as well as supplementary statistics, all of them processed with various methods of analysis and synthesis, including statistical methods. The research object models obtained simulated real-life processes.

The findings showed that the economic standing of the restructured former state farms improved. An essential progress in crop and animal production technology followed, which, in turn, enhanced the quality of products, efficiency of labour, land and resources as well as working conditions. Family farms also modernised their equipment but the intensity of this process was, to a large extent, determined by the farm size. Costs of farming mechanisation of both private and large corporate farms remained high yet to be cut down by developing services and sharing equipment.

Key words: agricultural restructuring, production technology, mechanisation costs

1. INTRODUCTION

The restructuring in Polish agriculture was launched pursuant to the Act of 19 October 1991 on Management of Agricultural Real Estate of the State Treasury (AWRSP) and on Amendment of Certain Acts; the State Treasury authorised the Agency of Agricultural Real Estate of the State Treasury (AWRSP) to manage the agricultural real estates. Statutory land redistribution required the following steps to be taken:

- property take-over by the AWRSP,
- preparation of the property for the restructuring and property restructuring for its appropriate management,
- property management.

From 1994 to 1996, in co-operation with the Bydgoszcz-based AWRSP branch, and with the Dutch Institute of Environmental and Agricultural Engineering (IMAG-DLO), Wageningen, the Department of Agricultural Economics and Computing of the Bydgoszcz University of Technology and Agriculture organised a number of bilateral

Polish and Dutch conferences attended by numerous representatives of corporate farms. The conferences targeted at, as follows:

- analysis of the development of the restructuring drawing on the expertise of the Central Office of the AWRSP and its local branches [1],
- creating a forum for Polish and Dutch partners to share the latest technological and produce quality developments compliant with the EU standards,
- organising visits of the Wageningen conference participants to Dutch farms in order to examine the technology and organisation of crop and animal production,
- creating a forum for Polish and Dutch agriproducers, AWRSP representatives, scientists and agricultural economists.

Stormy and difficult period of transformation of the restructured former state farms called for consistent research to diagnose and evaluate transformation processes with their crucial social and economic implications. Co-operation allowed to launch friendly, direct contacts with leasers of corporate farms who provided data difficult to access in market economy. All that made it possible to continue researching restructuring processes in Polish agriculture; evaluation of their economic results, incl. changes in production technology and organisation, especially plant production mechanisation as well as organisation and management methods [1, 2, 3, 4, 8].

2. THE OBJECTIVES AND METHODS

The research targeted at, as follows:

2.1. State and scope of changes which took place between 1991 and 1995 in farm equipment for crop production in the country and in the former Bydgoszcz Province.

In 1996, 140 former Bydgoszcz Province farms, different in their production structure and level of mechanisation, were surveyed with questionnaires. To select the farms, the following criteria were applied:

- farm accountancy supervised by the Institute of Agricultural Economics and Food Economy,
- the number of farmers who had taken loans launched by the Agency for Restructuring and Modernisation in Agriculture, targeted at e.g., machinery modernisation [5].

2.2. Changes in production technology, management methods and financial results of corporate farms controlled by the Bydgoszcz-based AWRSP branch.

The research covered the period from 1994 to 1996. 26.7 % of the total number of 71 employee shareholding partnerships ltd. controlled by the AWRSP, 26.7% of all their managers were surveyed. The choice was justified by the expertise provided by the AWRSP Management Board Unit for Analysis, where over-400-ha Employee Shareholding partnerships Ltd. licensed to cooperate were investigated [8].

2.3. Mechanisation costs and efficiency of 18 private and corporate farms of the former Bydgoszcz Province were estimated; two model simulation methods, i.e. IMAG-ORSPEL and MASZYNY, of the Decision Support Systems (DSS) and derived from the OR [2, 3, 5].

3. RESULTS

The research showed an improvement in the economic standing of the objects investigated, as compared with their before-the-restructuring position [7, 8].

In the country, despite the admissible life-span standard being exceeded (over 30 years), about 5% of the total number of the tractors being operated was over 30 and more than 45% over 15 years old (Table 1). However the situation in the former Bydgoszcz Province was less promising; 6.62% of the total number of tractors was manufactured before 1965, while more than 55% was more than 15 years old.

Table 1
Tabela 1

Tractor age structure in the country and former Bydgoszcz Province
Porównanie struktury wiekowej ciągników w kraju i województwie bydgoskim

No Lp.	Years Lata	Number of tractors broken down into the year-of-manufacture groups Liczba ciągników według daty produkcji						
		before 1965 do 1965	1966-75	1976-80	1981-85	1986-90	1991-96	total ogółem
1	Poland Polska	65000	250000	280000	310000	315000	84000	1303000
2	Share [%] W [%] ogółu	4.99	19.17	21.47	23.77	24.16	6.44	100
3	Former Byd- goszcz Province Woj. bydgoskie	2301	9737	7151	7552	6819	1215	34775
4	Share [%] W [%] ogółu	6.62	28.00	20.56	21.72	19.61	3.49	100

Source: own investigation based on the 1996 Agricultural Census statistics provided by the Central Statistical Office (GUS)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS ze spisu rolnego 1996

The necessary investments in new agricultural machinery are reflected in the age structure of the machinery in operation. As seen from Table 2, almost 70% of the tractors used in the country was over 10 years old, while in the former Bydgoszcz Province 77% was over 10. A similar percentage was noted for other vehicles.

Between 1991 and 1995 the farms researched made investments in crop and animal production machinery and equipment; out of which 65% was to bridge the gap caused by the changes in crop production (Table 3).

Most frequently the purchases were made by over-10-ha farms; e.g. 15.7% by 10-to-15-ha and 15-to-20 ha farms, similarly 24.3 % by 30-to-50-ha farms. The 20-to-30-ha farms accounted for 32.1 % of the total machinery purchase, whereas the 7-to-10-ha farms for 2.9%.

Tractors were the biggest purchase; 20.71%, sprayers 15.14%, tillage and nurture machines, 11.43%, harvesters: 10.71%, tillage combined machines and balers, 9.29%, whereas manure spreaders 1.43% and fertiliser spreaders - 0.71%, only.

The investment changes analysed for different farm size groups showed that the greater the farm size, the higher the investments. Farms bigger than 20 ha were most frequent investors, purchasing tractors and harvesters, mainly. The 10-to-20-ha farms

invested less, tractors accounted for 14.29 % on 7-10-ha farms and for 10.34 % on 15-20-ha as well as combined machines, 10% and sprayers which amounted to over 17% of the total number of farms in both groups. The money was invested in tillage combined machines, sprayers and cereal harvesters, mainly.

Business plans included investments in plant production machinery and equipment calling for profound changes within the following 5 years. 14.29 % of the 7-to-10-ha farms and 50 % of the over-100-ha farms expressed their intention to make such purchases. It was observed that the larger the farm, the more eager to factor in the cost of tractors and harvesters to be purchased.

Table 2

Tabela 2

A total tractor age structure in Poland, as compared with tractors and other vehicles in the former Bydgoszcz Province in 1996

Struktura wiekowa ciągników w Polsce i ciągników oraz środków transportowych w województwie bydgoskim w 1996 roku

It. Lp.	Machinery Maszyny	Number of pieces Sztuki fizyczne	Share [%] Struktura [%]
1	Tractors in the country* Ciągniki rolnicze w kraju*	1303000	100
2	Over 10 years old W tym starsze niż 10 lat	905000	69.45
3	Tractors in the former Bydgoszcz Province Traktory w województwie bydgoskim	34775	100
4	Over 10 years old W tym starsze niż 10 lat	26741	76.90
5	Trucks Samochody ciężarowe	4022	100
6	Over 10 years old W tym starsze niż 10 lat	2862	71.16
7	Trailers Przyczepy	33461	100
8	Over 10 years W tym starsze niż 10 lat	26244	78.43

Source: own investigation based on the 1996 Agricultural Census statistics provided by the Central Statistical Office (GUS),

* Own investigation based on the IBMER data [6]

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS ze spisu rolnego 1996

* opracowanie własne na podstawie danych IBMER [6]

Land redistribution of Polish former state farms has brought about essential production technology developments. It was observed that animal production methods were being up-dated; the corporate farms researched showed a greater productivity, i.e. an increase in porker daily weight gains by an average of 16% (from 563.3 g to 653.6 g), in the head of cattle by 9.7%; from 29.8 to 32.7. In 1994 an average annual milk yield per cow amounted to 4554.9, while in 1996 - 4638.0 litre.

The technological developments, according to the respondents, enhanced produce quality, made production less laborious and onerous, provided safer work conditions, were less energy-consuming and more environment-friendly.

Table 3
Tabela 3

Total structure of the machinery purchased by the farms researched from 1991 to 1995
Struktura zakupionych maszyn ogółem w badanych gospodarstwach w latach 1991-1995

Item l.p.	Machinery - Maszyny	Total – Ogółem
1	Total changes in crop production; [%] farms Zmiany ogółem w produkcji roślinnej w [%] gospodarstw	65.00
2	Tractors Ciągniki	20.71
3	Cereal harvesters Kombajny zbożowe	10.71
4	Potato harvesters Kombajny ziemniaczane	5.71
5	Sugar beet harvesters Kombajny buraczane	5.00
6	Tillage combined machines Agregaty uprawowe	9.29
7	Tillage and nurture machines Maszyny uprawowe i pielęgnacyjne	11.43
8	Mowers and tedders Kosiarki i przetrząsaczozgrabiarki	8.57
9	Grab cranes Ładowacze chwytakowe	4.29
10	Sprayers Opryskiwacze polowe	17.14
11	Pick-up balers Prasy zbierające	9.29
12	Trailers and trailers with pick-up attachment Przyczepy i przyczepy zbierające	7.86
13	Manure spreaders Rozrzutniki obornika	1.43
14	Fertiliser spreaders Rozsiewacze nawozów	0.71
15	Planters and drills Sadzarki i siewniki	7.86

Source: own source

Źródło: badania własne

The results showed a greater interest in farm machinery and equipment. The corporate farms replaced used-up and irrelevant with new and more powerful farm machinery and equipment; 42.1 % of the farms purchased tillage and drill combined machines, 36.8% cereal harvesters and fertiliser spreaders, while 26.3% sprayers. Only about 15.8% of them bought tractors, ploughs, potato harvesters and row drills. 68.4 % did not introduce any such replacements of row drills, 57.9% single-seed drills, 52.6 % sprayers, trailers and beet harvesters, 36.8% cereal harvesters, 15.8 % did not replace harrows

and potato harvesters. As reported, routine maintenance practices as well as repairs concerned the machinery and equipment already operating on the farm. The equipment on the farms researched was changing, with used-up machinery being replaced with new pieces of higher capacity. All the farms researched showed a decrease in the number of machines calculated per every 100 ha of the farmland, except for tillage combined machines; the number of tractors decreased from 2.42 pieces per 100 ha of the farmland in 1994 to 2.19 in 1996, on average, which accounted for an average 9.5 % decrease. Similarly, a decrease in the number of ploughs was observed from 0.87 to 0.79, of cereal harvesters from 0.5 to 0.39 and beet harvesters from 0.22 to 0.18 per 100 ha of farmland, such decreases were noted comparing 1994 and 1996.

The efficiency of farm mechanisation was researched from 1993 to 1998 applying IMAG-ORSPEL and MASZYNY model simulation methods [2, 3, 5]. The cost-effectiveness was measured as farm mechanisation costs less, the so-called alternative costs, i.e., a market price of all the machinery operation services purchased. Such services from the outside were justified by developing mechanisation service market as well as more and more popular cash deals between farmers. For many reasons farm mechanisation costs were very high and, on all the farms researched, i.e. 11 private farms, 7 restructured former state farms, final economic results were negative (Table 4), which suggests that costs (fixed and variable) exceeded a market price of the cost of such services purchased.

Table 4
Tabela 4

Private and corporate farms broken down into groups of mechanisation cost-effectiveness
Podział gospodarstw i przedsiębiorstw rolnych na grupy wg kryterium efektywności mechanizacji

It. Lp.	Name of unit and area (ha) Nazwa jednostki i obszar (ha)	I O 458,00	II M 249,00	III M 2872,00	IV O 14,72	V O 9,88	VI O 51,72
1	Final result, zł * Wynik końcowy w zł	-2161	-21183	-490733	-19371	-4698	-17940
2	Labour cost share % Udział kosztów pracy %	26.85	7.96	5.53	60.75	43.80	28.40
3	Machinery fixed cost share % Udział stałych kosztów maszyn, %	16.94	63.20	59.13	17.87	24.33	39.68
4	Final result; zł/ha Wynik końcowy zł/1 ha	-4.72	-85.07	-170.87	-1315.96	-475.51	-346.87

Source: own source, with IMAG-ORSPEL method (objects marked with 'O') and with the MASZYNY method (objects marked with 'M')

Źródło: badania własne wykonane z zastosowaniem metody IMAG-ORSPEL (obiekty oznaczono literą „O”) i metodą MASZYNY (obiekty oznaczono literą „M”).

Generally, such situation was due to high prices of farm machinery and tractors, their low annual application and still quite cheap services on the market not completely stable; yet one can group the farms into a few categories (Table 4) to highlight the reasons for differences calculated per 1 ha. The best economic results were observed for farms with quite limited equipment, however buying services, for quite good farms using simplified production structure, i.e. a homogenous technology and less machinery. Yet another group combined farms which benefited from economies of scale, equipped with state-of-the-art machinery, yet bearing considerable costs to bridge diversified technologies of producing cereals, root and fodder crops (Table 4, column 2,3,4, items

1 and 5). Small family farms gave the best results whenever they had very little and cheap equipment and drew on outside services during harvest, whereas small farms rich in expensive equipment and not buying services were least cost-effective, as calculated per 1 ha. (Table 3, compare column 5 and 6, items 1,5). Much better, but still negative economic results were observed for bigger family farms with comprehensive farm machinery (Table 3, column 7, and items 1 and 5).

4. CONCLUSIONS

Land redistribution which affected the former state farms enhanced economic standing of the restructured farms, private and leased from the AWRSP, especially. Positive changes were observed both in plant and in animal production technology; as for field work, they targeted at enhancing the quality of farming practices, cutting down on labour costs as well as those of machinery and equipment and also ensuring proper timing of farming practices with tillage and drill combined machines, tractors and high capacity machinery. Animal production required modernising buildings and equipment which would enhance animal hygiene and health status, product quality and working conditions of the farm staff. A considerable progress was made which was seen from higher productivity and profitability. The results of research into private and corporate farm mechanisation showed that the machinery and equipment remained largely used-up: there are no resources which would restore profitability for the time being; hence a deadlock in the farm development. The research into the effectiveness of mechanisation showed that to enhance farm mechanisation, developing and purchasing services as well as sharing machinery and equipment should be encouraged.

REFERENCES

- [1] Bojar W., Drelichowski L., 1994: Management and work organisation requirements for a restructuring of agricultural state enterprises in Poland. XII C.I.G.R World Congress and AgEng '94 Conference on Agricultural Engineering, Milano (Italy), 29th - 1st September.
- [2] Bojar W.L., Kroeze G., 1995: Imag-Orspel. A useful Tool for Decision Support in Polish Agriculture, Paper 2.2.3. The Congress CIOSTA Proceedings, Norway, 82-88.
- [3] Bojar W.L., Oving R.K., 1994: The application of farm machinery selection methods for Polish farmers' decision support, IMAG-DLO, Nota P 94-82, Wageningen, The Netherlands, December, 1-12.
- [4] Dzieża G., 1998: Family farm equipment evaluation method for crop production planning needs (on the case of farms in Bydgoszcz Province). Doctoral thesis, ATR Bydgoszcz.
- [5] Schouwenburg H., 1996: Integrated Quality Control in the Dutch livestock, meat and egg sector, additional guarantees for the consumer. Publishing the Journal of Technology and Agriculture Bydgoszcz, No. 199 - Agriculture 40.
- [6] Wójcicki Z., 1998: Equipment of Agriculture in Technical Means - state and directions of changes in sector and regional system Warsaw, 21, 41-45, 57, 68.
- [7] Wyszowska Z., 1996: Selected elements in ratio financial analysis on the case of agricultural companies. Published by ATR Bydgoszcz, Dissertations No. 78.

- [8] Zajdel M., 1998: Analysis of mechanisms of changes in management and production technology in restructured agricultural companies (on the case of AWRSP farms in Bydgoszcz Division). Doctoral thesis, ATR Bydgoszcz.

PROCESY RESTRUKTURYZACJI ROLNICTWA, MODERNIZACJI, TECHNOLOGII I OPTYMALNEGO DOBORU MASZYN W GOSPODARSTWACH ROLNYCH

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań dotyczących procesów restrukturyzacji zachodzących w polskim rolnictwie. Badania przeprowadzono przy pomocy zróżnicowanych metod. Dla zebrania danych empirycznych posłużono się wywiadem, kwestionariuszami i dokumentami pochodzącymi z gospodarstw i przedsiębiorstw rolnych. W uzupełnieniu zostały wykorzystane dane statystyczne. W procesie przetwarzania danych zostały wykorzystane różne metody analizy i syntezy, w tym również statystyczne. Utworzone specyficzne modele obiektów badawczych zostały zastosowane w celu symulacji rzeczywistych procesów.

Wyniki badań wykazały, że sytuacja ekonomiczna byłych PGR-ów, po przekształceniach własnościowych, uległa poprawie. Nastąpił znaczący postęp w technologii produkcji roślinnej i zwierzęcej, co pozwoliło podnieść jakość produktów, produktywność pracy, ziemi, i kapitału, a także poprawić warunki pracy. Gospodarstwa rodzinne także zmodernizowały wyposażenie w sprzęt zmechanizowany, lecz intensywność tego procesu była silnie zdeterminowana ich powierzchnią. Zarówno w gospodarstwach, jak i w dużych zrestrukturyzowanych przedsiębiorstwach rolnych koszty mechanizacji produkcji rolniczej są jeszcze nadal wysokie, a wśród metod ich redukcji należy wymienić sprzedaż i zakup usług oraz wspólne formy użytkowania maszyn.

Słowa kluczowe: restrukturyzacja rolnictwa, technologia produkcji, koszty mechanizacji

ZMIANY ZAWARTOŚCI SELENU OGÓŁEM I PRZYSWAJALNEGO DLA ROŚLIN W GLEBIE POD WPLYWEM WIELOLETNIEGO NAWOŻENIA ORGANICZNEGO

Katarzyna Borowska, Jan Koper

Zakład Biochemii, Wydział Rolniczy ATR
ul. Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz

Celem niniejszej pracy było określenie zmian zawartości selenu ogółem i ekstrahowanego DTPA w glebie płowej długotrwale nawożonej nawozami organicznymi. Próbkę do badań zostały pobrane z wieloletniego doświadczenia, w którym glebę nawożono obornikiem i gnojowicą w dawkach 20, 40, 60, 80 t ha⁻¹. Zawartość selenu ogółem i ekstrahowanego DTPA oznaczono metodą spektrofotometryczną. Zastosowanie obornika i gnojowicy korzystnie wpłynęło na glebę, zwiększając w niej zawartość węgla organicznego w porównaniu z glebą poletek kontrolnych. Zawartość selenu ogółem w glebie poletek kontrolnych wynosiła 0,021-0,049 mg kg⁻¹ (średnio dla obu głębokości 0,04 mg kg⁻¹). Zastosowanie nawożenia obornikiem i gnojowicą spowodowało około 2-krotny wzrost zawartości selenu ogółem. Udział selenu ekstrahowanego DTPA w zawartości selenu ogółem wynosi w glebach nawożonych nawozami organicznymi od 1,98 % do 3,5 %, co wskazuje na jego niską mobilność i w związku z tym małą dostępność dla roślin.

Słowa kluczowe: selen ogółem, selen przyswajalny, gleba płowa, nawożenie organiczne

I. WSTĘP

Dotychczas prowadzone badania zawartości selenu w glebach wykazują, że waha się ona od ilości deficytowych do silnie toksycznych z punktu widzenia potrzeb pokarmowych zwierząt. W metabolizmie człowieka i zwierząt selen, wchodzący w skład peroksydazy glutationowej, ma zdolność redukcji nadtlenu wodoru i nadtlenu organicznych i w ten sposób chroni komórkę przed ich szkodliwym działaniem. Głównym źródłem selenu w paszy dla zwierząt i w pożywieniu człowieka jest system gleba - roślina [6]. Zawartość selenu w glebach w dużej mierze zależy od rodzaju skały macierzystej, intensywności procesów wymywania oraz od procesów sorbowania przez tlenki żelaza i minerały ilaste gleby. Dużą zdolność wiązania selenu w glebie ma próchnica, przy czym kwasy fulwowe lub białka mogą odgrywać rolę czynników kompleksujących selen. Najczęściej związki selenu rozpuszczalne w wodzie są dostępne dla roślin, ale także inne roztwory stosowane do ekstrakcji tego pierwiastka z gleb, jak na przykład roztwór DTPA (kwasu dietylenotriaminopentaoktowego) pozwalają określić stopień jego fitoprzyswajalności [4, 7].

Wpływ składników nawozów, takich jak: N, P lub S na dostępność i pobieranie selenu przez rośliny z gleb jest jak do tej pory jeszcze mało wyjaśniony, dlatego też celem niniejszej pracy było określenie zmian zawartości selenu ogółem i przyswajalnego dla roślin w glebie płowej długotrwale nawozonej nawozami organicznymi.

2. MATERIAŁ I METODY

Próbki do badań zostały pobrane z wieloletniego doświadczenia prowadzonego przez IUNG w Puławach na terenie RZD w Baborówku. W schemacie doświadczenia uwzględniono nawożenie obornikiem w ilościach 20, 40, 60 i 80 t ha⁻¹ świeżej masy oraz nawożenie gnojowicą trzody chlewnej w 4 dawkach odpowiadających, pod względem suchej masy, dawkom suchej masy obornika. Jest to doświadczenie dwuczynnikowe w układzie losowanych podbloków z poletkiem kontrolnym (bez obornika i gnojowicy - tylko NPK w nawozach mineralnych) przeprowadzone w 4 powtórzeniach. Próbki gleb zostały pobrane w 8. roku od założenia doświadczenia, na początku trzeciej rotacji, z dwóch głębokości 5-15 cm i 25-35 cm, z poletek, na których zastosowano zmianowanie „wzbogacające glebę w substancję organiczną” z następującą kolejnością: ziemniaki, jęczmień jary z wsiewką koniczyny z trawami, koniczyna z trawami i pszenica ozima z poplonem niemotylikowym (rzodkiew oleista lub słonecznik do przeorania). Zawartość selenu ogółem w próbkach glebowych oznaczono metodą Watkinsona [10] z 2,3-diaminonaftalenem jako odczynnikiem kompleksującym selen przy użyciu spektrofluorymetru F-2000 firmy Hitachi. Formy selenu przyswajalne dla roślin ekstrahowano roztworem DTPA (kwasem dietylenotriaminopentaoctowym), a następnie oznaczano spektrofluometrycznie. Oznaczenia wykonano w trzech powtórzeniach. Błąd metody wynosił 2,47 %, natomiast odzysk od 94 do 103 % (średnio 97 %). Dla oznaczenia podstawowych właściwości glebowych zastosowano metody rutynowe.

3. WYNIKI I DYSKUSJA

Uzyskane wyniki wskazują, że badaną glebę płową typową, nawożoną obornikiem lub gnojowicą trzody chlewnej, można zaliczyć do gatunku od piasku słabogliniastego do piasku gliniastego pylastego. Zawartość frakcji iltu wahała się w zakresie 4-10 %, natomiast frakcji pyłu w zakresie 20-30 %. Badana gleba płowa, nawożona nawozami organicznymi, charakteryzowała się wartościami pH w próbkach pobranych z głębokości 5-15 cm w zakresie 5,4-6,3 oraz 5,6-6,8 w próbkach z głębokości 25-35 cm. Zaobserwowano podwyższenie wartości odczynu wraz ze wzrostem dawki obornika czy gnojowicy. W próbkach kontrolnych wartości pH były niższe niż w glebach z nawożeniem organicznym. Zawartość węgla organicznego (C_{org}) w próbkach gleby płowej nawożonej obornikiem pobranych z głębokości 5-15 cm utrzymywała się w zakresie 6,6-9,9 g kg⁻¹, natomiast w próbkach z głębokości 25-35 cm wynosiła średnio 8,0 g kg⁻¹ (w zakresie 6,8-9,3 g kg⁻¹). Zawartość C_{org} w próbkach gleby nawożonej gnojowicą wynosiła 6,2-8,8 g kg⁻¹ (w warstwie 5-15 cm) i 6,7-8,5 g kg⁻¹ (w warstwie 25-35 cm). Zawartość węgla organicznego w próbkach gleby z poletek kontrolnych wynosiła średnio 6,5 g kg⁻¹. Zastosowanie obornika i gnojowicy korzystnie wpłynęło na glebę, zwiększając w niej zawartość węgla organicznego w porównaniu z glebą z poletek kontrolnych (średnio dla obu warstw o 5,5 g kg⁻¹). Różnice te były bardziej widoczne w przypadku nawożenia gleby obornikiem. Nie stwierdzono istotnego zróżnicowania zawartości węgla organicz-

nego w obu badanych warstwach gleby. Jak wynika z rysunku 1, zawartość selenu ogółem w badanej glebie płowej nawożonej tylko NPK w nawozach mineralnych występowała w granicach 0,021-0,049 mg kg⁻¹ (średnio dla obu warstw 0,04 mg kg⁻¹). Taką zawartość selenu ogółem w glebie uważa się za krytycznie niską. W glebach fińskich [1], które na ogół są deficytowe pod względem zasobności w selen, zawartość tego pierwiastka już na poziomie 0,2-0,3 mg kg⁻¹ uważa się za stosunkowo niską. Jak podaje Piotrowska [9], normalne stężenia selenu w większości gleb uprawnych Polski zawarte jest w przedziale 0,1-2,0 mg kg⁻¹.

Tabela I

Table I

Zawartość selenu ogółem [mg·kg⁻¹] z gleby płowej
Total selenium [mg·kg⁻¹] content in lessive soil

Rodzaj nawozu Kind of manure (I czynnik - I factor)	Dawka – Dose [t·ha ⁻¹] (II czynnik - II factor)	Głębokość pobrania prób [cm] Depth of sampling [cm] (III czynnik - III factor)		
		5-15	25-35	Średnia Mean
	0	0,049	0,030	0,045
Obornik FYM	20	0,086	0,080	0,083
	40	0,077	0,077	0,077
	60	0,066	0,111	0,088
	80	0,081	0,072	0,077
	Średnia – Mean	0,075	0,085	0,080
Gnojowica Slurry	20	0,069	0,069	0,069
	40	0,070	0,066	0,068
	60	0,088	0,088	0,088
	80	0,093	0,076	0,084
	Średnia - Mean	0,080	0,075	0,077
NIR/LSD, p = 0,05	I 0,005			
	II 0,024			
	III ni – ns			

ni - różnica nieistotna

ns - non-significant

Wcześniejsze badania [2, 4] wykazały, że w glebach płowych regionu Kujaw i Pomorza średnia zawartość selenu w poziomach Ap i A wynosiła odpowiednio 0,128 i 0,041 mg kg⁻¹. Podobne zawartości selenu ogółem dla gleb płowych okolic Szczecina stwierdził Zabłocki [11]. Jak wynika z tabeli 1, zastosowanie obornika i gnojowicy spowodowało około 2-krotny wzrost zawartości selenu ogółem w porównaniu z glebą poletek kontrolnych. Najwyższą zawartość selenu ogółem stwierdzono w próbkach gleby z warstwy 25-35 cm nawożonej obornikiem w dawce 60 t ha⁻¹. Analiza statystyczna wykazała, że oba rodzaje nawozów organicznych oraz stosowane dawki w sposób istotny wpływały na zawartość selenu w badanej glebie płowej. Nie stwierdzono jednak istotnego zróżnicowania zawartości selenu ogółem w obu badanych warstwach gleby.

Dla określenia potencjalnej fitoprzyswajalności selenu oznaczono jego formy ekstrahowane DTPA. Zawartość Se-DTPA w próbkach gleby z poletek kontrolnych nawo-

zonych NPK w nawozach mineralnych wynosiła średnio dla obu warstw $1,6 \mu\text{g kg}^{-1}$ (tab.2).

Tabela 2
Table 2

Zawartość selenu ekstrahowanego DTPA [$\mu\text{g kg}^{-1}$] z gleby płowej
DTPA-extracted selenium [$\mu\text{g kg}^{-1}$] content in lessive soil

Rodzaj nawozu Kind of manure (I czynnik - I factor)	Dawka – Dose [t ha ⁻¹] (II czynnik – II factor)		Głębokość pobrania prób [cm] Depth of sampling [cm] (III czynnik - III factor)		
			5-15	25-35	Średnia Mean
	0		1,6	1,6	1,6
Obornik FYM	20		2,2	2,2	2,2
	40		2,6	2,6	2,6
	60		2,3	2,2	2,3
	80		2,8	2,3	2,6
	\bar{x}		2,5	2,3	2,4
Gnojowica Slurry	20		2,4	2,2	2,3
	40		1,7	1,6	1,7
	60		2,5	2,2	2,3
	80		2,5	2,3	2,4
	\bar{x}		2,3	2,0	2,2
NIR/LSD, p = 0,05	I	ni – ns			
	II	0,44			
	III	0,12			

ni - różnica nieistotna

ns - non-significant

W próbkach gleby nawożonej nawozami organicznymi nastąpił wzrost zawartości Se-DTPA. Przykładowo w próbkach gleby nawożonej obornikiem w dawce 80 t ha^{-1} zawartość Se-DTPA wynosiła $2,86 \mu\text{g kg}^{-1}$ (w warstwie 5-15 cm). Stwierdzono istotne zróżnicowanie w zawartości selenu ekstrahowanego DTPA w zależności od nawozu organicznego oraz stosowanych dawek (NIR, tab.2). Z przeprowadzonej analizy korelacji, jakiej została poddana całość wyników, uzyskano następujące zależności: zawartość Se-DTPA była istotnie skorelowana z zawartością selenu ogółem ($0,52^*$), zawartość C_{org} była istotnie skorelowana z zawartością zarówno selenu ogółem ($0,62^*$), jak i selenu ekstrahowanego DTPA ($0,58^*$). Stwierdzona zależność między zawartością selenu a zawartością węgla organicznego znajduje potwierdzenie w pracach wielu autorów [2, 5, 6, 8]. Nie stwierdzono natomiast istotnych korelacji pomiędzy zawartością selenu w glebie a zawartością frakcji ilastej i koloidalnej. Udział selenu ekstrahowanego DTPA w zawartości selenu ogółem wynosi w glebach nawożonych nawozami organicznymi od 1,98 % do 3,5 %. W glebach z poletek kontrolnych natomiast jest on nieco wyższy i wynosi średnio 4,3 %. Z wcześniejszych badań [3], dotyczących zawartości selenu ekstrahowanego DTPA w profilach gleb płowych Pomorza i Kujaw, wynika, że udział Se-DTPA w zawartości selenu ogółem wzrasta wraz głębokością profilu glebowego od 0,75 % w poziomie Ap, 1,44 % w poziomie Eet/Bt i 2,6 % w poziomie Bt. Należy jed-

nak podkreślić, że udział form selenu ekstrahowanych DTPA w zawartości selenu ogółem jest raczej niewielki, co wskazuje na jego niską mobilność i w związku z tym dostępność dla roślin.

4. WNIOSKI

1. Zawartość selenu ogółem w badanej glebie płowej z poletek nie nawożonych nawozami organicznymi wynosiła 0,021-0,049 mg·kg⁻¹. Taką zawartość selenu ogółem w glebie uważa się za krytycznie niską z punktu widzenia potrzeb pokarmowych zwierząt.
2. Zastosowanie nawożenia obornikiem i gnojowicą spowodowało około 2-krotny wzrost zawartości selenu ogółem w porównaniu z zawartością w glebie poletek kontrolnych.
3. Udział selenu ekstrahowanego DTPA w zawartości selenu ogółem wynosi w glebach nawożonych nawozami organicznymi od 1,98 % do 3,5 %, co wskazuje na jego niską mobilność i w związku z tym małą dostępność dla roślin.

LITERATURA

- [1] Aro A., Alfthang G., 1998: Effects of selenium supplementation of fertilizers on human nutrition and selenium status. [In]: Frankenberger W., Engberg R., Environmental Chemistry of Selenium. Marcel Dekker, New York, 81-97.
- [2] Borowska K., 1996: Zawartość selenu w różnych częściach lucerny i mniszka lekarskiego z plantacji lucernianych założonych na trzech typach gleb. Roczniki Gleboznawcze, T.XLVII, nr 3/4, 239-245.
- [3] Borowska K., 1998: Distribution of total and DTPA extractable selenium in soil profiles from Kujawy Upland (Poland). Proceedings of the 16th World Congress of Soil Science, Montpellier, France, CDROM.
- [4] Cieśla W., Dąbkowska-Naskręt H., Borowska K., Malczyk P., Długosz J., Jaworska H., Kędzia W., Zalewski W., 1994: Pierwiastki śladowe w glebach wybranych obszarów Pomorza i Kujaw. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 414, 63-70.
- [5] Gissel-Nielsen G., 1998: Effects of selenium supplementation of field crops. [In]: Frankenberger W., Engberg R., Environmental Chemistry of Selenium. Marcel Dekker, New York, 99-112.
- [6] Johnsson L., 1991: Selenium uptake by plants as a function of soil type, organic matter content and pH. Plant Soil 133, 57-64.
- [7] Kabata-Pendias A., 1998: Geochemistry of selenium. Journal of Environmental Pathology, Toxicology and Oncology, 17(3/4), 173-177.
- [8] Kang Y., Yamada H., Kyuma K., Hattori T., 1990: Selenium content and distribution in various Japanese soils. Soil Science Plant Nutrition 36(3), 475-482.
- [9] Piotrowska M., 1984: Zawartość selenu w uprawnych glebach Polski. Roczniki Gleboznawcze, T.XXXV, nr 1, 23-31.
- [10] Watkinson J.H., 1966: Fluorometric determination of selenium in biological material with 2,3-diaminonaphthalene. Analytical Chemistry, vol.38, 92-97.
- [11] Zabłocki Z., 1994: Porównanie zawartości selenu w glebach, roślinach i odciekach drenarskich. Zesz. Nauk. Komitetu „Człowiek i Środowisko” PAN, nr 8, 44-50.

CHANGES IN TOTAL AND AVAILABLE SELENIUM CONTENTS IN SOIL AFFECTED BY LONG-TERM ORGANIC FERTILISATION

Summary

The study examined the changes in the content of total and DTPA-extractable selenium in lessive soil as affected by long-term organic fertilisation. The soil sampled had been treated with farmyard manure and slurry at 20, 40, 60 and 80 t ha⁻¹. The contents of the total and DTPA-extractable selenium were determined with the fluorometric method. The application of FYM and slurry increased the organic carbon content, as compared with the control. The total selenium content in the control ranged from 0.021 to 0.049 mg kg⁻¹ (0.04 mg kg⁻¹, mean for two sampling depths). The application of FYM and slurry almost doubled the total selenium content, as compared with the control. The share of DTPA-extractable forms of selenium in the total selenium content in the soils treated with FYM and slurry ranged from 1.98 to 3.5 %, which indicated its slow mobility and availability.

Key words: total selenium, available selenium, lessive soil, and organic fertilisation

WPŁYW SYSTEMU UPRAWY NA STAN FITOSANITARNY GLEBY POD UPRAWĄ GROCHU PASTEWNEGO

Barbara Breza-Boruta, Róża Maniewska

Katedra Mikrobiologii, Wydział Rolniczy ATR
ul. Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz

W latach 1997-1998 badano wpływ systemu zmianowania na liczebność i dynamikę rozwoju ogólnej populacji bakterii, promieniowców oraz grzybów w glebie i ryzosferze grochu pastewnego. Na podstawie liczebności izolowanych grup, określono wskaźnik (B+P)/G, świadczący o stanie fitosanitarnym badanej gleby. W wyniku badań stwierdzono, że występowanie określonych mikroorganizmów istotnie zależy od stosowanego płodozmianu i fazy rozwoju rośliny. Najliczniej bakterie i promieniowce występowały pod uprawą w zmianowaniu uproszczonym i tradycyjnym, a w monokulturze ich liczebność była istotnie niższa. Natomiast występowanie grzybów było wyższe w monokulturze. Wartości wskaźnika (B+P)/G były odzwierciedleniem zmian ilościowych oznaczonych mikroorganizmów. Stwierdzono, że stan fitosanitarny gleby ulegał pogarszaniu wraz z upraszczaniem zmianowania.

Słowa kluczowe: drobnoustroje, gleba, groch pastewny, ryzosfera, stan fitosanitarny

1. WSTĘP

Żyzność i potencjał plonotwórczy gleby są związane z jej właściwościami fizykochemicznymi oraz z aktywnością biologiczną. Aktywność biologiczna gleb przejawia się rozwojem różnych grup drobnoustrojów i intensywnością katalizowanych przez nie przemian substancji organicznych i mineralnych [9]. Mikroorganizmy glebowe są jednym z najważniejszych czynników, kształtujących dostępność składników pokarmowych dla roślin, a więc także wpływających na żyzność gleby. Rozwój i aktywność mikroflory glebowej mogą być mierzone za pomocą różnych parametrów, m.in. takich jak liczebność ogólna lub liczebność specyficznych grup drobnoustrojów na podłożach agarowych i płynnych [6]. Wielkość populacji mikroflory glebowej i skład gatunkowy zależą od warunków agroekologicznych kształtujących to środowisko [8]. Częściowa regulacja tych warunków dokonywana jest przez człowieka.

Do podstawowych wskazań w uprawie roślin należy stosowanie właściwego płodozmianu. Od niego w dużej mierze zależy stan fitosanitarny gleb uprawnych i stopień nasilania chorób roślin. Wiadomo, że wieloletnia uprawa roślin w monokulturze prowadzi do nagromadzenia organizmów fitopatogennych. Powoduje to szereg niekorzystnych zmian właściwości biologicznych i fizykochemicznych gleb, które określane są również terminem „zmęczenie gleby” [10].

Groch pastewny, tak jak i inne rośliny motylkowate, jest powszechnie uważany za gatunek wrażliwy na częstą uprawę po sobie, reagując bardzo silnie spadkiem plonu [12]. Ciągła uprawa po sobie powoduje pogarszanie się stanu fitosanitarnego plantacji.

Celem przeprowadzonych badań było poznanie wpływu systemu zmianowania (tradycyjnego, uproszczonego i monokultury) na liczebność i dynamikę bakterii, promieniowców oraz grzybów w glebie i ryzosferze pod uprawą grochu pastewnego. Zwrócono uwagę na kształtowanie się stosunków ilościowych między nimi, na podstawie czego obliczono wskaźnik $(B+P)/G$, wskazujący na stan fitosanitarny badanej gleby.

2. MATERIAŁ I METODY

Badania wykonano w latach 1997-1998, korzystając z obiektów doświadczalnych Katedry Ogólnej Uprawy Roli i Roślin ATR w Bydgoszczy, prowadzonych w RZD w Mochelku. Doświadczenie to jest zlokalizowane na glebie płowej właściwej, wytworzonej z gliny zwałowej, kompleksu żyniego dobrego, klasy bonitacyjnej IVb, o zawartości w warstwie uprawnej 1,2 % substancji organicznej oraz 14-17 % części spławialnych. W okresie badań zasobność gleby w składniki pokarmowe wynosiła: P_2O_5 - 21,3; K_2O - 23,8; Mg - 2,9 mg/100 g gleby (dane Katedry Ogólnej Uprawy Roli i Roślin ATR).

Groch siewny pastewnej odmiany Grapis uprawiany był w trzech zmianowaniach:

- monokultura: 23-letnia (M);
- 3-polowe (uproszczone U): burak cukrowy, groch pastewny, jęczmień jary;
- 6-polowe (tradycyjne T): burak cukrowy, groch pastewny, jęczmień jary, żyto ozime, rzepak ozimy, pszenica ozima.

Pod groch zastosowano nawożenie mineralne w dawkach: P - 120 i K - 180 kg/ha. Odczyn gleby w 1n KCl wyniósł w monokulturze 6,4, w płodozmianie uproszczonym 6,2, a w tradycyjnym 5,8.

W okresie badań uwzględniano panujące warunki klimatyczne, prowadzono pomiary temperatur oraz ilości i rozkład opadów (dane Katedry Melioracji i Agrometeorologii ATR), co ilustruje tabela 1.

Do badań pobierano glebę ze strefy pozakorzeniowej z głębokości 0-20 cm oraz z ryzosfery grochu uprawianego w monokulturze, zmianowaniu 3-polowym i 6-polowym. Próby gleby pozakorzeniowej pobierano czterokrotnie - przed siewem i trzy razy w okresie wegetacji. Próby gleby z ryzosfery pobierano trzykrotnie w okresie wegetacji w następujących fazach rozwoju rośliny: w fazie czterech liści, kwitnienia oraz dojrzałości technicznej.

W pobranych próbach glebowych oznaczono wilgotność gleby, którą przedstawiono w tabeli 2.

Analizy mikrobiologiczne wykonano metodą płytkową z 10-krotnych rozcieńczeń glebowych, przygotowanych w płynie Ringera. Oznaczenia obejmowały liczebność następujących grup mikroorganizmów:

- ogólnej populacji bakterii na pożywce YPS wg Bunt i Rovira [1],
- promieniowców na pożywce Williamsa i Daviesa [13],
- ogólnej populacji grzybów na pożywce Martina [5].

Wszystkie oznaczenia wykonano w czterech powtórzeniach, a otrzymane wyniki przeliczono na gram suchej masy gleby. Na podstawie uzyskanej liczebności badanych mikroorganizmów w glebie obliczono wskaźnik stosunków biotycznych $(B+P)/G$, czyli stosunek liczby komórek bakterii (B) i promieniowców (P) do liczby grzybów (G).

Wyniki poddano obliczeniom statystycznym przy zastosowaniu analizy wariancji, stosując do oceny istotności różnic test Studenta ($P = 0,95$).

Tabela 1
Table 1

Rozkład opadów i temperatury powietrza w latach 1997-1998
wg miejscowej stacji meteorologicznej w Mochełku
Rainfall distribution and mean air temperature, 1997-1998
according to the local meteorological station at Mochełek

Miesiąc Month	Sumy opadów w mm Rainfall (mm)		Średnie temperatury miesięczne w °C Monthly mean temperature (°C)	
	1997	1998	1997	1998
I	2,0	28,2	-4,4	0,8
II	35,9	17,3	1,8	3,1
III	28,4	40,1	2,8	1,9
IV	20,7	21,1	4,7	9,3
V	96,5	46,4	11,5	13,8
VI	36,7	94,7	16,0	16,6
VII	108,5	96,0	17,7	16,7
IV-VII	262,4	258,2	12,5	14,1

Tabela 2
Table 2

Wilgotność gleby pod uprawą grochu pastewnego w różnych systemach zmianowania
Soil moisture under fodder pea cultivated in different crop rotations

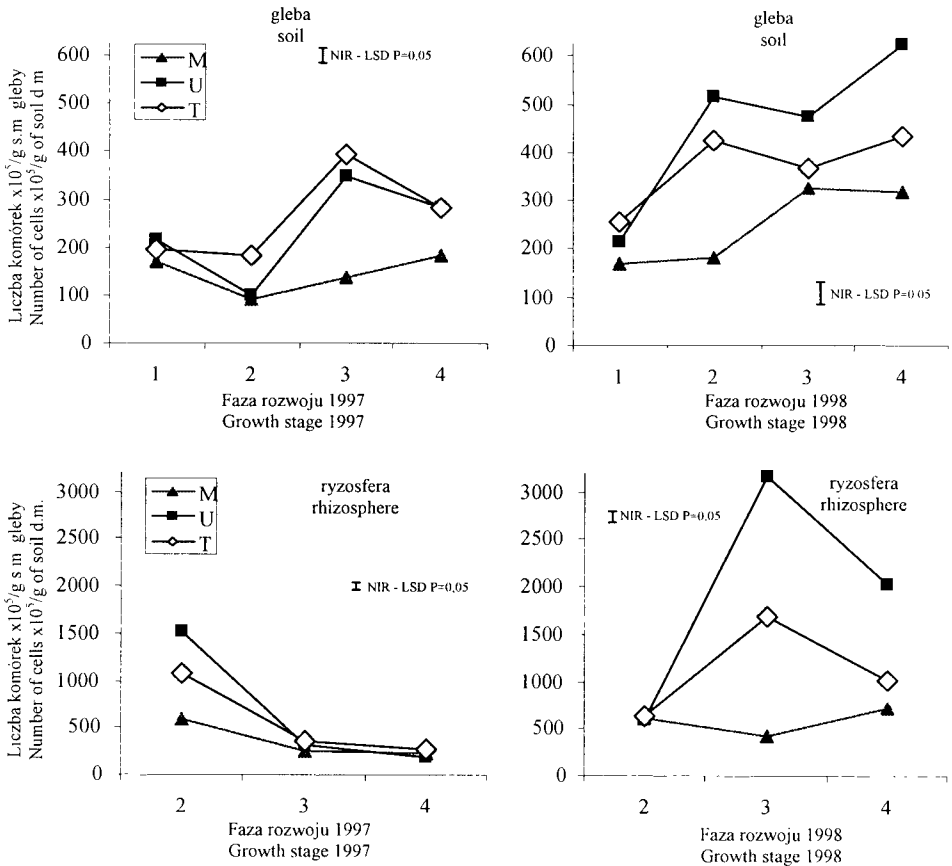
Termin analizy Date of analysis	Wilgotność % Moisture, %					
	monokultura monoculture		zmianowanie 3-polowe 3-year crop rotation		zmianowanie 6-polowe 6-year crop rotation	
	1997	1998	1997	1998	1997	1998
IV	14,60	8,87	15,79	11,97	15,94	8,86
V	5,98	7,35	7,49	9,94	6,32	8,49
VI	13,02	4,86	14,15	5,92	13,71	4,54
VII	8,32	11,85	10,21	14,73	10,74	13,22

3. OMÓWIENIE WYNIKÓW I DYSKUSJA

Liczebność podstawowych grup mikroorganizmów glebowych, decydujących o stanie fitosanitarnym gleby, okazała się istotnie zróżnicowana w zależności od stosowanego płodozmianu i stadium rozwoju grochu pastewnego.

W wyniku badań stwierdzono najliczniejsze występowanie ogólnej populacji bakterii w glebie pozaryzosferowej w zmianowaniu uproszczonym (rys. 1). Liczebność ta kształtowała się w granicach od 99 do 623×10^5 komórek/g s.m. gleby. Wyraźnie niższa liczebność była w monokulturze, bowiem wynosiła od 90 do 326×10^5 komórek/g s.m. gleby.

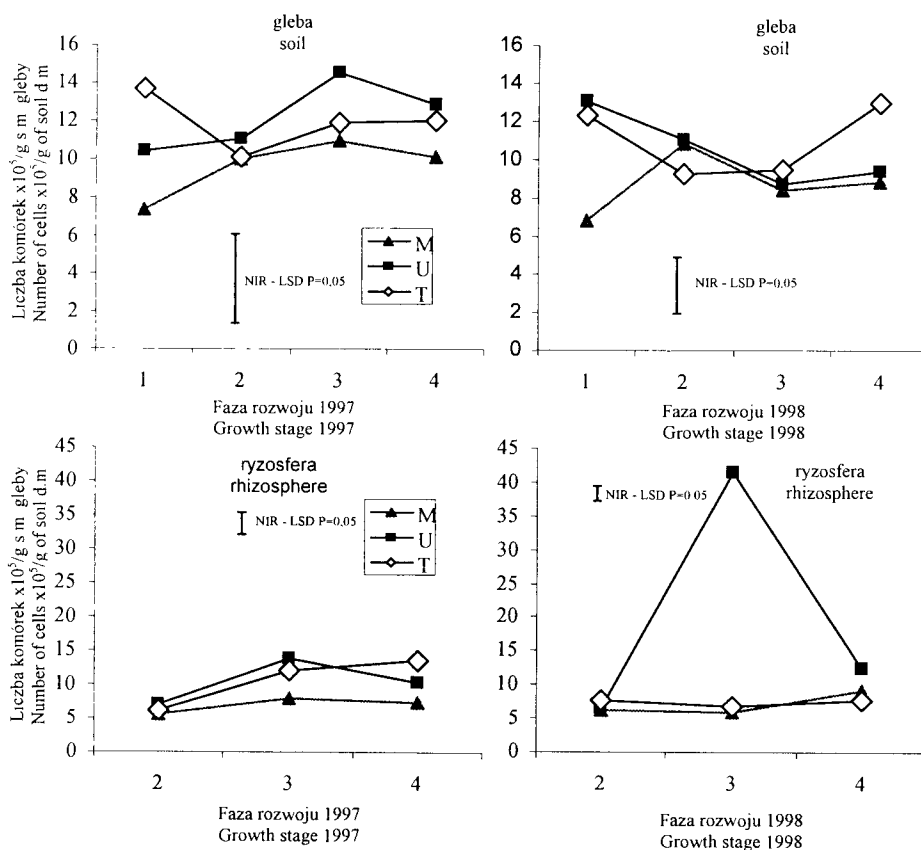
W ryzosferze również najliczniej bakterie występowały w płodozmianie 3-polo-wym, osiągając maksimum w fazie kwitnienia w 1998 roku 3164×10^5 komórek/g s.m. gleby. W zmianowaniu tradycyjnym występowanie bakterii w ryzosferze kształtowało się na poziomie $271-1692 \times 10^5$ komórek/g s.m. gleby, natomiast w monokulturze nie wyizolowano więcej niż 710×10^5 komórek/g s.m. gleby.



Rys.1. Dynamika ogólnej populacji bakterii w glebie pozaryzosferowej i ryzosferze grochu pastewnego uprawianego w monokulturze (M), zmianowaniu 3-polo-wym (U) i 6-polo-wym (T), w następujących terminach: 1 - przed siewem; 2 - faza czterech liści; 3 - faza kwitnienia; 4 - faza dojrzałości technicznej

Fig.1. Bacteria population dynamics in the soil and rhizosphere of fodder pea cultivated in monoculture (M), 3-year crop rotation (U) and 6-year crop rotation (T) defined: 1 - before sowing; 2 - at the fourth-leaf phase; 3 - flowering phase; 4 - full maturity phase

Występowanie promieniowców zarówno w glebie, jak i w ryzosferze było wyższe w zmianowaniach niż w monokulturze (rys. 2). Sezonowe wahania kształtowały się w granicach $5.58-41,4 \times 10^5$ komórek/g s.m. gleby. Istotny wzrost liczebności zanotowano w okresie kwitnienia roślin, zwłaszcza w zmianowaniu uproszczonym ($41,4 \times 10^5$ komórek/g s.m. gleby).



Rys.2. Dynamika populacji promieniowców, oznaczenia jak na rysunku 1

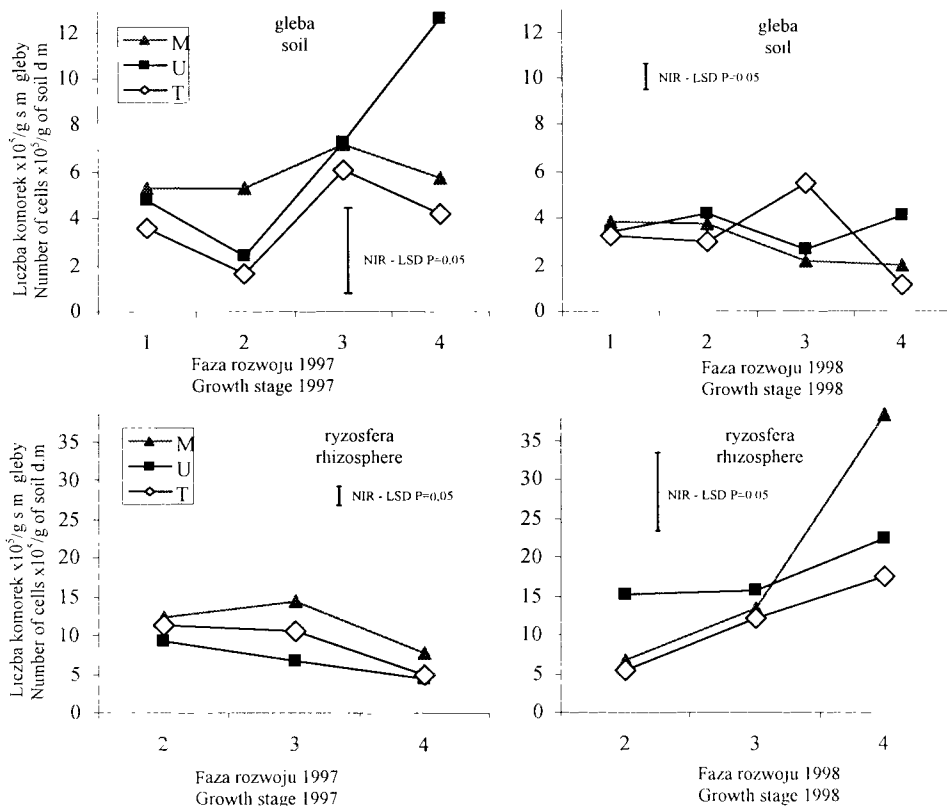
Fig.2. Actinomycetes population dynamics, see Fig.1

Uzyskane wyniki wskazują, że grzyby najłatwiej rozwijały się w glebie w zmianowaniu tradycyjnym, gdzie stwierdzono od 1,15 do 6,05 × 10⁵ komórek/g s.m. gleby (rys. 3). Największą ich liczbę izolowano z gleby w monokulturze, w granicach 2,1-7,19 × 10⁵ komórek/g s.m. gleby.

Rozwój populacji grzybów w ryzosferze przebiegał specyficznie dla każdego roku badań. W 1997 roku najwięcej grzybów izolowano w fazie kwitnienia, uzyskując najwyższą liczebność w monokulturze równą 14,38 × 10⁵ komórek/g s.m. gleby. Zaś w 1998 roku obserwowano tendencję wzrostu liczebności wraz z rozwojem rośliny, osiągając maksymalną wartość w fazie dojrzałości technicznej nasion, wynoszącą 38,28 × 10⁵ komórek/g s.m. gleby.

W dynamice rozwoju badanych mikroorganizmów zarówno w glebie poza- i ryzosferowej obserwowano sezonowe zmiany ich liczebności, które mogły wynikać z różnych warunków temperatury i wilgotności w danym terminie.

Na podstawie uzyskanej liczebności badanych grup drobnoustrojów określono wskaźnik (B+P)/G, oceniający stan fitosanitarny gleby (tab. 3).



Rys.3. Dynamika populacji grzybów, oznaczenia jak na rysunku 1

Fig.3. Fungi population dynamics, see Fig.1

Tabela 3

Table 3

Wartość wskaźnika (B+P)/G dla gleby spod uprawy grochu pastewnego
w różnych systemach zmianowania

Values of (B+P)/G index for the soil environment of fodder pea in different crop rotations

Miesiąc Month	Monokultura Monoculture		Zmianowanie 3-polowe 3-year crop rotation		Zmianowanie 6-polowe 6-year crop rotation	
	1997	1998	1997	1998	1997	1998
IV	33,70	45,50	47,97	66,15	58,52	81,01
V	18,90	50,27	45,49	126,42	119,37	143,92
VI	20,70	159,39	49,92	181,27	66,98	68,00
VII	33,44	165,14	23,64	154,37	69,75	386,00
Średnia – Mean	26,68	105,07	41,75	132,03	78,65	169,75
Plon nasion (t/ha) Seed yield (t/ha)	0,60	0,62	2,76	2,22	2,37	2,28

Wartości wskaźnika dla gleby pod uprawą grochu były najwyższe dla zmianowania tradycyjnego, wynosząc od 58,52 do 386,08 a najniższe dla monokultury od 18,9 do 165,14.

Najwyższe wartości (B+P)/G wystąpiły pod koniec okresu wegetacji. Z analizy średnich wartości wskaźnika wynika, że wraz z upraszczaniem zmianowania maleją jego wartości.

Przeprowadzone badania wskazują na dużą rolę systemu uprawy w kształtowaniu ilościowego składu bakterii, promieniowców i grzybów w glebie oraz w ryzosferze. Zmianowanie okazało się istotnym czynnikiem wpływającym na rozwój badanych mikroorganizmów. Badania Smyka [11] i innych autorów [4, 8] potwierdzają, że uprawa w monokulturze powoduje recesję niektórych bakterii i promieniowców. Filipowicz [3], badając wpływ monokultury na zdrowotność grochu, stwierdził, że już kilkuletnia uprawa w monokulturze przyczynia się do zwiększenia liczebności patogenicznych grzybów. Nie tylko z punktu widzenia zdrowotności roślin, ale również żyzności gleby, silny rozwój grzybów patogenicznych jest zjawiskiem niekorzystnym. Im żyźniejsza gleba, tym więcej w niej bakterii i promieniowców, a mniej grzybów [7]. Na podstawie badań własnych i innych autorów [4, 7] stwierdzono, że pomiędzy poszczególnymi grupami drobnoustrojów zachodzą określone relacje: wzrostowi liczebności bakterii towarzyszy zwykle spadek liczebności grzybów i na odwrót. Myśków [7] podkreśla, że w pełniejszym stopniu właściwości biologiczne gleby oraz jej produktywność (plonowanie roślin) wyraża stosunek liczebności bakterii i promieniowców do liczebności grzybów niż liczebność każdej z tych grup oddzielnie. Wysokie wartości wskaźnika (B+P)/G, uzyskane w przypadku zmianowania tradycyjnego, świadczą o dobrym stanie fitosanitarnym tej gleby, a także o jej żyzności. Najniższe wartości wskaźnika otrzymano dla gleby w monokulturze, co wskazuje na pogorszenie się efektu fitosanitarnego w wyniku uprawy grochu po sobie. Również plony nasion grochu w monokulturze były czterokrotnie niższe niż w zmianowaniu.

Omówione badania wskazują na pogarszanie stanu fitosanitarnego gleby wraz z upraszczaniem zmianowania i przesunięcie równowagi mikrobiocenotycznej na korzyść rozwoju grzybów. Uprawa grochu w monokulturze ujemnie wpływa na wielkość plonu, a także jest przyczyną degradacji środowiska glebowego.

LITERATURA

- [1] Bunt J.S., Rovira A.D., 1955: Microbiological studies of some subantarctic soil. J. Soil Sci., 119-128.
- [2] Ho W.C., Ko W.H., 1982: Characteristics of soil microbiostatis. Soil Biol. Biochem., 14, 589-593.
- [3] Filipowicz A., 1995: Zdrowotność i plonowanie odmian i rodów grochu (*Pisum sativum*) uprawianych w monokulturze bez ochrony chemicznej. Mat. XXXV Sesji Nauk. IOR, Poznań, 248-252.
- [4] Górlach K., 1995: Antagonistyczna i chorobotwórcza mikroflora gleby i ryzosfery wybranych roślin uprawianych w monokulturze i w zmianowaniu. Praca doktorska, maszynopis. ATR Bydgoszcz.
- [5] Martin J.P., 1950: Use of acid rose bengal and Streptomycin in the plate method for estimating soil fungi. Soil Sci., 69, 215-222.

- [6] Martyniuk S., Stachyra A., Wróblewska B., Zięba S., 1997: Związki pomiędzy mikrobiologicznymi i enzymatycznymi właściwościami gleby a plonami ziemniaków. Drobnoustroje w środowisku występowanie, aktywność i znaczenie. AR Kraków, 567-574.
- [7] Myśków W., 1981: Próby wykorzystania wskaźników aktywności mikrobiologicznej do oceny żyzności gleb. Post. Mikrobiol., 20, 173-192.
- [8] Myśków W., 1979: Wpływ głębokiej uprawy i zmianowania roślin na właściwości biologiczne gleby. Pam. Puł., 90, 7-26.
- [9] Myśków W., Stachyra A., Zięba S., Masiak D., 1996: Aktywność biologiczna gleby jako wskaźnik jej żyzności i urodzajności. Roczn. Glebozn., 47, nr 1/2, 89-99.
- [10] Paszkowski W.L., Dwornikiewicz J., 1997: Zbiorowiska drobnoustrojów glebowych w uprawie chmielu i ich antagonizm w stosunku do *Verticillium alboatrum*. Cz.II. Badania w starym chmielniku. Drobnoustroje w środowisku występowanie, aktywność i znaczenie. AR Kraków, 567-574.
- [11] Smyk B., 1980: Wpływ zmianowań specjalistycznych na kształtowanie się mikrobiocenoz i ich oddziaływanie na środowisko glebowe agrocenoz. Zesz. Nauk. ART Olsztyn, 29, 41-56.
- [12] Rajs T., Urbanowski S., Rudnicki F., 1994: Wpływ ilości opadów na efekty uprawy roślin w wieloletnich monokulturach. II Groch pastewny. Zesz. Nauk. nr 187 ATR w Bydgoszczy, Rolnictwo 35, 15-20.
- [13] Williams S.T., Davies F.L., 1965: Use of antibiotics for selective isolation and enumeration of *Actinomycetes* in soil. J. Gen. Microbiol., 38, 251-261.

IMPACT OF FARMING METHOD ON THE PHYTOSANITARY STATUS OF SOIL UNDER FODDER PEA

Summary

The 1997-1998 research investigated the impact of crop rotation system on the population and dynamics of bacteria, actinomycetes and fungi development in the soil and fodder pea rhizosphere. Defining the population of respective groups isolated, the (B + P)/G index was calculated to determine phytosanitary status of soil. It was noted that the occurrence of the micro-organisms depended on the crop rotation and the plant development phase significantly. The numbers of bacteria and actinomycetes were highest for traditional and simplified crop rotation, while their populations were significantly lower in monoculture. As for fungi, their population was higher in monoculture. The values of the (B + P)/G index reflected the quantitative changes observed for the micro-organisms. The research showed that the more simplified the crop rotation, the poorer the soil phytosanitary status.

Key words: micro-organisms, soil, fodder pea, rhizosphere, phytosanitary status

CAŁKOWITA POWIERZCHNIA WŁAŚCIWA WYBRANYCH GLEB OBSZARU KUJAW W POWIĄZANIU Z ZAWARTOŚCIĄ WOLNYCH TLENKÓW ŻELAZA

Halina Dąbkowska-Naskręt, Mirosław Kobierski, Hanna Jaworska

Katedra Gleboznawstwa, Wydział Rolniczy ATR
ul. Bernardyńska 6/8, 85-029 Bydgoszcz

Oznaczono całkowitą powierzchnię właściwą wybranych gleb regionu Kujaw oraz określono wpływ wolnych tlenków żelaza (Fed) na jej wielkość.

Oznaczono również ilości amorficznych tlenków żelaza (Feo) oraz obliczono zawartości krystalicznych tlenków żelaza (Fek).

Decydujący wpływ na wielkość całkowitej powierzchni właściwej badanych gleb miały formy krystaliczne tlenków żelaza (Fek), których zawartość wahała się w zakresie od 3489,0 mg Fe/kg do 6712,2 mg Fe/kg i znacznie przewyższała zawartości form amorficznych (Feo).

Oznaczone wartości całkowitej powierzchni właściwej badanych gleb (23,56-47,04 m²/g) są wynikiem ich składu: przewagi krystalicznych tlenków żelaza, zawartości związków próchnicznych i charakterystycznego dla gleb regionu Kujaw składu mineralogicznego frakcji ilastej.

Słowa kluczowe: całkowita powierzchnia właściwa, wolne tlenki żelaza

I. WSTĘP

Powierzchnia właściwa gleby jest powierzchnią cząstek glebowych przypadającą na jednostkę masy (m²/g). W ujęciu kompleksowym całkowita powierzchnia właściwa gleby obejmuje, oprócz powierzchni wszystkich cząstek glebowych, także wewnętrzną strukturę składników mineralnych (przestrzenie międzypakietowe wtórnych minerałów ilastych). Określana jest jako funkcja stanu rozdrobnienia mineralnych składników gleby, ich składu oraz zawartości i jakości związków próchnicznych [10].

Istotny wpływ na wielkość całkowitej powierzchni właściwej mają w glebie tlenki żelaza, jeżeli występują w formie silnie zdyspergowanych cząstek [7, 18]. Stanowią one istotny parametr wykorzystywany w klasyfikacji i systematyce gleb [2], a właściwości tlenków żelaza w glebach są w większym stopniu funkcją wielkości powierzchni właściwej niż formy mineralogicznej tych połączeń [1, 13, 16, 18].

Celem badań było określenie wielkości całkowitej powierzchni właściwej wybranych gleb z regionu Kujaw oraz określenie wpływu na tę wielkość zawartości wolnych tlenków żelaza.

2. MATERIAŁ I METODY

Do badań wybrano 3 profile gleb typowych dla obszaru Kujaw: czarną ziemię właściwą (profil I - Płowce) i zbrunatniałą (profil III - Wybranowo) oraz glebę brunatną właściwą typową (profil II - Broniewo), powstałe z tej samej skały macierzystej, jaką jest glina bazalna moreny dennej zlodowacenia wistuliańskiego, fazy poznańskiej.

Próbki gleb wysuszono, przesiano przez sito o średnicy oczek 1 mm i oznaczono w nich:

- skład granulometryczny metodą Bouyoucosa-Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego,
- pH gleby potencjometrycznie,
- zawartość węgla organicznego metodą Tiurina,
- zawartość wolnych tlenków żelaza (Fed) w ekstrakcie ditioninowo-cytrynianowym metodą Mehra-Jacksona [14],
- zawartość amorficznych tlenków żelaza (Feo) metodą Tamma w modyfikacji Schwertmanna [17].

Na podstawie zawartości wolnych tlenków żelaza (Fed) i amorficznych tlenków żelaza (Feo) obliczono zawartość krystalicznych tlenków żelaza (Fek) ze wzoru $Fek = Fed - Feo$ oraz obliczono wskaźnik krystaliczności tlenków żelaza z ilorazu Feo/Fed .

Wielkości całkowitej powierzchni właściwej naturalnych próbek glebowych oraz po usunięciu wolnych tlenków żelaza oznaczono z izoterm adsorpcji pary wodnej metodą BET, na podstawie 5 punktów pomiarowych, w laboratorium Instytutu Agrofizyki PAN w Lublinie.

Całkowitą powierzchnię właściwą tlenków żelaza obliczono metodą Rice'a i in. [15], zakładając, że zmiana wielkości powierzchni właściwej w próbkach gleby po usunięciu wolnych tlenków żelaza związana jest wyłącznie z procesem deferracji gleby.

3. WYNIKI I DYSKUSJA

Badane gleby należą do różnych typów i wykazują zróżnicowanie składu granulometrycznego. Czarne ziemie (profile I, III) mają w poziomach wierzchnich uziarnienie glin lekkich pylastych, natomiast gleba brunatna (profil II) wykazuje w skale macierzystej uziarnienie od gliny średniej pylastej do gliny ciężkiej.

Analizowane gleby mają odczyn obojętny i zawierają od 1,08 do 1,86 % C-org. w poziomach próchnicznych (tab. 1).

Zawartość wolnych tlenków żelaza (Fed) waha się w granicach od 3796,7 mg/kg gleby w poziomie Ap profilu I do 7739,2 mg/kg w poziomie Bbr profilu III (tab. 2). Obserwuje się pewną akumulację tych połączeń w poziomach cambic (Bbr) w porównaniu z zawartością w materiale skały macierzystej badanych gleb, co jest charakterystyczne dla procesu brunatnienia [4].

Ilości krystalicznych tlenków żelaza (Fek), których zawartości mieszczą się w zakresie od 3489,0 do 6719,2 mg/kg gleby, są zdecydowanie wyższe od ilości form amorficznych (Feo), których zawartość mieści w granicach od 227,3 mg/kg do 986,0 mg/kg. Obrazuje to wyraźnie wskaźnik krystaliczności tlenków żelaza (Feo/Fed), który jest bardzo niski i waha się w zakresie od 0,04 do 0,21 (tab. 2).

Tabela 1
Table 1Wybrane właściwości fizykochemiczne gleb
Selected physical and chemical properties of soils

Profil Profile	Poziom Horizon	pH		C-org.	Frakcja – Fraction	
		H ₂ O	KCl		< 0,02 mm	< 0,002 mm
				[%]		[%]
I	Ap	7,90	7,38	1,86	32	17
	Aa	7,99	7,41	1,54	30	16
	AC	8,13	7,55	0,62	30	16
	Ccagg	8,37	7,86	-	35	23
II	Ap	7,27	7,27	1,33	31	16
	B1br	8,13	7,34	0,72	36	18
	B2br	8,17	7,55	0,31	51	26
	Ccagg	8,21	7,51	-	50	26
III	Ap	6,82	6,09	1,08	22	10
	AB	6,43	5,85	1,04	24	14
	Bbr	7,78	7,15	0,24	34	16
	Cca	8,60	7,62	-	35	17

Tabela 2
Table 2Zawartość żelaza ekstrahowanego cytrynianem sodu (Fed), szczawianem amonu (Feo)
oraz zawartość żelaza krystalicznego (Fek) i wskaźniki krystaliczności (Feo/Fed)
Contents of sodium-citrate-extractable Fe (Fed) and ammonium-oxalate-extractable Fe (Feo)
content of crystalline Fe (Fek) and crystallinity (Feo/Fed) indices

Profil Profile	Poziom Horizon	Fed	Feo	Fek (Fed – Feo)	Feo/Fed
		mg Fe/kg			
I	Ap	3796,7	307,7	3489,0	0,08
	Aa	4690,4	972,6	3717,8	0,21
	AC	6071,8	227,3	5844,5	0,04
	Ccagg	4401,1	231,0	4170,1	0,05
II	Ap	4745,5	811,8	3933,7	0,17
	B1br	5787,3	671,7	5115,6	0,12
	B2br	4482,0	490,1	3991,9	0,11
	Ccagg	4811,6	460,7	4350,9	0,10
III	Ap	5011,8	833,6	4178,2	0,17
	AB	4746,7	986,0	3760,7	0,21
	Bbr	7339,2	627,0	6712,2	0,08
	Cca	5543,2	457,4	5085,8	0,08

Przewaga krystalicznych tlenków żelaza nad zawartością form amorficznych jest charakterystyczna dla gleb wytworzonych z utworów zwałowych [6]. W poziomach akumulacji próchnicy badanych gleb wyraźnie wyższa, w porównaniu z poziomami

podpowierzchniowymi i skały macierzystej, jest ilość amorficznych tlenków żelaza, co można tłumaczyć inhibitującym wpływem obecności materii organicznej na procesy krystalizacji tych połączeń w glebie [5, 16, 18].

Całkowita powierzchnia właściwa badanych gleb (S_n) waha się od 23,56 do 47,04 m^2/g (tab. 3). Wyższe wartości powierzchni właściwej stwierdzono dla próbek z poziomów zasobniejszych we frakcję o średnicy cząstek mniejszych od 0,02 mm. Nie stwierdzono jednak istotnej korelacji między zawartością cząstek koloidalnych w glebie a wielkością całkowitej powierzchni właściwej.

Tabela 3

Table 3

Całkowita powierzchnia właściwa gleb (S_n), próbek po ekstrakcji cytrynianem sodu (S_d) oraz wyliczona powierzchnia właściwa tlenków żelaza (S_{Fed})

Total specific surface area of soils (S_n), samples extracted with sodium citrate (S_d) and total specific surface area of iron oxides (S_{Fed}) calculated

Profil Profil	Poziom Horizon	Całkowita powierzchnia właściwa Total specific surface area		
		m^2/g		
		S_n	S_d	S_{Fed}^*
I	Ap	35,97	23,83	75,27
	Aa	42,40	27,67	103,91
	AC	37,75	27,19	84,27
	Ccagg	23,56	12,10	35,54
II	Ap	38,98	24,45	91,64
	B1br	47,04	30,86	85,39
	B2br	37,18	23,18	66,39
	Ccagg	39,17	24,52	78,84
III	Ap	26,70	17,21	66,72
	AB	27,20	18,76	48,48
	Bbr	40,95	22,21	71,56
	Cca	30,78	18,12	36,77

S_{Fed}^* - powierzchnia właściwa tlenków Fe ekstrahowanych cytrynianem sodu obliczona wg Rice'a i in. [15]

S_{Fed}^* - specific surface area of Fe oxides extracted with sodium citrate. calculated according to Rice et al. [15]

Dobrzański i in. [12] podają dla czarnych ziem i gleb brunatnych wyższe wartości całkowitej powierzchni właściwej w obrębie całych profili. Dechnik [10] w swoich pracach wskazuje na istotną korelację między całkowitą powierzchnią właściwą a zawartością ilu koloidalnego i materii organicznej.

Niższe wartości całkowitej powierzchni właściwej gleb obszaru Kujaw mogą być związane z mniejszą zawartością węgla organicznego oraz ze składem mineralogicznym frakcji ilastej. Gleby występujące na badanym obszarze charakteryzują się dosyć wyrównanym składem mineralogicznym, w którym minerałem dominującym jest illit i jego formy interstryfikowane. Minerale z grupy illitu posiadają znacznie mniejszą powierzchnię właściwą od silnie pęczniejących minerałów z grupy montmorylonitowej, których zawartość w badanych glebach Kujaw dochodzi do kilkunastu procent [8, 9].

Dyskutowane wartości całkowitej powierzchni właściwej gleb są również nieco niższe od tych, jakie uzyskano dla gleb aluwialnych zawierających znaczące ilości montorylonitu oraz wermikulitu [6].

Po usunięciu z próbek wolnych tlenków żelaza (Fed), stwierdzono wyraźne zmniejszenie się wartości całkowitej powierzchni właściwej badanych gleb. Spadek ten był wyraźny i kształtował się w zakresie od 12,10 m²/g do 30,86 m²/g (tab. 3). Zmniejszenie się wielkości powierzchni właściwej próbek po usunięciu tlenków żelaza potwierdzają wyniki wcześniejszych badań [3, 7]. Zmniejszenie powierzchni właściwej wszystkich próbek po ekstrakcji tlenków żelaza wskazywać może na ich występowanie w formie oddzielnych cząstek, a nie otoczek na ziarnach glebowych [3].

Całkowita powierzchnia właściwa tlenków żelaza ekstrahowanych cytrynianem sodu (S_{Fed}), obliczona wg Rice'a i in. [15], waha się w zakresie od 35,54 m²/g w poziomie o najniższej wartości (Sn) do 103,91 m²/g w poziomie podpowierzchniowym czarnej ziemi właściwej - profil I (tab. 3)

Porównanie wyliczonych powierzchni właściwych tlenków żelaza z wielkościami powierzchni właściwej getytu, hematytu, lepidokrokitu oraz ferryhydrytu [3, 17] - wskazuje na przewagę w badanych glebach krystalicznych form tlenków żelaza, z dominacją getytu.

Szczegółowa charakterystyka składu mineralogicznego tlenków żelaza może być przeprowadzona w oparciu o badania rentgenostrukturalne.

4. WNIOSKI

Badania wykazały, że całkowita powierzchnia właściwa gleb jest zróżnicowana i waha się w zakresie 23,56-47,04 m²/g.

Wolne tlenki żelaza (Fed) w istotny sposób wpływają na wielkość całkowitej powierzchni właściwej badanych gleb, a ich usunięcie wiąże się ze zmniejszeniem powierzchni właściwej.

Zawartość krystalicznych tlenków żelaza (Fek) zdecydowanie przewyższa ilości form amorficznych (Feo), o czym świadczy bardzo niski wskaźnik krystaliczności (Fed/Feo), który waha się w granicach od 0,04 do 0,21.

Wyznaczone wielkości całkowitej powierzchni właściwej wolnych tlenków żelaza (35,54-103,91 m²/g) potwierdzają niewielki udział amorficznych tlenków żelaza w składzie badanych gleb.

LITERATURA

- [1] Bigham J.M., Golden D.C., Buol S.W., Weed S.B., Bowen L.H., 1978: Iron oxide mineralogy of well-drained Ultisols and Oxisols. Influence on colour, surface area and phosphate retention. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 42, 825-828.
- [2] Blume H.P., 1969: Genetic evaluation of profile distribution of Al, Fe, Mn, oxides. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 3, 438-440.
- [3] Borggaard O.K., 1982: The influence of iron oxides on the surface area of soil. *J. Soil Sci.* 33, 443-449.

- [4] Boul S.W., Hole F.D., McCracken R.J., 1973: Pedogenic processes: internal soil building processes. [In]: Soil genesis and classification. The Iowa State Univ. Press. Ames., 88-99.
- [5] Cornell R.M., Schwertmann U., 1979: The influence of organic anions on the crystallization of ferrihydrite. *Clays Clay Miner.*, 27, 402-410.
- [6] Dąbkowska-Naskręt H., 1990: Skład i właściwości fizykochemiczne wybranych gleb aluwialnych Doliny Dolnej Wisły z uwzględnieniem ich cech diagnostycznych. *Rozprawy, ATR Bydgoszcz*, s. 117.
- [7] Dąbkowska-Naskręt H., 1996: Wolne tlenki żelaza i ich wpływ na całkowitą powierzchnię właściwą gleb aluwialnych. *Roczn. Gleb. XLVII*, 3/4, 23-29.
- [8] Dąbkowska-Naskręt H., Długosz J., Kobierski M., 1996: Badania składu mineralogicznego frakcji ilastej wybranych gleb brunatnych Niziny Wielkopolskiej. *Roczn. Gleb. XLVII*, 3/4, 171-180
- [9] Dąbkowska-Naskręt H., Długosz J., Kobierski M., 1998: Characteristics of clay minerals in black earth's from Kujawy region. *Roczn. Gleb. XLIX*, 1/2, 45-52.
- [10] Dechnik I., 1972: Powierzchnia właściwa gleb jako wskaźnik podstawowych elementów ich potencjalnej żyzności. Cz. I. Współzależność powierzchni właściwej z frakcją koloidalną i związkami próchnicznymi jako element potencjalnej żyzności gleb. *Ann. UMCS Sect. E*, XXVII.
- [11] Desphande T.L., Greenland D.J., Quirk J.P., 1968: Changes in soil properties associated with removal of iron and aluminium oxides. *J. Soil Sci.* 1, 108-122.
- [12] Dobrzański B., Dechnik I., Gliński J., Pondel H., Stawiński J., 1977: Powierzchnia właściwa gleb Polski. *Roczn. Nauk Rol. D*, 1-116.
- [13] Greenland D.J., Mott C.J.B., 1978: Surface of soil particles. [In]: *The Chemistry of Soil Constituents*. J. Wiley, Chichester. 321-352.
- [14] Mehra O.P., Jackson M.L., 1960: Iron oxide removal from soils and clays by dithionite-citrate system, buffered with sodium dicarbonate. *Clays Clay Miner.* 7, 317-327.
- [15] Rice T.J., Weed S.B., Buol S.W., 1985: Soil-saprolite profiles from mafic rocks in the North Carolina – Association of free iron oxides with soils and clays. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 49, 1: 178-186.
- [16] Schwertmann U., 1979: Non crystalline and accessory minerals. [In]: *Development in Sedimentology*, M. M. Mortland, Elsevier, 419-499.
- [17] Schwertmann U., 1981: Ferrihydrite - a high surface area iron oxide in soils. *Conf. Soils with Variable Charge*. Masey Univ. Palmerston, New Zealand, 31.
- [18] Schwertmann U., 1988: Occurrence and formation of iron oxides in various pedo-environments. [In]: *Iron in Soils and Clay Minerals*, 261-301, NATO.

TOTAL SPECIFIC SURFACE AREA OF THE SOILS SELECTED
FROM THE KUJAWY REGION AND THE CONTENT
OF FREE IRON OXIDES

Summary

The total specific surface area of the soils of the Kujawy Region researched as well as the impact of free iron oxides (Fed) on the total specific surface area were determined. The study investigated the contents of amorphous iron oxides (Feo) and crystalline iron oxides (Fek). The gross specific area was most considerably influenced by the content of crystalline forms of iron oxides (Fek) which ranged from 3489 mg Fe/kg to 6712.2 mg Fe/kg and exceeded the content of the amorphous forms (Feo) considerably. The values obtained ($23.56 - 47.04 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) resulted from the composition of the soils, namely: the majority of crystalline iron oxides, the content of humic compounds as well as the mineral composition of the silt fraction typical for the Kujawy Region.

Key words: total specific surface area, free iron oxides

PROFILE DIFFERENTIATION OF TOTAL MERCURY CONTENT IN SELECTED ARABLE AND FOREST SOILS IN POLAND

Halina Dąbkowska-Naskręt, Piotr Malczyk, Mirosław Kobierski

Department of Soil Science, Faculty of Agriculture
Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz

The distribution of total Hg content was studied in seven typical soil profiles of arable and forest soils, with regard to their typology, physical and chemical properties, type of habitat, usage and an anthropogenic impact. The mercury contents were defined using solid soil samples with the AMA-254 analyzer.

The total Hg content ranged from 3.35 to 284.37 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$. The highest concentration was detected in the organic horizon of forest soils. The total content of mercury in soils from the vicinity of 'Włocławek' Nitrogen Works exceeded the natural level. A significant positive correlation was found between the total mercury and organic carbon contents and cation exchange capacity.

Key words: mercury, arable soils, forest soils

1. INTRODUCTION

Mercury has long been recognized as a non-essential toxic element in the environment. This metal is taken up from soil by plant roots, incorporated into plant tissues and passed into the organisms of animals, yet its biochemical or structural functions have not been identified [1]. It has been recognized that mercury poses a health hazard to man; an exposure to mercury vapor harms human nervous system and causes psychomotor dysfunction [2].

Under natural conditions, a majority of soils contain very low levels of mercury. Typical background concentration of Hg in soils ranges from 0.05 to 0.34 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ [3, 4, 5].

Considerable amounts of mercury can be introduced into soils via anthropogenic pathways, i.e. burning of coal and other fossil fuels, industrial production of soda and Cl [2]. In surface soils, an atmospheric deposition may be a crucial Hg source. The use of fertilizers (mineral P fertilizers, manure, and sewage sludge) lime and Hg containing fungicides and seed disinfectants may also increase the Hg concentration.

Mercury may occur in soils as Hg^0 , Hg_2^{2+} and Hg^{2+} . Hg^{2+} is one of the metal ions which are most toxic for soil biota [2]. Soil microorganisms can make mercury undergo methylation; hence the formation of volatile molecules such as $(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$ and $\text{CH}_3\text{Hg}^{2+}$ [6] emitted to the atmosphere.

The critical values of Hg in Polish soils ranged from 0.3 to 5.0 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ [4, 5]. In some soils a high concentration of Hg was observed. Very high Hg concentration values were reported in urban and arable soils near Piaseczno [7]. Yet, generally, there is a limited literature on Hg in Polish soils.

Physical and chemical properties of mercury, particularly its high volatility and a relatively low Hg concentration in soils may be difficult to determine precisely; both the methodology and adequate technique applied to determine Hg remains very important [8, 9].

The aim of the investigation reported in the present paper was to determine the distribution of mercury in soil profiles. Agricultural and non-cultivated (forest) soil profiles were selected to evaluate the nature of mercury defined with soil properties (pH, organic carbon content, cation exchange capacity and texture).

2. MATERIALS AND METHODS

The study covered seven soil profiles, representing arable and forest soils from the Kujawy and Pomorze regions:

- ‘Pęchowo’ profile - typical brown soil formed on boulder loam, Inowrocław,
- ‘Zduny’ profile - typical lessive soil formed on boulder loam, Inowrocław,
- ‘Szadłowice’ profile - typical black earth formed on boulder loam, Inowrocław,
- ‘Gniew’ profile - typical black earth formed on clay, Starogard Lakeland,
- ‘Szumiąca’ profile - spodosol formed on sandr sand, the Tuchola Forest,
- ‘Chełmno’ profile - brown alluvial soil formed on alluvial silt, the Ostrów Panieński National Park, the Fordon Valley,
- ‘Włocławek’ profile - spodosol formed on alluvial sand, in the vicinity of the ‘Włocławek’ Nitrogen Works.

Soils were sampled from each soil horizon and subhorizon; samples were air-dried and slightly ground to pass through 1mm sieve. Organic samples were homogenized prior to the analyses. The total content of mercury was determined in solid samples with the AMA-254 spectrometer (Slovakia).

Physical and chemical properties of soils were determined following standard procedures.

The mercury content was analyzed in five replications; soil sample mean values are presented respectively. The precision of the method was confirmed with a reference material TILL-3 for Hg determination [10].

Relationships between Hg content and pH, organic carbon, clay content and cation exchange capacity were evaluated with ‘Statistica 5.0 PL’ computer programme.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The profile distribution of total mercury is presented in Table 1. Total Hg concentrations ranged from 3.35 to 284.37 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$. The highest concentrations of mercury were detected in soil surface horizons. In cultivated soils, the profile distribution pattern reflected pedogenic changes, i.e. total content of mercury was generally lowest in C horizons, increased in B horizons and highest in A horizons. A similar pattern of Hg redistribution was noted by Mills and Zwarich [11] in Canadian soils. Higher amounts of Hg were observed in surface horizons, as compared to parent material in all the soils investigated; such accumulation in the top soil is due to a low mobility (leaching) down the profile [12].

Table 1
Tabela 1Physical and chemical properties and total mercury content in the soils investigated
Właściwości fizyczne i chemiczne oraz całkowita zawartość rtęci w badanych glebach

Horizon Poziom	Thickness Miaższość (cm)	pH I M KCl	C org (%)	CEC Cmol (+) kg ⁻¹	Fraction - Frakcja		Hg µg · kg ⁻¹
					<0.02 mm (%)	<2 µm (%)	
Profile/Profil – PECHOWO							
Ap	0-26	7.17	0.99	11.16	22	12	25.33
B1br	26-50	6.72	0.35	13.16	35	21	25.58
B2br	50-70	6.70	0.30	12.56	39	23	19.70
C1ca	70-80	7.51	nd	10.51	34	20	11.21
C2ca	80-110	7.58	nd	11.49	34	21	10.46
C3ca	110-150	7.72	nd	10.64	32	19	9.46
Profile/Profil – ZDUNY							
Ap	0-34	7.15	0.80	7.14	16	7	19.12
Eet	34-50	7.69	0.13	2.31	15	5	6.74
Bt	50-89	7.16	0.18	15.98	36	24	20.79
C1ca	89-135	7.67	nd	13.23	29	18	16.07
C2ca	135-150	7.69	nd	12.45	28	16	7.64
Profile/Profil – SZADLOWICE							
Ap	0-32	7.27	1.51	14.84	26	14	29.46
Aa	32-56	7.90	1.02	15.98	28	14	19.68
C1ca	56-81	7.64	nd	14.68	31	16	11.99
C2ca	81-115	7.91	nd	12.25	30	15	9.39
C3ca	115-150	7.85	nd	12.89	31	16	11.37
Profile/Profil – GNIEW							
Ap	0-30	6.59	3.11	26.20	47	30	65.00
Aa	30-80	6.97	1.90	22.33	64	39	60.47
C1cagg	80-86	7.40	nd	25.41	78	38	44.66
C2cagg	86-104	7.01	nd	24.25	91	71	21.49
Gca	104-150	7.06	nd	25.03	98	66	18.04
Profile/Profil – SZUMIĄCA							
Ol	8-2	3.06	49.39	72.32	0	0	120.43
Of	2-0	2.82	39.53	83.61	0	0	155.70
Aees	0-10	2.90	1.84	7.17	10	8	28.57
Abv	10-25	3.83	0.55	3.50	5	2	15.11
Bv	25-62	3.98	0.17	1.72	4	2	10.62
BvC	62-102	4.15	0.03	0.99	1	1	7.08
C	102-150	4.46	0.01	0.70	1	1	3.35
Profile/Profil – CHELMNO							
Ol	5-0	5.89	37.53	81.92	0	0	93.58
A	0-25	5.63	2.60	19.23	34	15	75.88
Abbr	25-40	6.80	0.96	16.79	34	16	46.92
B1br	40-55	7.02	0.75	15.02	29	6	38.28
B2br	55-70	7.17	0.76	16.38	33	13	33.15
C	70-150	7.07	1.00	20.75	40	20	42.05
Profile/Profil – WŁOCLAWEK							
Ol	6-3	4.06	45.76	137.19	0	0	167.83
Of	3-1	3.82	38.75	116.86	0	0	284.37
Ofh	1-0	3.71	21.27	71.76	0	0	243.13
Aees	0-4	3.03	0.94	10.55	9	5	167.00
Abv	4-24	3.71	0.31	6.66	6	4	95.82
Bv	24-63	3.84	0.10	2.77	6	5	80.04
BvC	63-86	4.25	0.05	2.18	2	2	44.89
C	86-150	4.31	0.02	1.89	1	1	8.21

CEC – cation exchange capacity - kationowa pojemność wymienna

nd – not detected - nie wykryto

Gracey and Stewart [13] have reported that the mercury content of A horizons was from 2 to 10 times higher than the content of the C horizons. The soil samples taken from horizons with either a high organic matter or high clay content may contain significantly greater amounts of mercury than the average for the whole soil profile.

A particularly large difference between the Hg content in parent material (C) and A horizon was observed in profiles under the Włocławek, Szumiąca and Chełmno forests. The mercury content of the soil horizon has been reported to be related to the humus content [13]. The observed mercury enrichment in surface soil horizons of the Szumiąca, Chełmno and Włocławek profiles may be attributed to the accumulation of humic material in the organic horizons of O₁, O_f and O_{fh}. The highest content of mercury was observed in 'Włocławek' site: the total mercury concentration ranged from 167.83 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ to 284.37 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ in O horizon, from 95.82 to 167.00 in A horizon and from 44.89 to 95.82 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ in B horizon.

Such mercury accumulation is due to an anthropogenic contamination; the Włocławek profile is affected by industrial emission from the 'Włocławek' Nitrogen Works [14, 15].

The mercury content was positively correlated with the organic carbon content and cation exchange capacity. The total content of mercury in soils is negatively correlated with the depth of soil and with its exchangeable acidity (Table 2).

Table 2
Tabela 2

Coefficients of correlation between total mercury content and some soil properties
Współczynniki korelacji pomiędzy całkowitą zawartością rtęci
a wybranymi właściwościami gleb

Properties – Właściwości	Correlation coefficients (p = 0.05) Współczynniki korelacji (p = 0.05)
Exchange acidity – Kwasowość wymienna	-0.580
Organic carbon – Węgiel organiczny	0.712
CEC – kationowa pojemność wymienna	0.797
Sampling depth – Głębokość pobrania próby	-0.622

Generally, higher mercury contents were recorded in surface horizons of forest soils; the Włocławek and Szumiąca profile. Total mercury concentration in organic horizon of the soil profiles under forest is higher than the 'natural' background for this metal in non-contaminated soils (i.e. 0.1 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). No significant statistical correlation was observed between the mercury content and the soil texture; however in B horizons, rich in clay fraction (the Zduny and Pęchowo profiles) an accumulation of Hg was observed.

An extremely wide range of Hg concentration values for the soils investigated calls for further investigation on the mercury status of Polish soils.

4. CONCLUSIONS

1. The total content of mercury in arable and forest soils ranged from 3.35 to 284.37 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$.

2. The highest concentration of mercury was detected in the organic horizon of forest soils.
3. The total Hg content in arable soils was typical for non-contaminated soils, with the background level of this metal.
4. A significant positive correlation was found between the total Hg, the organic matter content and cation exchange capacity.

REFERENCES

- [1] Stenners E., 1995: Mercury. [In]: B.J. Alloway, Heavy metals in soils. Chapman, Hall, London, 245-259.
- [2] Purves D., 1985: Trace element contamination of the environment. Elsevier, Amsterdam.
- [3] Dąbrowski J., 1992: Źródła i ocena skażenia rtęcią zbóż i pasz. Materiały z seminarium „Rtęć w środowisku, problemy ekologiczne i metodyczne”, Zeszyty Naukowe PAN „Człowiek i Środowisko”, Warszawa, 4, 27-40.
- [4] Kabata-Pendias A., Pendias H., 1984: Trace element in soils and plants. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida, 315.
- [5] Kabata-Pendias A., Pendias H., 1993: Biogeochemia pierwiastków śladowych. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa, 149-161.
- [6] Mitra S., 1986: Mercury in the ecosystem. Trans. Tech. Publ., Switzerland, 327.
- [7] Gorczyński L., 1992: Skażenie środowiska naturalnego w Polsce rtęcią ze źródeł światła. Ekopartner, 4, 13-16.
- [8] Kabata-Pendias A., Szteke B., 1998: Problemy jakości analizy śladowej w badaniach środowiska przyrodniczego. Wyd. Edukacyjne Zofii Dobkowskiej, Warszawa, 13-264.
- [9] Szprangier-Januszkiewicz T., 1992: Oznaczanie rtęci w materiale biologicznym. Materiały z seminarium „Rtęć w środowisku, problemy ekologiczne i metodyczne”, Zeszyty Naukowe PAN „Człowiek i Środowisko”, Warszawa, 4, 41-52.
- [10] Certificate of Analysis TILL-3, 1995: Geochemical Soil and Till Reference Materials. Canada, 1-6.
- [11] Mills J.G., Zwarich M.A., 1975: Heavy metals content of agricultural soils in Manitoba. Can. J. Soil Sci., 55, 295-300.
- [12] Alloway B.A., 1995: Soil processes and the behaviour of metals. [In]: Heavy metal in soils. Chapman, Hall, London.
- [13] Gracey H.J., Stewart W.B., 1974: Distribution of mercury in Saskatchewan soils and crops. Can. J. Soil Sci., 54, 105-108.
- [14] Malczyk P., 1990: Zmienność zawartości mineralnych form azotu w glebach otoczenia Zakładów Azotowych we Włocławku. Praca doktorska, ATR Bydgoszcz, 34-85.
- [15] Malczyk P., 1996: Metale ciężkie w glebach leśnych okolic Zakładów Azotowych we Włocławku. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 434, 843-848.

PROFILOWA ZMIENNOŚĆ CAŁKOWITEJ ZAWARTOŚCI RTĘCI W WYBRANYCH GLEBACH UPRAWNYCH I LEŚNYCH POLSKI

Streszczenie

Przeprowadzono badania całkowitej zawartości rtęci w profilach gleb uprawnych i leśnych w nawiązaniu do ich typologii, właściwości fizykochemicznych, typu siedliska, w którym występują, sposobu ich użytkowania oraz zróżnicowanego wpływu czynników antropogenicznych. Pomiary zawartości rtęci wykonano techniką spektrometrii absorpcji atomowej w próbkach w stanie pierwotnym, z zastosowaniem analizatora AMA-254.

Całkowita zawartość rtęci kształtowała się w zakresie od 3.35 do 284.37 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$. Najwyższe koncentracje tego metalu stwierdzono w poziomach próchnicy nadkładowej gleb leśnych. Całkowita zawartość Hg w glebach otoczenia Zakładów Azotowych we Włocławku przekraczała naturalne średnie stężenie tego pierwiastka w glebach. Stwierdzono istotne dodatnie korelacje pomiędzy zawartością rtęci a zawartością węgla organicznego i kationową pojemnością sorpcyjną.

Słowa kluczowe: rtęć, gleby uprawne, gleby leśne

MOBILITY OF LEAD IN SOILS EXPOSED TO HEAVY TRAFFIC ROADS

Halina Dąbkowska-Naskręt, Szymon Różański

Department of Soil Science, Faculty of Agriculture
Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz

The mobility of lead and its total content in the Bydgoszcz soils exposed to pollution caused by heavy traffic were examined. The samples were taken from the soil surface (0-10 cm) and subsurface layers (30-40 cm). The total lead content ranged from 83.2 mg·kg⁻¹ to 217.6 mg·kg⁻¹ of the soil.

Chemical fractioning of soil samples followed a sequential 7-step procedure which allowed to separate and determine lead fractions associated with soil components. It was observed that lead occurred mainly in the residuum and in the fraction bound to the organic matter, whereas low amounts were found in soluble and exchangeable forms as well as bound to crystalline Fe oxides.

Key words: lead contamination, sequential analysis, anthropogenic soils

1. INTRODUCTION

Metals, including zinc, cadmium and lead, accumulate in urban soils due to atmospheric deposition from local industries and vehicle emission [1]. Numerous investigations of heavy metals in the vicinity of busy streets and roads have identified high concentration of lead in soils [1, 2, 3]. However, there is only a limited literary coverage on the mobility and potential toxicity of lead in soils affected by automobile traffic. Soils act as a reservoir of lead dust and become an environmental pathway of lead to living organisms [4].

Lead, as well as other heavy metals, reacts differently to remobilization under changing soil conditions. Therefore defining the amount of the total lead content present in soils gives a limited insight into lead mobility and availability; hence a justification for chemical analysis to evaluate the ecotoxicological effect of lead in the environment.

The aim of the present research was to evaluate the mobility of lead and its total content in the Bydgoszcz urban soils in the vicinity of heavy-traffic roads as well as to define selected soil properties depending on the distance from the source of emission, all of which may influence the soil lead form.

2. MATERIAL AND METHODS

In May 1997, 20 soil samples were collected from 4 Bydgoszcz sites located along the main E-W road, i.e. the Fordon circus (the inner island), the northern and southern

part of the Jagiellońska Street as well as the northern part of the Nakielska Street (Fig. 1).

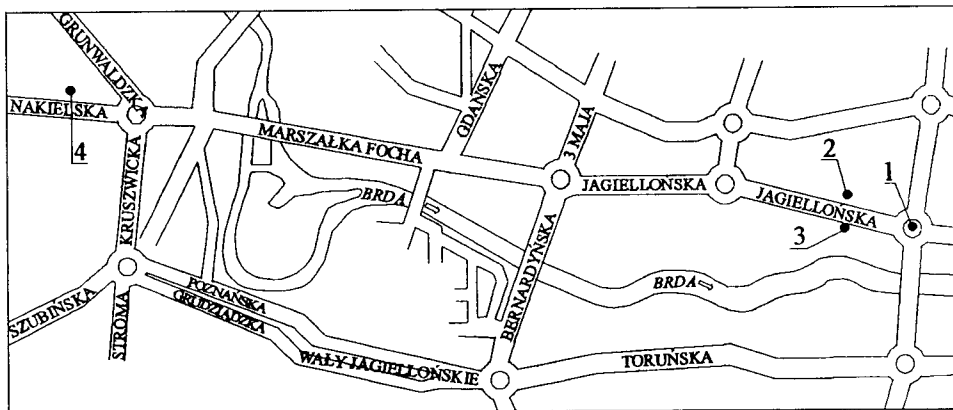


Fig. 1. Sampling sites:

1 - "Jagiellonów" Roundabout, 2 - Jagiellońska N, 3 - Jagiellońska S, 4 - Nakielska

Rys. 1. Lokalizacja poboru próbek:

1 - Rondo Jagiellonów, 2 - ul. Jagiellońska Pn, 3 - ul. Jagiellońska Pd, 4 - ul. Nakielska

The soil was sampled at two depths (0-10 cm and 30-40 cm) and from 3 sites; 4, 10 and 30 m, respectively, away in the line perpendicular to the kerb of the road. The soils sampled were dried and then sieved through the 1mm sieve.

The samples, having been dissolved in a mixture of concentrated acids, i.e. hydrofluoric and perchloric acid ($\text{HF} + \text{HClO}_4$) [5], allowed to define the total lead content.

The mobility of lead was evaluated with the Miller and Shumann sequential analysis [6, 7]. Lead fractions isolated were, as follows:

Fraction 1) - soluble and exchangeable form, using 0.5 M $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$,

Fraction 2) - soluble in acids, carbonate-bound, extracted using the mixture of 0.44 M CH_3COOH and 0.1 M $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$,

Fraction 3) - lead occluded on Mn oxides, extracted using the mixture of 0.1 M NH_2OH + 0.01 M HNO_3 (pH = 2),

Fraction 4) - lead associated with the organic matter, extracted with 0.1 M $\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7$,

Fraction 5) - bound to the amorphous Fe oxides, extracted with the mixture of 0.175 M $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ + 0.1 M $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (extracted in darkness without the participation of UV-Vis radiation),

Fraction 6) - form bound to the crystalline Fe oxides, extracted with the mixture of 0.2 M $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ + 0.2 M $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ + ascorbic acid (in 85°C),

Fraction 7) - residuum form, calculated by subtracting all of the 6 fractions from the total lead content.

The content of lead in extracted solutions was determined using the ASA method, with the PU-9100X, Philips spectrometer.

Similarly, basic soil properties were determined, i.e.:

- active acidity (pH H_2O) and exchangeable acidity (pH KCl) with PHM 84 pH-meter Radiometer brand [8],
- content of organic carbon using the Tiurin method [8],
- granulometric composition [8].

Samples were analysed in three replications, the present paper specifies mean values, only.

Correlation analysis was carried out with Statistica, a computer program for statistics.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Physical and chemical properties of soils

The properties of the soils investigated are presented in Table 1. A low percentage of clay fraction (0-9 %) in soils indicate its low exchange capacity and high vulnerability to contamination [9]. The organic matter remains responsible for soil sorptive properties, here ranging from 0.63 % to 6.52 % (Table 1).

Table 1
Tabela 1

Selected properties of soils applied
Wybrane właściwości badanych gleb

No*	Depth Głębokość [cm]	Distance from the road Odległość od jezdni [m]	pH H ₂ O	pH KCl	C org. [%]	ø < 2 μm [%]
1	0-10	10	7.10	7.10	3.60	5
2	30-40	10	7.24	7.39	1.36	6
3	0-10	4	7.35	7.16	6.52	6
4	30-40	4	7.64	7.66	0.68	4
5	0-10	10	7.27	7.25	2.12	6
6	30-40	10	7.46	7.48	1.57	9
7	0-10	30	7.43	7.49	1.30	8
8	30-40	30	7.47	7.51	1.04	7
9	0-10	4	7.23	7.19	3.25	8
10	30-40	4	7.58	7.50	1.34	9
11	0-10	10	7.18	7.25	1.87	5
12	30-40	10	7.65	7.59	1.02	7
13	0-10	30	7.17	7.16	1.59	0
14	30-40	30	7.48	7.36	0.97	4
15	0-10	4	7.31	7.35	2.50	4
16	30-40	4	7.60	7.65	0.91	3
17	0-10	10	7.29	7.30	2.64	4
18	30-40	10	7.14	7.18	3.17	4
19	0-10	30	7.17	7.07	3.49	8
20	30-40	30	7.01	7.09	4.39	4

* Number of sample: 1,2 – “Jagiellonów” Roundabout, 3-8 – Jagiellońska N, 9-14 – Jagiellońska S, 15-20 – Nakielska

* Numer próbek: 1,2 - Rondo Jagiellonów, 3-8 – ul. Jagiellońska Pn, 9-14 – ul. Jagiellońska Pd, 15-20 – ul. Nakielska

A considerable variety of organic matter content is found in urban soils and results from fertilisation of lawns, grassplots and squares using peat, compost or other organic fertilisers, including sewage sludge [10, 11]. The active acidity determined - pH H₂O, ranging from 7.01 to 7.65 pH and the exchangeable acidity, pH KCl, from 7.07 to 7.66 pH qualifies the soils examined as slightly alkaline [12, 13]. A relatively high pH was caused by limestone present in the antropogenic soils and the materials left after the demolition of houses, industrial dust, limestone aggregates used as a road hardener, as well as the sodium chloride used to clear the streets from snow [10].

3.2. Total lead content in soils

The total lead content in the soils investigated ranged from 83.2 to 217.6 mg kg⁻¹ of the soil. Such high lead concentration values are typical for contaminated soils (1st degree of contamination according to IUNG [12, 13]).

Pb concentration values slightly decreased with an increase in distance from the road (the source of emission), however there was no statistical correlation between the Pb content and the location. Similar pattern of Pb distribution along the highway was reported by other authors [1, 10, 14, 15, 16].

As it was observed, lead accumulated in the surface layer of soils (0-10 cm), mostly. Generally, lower concentration values were detected in the subsurface layer (30-40 cm). According to Nriagu [4], lead is a relatively immobile metal and accumulates in the uppermost part of the profile, mainly, within the top 0-10 cm, due to its low solubility.

The total lead content in the soils studied was statistically correlated with the content of organic carbon (Table 2); the correlation indicates the importance of Pb-organic complexes in lead binding in soils, whereas soil organic matter plays a very important role in association of heavy metals in soils [17].

A statistical correlation was also found between the total Pb content and the exchangeable acidity (Table 2).

Table 2
Tabela 2

Correlation coefficients between selected soil properties and Pb content
Współczynniki korelacji między wybranymi właściwościami a zawartością Pb

Soil properties Właściwości gleb	Correlation coefficients Współczynniki korelacji	Soil properties Właściwości gleb
Pb - fr. 2	0.710	Pb tot.
Pb - fr. 3	0.152	Pb tot.
Pb - fr. 4	0.881	Pb tot.
Pb - fr. 5	0.757	Pb tot.
Pb - fr. 4	0.710	C org.
Pb tot.	0.691	C org.
Pb tot.	-0.645	pH KCl

Confidence level $\alpha = 0.05$ - Poziom ufności $\alpha = 0.05$

Contents of total Pb and Pb forms in the soils studied
Zawartość całkowita oraz frakcje Pb w badanych glebach

Nr No	Depth Głębokość [cm]	Distance from the road Odległość od jezdni [m]	Fraction - Frakcja *							Total content Zawartość całkowita mg/kg					
			1 mg/kg	2 mg/kg	3 mg/kg	4 mg/kg	5 mg/kg	6 mg/kg	7 mg/kg						
1	0-10	10	<0.5	12.8	2.8	1.31	67.3	9.0	4.14	<0.5	124.6	57.29	217.6		
2	30-40	10	<0.5	4.3	2.0	1.78	13.4	4.0	3.53	<0.5	87.6	78.01		112.3	
3	0-10	4	<0.5	6.2	3.47	0.6	0.35	40.3	22.51	12.7	7.07	<0.5	118.3	66.04	179.1
4	30-40	4	<0.5	3.6	3.99	1.9	2.05	7.0	7.69	4.1	4.46	<0.5	73.8	80.71	
5	0-10	10	<0.5	4.3	3.81	1.3	1.18	19.2	16.95	3.3	2.89	<0.5	84.4	74.29	113.6
6	30-40	10	<0.5	6.6	4.33	3.5	2.32	13.0	8.52	3.5	2.27	<0.5	124.9	81.90	
7	0-10	30	<0.5	5.9	5.29	0.9	0.81	10.0	9.01	1.9	1.75	<0.5	91.2	82.24	110.8
8	30-40	30	<0.5	4.5	4.10	1.9	1.77	14.1	12.75	2.9	2.59	<0.5	86.1	77.89	
9	0-10	4	<0.5	9.7	4.72	2.2	1.09	33.4	16.29	7.4	3.62	<0.5	151.3	73.80	205.0
10	30-40	4	<0.5	10.9	8.00	3.7	2.72	19.5	14.30	4.3	3.17	<0.5	97.0	71.07	
11	0-10	10	<0.5	5.8	5.30	1.9	1.76	11.2	10.17	3.4	3.07	<0.5	86.8	78.80	110.1
12	30-40	10	<0.5	4.9	5.94	0.9	1.09	5.9	7.04	1.6	1.97	<0.5	68.9	82.76	
13	0-10	30	<0.5	5.8	4.64	1.9	1.52	8.3	6.63	1.7	1.39	<0.5	106.4	85.02	125.1
14	30-40	30	<0.5	12.1	9.42	9.6	7.54	21.3	16.65	4.1	3.20	<0.5	79.8	62.41	
15	0-10	4	<0.5	8.2	5.05	2.7	1.55	37.2	22.86	6.2	3.79	<0.5	107.5	66.01	162.8
16	30-40	4	<0.5	3.9	4.15	1.5	2.21	10.2	10.72	3.6	3.82	<0.5	74.7	78.70	
17	0-10	10	<0.5	8.4	5.78	3.2	1.77	27.8	19.01	3.9	2.66	<0.5	101.8	69.66	146.1
18	30-40	10	<0.5	3.9	3.72	1.9	1.77	10.8	10.28	5.4	5.16	<0.5	82.2	78.13	
19	0-10	30	<0.5	6.5	4.16	1.8	1.14	45.2	28.73	6.7	4.23	<0.5	96.1	61.10	157.2
20	30-40	30	<0.5	8.7	5.37	3.7	2.27	38.0	23.46	6.4	3.96	<0.5	104.3	64.32	

* Number of lead fraction according as specified – Numer frakcji ołowiu zgodnie z opisem

[%] - % in the total Pb content – % w zawartości całkowitej Pb

< 0.5 - content below the detection level (using the ASA method) – zawartość poniżej granicy wykrywalności (w metodzie ASA)

Table 3
Tabela 3

3.3. Mobility of lead in soils

The sequential analysis procedure allowed to isolate 6 fractions of lead, associated with different soil components. The soil particulate-bound Pb speciation details are presented in Table 3. The amount of H₂O-soluble and exchangeable Pb species was practically negligible and was lower than 0.5 mg·kg⁻¹ of the soil. Similar results were reported by Sposito [18] referred to soils contaminated with heavy metals. The average distribution of the other particulate-bound Pb species present in the soils was, as follows: residual Pb (fraction 7) > metal organic complex-bound Pb (fraction 4) > carbonate bound Pb (fraction 2) > amorphous Fe oxide-bound Pb (fraction 5) > Pb occluded on Mn oxides (fraction 3) > soluble and exchangeable Pb (fraction 1) = crystalline Fe oxide-bound Pb (fraction 6) (Fig.2). In all the samples, Pb predominated in residual, the least mobile form in soils. Organic bound Pb is also a very important fraction of lead, particularly in the surface soil horizons, rich in organic matter; the Pb-species accounting for from 8.3 to 67.3 mg·kg⁻¹ (6.63-30.93 % of the total Pb) of the soil upper layer.

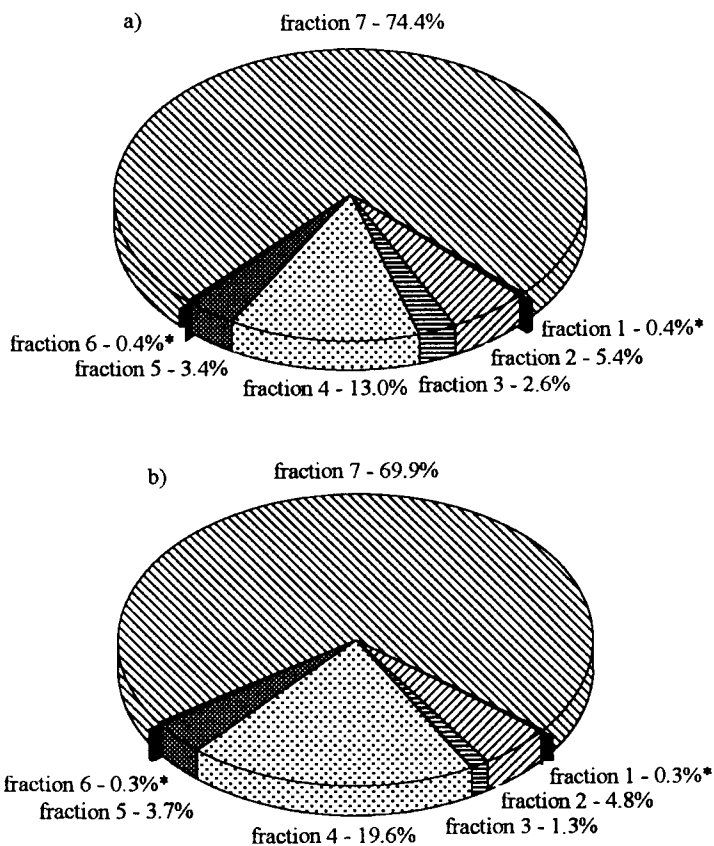


Fig.2. The average lead fraction contents in surface (a) and subsurface (b) soils (% of total) *percentage contents calculated for values = 0.5 mg kg⁻¹

Rys.2. Średni udział ołowiu we frakcjach w poziomach powierzchniowym (a) i podpowierzchniowym (b) badanych gleb (% w zawartości całkowitej).

*zawartość procentowa obliczona dla wartości = 0.5 mg kg⁻¹

Significant amounts of lead were found in carbonate forms (fraction 2) and associated with amorphous Fe-oxides (fraction 5) in soils. These soil components (carbonates and noncrystalline Fe oxides) may play an important role in soil Pb adsorption [19].

The lowest amounts of lead were found in fraction 3 (lead associated with Mn oxides) and in fraction 6 (crystalline Fe oxide-bound Pb).

The results presented point to a minor role of crystalline Mn and Fe oxides in association of lead in soil [20].

The correlation analysis results referring to soil properties and particulate-bound Pb species (fractions) are presented in Table 2.

A significant correlation was found between the total Pb content and lead fractions. Organic carbon content was correlated with the content of lead associated with organic matter. The results indicated the importance of soil organic matter in lead adsorption, which seems to influence its mobility and plant availability.

4. CONCLUSIONS

1. The total lead content ranged from 83.2 to 217.6 mg·kg⁻¹ which qualifies a majority of the soils investigated as those of the 1st degree of contamination.
2. A significant correlation between the total lead concentration and the organic carbon content and the exchangeable acidity was observed.
3. In most of the soils it was noted that a lead content decreased with an increase in the distance from the road.
4. The sequential analysis demonstrated that lead occurred mainly in residuum forms (72.30 % of the total content) and was associated with the soil organic matter (16.30 %). Only inconsiderable amounts of lead compounds were soluble in acids (5.10 %), bound to the amorphous Fe oxides (3.55 %) and occluded on Mn oxides (1.95 %). Trace amounts of this element occurred in exchangeable and soluble forms and bound with the crystalline Fe oxides.

REFERENCES

- [1] Francek M.A., 1997: Soil lead levels in orchards and roadsides of Mission Peninsula, Michigan. *Water, Air, Soil Pollut.* 94, 373-384.
- [2] Czarnowska K., 1992: Spatial distribution of heavy metals in soils of Pabianice region. *Ann. Warsaw Agricult. Univ. – SGGW, Agric.* 24, 27-32.
- [3] Mielke H.W., 1994: Lead in soils: images of an urban environment. *Geochem. & Health*, 16, ¾, 123-128.
- [4] Nriagu J.O., 1978: *The biogeochemistry of lead in the environment.* Elsevier, Amsterdam.
- [5] Crock J.G., Severson R.C., 1980: *Geological Survey Circular.* U.S. 841.
- [6] Miller W.P., Martens D.C., Zelazny L.W., 1986: Effect of sequence in extraction of trace metals from soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, vol. 50, No. 3, 598-601.
- [7] Shumann L.M., 1986: Effect of liming on the distribution of manganese, copper, iron and zinc among soil fractions. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, vol. 50, 1236-1240.
- [8] Lityński T., Jurkowska H., Górlach E., 1976: *Analiza chemiczno-rolnicza.* PWN, Warszawa.

- [9] de Haan F.A.M., 1992: Soil quality evaluation. Wageningen Agricultural University, 1-14.
- [10] Kukier U., 1985: Wpływ urbanizacji i przemysłu na zanieczyszczenie metalami ciężkimi gleb Lublina. Praca doktorska, AR Lublin, 1-103.
- [11] Kabata-Pendias A., Pendias H., 1979: Pierwiastki śladowe w środowisku biologicznym. Wyd. Geolog. Warszawa.
- [12] IUNG, 1993: Ocena stopnia zanieczyszczenia gleb i roślin metalami ciężkimi i siarką. Puławy, s. 20.
- [13] IUNG, 1992: Raport o stanie gleb i użytków rolnych w Polsce 1980-1990. Maszynopis.
- [14] Czarnowska K., 1978: Zmiany zawartości metali ciężkich w glebach i roślinach z terenu Warszawy jako wskaźnik antropogenizacji środowiska. Zesz. Nauk. SGGW-AR, Rozpraw 106, 71.
- [15] Malczyk P., Kędzia W., 1996: Metale ciężkie w glebach leśnych wzdłuż drogi wylotowej Bydgoszcz - Inowrocław. Roczn. Gleb. t. XLVII, nr 3/4, 203-211.
- [16] Malczyk P., Kędzia W., Nowak M., 1996: Metale ciężkie w glebach miasta Bydgoszczy. Roczn. Gleb. t. XLVII, nr 3/4, 195-202.
- [17] Stevenson F., 1982: Humus chemistry – genesis, composition, reactions. A. Wiley - Interscience Publication, John Wiley & Sons, New York, 337-355.
- [18] Sposito G., Lund L., Chang A., 1982: Trace metal chemistry in arid zone field soils amended with sewage sludge: I. fractionation of Ni, Cu, Zn, Cd and Pb in solid phases. Soil Sci. Soc. Am. J., vol. 46, 260-264.
- [19] Pickering W.F., 1986: Metal ion speciation – soils and sediments. Ore. Geol. Rev. 1, 83-146.
- [20] McKenzie R.M., 1980: The adsorption of lead and other heavy metals on oxides of manganese and iron. Austr. J. Soil Sci. Res. 18, 61-73.

MOBILNOŚĆ OŁOWIU W GLEBACH W POBLIŻU DRÓG O DUŻYM NATĘŻENIU RUCHU

Streszczenie

Przeprowadzone badania dotyczyły określenia mobilności ołowiu w glebach w pobliżu dróg o dużym natężeniu ruchu. Próbkę pobrano z 4 punktów wzdłuż głównej bydgoskiej trasy wschód - zachód, z 2 poziomów: 0-10 cm i 30-40 cm.

Całkowita zawartość ołowiu w badanych glebach wahała się w granicach od 83,2 do 217,6 mg·kg⁻¹ gleby, co kwalifikuje je w większości do I stopnia zanieczyszczenia tym metalem, wg IUNG.

Zastosowana analiza sekwencyjna pozwoliła na wyodrębnienie 7 frakcji ołowiu związanego z różnymi składnikami gleby. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, iż Pb w glebach występuje głównie w postaci residuum oraz tworzy połączenia z materią organiczną, natomiast małe ilości Pb występują w formie rozpuszczalnej i wymiennej oraz związanej z krystalicznymi tlenkami Fe.

Słowa kluczowe: zanieczyszczenie ołowiem, analiza sekwencyjna, gleby antropogeniczne

ANALIZA ANTROPOPRESJI ŚRODOWISKA
Z WYKORZYSTANIEM SYSTEMU
INFORMACJI GEOGRAFICZNEJ (GIS)
JAKO NARZĘDZIA ZARZĄDZANIA W GMINIE

Beata B. Dąbrowska¹, Jerzy Buczak²

¹Katedra Botaniki i Ekologii, Wydział Rolniczy ATR
ul. Prof. S. Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz

²Royal Institute of Technology, Division of Land and Water Resources
44-100 Stockholm, SE

W pracy zastosowano metodę obliczania wskaźnika antropizacji roślinności pozwalającą na klasyfikację jednostek przestrzennych, podlegających procesom antropopresji w różnych skalach czasowych. Wskaźnik antropizacji oparto na założeniu, że roślinność najlepiej charakteryzuje większość zmian zachodzących w środowisku w różnych okrasach działalności człowieka. Celem pracy była analiza procesów zachodzących pod wpływem antropopresji, ocena przewidywanych zmian we fragmentach krajobrazu, jak również określenie intensywności i kierunków antropopresji na środowisko przyrodnicze gminy. Za pomocą metod fitosocjologicznych wykazano wysoką jakość danych zastosowanych w modelowaniu, a także przedstawiono propozycje wykorzystania modelu przy ocenie wpływu działalności człowieka na środowisko.

Słowa kluczowe: antropopresja, antropizacja, fitosocjologia, GIS, zarządzanie

1. WSTĘP

Współczesny rozwój metod analizy przestrzennej ma zasadnicze znaczenie w planowaniu zrównoważonego rozwoju jednostek gospodarczych oraz racjonalnego, zgodnego z pojemnością ekologiczną, użytkowania zasobów naturalnych. Stosując technologie Systemu Informacji Geograficznej (Geographic Information System - GIS) i tele-detekcji do zbierania i analizy danych, można przeprowadzać wieloaspektowe analizy na dużych przestrzeniach, badając m.in. wpływ antropopresji na środowisko. Całokształt oddziaływań człowieka na środowisko, czyli antropopresja [12], rozumiana jest, wg Richlinga i Solona [14], jako „seria zaburzeń uzupełniających lub zajmujących miejsce naturalnych zmian środowiska”. Istotą antropopresji w ujęciu krajobrazowym i funkcjonalnym jest proces przekształceń - ograniczenie lub zastępowanie obiektów naturalnych (zbiorowisk roślinnych, ekosystemów, krajobrazów) przez obiekty i substancje techniczne oraz procesy i struktury przestrzenne.

W ramach szwedzko-polskiego projektu Sustainable Development of Rural Areas through Implementation of Environmental Technology "SUIT" wykonano w typowej rolniczej gminie Brańszczyk (woj. mazowieckie) model antropogenicznych przemian

środowiska. W pracy zastosowano metodę obliczania wskaźnika antropizacji roślinności, pozwalającą na klasyfikację jednostek przestrzennych, podlegających procesom antropopresji w różnych skalach czasowych [13, 14]. Powyższą metodę zweryfikowano, przeprowadzając w terenie fitosocjologiczną bioindykację środowiska, zgodnie z twierdzeniem, że roślinność, powiązana ze swoim siedliskiem zależnościami o charakterze sprzężeń zwrotnych, pozwala wnioskować o innych składowych ekosystemów, jak również o zachodzących w nich zmianach [10, 11]. Celem badań była analiza procesów zachodzących w środowisku pod wpływem antropopresji; ocena przewidywanych zmian we fragmentach krajobrazu oraz określenie intensywności i kierunków kompleksowej antropopresji na środowiska przyrodnicze gminy. W niniejszej pracy przedstawiono wyniki weryfikacji jakości danych zastosowanych w modelowaniu, a także możliwości wykorzystania modelu przy ocenie wpływu działalności człowieka na środowisko (np. wybór miejsca lokalizacji nowych ośrodków lotniskowych, sposobu i rodzaju użytkowania gruntów).

2. TEREN BADAŃ

Gmina Brańszczyk położona jest na terenie województwa mazowieckiego (dawniej ostrołęckiego), w odległości 70 km na płn.-wsch. od Warszawy. Znajduje się w grupie nizin peryglacialnych na obszarze Doliny Dolnego Bugu. Dolina Bugu, w znacznej części pradolina, z nie uregulowaną rzeką i bardzo rozległymi terenami zalewanych łąk i torfowisk niskich, stanowi międzynarodowej rangi ostoję dla ptaków, a ponadto zawiera dobrze zachowane fragmenty roślinności o charakterze naturalnym i półnaturalnym [9]. Powierzchnia gminy wynosi 167 km², a jej ludność liczy w 23 miejscowościach około 8400 mieszkańców. Gęstość zaludnienia wynosi prawie 50 mieszkańców/km². Powierzchnię gminy pokrywają w 44% lasy, 38,4% łąki, a w 8,6% inne tereny rolnicze. Resztę stanowią tereny nie użytkowane rolniczo. Głównym źródłem utrzymania ponad połowy mieszkańców jest rolnictwo. Jakość wód niesionych przez Bug jest pozaklasowa [1, 2, 5].

3. METODY

Wykorzystując zdjęcia satelitarne SPOT (XS-P) z 21.08.1996 przeprowadzono klasyfikację nadzorowaną, w której wyróżniono 21 klas użytkowania terenu. Sieć cieków wodnych i infrastrukturę zdigitalizowano z map w skali 1:25 000. Obszary zabudowane wykreślono na podstawie interaktywnej interpretacji zdjęć SPOT Panchromatic. Materiał wykorzystano w programie "IDRISI" i Borland C++ do dalszych obliczeń i wizualizacji wyników.

Zastosowano wcześniej opisany wskaźnik antropizacji oparty na założeniu, że roślinność najlepiej charakteryzuje większość zmian zachodzących w środowisku, a stan i stopień tych przekształceń w danym miejscu najwyraźniej odzwierciedla presję, jaką wywierał tu człowiek w różnych okresach [14]. Obliczenie przez Plit [13] wielkości antropopresji dla jednorodnych naturalnych jednostek przyrodniczych, opartych na fizjonomii i sposobie użytkowania gruntu, jest dużym uproszczeniem. Nie uwzględniono wpływu antropopresji w strefach przejść pomiędzy siedliskami, co tworzy nienaturalny obraz zmian. Algorytm wielkości antropopresji wyrażony za pomocą wskaźnika antropizacji ma postać:

$$A = \frac{\sqrt{16 \cdot d}}{P} + S^2 + m^2 + z + \sum x_i$$

gdzie:

- d - liczba budynków mieszkalnych i liczba mieszkańców (w tym przypadku określona jako iloraz czterech mieszkańców i czterech pór roku);
- P - powierzchnia jednostki [km^2];
- S - (powierzchnia zakładów przemysłowych w % do powierzchni całkowitej) 10^{-1} ;
- m - (procentowa powierzchnia zmian morfologicznych w obrębie zabudowań w stosunku do powierzchni całkowitej rozpatrywanego terenu) 10^{-1} ;
- z - zbonitowany wskaźnik atmosfery, wody i gleby, wyrażający zanieczyszczenie powietrza w skali 1-5, biorąc pod uwagę koncentrację SO_2 i zapylenie;
- x_i - wskaźnik bonitacyjny stopnia przekształceń środowiska (antropizacji) uwzględniający wielkość powierzchni uprawnych do powierzchni całkowitej rozpatrywanej jednostki, a także powierzchnię zajęta przez roślinność w klasie antropizacji S_i .

Dysponując klasami użytkowania terenu uzyskanymi przy obróbce zdjęć satelitarnych, programami do analizy statystycznej, a także możliwością oceny częstości występowania poszczególnych składników równania, zaproponowano zastąpienie powierzchni jednorodnych strukturalnie - powierzchniami jednostkowymi. W poniższym algorytmie nie uwzględniono czynnika występowania zakładów przemysłowych, ze względu na nieznaczne ich oddziaływanie w analizowanej przestrzeni [5].

$$A = \frac{\sqrt{\sum zz_i \cdot 16 + \sum zl_i \cdot 8}}{P_j} + \left(\frac{\sum dg_i \cdot 0,05}{P_j} + \frac{\sum dr_i \cdot 0,03}{P_j} + \frac{\sum rm_i \cdot 0,01}{P_j} \right)^2 + \left(\frac{\sum rz_i \cdot 2}{P_j} + \frac{\sum st_i \cdot 3}{P_j} + \frac{\sum rm_i}{P_j} \right) + \left(\frac{\sum pu_i \cdot 2}{P_j} + \frac{\sum lp_i \cdot 2}{P_j} \right)$$

gdzie:

- zz - zabudowa zwięzła,
- zl - zabudowa luźna,
- dg - droga główna,
- dr - drogi regionalne,
- rm - rowy melioracyjne,
- rz - rzeka,
- st - stawy rybne,
- pu - pola uprawne,
- lp - łąki i pastwiska,
- P_j - powierzchnia jednostki.

W celu określenia kierunków zmian środowiska przyjęto za Plit [13] dwa wskaźniki: A - presja wywierana przez człowieka na środowisko (antropopresja), oraz B - propono-

wany stopień antropizacji w zależności od umownie przyjętych klas. Wartości wskaźników dostosowano do warunków lokalnych (tab. 1). Takie uproszczenie pozwoliło na znalezienie liniowych zależności pomiędzy antropopresją i antropizacją, czego wynikiem będą kierunki zmian środowiska wywołane działalnością człowieka [5].

Tabela 1

Table 1

Klasy antropizacji
Anthropization classes

Klasy antropizacji Anthropization classes Si	Stopień antropizacji Anthropization – degree as reported by authors B
Zbiorowiska finalne leśne i bezleśne - naturalne Natural final forest and woodless communities	0
Zbiorowiska naturalne o zaburzonej strukturze Natural communities with disturbed structure	1
Lasy odroślowe, naturalne sukcesyjne zbiorowiska zaroślowe, naturalne, sukcesyjne, nieużytkowane zbiorowiska trawiaste (ekstensywnie użytkowane) Coppices, natural successive shrubbery natural successive unmanaged grass communities	2
Kośne zbiorowiska trawiaste i zbiorowiska pastwisk (użytkowane intensywnie) Intensively managed mown grass and pasture communities	5
Lasy posadzone na niewłaściwym siedlisku Forest planted in inappropriate habitat	3
Lasy i zaroślowe zbiorowiska wtórne oraz młodniki Forests and secondary shrubbery communities and young forests	4
Zbiorowiska synantropijne o dobrze wykształconej charakterystycznej kombinacji gatunków Synanthropic communities with a well-developed characteristic selection of species	6
Zbiorowiska segetalne Segetal communities	7
Zbiorowiska synantropijne kadłubowe Truncated synanthropic communities	8
Niestabilizowane zgrupowania roślin, *teren zaburzony Unstable plant groupings, *disturbed area	9
Brak roślinności (wynikający z działalności człowieka) * budowle, drogi, inne objekty Man-inflicted lack of flora - buildings, roads and other elements of infrastructure	10

* pojęcia uzupełnione przez autorów [5]

* terms introduced by authors [5]

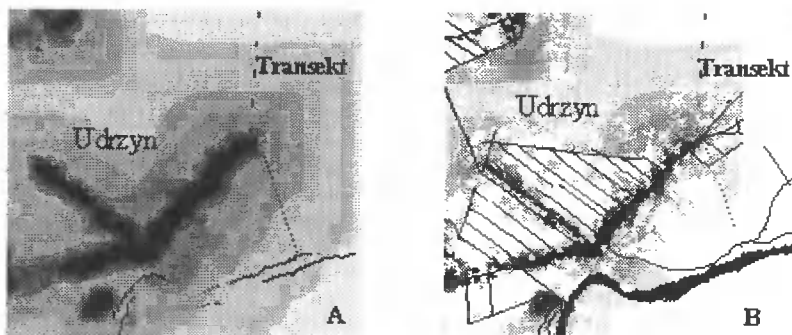
Znając wymagania ekologiczne gatunków roślin oraz całych zbiorowisk, można stosunkowo precyzyjnie określić natężenie warunków siedliskowych, tj. klimatycznych,

glebowych i hydrologicznych, a także rodzaj oraz natężenie oddziaływań człowieka. Badanie roślinności miało na celu ustalenie warunków optymalnego wykorzystania środowiska przyrodniczego oraz przewidywanie zmian, jakim ulegnie układ w bliższej lub dalszej przyszłości.

Ekologiczną diagnozę, interpretację i ocenę środowiska w skali krajobrazowej wykonano, stosując analizę fitosocjologiczną roślinności z zastosowaniem metody Braun-Blanqueta [10, 11]. Na terenie gminy Brańszczyk wytyczono wzdłuż gradientu nasilenia antropopresji transektu badawcze. W jednorodnych strukturalnie płatach wykonano zdjęcia fitosocjologiczne, a zbiorowiska roślinne zidentyfikowano wg Matuszkiewicza [10].

4. WYNIKI

Na podstawie powyższego algorytmu obliczono antropopresję. Dla celów wizualizacji przyjęto 11 przedziałów (od 0 do 10) rangi antropopresji. Na rysunku 1A i 1B przedstawiono antropopresję wyliczoną dla wsi Udrzyn, a także kierunki zmian środowiska. Czarny kolor na rysunku 1A oznacza największą presję, a na rysunku 1B tereny zabudowane, czyli destrukcję roślinności. Najjaśniejszy odcień szarości oznacza najmniejszą wartość antropopresji (rys. 1A) i sukcesję pierwotną (rys. 1B).



Rys. 1. Antropopresja i jej zasięg (A), kierunki zmian środowiska (B)

Fig. 1. Range of anthropopressure (A) and directions of environmental changes (B)

Tabela przedstawiona poniżej uwzględnia zmiany, jakim może ulegać roślinność pod wpływem naturalnych i antropogenicznych oddziaływań różnych czynników [6, 7, 13]. Efektem ostatecznym antropopresji jest brak roślinności na skutek zajęcia terenu pod budowę obiektów. Obliczenia zweryfikowano w terenie. Analizowano transekt przebiegający przez skraj zabudowań miejscowości Udrzyn oraz przyległe lasy sosnowe i łąki. Wykres kierunkowych zmian środowiska przedstawiono na rysunku 1. Antropopresja osiąga wartość 9 w miejscu, gdzie transekt przebiega przez tereny zabudowy zwartej. Dominującymi zbiorowiskami są lasy, krzewy i zarośla bylin. Ze względu na nasadzeniowy charakter lasów, istnieje niewielka ujemna tendencja zmian, polegająca na różnych formach degeneracji fitocenoz leśnych, takich jak pinetyzacja, cespityzacja czy monotypizacja. Możliwa jest tu, po zaprzestaniu planowej gospodarki leśnej, regeneracja lub stan dynamicznej równowagi przy zrównoważonym gospodarowaniu zasobami leśnymi. Zbiorowiska zaroślowe wykazują tendencje względnej równowagi oraz możliwość dalszych procesów sukcesji pierwotnej.

Kierunki i formy zmian siedliska
Directions and forms of habitat changes

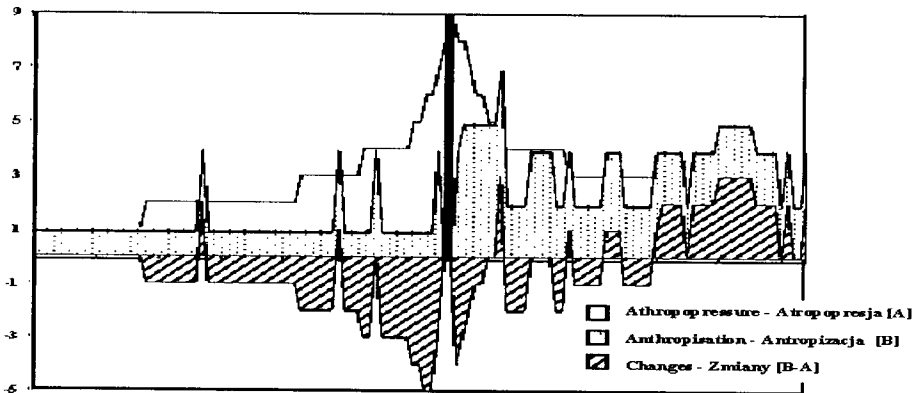
B -A	Kierunek zmian siedliska Trend in habitat transformations	Formy – efekty Forms – effects
>=0	Sukcesja pierwotna i dynamiczna równowaga Primary succession and dynamic balance	Inicjacja i rozwój zbiorowisk naturalnych i półnaturalnych (borów, łąk, pastwisk) w obrębie względnie jednorodnego siedliska Initiation and development of natural and semi-natural communities (forests, meadows, pastures) within a relatively homogenous habitat
-1	Degeneracja I Degeneration I	Krótkotrwałe naturalne lub antropogeniczne odkształcenia w strukturze i funkcjonowaniu, ustępujące po zaprzestaniu antropopresji; może wystąpić monotypizacja Short-term natural or anthropogenic distortion of structure and function disappearing when not exposed to anthropopressure, monotypization possible
-2	Degeneracja II Degeneration II	Formami mogą być, np. fruiticetyzacja lub cespityzacja, możliwe ustąpienie po zaprzestaniu planowej gospodarki zespołami Possible forms – fruiticetization or cespitization, likely to disappear at no systematic complex management
-3	Degeneracja III Degeneration III	Procesy prowadzące do zmian struktury zbiorowisk - np. sztucznego ujednolicenia tej struktury - pinetyzacja, juwenalizacja Processes leading to shifts in community structure - e.g., artificial uniformization, pinetization, juvenalization
-4	Regresja I Regression I	Zmiany struktury całych zbiorowisk na skutek zmiany czynników siedliskowych; możliwe ustąpienie w procesie kreatywnej sukcesji wtórnej Shifts in structure in communities due to changes in habitat conditions, likely to disappear in secondary creative succession
-5	Regresja II Regression II	Trwale zmiany całych zbiorowisk polegające na skrajnym zubożeniu zbiorowiska, np. zbiorowiska kadłubowe – możliwy proces sukcesji kreatywnej lub rekonstrukcji Permanent changes in communities, observed as impoverishment, e.g., truncated communities, creative succession or reconstruction possible
-6	Regresja III Regression III	Zmiany w większej skali krajobrazu polegające na jego fragmentacji i wystąpieniu mozaikowatości zbiorowisk Large-scale changes in landscape, its fragmentation and mosaic-like communities
-7	Degradacja I (fluktuacja) Degradation (fluctuation)	Stan dynamicznej równowagi polegający na przemianach procesach degeneracji i regeneracji, np. zbiorowiska synantropijne State of dynamic balance, successive degeneration and regeneration, e.g., synanthropic communities
-8	Degradacja II Degradation II	Trwale zniszczenie roślinności – możliwe do odbudowania w antropogenicznych procesach rekonstrukcji Permanent plant damage, reversible with anthropogenic reconstruction
-9	Degradacja III Degradation III	Całkowite zniszczenie roślinności - możliwe ponowne zasiedlenie dzięki rekultywacji Total flora destruction – reversible through recultivation
-10	Destrukcja Destruction	Całkowite zniszczenie roślinności i zastąpienie jej trwałą konstrukcją mechaniczną (techniczną) Total flora destruction and replacing it with permanent man-made structures

A - ranga antropopresji - anthropopressure level

B - stopień antropizacji - anthropization degree

Antropizację zachodzącą w bliskim sąsiedztwie zabudowań obrazują dwa zbiorowiska roślinne. Są to zbiorowiska pochodzenia antropogenicznego, w głównej mierze tworzone przez gatunki roczne i dwuletnie, stanowiące pierwszą fazę zasiedlania terenów ruderalnych. W dalszym stadium sukcesji następuje wnikanie roślin wieloletnich z klasy *Artemisietea*. Tworzą się niskie murawy piaskowe spotykane na starszych ugorach i suchych ekstensywnie użytkowanych pastwiskach. Strukturę zbiorowiska wzbogacają liczne gatunki łąkowe z klasy *Arrhenatheretea*. Charakterystyczny jest tu podrost sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris*), będący naturalną konsekwencją bliskości borów. Zbiorowisko z podrostem sosny przechodzi w dalszej części w bór sosnowy *Peucedano-Pinetum*. Z drugiej strony zabudowań, za rozległym obszarem boru rozciągają się w kierunku Bugu tereny porolne, będące w pierwszej fazie sukcesji wtórnej. Występują tu chwasty z klasy *Secalietea* i rzędu *Aperetalia*. Zidentyfikowano zbiorowiska ze sporkiem (*Spergula arvensis*) i szczawiem polnym (*Rumex acetosella*), typowe dla drobno-powierzchniowej gospodarki rolnej.

W dalszej części transekt przebiega przez zbiorowiska stale podmokłych i zalewanych turzycowisk. Określono je jako *Caricetum rostratae*, zespół turzycy dzióbkowej i zbiorowisko z turzycą żółtą (*Carex flava*). Turzycowiska przechodzą w łąkę świeżą budowaną głównie przez gatunki z rzędu *Molinietalia*. Obecne jest tu również zbiorowisko z konietlicą łąkową (*Trisetum flavescens*) z rzędu *Polygono-Trisetion*. Łąki konietlicowe przechodzą w dalszym ciągu w łąg topolowo-wierzbowy *Salici-Populetum*. Charakterystyczne są tu liczne drzewa i krzewy wierzby białej, jeżyny topoli białej i czarnej poprzeplatane pędami chmielu. Jest to trwałe zbiorowisko naturalne. Tendencje zmian poszczególnych zbiorowisk są podobne do przedstawionych na rysunku 2.



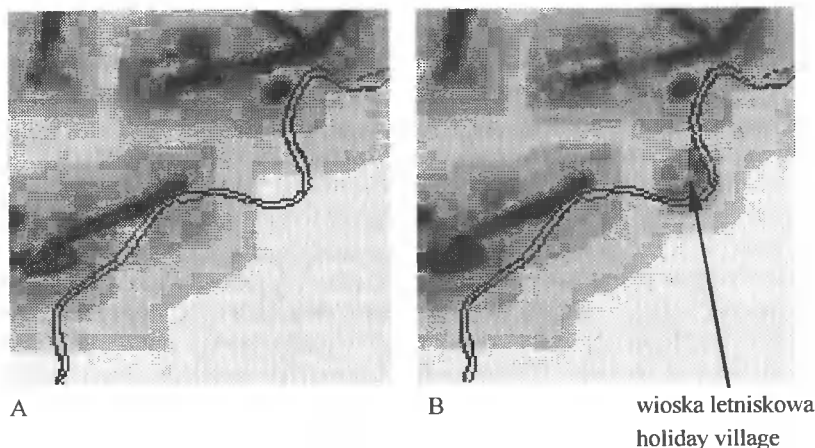
Rys.2. Zmiany siedliska (A-B) pod wpływem działalności człowieka (A) w zależności od stopnia antropizacji (B)

Fig.2. Man-made (A) habitat changes (A-B) depending on the degree of anthropization (B)

Bezpośrednie i pośrednie oddziaływania człowieka wpływają na rozwój i kształtowanie się szaty roślinnej. Proces ten określamy mianem synantropizacji. Zbiorowiska roślinne (fitocenozy) wraz z ich siedliskami reagują w różny sposób, zależny od czasu,

przestrzeni i intensywności trwania, a także od charakteru fizjocenoz. Wyrazem tej reakcji są różne fazy degeneracji zbiorowisk [5, 6, 7, 8, 12].

Dla zilustrowania analizy zmiennych warunków środowiska spowodowanych jego antropizacją oraz kierunków zmian wywołanych działalnością człowieka, przyjęto wariant polegający na utworzeniu na terenie gminy hipotetycznej wioski letniskowej. Modelowanie zmian jest podstawowym argumentem przemawiającym za użyciem GIS jako narzędzia pomocnego przy podejmowaniu decyzji. Obliczono antropopresję w aktualnie istniejących warunkach oraz spodziewaną podczas użytkowania terenu po wybudowaniu osady letniskowej złożonej z 26 domków (rys. 3).



Rys.3. Obliczona antropopresja w istniejących warunkach (A) i w warunkach z hipotetyczną wioską (B)

Fig.3. Anthropopressure index value in real conditions (A) and in the simulated village conditions (B)

Wyliczono, że przy takim umiejscowieniu hipotetycznej wioski nastąpi zwiększenie wartości antropopresji w poszczególnych rangach na obszarze około 1 km². Wartość antropopresji zależy nie tylko od ilości domów, i co jest z tym związane - ilości mieszkańców, ale także od usytuowania w terenie. Przy dużym zagęszczeniu budynków antropopresja osiąga większe wartości, ale jej oddziaływania dotyczą mniejszych powierzchni niż przy zabudowie luźnej. Stosując opisany w niniejszej pracy model, można stosunkowo łatwo obliczyć i przeanalizować wiele wariantów wielkości powierzchni, zasięgu antropopresji oraz jej kierunków.

5. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Ochrona środowiska i zrównoważony rozwój jednostek gospodarczych wymagają wieloaspektowych analiz i przewidywania długoterminowych skutków podejmowanych inwestycji. Obecnie istnieje wiele nowoczesnych technologii wspomaganie decyzji. Jednym z przykładów są programy dla systemów informacji przestrzennej (geograficznej), na podstawie których można budować modele matematyczne opisujące parametry poddawane analizie [3, 4].

Obliczanie antropopresji na podstawie danych o użytkowaniu terenu i map infrastruktury pozwala jedynie na jakościowe oceny zmian środowiska, co w tym przypadku uważa się za wystarczające. Osiągnięty etap modelowania pomoże w sprawniejszym opracowaniu zasady ochrony i gospodarowania w skali lokalnej i sieci krajowej wraz ze wskazaniem instrumentów ich wdrażania. Uwzględniane są tu różne poziomy zarządzania, w tym również nowe poziomy administracyjne województw i samorządów lokalnych.

LITERATURA

- [1] Białousz S. i in., 1999: Seminarium Sustainable Development of Rural Areas through Implementatiopn of Environmental Technology (SUIT). Politechnika Warszawska, Warszawa, Proceedings.
- [2] Boros I., Doda S., Januszewski R., Kluczek M., Lemieszewska A., Mazur I., Polak W., Sawicki M., Sierak M., Warszawik H., 1995: Stan środowiska w województwie ostrołęckim w 1994 roku. Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska, Warszawa.
- [3] Boresjö-Brogne L., Thulin S., 1994: Vegetationskartering baserad på satellitdata. Naturvårdsverket, Stockholm.
- [4] Borysławski Z.R., 1995: Komputerowy system informacji przestrzennej dla ochrony środowiska naturalnego w zlewni Oławy (Computer-Based Spatial Information System for Nature Conservation in the Oława River Watershed). *Ochrona Środowiska* 2, 57, 35-42.
- [5] Buczak J., Dąbrowska B., Renman G., 1999: Modelling anthropopressure with GIS applied to the environment in Brańszczyk, Poland. Trita-Ami Report 3061. Division of Land and Water Resources, Department of Civil and Environmental Engineering, Royal Institute of Technology, Stockholm.
- [6] Faliński J.B., 1991: Procesy ekologiczne w zbiorowiskach leśnych. (Ecological processes in the forest communities). [W]: J.B. Faliński (red.): *Dynamika roślinności i populacji roślinnych. Zbiór prac poświęconych Prof. W. Matuszkiewiczowi* (Vegetation and plant populations dynamics. Collection of papers dedicated to Professor W. Matuszkiewicz). *Phytocoenosis* 3 (N.S.) *Seminarium Geobotanicum* 1, Białowieża, 17-42.
- [7] Faliński J.B., 1998: Maps of anthropogenic transformations of plant cover (Maps of synanthropization). [In]: J.B. Faliński, W. Adamowski & B. Jackowiak (eds) *Synanthropization of plant cover in new Polish research. Phytocoenosis* 10 (N.S.), Suppl. *Cartogr. Geobot.* 9, Białowieża, 15-54.
- [8] Kostrowicki A.S., Roo-Zielińska E., Solon J., 1991a: Spatial differentiation of chory and gamy in vegetation landscape (Białowieża case study). [In]: J. Faliński (ed.) *Vegetation processes as subject of geobotanical map. Phytocoenosis* 3 (N.S.), Suppl. *Cartogr. Geobot.* 2, 3: 101-109.
- [9] Liro A., Głowacka A., Jakubowski W., Kaftan J., Matuszkiewicz A.J., Szacki J., 1995: *Koncepcja krajowej sieci ekologicznej econet-Polska*. Fundacja IUCN Poland, Warszawa.
- [10] Matuszkiewicz W., 1982: *Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych*. PWN, Warszawa.

- [11] Mueller-Dombois D., Ellenberg H., 1974: Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Willey & Sons, New York, Chichester, Brisbane, Toronto.
- [12] Olaczek R., 1974: Kierunki degeneracji fitocenozy leśnych i metody ich badania. (Trends of forest phytocoenoses degeneration and methods of their investigation). Phytocoenosis. Biuletyn Fitosocjologiczny 3, 3/4, Białowieża, 179-190.
- [13] Plit J., 1992: Anthropization of natural environment in the Łomianki commune. Pol. Ecol. Stud. 18, 3-4, 255-265.
- [14] Richling A., Solon J., 1996: Ekologia krajobrazu. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa.

ENVIRONMENTAL ANTHROPOPRESSURE ANALYSIS WITH GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM (GIS) TO ASSIST COMMUNAL MANAGEMENT

Summary

The present research included a method of calculating the index of flora anthropization which allows for a classification of landscape elements which are affected by antropopressure applying different time scales. The index of anthropization is ruled by an assumption that flora defines best a majority of environmental changes in different periods of human activity. The research aimed at analysing the antropopressure-related processes, estimating potential landscape changes as well as defining the intensity and directions of antropopressure on the natural environment of the commune. Phytosociological methods revealed a high applicability of data used in modelling as well as a potential for applying the model to evaluate the impact of human activity on the environment.

Key words: antropopressure, anthropization, phytosociology, Geographic Information System (GIS), management

PLANT COMMUNITIES IN SELECTED OLD RIVER-BEDS ON THE LOW-VISTULA VALLEY FARMLAND

Beata B. Dąbrowska, Bogna Paczuska

Department of Botany and Ecology, Faculty of Agriculture
Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz

Selected old river-beds of the Bydgoszcz-to-Świecie Vistula Valley were researched in order to identify the occurrence and zone structure of vascular plants and algae. 15 associations and 2 communities of vascular plants, a total of 116 algae taxa, were identified; the most numerous algae being *Chlorophyta* - 39 taxa. The communities of algae coexisted with the communities of hydromacrophytes *Lemnetea* and *Potamogetonetea* classes. Riparian vegetation of *Phragmitetea* remained in the neighbourhood of the *Rumici-Alopecuretum* used as pasture or *Cuscuta-Convulvuletum sepium* spreading to the willow and poplar-communities. Subsequent to these are willow-and poplar-dominated marshy meadows *Salici-Populetum*. Down through the ages willow and poplar marshy meadows have largely been transformed into pastures and grasslands.

Key words: ecotones, algae, flora, old river-beds, astatic reservoirs

1. INTRODUCTION

The Vistula Valley forms an ecological corridor in the network of inter-connected conservation areas that possess unique natural qualities. The Vistula is one of the few remaining rivers in Europe to have preserved in large part its original unregulated character of a lowland river, playing the host to over 320 species of birds and over 44 species of fish [3, 4]. Plant complexes occurring in strip formations are considered to be the most important constituents of the valley landscape. These are specifically: riparian complexes, connected with flood terraces, valley complexes, including meadow, meadow-marsh, field (often comprising orchards) and coniferous forest complexes; as well as near-valley complexes, situated on the boundaries, including the forest and xerothermic ones [4, 14, 15].

Water and rush plant communities in the section of the Vistula Valley stretching from Czarnowo to Świecie have already been characterised by Kępczyński and Fabiszak [9], including rare and protected species. Matuszkiewicz and others [15] have analysed and described the spatial vegetation complexes using GIS technologies from the point of view that the valley acts as an ecological corridor [14, 15].

Old river-beds are among the most significant elements of the Vistula Valley. Ox-bows can certainly be classified as astatic water bodies. Their surface and range depend mainly on climatic conditions and the flooding of the Vistula river. Some of them dry out in summer. Rapidly changing environmental conditions directly affect algae communities which accompany higher-order plant communities. Quantitative and qualita-

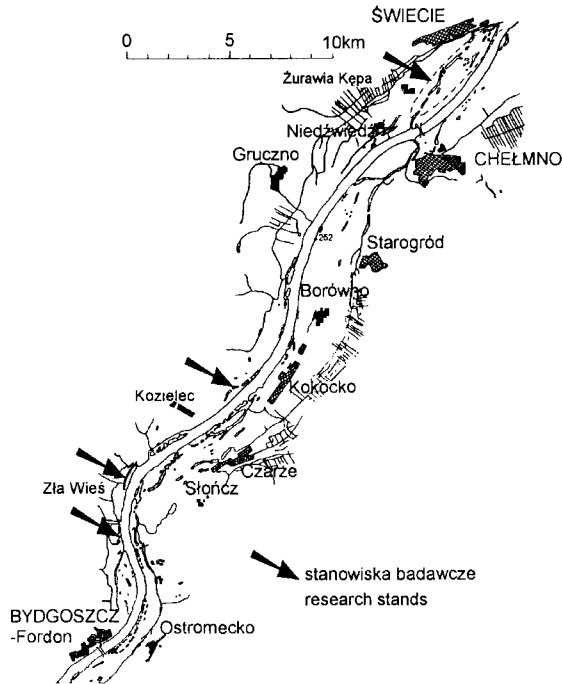
tive structures of particular old river-bed communities and their function in the agricultural landscape of the Vistula Valley are subject to constant alteration and require follow-up detailed investigations. The aim of the present project was to catalogue and identify basic sequences of the vegetation in relation to land use, which was carried out within the framework of the Botany and Ecology Department's research programme. The issue, taken on a broad basis, has to be pursued further as more inquiry is required into plant complexes and their role in agricultural landscape in different regions.

Vascular plants in selected old river-beds were examined in August 1996. More than 300 phytosociological surveys were taken using the Braun-Blanquet method [17]. Names of communities are derived from Matuszkiewicz [16] and Podbielkowski and Tomaszewicz [18]. Names of vascular plants are given according to Flora Europaea [7].

Samples for the examination of algae communities in selected river-beds were collected on April, 14th and 17th, May 7th and 21st, and July 6th 1996, relatively to the Vistula floodings. Fycological analysis was conducted in accordance with the standard procedures [19, 21]. Ecology-related determination and description was based on Sußwasserflora von Mitteleuropa teil 2/1, 2/2, 2/3 [11, 12, 13] and Sladkovodne riasy [5].

2. STUDY AREA

The river-beds investigated stretch along the western bank of the Fordon Valley, from Fordon to Świecie (Fig.1).



Rys.1. Lokalizacja badanych starorzeczy w dolinie Wisły

Fig.1. Location of investigated riverbed in the Vistula river floodplain

The width of the Vistula at this point ranges from 3 km to 7-10 km basins. The western bank, deeply ravined, falls into the territory of the Vistula Landscape Park (Zespół Nadwiślańskich Parków Krajobrazowych). The bottom of the valley, composed mainly of alluvial soils, remains farmed. Occasional sandbars complement marshland in a mosaic-like way. A large part of the area is taken up by old river-beds of varying size and depth. Fed into by hyporheic waters, they depend mostly on the nutrient load carried by the Vistula. The sharp river bend is grown over with small-size forest complexes. The expanses far from the main river-bed are periodically flooded and remain subject to drying out. Amelioration and drainage works are carried out there and the land provides meadows and pastures with patches of crop fields [3, 10].

3. RESULTS

3.1. Vascular plants

The stretch of the Vistula Valley in question is characterised by the abundant vegetation in old river-beds and adjacent areas. As many as 15 associations and 2 communities of plants have been distinguished there.

3.1.1. Water and riparian vegetation

One of the most common plant associations in old river-beds is the poor assemblage of duckweed and spirodel (*Lemno-Spirodeletum* W. Koch 1954), consisting of 3-4 species. It subsists next to sets of larger-size plants, floating or half-submerged such as the *Nymphaeion* W. Koch 1926 - the frogbit association (*Hydrocharitetum morsusranae* Langendonck 1937) and the yellow waterlily association (*Nupharo-Nymphaeetum albae* Tomaszewicz 1977). **Among the fully submerged sets, the predominant ones are two *Potamogetonion* (W. Koch 1926) Oberd. 1957 associations *Ceratophylletum demersi* Hild 1956 and *Myriophylletum spicati* Soó 1929.**

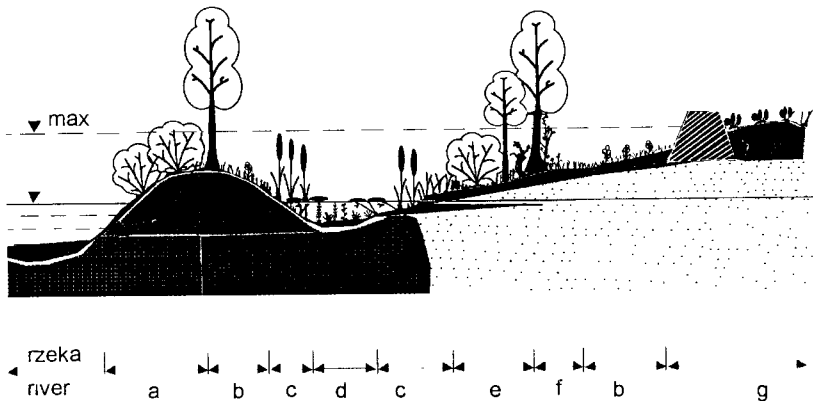
The wetland vegetation has been divided into six associations of *Phragmitetum* R.Tx. et Preisg. 1942. The wetland vegetation has been divided into and six associations: *Glycerietum maximae* Hueck 1931, *Typhetum latifoliae* Soó 1927, *Phragmitetum* (Gams 1927) Schmale 1939, *Equisetum limosi* Steffen 1931, and *Sparganietum erecti* Roll 1938, as well as *Oenanthro-Rorippetum* Lohm. 1950, typical of old river-beds and unharmed by low water levels (Fig.2).

3.1.2. Woods, shrubs and fringe communities

Beyond the rushes, under the canopy of willows and poplars or adjacent to them, spreads a creeper community called "the veiled" community - this is the *Cuscuto-Convolvuletum sepium* R. Tx. 1937. It often includes the hop (*Humulus lupulus*) and *Bilderdykia dumetorum*. In the same strip there is usually found an imposing association of herbs native to North America *Rudbeckio-Solidaginetum* R.Tx. et Raabe 1950. In the river-beds researched no rudbeckia has been observed, however the other herb, *Solidago gigantea* grows there profusely, accompanied by the mugwort (*Urtica dioica*), the stinging nettle (*Artemisia vulgaris*), and single shoots of the hop. Off Żurawia Kępa, near Świecie, a community dominated by the meadow rue has been identified. Because of the co-existing species this characteristic assembly has been classified as the *Senecion fluviatilis* R.Tx (1947) 1950 syntaxa.

Subsequent to these are willow-and poplar-dominated marshy meadows. These usually feature *Salici-Populetum* (R.Tx 1931) Meijer Drees 1936, a forest community of *Salix alba*, and *Salix fragilis*, interspersed with *Populus nigra* and *Populus alba*. These phytocoenoses remain in the flooding range of the river. Its area is gradually diminishing due to the construction of flood embankments and the regulation, which, at the same time, affects the habitat conditions. Down through the ages willow and poplar marshy meadows have largely been transformed into pastures and grassland.

Towards the bed of the Vistula river the willow and poplar marshy meadows pass into the community of the basket and almond-leaved willow (*Salicetum triandro-viminalis* Lohm. 1952) consisting of *Salix viminalis*, *S. purpurea*, and *S. triandra*, which very often remains within the range of the average water level (Fig.2).



Rys.2. Charakterystyczna sekwencja zbiorowisk roślinnych w dolinie Wisły

Fig.2. Typical layout of plant communities in the Vistula floodplain

- a - *Salicetum triandro-viminalis*,
- b - *Rumici-Alopecuretum* + *Molinio-Arrhenatheretea*,
- c - *Phragmitetea*,
- d - *Nymphaeion* + *Potamogetonion* + *Lemno-Spirodelleum*,
- e - *Salici-Populetum*,
- f - *Cuscuta-Convolvuleum sepium*,
- g - fields. pola uprawne

3.1.3. Grassland communities

Anthropogenic grasslands have been identified as periodically wet grass communities extensively mowed and grazed. The *Rumici-Alopecuretum* R.Tx. (1937) 1950 has been found there, with the co-dominant darnel (*Lolium perenne*). It is characterised by a strong presence of species of the *Phragmitetea* R.Tx. et Preisg. 1942 and *Molinio-Arrhenatheretea* R.Tx. 1937.

3.2. Algae

In the old river-beds selected, a total of 116 taxa of algae have been identified, with most numerous *Chlorophyta* - 39 taxa. *Bacillariophyceae* are represented by 35 taxa, blue-green algae *Cyanophyta* - 16, *Euglenophyta* - 15, *Chrysophyceae* - 4, *Pyrophyta* also by 4, and finally, *Xanthophyceae* - 3. In April, following the Vistula flooding, in the

water layers of the old river-beds diatoms predominated in quantitative terms, with the flowing dominant littoral-plankton taxa: *Fragliaria capucina*, *Fragilaria crotonensis* Kitt., *Fragilaria ulna* (Nitzsch.) Lange-Bertalot, *Tabellaria flocculosa* var. *asterioneloides* (Roth.) Knud. as well as *Cyclotella comta* Kütz., subdominant in the deeper river-beds yet quite numerous in the samples collected at that time from the Vistula river, and *Melosira varians* Ag.

Towards the end of April and early on in May, when the water level in some of the old river-beds had fallen sharply, diatoms were still dominant, however, the proportion of the benthos and epiphyton taxa had increased, which can be attributed to the falling water level. In several water bodies a massive emergence of zooplankton was noted, which prevailed in quantitative terms over the algae. At the end of April, in one of the drying reservoirs, the dominance of the plankton species *Oscillatoria sancta* (Kütz.) Gomont was observed.

Towards the end of May and early on in June the benthos and the epiphyton witnessed the prevalence of filamentous green algae, mainly of the *Spirogyra*, and *Zygnema* genus, whereas in the water layer *Dinobryon* sp. was quite numerous; one of the deeper old river-beds, found at Zła Wieś, was utterly dominated by *Dinobryon divergens* var. *angulatum* Imhof., There was only one case of *Oscillatoria princeps* Vaucher. prevailing, a tycho plankton species of the blue-green genus. In the more shallow water bodies commonly observed diatoms were sometimes accompanied by *Euglenophyta*, represented by: *Euglena minima* Ehr., *Trachelomonas volvocina* Ehr. The species of green algae common to all the old river-beds investigated were, as follows: *Coenocystis planctonica* Korš. in the plankton, *Chlorella vulgaris* Benji. in the benthos, epiphytic *Pediastrum boryanum* (Trup.) Menegh. and the species of the *Scenedesmus* genus.

4. DISCUSSION

Plant communities growing in old river-beds and flood terraces occur in natural strip formations, following one another in a sequence from the main river-bed, across old river-beds towards expanses of farmland, beyond flood embankments. Algae communities in old river-beds coexist with communities of hydromacrophytes. Next to old river-beds stretch rush communities which may border fertile phytocoenoses *Rumici-Alopecuretum*, used as pastures, or natural veil communities *Cuscuta-Convulvuletum sepium*, spreading over the subsequent poplar and willow marshy meadow; determined by the intensity of farming in the area.

Old river-beds and their characteristic vegetation complexes fulfil many roles in the agricultural landscape, e.g. they function as the buffer zone between the river and farmland. Rushes, shrubs, and trees often provide shelter for many pests as well as gather weeds or crop pathogens. However, they positively affect water balance, runoff rate, and micro-climate and also provide mainstays for many different organisms [1, 4]. Following Ryszkowski, Baudry [1] claims that on the whole, from the point of view of nature conservation, rational diversification of agricultural landscape by preserving enclaves of natural vegetation, such as rushes and water bodies, saves crops and reinforces processes of self-regulation in biocoenoses and regeneration. This increases crop resistance to infections, agrophags, and insect invasions. Rush communities and shrubbery in old river-beds are also capable of storing and processing biogenic compounds and of binding harmful organic and mineral substances, including heavy metals [1, 2, 6, 8].

Most of the algae taxa identified in the old river-beds are of cosmopolitan character with a wide ecological tolerance. The massive occurrence of blue-green algae in some of the water bodies may be attributed to the influx of biogenic compounds from the surrounding crop fields and from the river itself. Blue-green algae, especially those which cause blooming, indicate high fertility of the waters examined. It is also worth mentioning species that are rare in the Vistula Valley; these include the halophilous *Hantzschia vivax* (W. Sm.) M. Peragallo of diatoms and *Phormidium fragile* (Menegh.) Gomont, as well as species that are found in the Red Data Book of Algae Endangered in Poland: *Navicula hasta* Schum., *Nitzschia flexa* Schum., and *Anomoeoneis sphaerophora* (Kütz.) Pfiz. of diatoms. Since algae communities in old river-beds have not yet been adequately studied [20, 23], further research may shed more light on the functioning of these ecosystems and determine the trophy of the waters which are subject to biogenic influx from the Vistula, on the one hand, and farmland, on the other.

REFERENCES

- [1] Bałazy S., Ryszkowski L., 1992: Strukturalne i funkcjonalne charakterystyki krajobrazu rolniczego, s. 105-120. [W]: L. Ryszkowski, S. Bałazy (red.): Wybrane problemy ekologii krajobrazu. Wyd. Zakład Badań Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN, Poznań.
- [2] McDougal R.L., Goldsborough L.G., 1994: Responses of wetland algae and macrophytes to press and pulse additions of inorganic nitrogen and phosphorus. UFS Annual Report, 29.
- [3] Gacka-Grzeškiewicz E., Bernat J., Chabaras J., Żarska B., 1995a: I. Struktura korytarza ekologicznego doliny Wisły, s. 11-26. [W]: E. Gacka-Grzeškiewicz (red.): Korytarz ekologiczny doliny Wisły. Stan-Funkcjonowanie-Zagrożenia. Fundacja IUCN Poland, Warszawa.
- [4] Gacka-Grzeškiewicz E., Jacewicz A., Matuszkiewicz J.M., Chylarecki P., Backiel T., 1995b: VII. Podsumowanie i wnioski, s. 153-166. [W]: E. Gacka-Grzeškiewicz (red.): Korytarz ekologiczny doliny Wisły. Stan-Funkcjonowanie-Zagrożenia. Fundacja IUCN Poland, Warszawa.
- [5] Hindak F., 1978: Sladkovodne riasy. Slovenské Pedagogické Nakladateľstvo, Bratislava.
- [6] Huggenberger P., Hoehn E., Beschta R., Woessner W., 1998: Abiotic aspects of channels and floodplains in riparian ecology. *Freshwater Ecology* 40, 3: 427-451.
- [7] Jasiewicz A., 1986: Nazwy gatunkowe roślin naczyniowych flory polskiej. *Fragm. Flor. et Geobot.* 30, 3:217-285.
- [8] Kajak Z., 1993. Stan i potrzeby ochrony Wisły i jej doliny, s. 69-80. [W]: L. Tomiałojć (red.): Ochrona przyrody i środowiska w dolinach nizinnych rzek Polski. Wyd. Inst. Ochr. Przyr. PAN, Kraków.
- [9] Kępczyński K., Fabiszak S., 1977: Zbiorowiska roślin wodnych w dolinie Wisły na odcinku Czarnowo - Świecie. *Acta Univ. Nic.Cop., Biologia* 20, 42: 49-65.
- [10] Kondracki J., 1988: Geografia fizyczna Polski. PWN Warszawa.
- [11] Krammer K., Lange-Bertalot H., 1986: Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2/1 Bacillariophyceae. Naviculaceae. VEB Gustav Fischer Verlag Jena.

- [12] Krammer K., Lange-Bertalot H., 1988: Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2/2 Bacillariophyceae. Bacillariaceae. Epithemiaceae. Surirellaceae. VEB Gustav Fischer Verlag Jena.
- [13] Krammer K., Lange-Bertalot H., 1991: Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2/3 Bacillariophyceae. Centrales. VEB Gustav Fischer Verlag Jena.
- [14] Matuszkiewicz J.M., 1993: Geobotaniczna analiza potrzeb i możliwości działań dla ochrony roślinności i krajobrazu doliny środkowej Wisły, s. 61-68. [W]: L. Tomiałojć (red.): Ochrona przyrody i środowiska w dolinach nizinnych rzek Polski. Wyd. Inst. Ochr. Przyr. PAN, Kraków.
- [15] Matuszkiewicz J.M., Solon J., Kozubek E., Bochenek Z., 1995: III Roślinność, s. 60-75. [W]: E. Gacka-Grześkiewicz (red.): Korytarz ekologiczny doliny Wisły. Stan-Funkcjonowanie-Zagrożenia. Fundacja IUCN Poland, Warszawa.
- [16] Matuszkiewicz W., 1982: Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. PWN Warszawa.
- [17] Pawłowski B., 1972: Skład i budowa zbiorowisk roślinnych oraz metody ich badania, s. 229-263. [W]: W. Szafer (red.): Szata roślinna Polski, tom 2, PWN Warszawa.
- [18] Podbielkowski Z., Tomaszewicz H., 1996: Zarys hydrobotaniki. PWN Warszawa.
- [19] Starmach K., 1955: Metody badania planktonu. PWRiL Warszawa.
- [20] Starmach K., 1968: Wiosenna flora okrzemek w starorzeczu nad Rabą. *Fragm. Florist. Geobot.* 14, 4: 505-509.
- [21] Starmach K., 1989: Plankton roślinny wód słodkich. Metody badania i oznaczania gatunków występujących w wodach Europy Środkowej. PWN Warszawa-Kraków.
- [22] Szymańska H., 1992: Ochrona wód przed rolniczymi zanieczyszczeniami przestrzennymi. Problemy zanieczyszczenia i ochrony wód powierzchniowych - dziś i jutro. *Mat. Konf. Nauk.*, Wyd. UAM, Ser. Biologia 49: 317-331.
- [23] Tomaszewicz H., 1970: Desmidie starorzeczy Bugu. *Acta Soc. Bot. Polon.* 39, 2: 217-242
- [24] Vought L.B.-M., Pinay G., Fuglsang A., Ruffinoni Ch., 1995: Structure and function of buffer strips from a water quality perspective in agricultural landscapes. *Landscape and Urban Planning* 31: 323-331.

ZBIOROWISKA ROŚLINNE WYBRANYCH STARORZECZY W PRZESTRZENI ROLNICZEJ DOLINY DOLNEJ WISŁY

Streszczenie

W wybranych starorzeczach Wisły na odcinku Bydgoszcz - Świecie badano występowanie i układ zbiorowiska roślin naczyniowych i glonów. Zidentyfikowano 15 zespołów roślin naczyniowych i dwa zbiorowiska roślin naczyniowych oraz ogółem 116 taksonów glonów. Wśród glonów najliczniejszą grupę - 39 taksonów - stanowiły zielenice *Chlorophyta*. Zbiorowiska glonów współwystępują w starorzeczach ze zbiorowiskami roślin wodnych z klasy *Lemnetea* i *Potamogetonetea*. Szuwary z klasy *Phragmitetea* graniczą z użytkowanym jako pastwisko *Rumici-Alopecuretum* lub *Cuscuta-Convolutum sepium* rozpoczętym na panującym w dalszej sekwencji, łągu topolowo-wierzbowym *Salici-Populetum*.

Słowa kluczowe: ekotony, glony, roślinność, starorzecza, zbiorniki astatyczne

CONTENT OF SELECTED FORMS OF IRON IN THE MOCHEŁEK EXPERIMENT STATION ALFISOLS

Jacek Długosz¹, Barbara Breza-Boruta²

¹Department of Soil Science, Faculty of Agriculture
Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz

²Department of Microbiology, Faculty of Agriculture
Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz

A content of the total iron and selected forms of iron found in four profiles of Alfisols were investigated at the Mochełek Experiment Station, south-western edge of the Krajeńska Upland. Three of the soils analysed were formed from fluvio-glacial material (profile 7, 11 and 21), and one represented the soils formed from glacial material (profile 26). The soils investigated were classified as Typical Hapludalfs (profile 11, 21 and 26) and Typical Glossudalfs (profile 7). The total iron (Fet) was determined in the process of dissolving in the HF and HClO₄ mixture, free iron (Fed) - was extracted with Na-dithionite-citrate-bicarbonate (DCB) while amorphous free iron (Fea) using the Tamma method. The data obtained from the analyses allowed to determine the content of siliceous iron (Fes), crystalline free (Fec) iron and to calculate the Fed/Fet and Fea/Fed ratios. The content of the total iron in the soils investigated ranged from 9.21 to 22.43 g kg⁻¹. The highest values were observed in the illuvial horizons (Bt). The contents of the total iron in fluvio-glacial and glacial parent material were similar. Only in the second parent material horizon (IIC) of 21st pedon, the content of total iron was lower. Siliceous iron (55-69 %) accounted for a major part of total iron in the soils investigated, whereas free iron for the remaining part, composed of crystalline free iron (Fec) and amorphous free iron (Fea). The content of crystalline free iron ranged from 1.94 to 7.02 g kg⁻¹ and the content of amorphous free iron from 0.83 to 3.17 g kg⁻¹. The profile distribution of total iron and siliceous iron was typical for illuvial process; the highest amounts were found in Bt horizon. However the profile distribution of crystalline and amorphous free iron did not show a similar dependence.

Key words: Alfisols, total iron, free iron, fluvio-glacial and glacial material

1. INTRODUCTION

Iron in soils occurs in various forms. The content of total iron and its forms may be the genesis indicator of soil parent material [9]. However the profile distribution of total iron content and its forms may indicate a soil-forming process [1, 9, 14]. The amount and profile distribution of iron allows to classify soils.

The aim of the present paper was to present total iron and its forms in fluvio-glacial and glacial parent material found in the soils investigated as well as to define an influence of illuvial process on the profile distribution in the Alfisols researched.

2. MATERIALS AND METHODS

The content of selected forms of iron was researched in four pedons of Alfisols, sampled and defined in a course of cartographic and pedogenetic research into the soils of the Experiment Station in the village of Mochełek, south-western edge of the Krajeńska Upland, at the border of two geomorphological forms: erosion surface floating waters, formed from fluvio-glacial formation and rolling ground moraine, formed from glacial material, lodgement till. Three pedons investigated (7, 11, and 21) were found in the first form, whereas the fourth pedon in the second form. The soils were classified as Typical Hapludalfs (profile 11, 21 and 26) and Typical Glossudalfs (profile 7) [15]. The texture of the soils studied differed considerably; from fine sand loam to clay loam. The content of clay fraction and other chemical and physical properties are presented in Table 1. The detailed characteristics of the soils investigated are reported in 'Charakterystyka pokrywy glebowej Stacji Doświadczalnej Mochełek' [6].

Table 1
Tabela 1

Selected physical and chemical properties of the soils investigated
Niektóre właściwości fizykochemiczne analizowanych gleb

Profile no Nr profilu	Horizon Poziom gene- tyczny	Thickness Miaższość cm	Sampling depth Głębokość pobrania próbki cm	Content – Zawartość			pH	
				C-org.	< 0,02 mm	< 0,002 mm	H ₂ O	KCl
7	Ap	0-27	10-25	0.73	20	11	6.0	5.1
	Eet	27-68	40-55	0.39	15	9	6.2	5.2
	E/B	68-93	80-90	0.21	23	12	6.5	5.5
	Bt	93-131	102-120	0.35	61	37	6.5	5.2
	C	>131	143-162		32	23	6.6	5.1
11	Ap	0-35	15-30	0.93	18	7	7.5	7.0
	Eet	35-58	45-50	0.11	20	12	7.0	6.3
	Bt	58-120	75-105	0.05	36	17	7.1	6.1
	C	>120	137-156		28	20	7.8	7.3
21	Ap	0-25	0-25	0.72	19	8	6.2	6.1
	Eet	25-50	30-45	0.15	21	7	6.6	5.7
	Bt	50-80	60-75	0.08	42	18	6.5	5.3
	C	80-140	90-110		41	16	6.4	4.9
	IIC	>140	140-150		9	5	6.3	4.8
26	Ap	0-33	5-30	0.61	22	10	6.2	5.0
	B1t	33-60	45-56	0.02	31	19	5.7	4.2
	B2t	60-98	72-85		36	23	5.5	4.1
	Cca	>98	120-146		32	15	7.9	7.4

Prior to the analyses, the samples were air-dried then they passed through the 1 mm sieve. The coarse fragments (>1 mm) were removed and in the fraction below 1 mm, the selected forms of iron were determined by atomic absorption spectrophotometry, using Philips PU 9100 X. The following forms of iron were analysed, namely: total iron (Fet) having been dissolved in the mixture of HF and HClO₄ (4:1) [8], free iron (Fed) having been extracted with Na-dithionite-citrate-bicarbonate (DCB) using the Mehra Jackson method [11] and amorphous iron (Fea) using the Tamma method, as modified by Schwertmann [13].

The results obtained allowed to calculate the content of siliceous iron (Fes) $Fes = Fet - Fed$, crystalline free iron (Fec) $Fec = Fed - Fea$ as well as the Fed/Fet and Fea/Fed ratios.

3. RESULTS

The content of the total iron in the soils studied ranged from 9.21 to 22.43 g·kg⁻¹ (Table 2, Fig. 1).

Table 2
Tabela 2

Content of selected forms of iron in Alfisols investigated
Zawartość wybranych form żelaza w analizowanych glebach płowych

Profile no Nr profilu	Horizon Poziom genetyczny	Thickness Miaższość cm	Sampling depth Głębokość pobrania próby cm	Content - Zawartość				
				Fet	Fes	Fed	Fec	Fea
				g·kg ⁻¹				
7	Ap	0-27	10-25	9.35	5.66	3.65	1.94	1.71
	Eet	27-68	40-55	11.54	7.91	3.62	2.16	1.46
	E/B	68-93	80-90	18.78	12.64	6.14	3.70	2.44
	Bt	93-131	102-120	22.43	12.26	10.17	7.02	3.14
	C	>131	143-162	18.37	11.16	7.20	5.19	2.01
11	Ap	0-35	15-30	10.03	6.48	3.55	2.04	1.51
	Eet	35-58	45-50	12.16	8.49	3.67	2.53	1.13
	Bt	58-120	75-105	20.83	12.67	8.16	6.12	2.04
	C	>120	137-156	18.10	11.84	6.26	5.32	0.94
21	Ap	0-25	0-25	9.21	5.33	3.88	2.35	1.53
	Fet	25-50	30-45	12.25	8.01	4.24	2.90	1.33
	Bt	50-80	60-75	21.11	12.27	8.84	6.46	2.38
	C	80-140	90-110	20.95	12.56	8.39	5.21	3.17
	IIC	>140	140-150	13.86	8.83	5.03	3.69	1.33
26	Ap	0-33	5-30	13.59	8.22	5.38	3.58	1.79
	B1t	33-60	45-56	19.48	12.05	7.43	4.37	3.06
	B2t	60-98	72-85	20.34	13.25	7.09	4.72	2.37
	Cca	>98	120-146	17.77	12.02	5.75	4.92	0.38

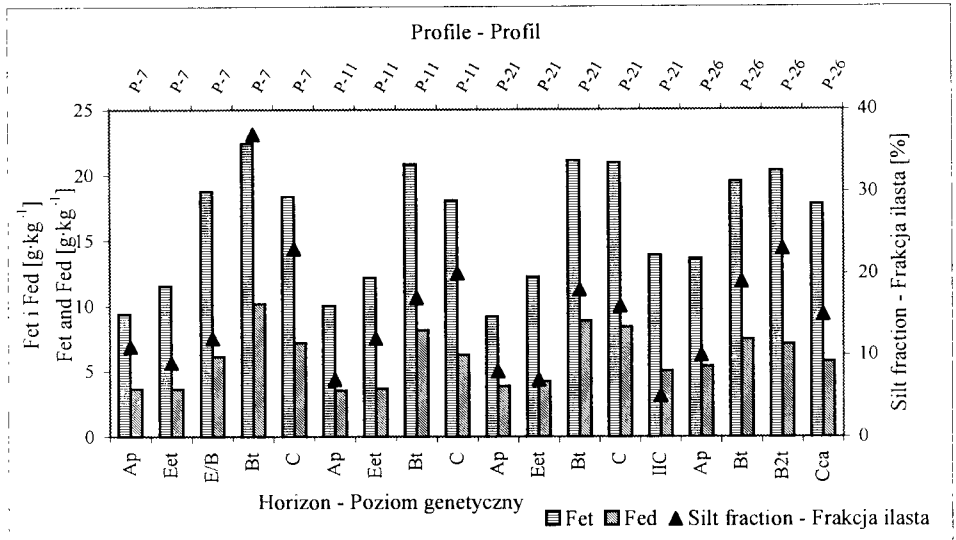


Fig. 1. Content of total and free iron and silt fraction in soils studied

Rys. 1. Zawartość żelaza całkowitego i wolnego oraz frakcji ilastej w badanych glebach

The highest values (19.48-22.43 g·kg⁻¹) were observed in the illuvial horizons, whereas lowest contents of the total iron (9.21-13.59 g·kg⁻¹) were determined in the surface horizons. The amounts of the total iron in the parent material horizons researched ranged from 17.77 to 18.37 g·kg⁻¹ (Table 2, Fig. 1). Only the content of total iron in the second parent material horizon (IIC) of 21st pedon was lower than in the other parent material horizons (13.86 g·kg⁻¹). Such a low content of total iron in this horizon may have been due to lithological discontinuities.

The analyses of the profile distribution showed a considerable interdependence of the total iron content and the amount of clay fraction. In the horizons with the highest total iron content, the highest amounts of clay fraction were also observed (Table 1, Fig. 1).

Siliceous iron (Fes) constituted a major part of the total iron and it ranged from 5.33 to 13.25 g·kg⁻¹, which accounted for a 55-69 % share in the total iron content. The greatest share of siliceous iron in the total iron content was found in Bt horizons. The profile distribution of this form was similar to the total iron distribution (Table 2). Free iron constituted the remaining part (31-45 %) of the total iron (Fig. 2) and its content ranged from 3.55 to 10.17 g·kg⁻¹ (Table 2). Similarly the highest values of free iron were observed in illuvial horizons. The form consisted of crystalline free iron (Fec) and amorphous free iron (Fea). In the Alfisols studied, crystalline free iron dominated the free iron content and ranged from 1.94 to 7.02 g·kg⁻¹ (Table 2) and its share in the total free iron content ranged from 53 % to 86 %. The highest amount of the crystallised free iron was also found in illuvial horizons (Bt) (Table 2), yet the greatest share of this form was identified in parent material horizons.

The other form of free iron was amorphous free iron, the content of which ranged from 0.83 to 3.17 g·kg⁻¹ (Table 2), and its share in the total free iron content ranged from 14 to 47 % (Fig. 2). The greatest share of amorphous iron in the free iron content

was noted in the surface horizons (Fig.2).

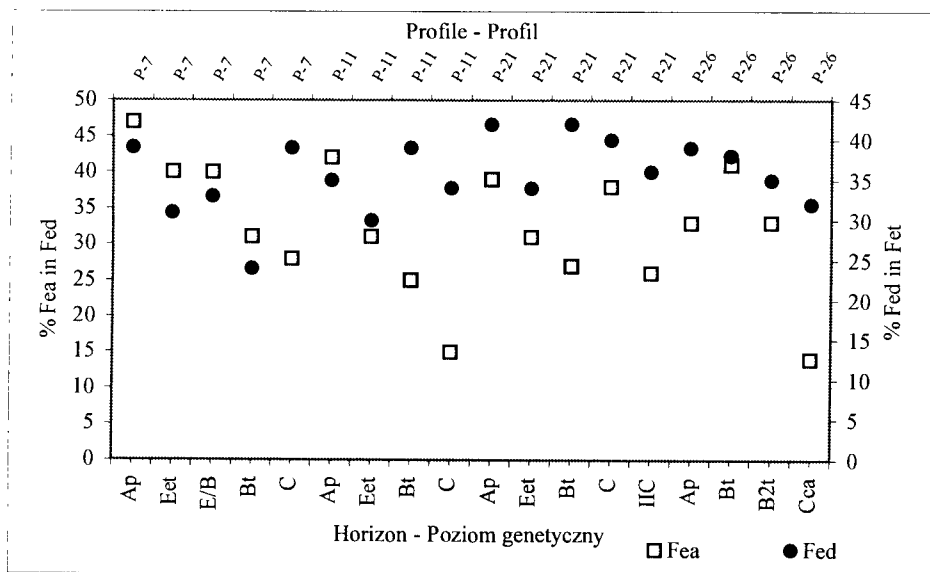


Fig.2. Share of free iron (Fed) in the total iron (Fet) content and the share of amorphous free iron (Fea) in the free iron content in Alfisols investigated

Rys.2. Udział żelaza wolnego (Fed) w żelazie całkowitym (Fet) i żelaza amorficznego (Fea) w żelazie wolnym w badanych glebach płowych

4. DISCUSSION

The studies confirmed a considerable influence of illuvial process on the content and distribution of the Alfisols iron forms investigated. The other authors [3, 9, and 12] reported similar results. Such a considerable influence of the lessives process on the iron distribution was a result of a considerable correlation between the content of the total iron and content of clay fraction ($r = 77$). The contents of total iron, determined in the parent material horizons, did not differ from each other and were similar to the contents found in the Gliszcz Alfisols reported by Długosz [5]. The content of the total iron in the solum, particularly in the Bt horizons, was lower than in the Gliszcz Alfisols [5], which could have been due to a lower intensity of illuvial process there. The content of the total iron in the samples analysed was similar to the one found in Alfisols from Doły Jasielsko-Sanockie [16], yet lower than the total iron content reported by the other authors [2, 7, 9, 10]. A greater share of free iron in the total iron content in Bt horizons could have been due to a higher intensity of the weathering process. The highest contents of free iron in Bt horizon seem to confirm a considerable correlation between the content of this form and clay fraction; free iron oxides on clay minerals. A significant ascendancy of crystalline free iron in parent material horizons in the soils investigated is typical for glacial formation. The results obtained are similar to those reported by Dąbkowska-Naskręt [4]. Highly crystallised iron oxide (hematite, maghemite) and weakly crystallised iron oxide (lepidocrocite, ferrihydrite, goethite) [14, 17] occur in the crystalline

free iron. A considerable share of amorphous free iron in the total free iron content in surface horizons confirmed a considerable free iron content bound to the organic matter.

5. CONCLUSIONS

The content of the total iron and its selected forms in the fluvio-glacial and glacial material investigated was similar. The illuvial process was observed in total iron profile distribution, siliceous iron and free iron, whereas the profile distribution of crystalline and amorphous free iron did not show this dependence in the soils investigated.

To obtain a detailed composition of several iron forms, further studies, i.e. mineralogical and mössbauer analysis, shall follow.

REFERENCES

- [1] Adamczyk B., 1965: Studia nad kształtowaniem się związków pomiędzy podłożem a glebą. *Acta Agraria et Silvestria*, nr 5, seria leśna, 60-70.
- [2] Barberis E., Marsan A., Boero V., Ardoino E., 1991: Aggregation of soil particles by iron oxides in various size fractions. *Journal of Soil Sci.*, 42, 535-542.
- [3] Cieśla W., 1968: Geneza i właściwości gleb uprawnych wytworzonych z gliny zwałowej na Wysoczyźnie Kujawskiej. *Rocz. WSR Poznań*, 18, 1-60.
- [4] Dąbkowska-Naskręt H., 1990: Skład i właściwości fizykochemiczne wybranych gleb aluwialnych Doliny Dolnej Wisły z uwzględnieniem ich cech diagnostycznych. *Rozprawy nr 38, ATR Bydgoszcz*, 117.
- [5] Długosz J., 1997: Characteristic of soils formed on ground moraine of Vistula glaciation from Krajeńska Upland (Poland). *Rocz. Glebozn.*, 48, 137-149.
- [6] Długosz J., Malczyk P., Jaworska H., 1999: Charakterystyka pokrywy glebowej Stacji Doświadczalnej Mochełek. *Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Rolnictwo* 43, 107-135 + 4.
- [7] Graham R.C., Daniels R.B., Buol S.W. 1990: Soil-geomorphic relations on the Blue Ridge Front: II Soil characteristics and pedogenesis. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 54, 1367-1377.
- [8] Jackson M.L., 1965: *Soil chemical analysis*. London, 272-324.
- [9] Konecka-Betley K., 1968: Zagadnienia żelaza w procesie glebotwórczym. *Rocz. Glebozn.*, 19,1, 51-97.
- [10] Maccahn T.H., Munn L.C., 1991: Soil developed in late pleistocene till, Medicine Bow Mountains, Wyoming. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 52, 5.
- [11] Mehra O.P., Jackson M.L., 1960: Iron oxide removal from soils and clays by dithionite-citrate system buffered with sodium dicarbonate. *Clays and Clay Minerals*, 7, 317-327.
- [12] Motowicka-Terelak T., 1971: Rozmieszczenie żelaza w glebach i skład chemiczny ważniejszych form żelazistych. *IUNG Puławy*, 48.
- [13] Schwertman U., 1964: Differenzierung der eisenoxide des bodens dur extraktion mit ammoniumoxalat-losung. *Z. Pfl. Ernähr. Düng. Bodenk.*, 105, 194-202.

- [14] Schwertman U., 1988: Occurrence and formation of iron oxides in various pedoenvironments. [In]: Iron in soils and clay minerals. New York, 261-301.
- [15] Soil Surfer Staff, 1992: Keys to soils taxonomy SMSS. Technical Monograph No 19, 5th Edition Pocahontas Press Inc., 103-110.
- [16] Zasoński S., 1990: Gleby płowe Dołów Jasielsko-Sanockich na przykładzie Kotliny Krośnieńskiej. Roczn. Glebozn., 41, 3 i 4, 147-155.
- [17] Zonn C.B., 1982: Żelazo w poczwach. Izd. Nauka, Moskwa.

ZAWARTOŚĆ WYBRANYCH FORM ŻELAZA W GLEBACH PŁOWYCH STACJI DOŚWIADCZALNEJ MOCHEŁEK

Streszczenie

Do badań zawartości żelaza całkowitego i jego wybranych form wybrano 4 profile z kolekcji gleb zebranych podczas badań kartograficzno-glebowych gleb Stacji Badawczej Mochelek. Badany obszar położony jest na pld.-wsch. krawędzi Wysoczyzny Krajeńskiej na granicy dwóch form geomorfologicznych: erozyjnej powierzchni wód spływowych, utworzonej z utworów fluwioglacjalnych (profile 7, 11, 21), oraz moreny dennej uformowanej z materiałów glacialnych (profil 26). Analizowane gleby zaklasyfikowano do gleb płowych właściwych (profile 11, 21, 26) oraz gleb płowych zaciekowych (profil 7). Zawartość żelaza całkowitego (Fet) oznaczono po mineralizacji w mieszaninie HF i HClO₄, żelazo wolne (Fed) po ekstrakcji z DCB, a żelazo wolne (Fea) po ekstrakcji ze szczawianem amonu. Na podstawie otrzymanych wyników obliczono zawartość żelaza krzemianowego (Fes), krystalicznego żelaza wolnego (Fec) oraz stosunki Fed/Fet i Fea/Fed.

Zawartość żelaza całkowitego wahała się od 9.21 do 22.43 g·kg⁻¹. Największą ilość żelaza całkowitego stwierdzono w poziomie iluwialnym (Bt). Zawartości tej formy we fluwioglacjalnym i glacialnym materiale macierzystym były podobne. Jedynie poziom IIC profilu 21. zawierał mniejsze ilości żelaza całkowitego. Główną część żelaza całkowitego stanowiło żelazo krzemianowe (55-69 %), natomiast pozostała część była żelazem wolnym (Fed). Na tę formę składało się krystaliczne żelazo wolne (Fec) i amorficzne żelazo wolne (Fea). Zawartość Fec mieściła się w zakresie od 1.94 do 7.02 g·kg⁻¹, a Fea od 0.83 do 3.17 g·kg⁻¹. Rozkład profilowy żelaza całkowitego, krzemianowego oraz wolnego był typowy dla gleb płowych (najwyższe ilości w poziomie Bt). Natomiast rozkład profilowy krystalicznego i amorficznego żelaza wolnego nie wykazywał wpływu procesu iluwialnego.

Słowa kluczowe: gleby płowe, żelazo całkowite, żelazo wolne, fluwioglacjalny i glacialny utwór macierzysty

ODMIANY *FESTULOLIUM* - EFEKTY POSTĘPU BIOLOGICZNEGO

Piotr Domański¹, Wojciech Jokś²

¹Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych w Słupi Wielkiej
63-022 Słupia Wielka

²Hodowla Roślin Szelejewo Sp. z o.o.
63-813 Szelejewo

W latach 1992-1997 przebadano dwie polskie odmiany *Festulolium* - 'Felopa' i 'Sulino' w optymalnych warunkach uprawowych. Na podstawie wyników doświadczeń ścisłych oceniono wartość gospodarczą tych odmian w porównaniu z odmianami *Festuca pratensis* Huds. i *Lolium multiflorum* Lam.

W wyniku wieloletnich prac hodowlanych osiągnięto postęp w zakresie jakości plonu, zimotrwałości roślin i odporności odmian *Festulolium* na suszę. W roku 1998 odmiany 'Felopa' i 'Sulino' wpisano do polskiego Rejestru.

Słowa kluczowe: odmiany *Festulolium* - 'Felopa', 'Sulino', postęp biologiczny, rejestracja odmian

1. WSTĘP

Krzyżówki międzygatunkowe, a szczególnie międzyrodzajowe traw są interesujące nie tylko od strony poznawczej, ale również dla praktyki. Skupiają one w sobie efekty kojarzenia różnych korzystnych cech gospodarczych, pochodzących od różnych gatunków. Zjawisko krzyżowań międzygatunkowych i międzyrodzajowych występuje niekiedy spontanicznie, w warunkach naturalnych [4], ale dla praktyki rolniczej szczególne znaczenie ma ukierunkowane krzyżowanie. W wielu krajach Europy od kilkadziesiąt lat prowadzi się intensywne prace hodowlane, zmierzające do pozyskania wartościowych odmian w obrębie kompleksu *Lolium-Festuca* [5, 6, 13, 14, 18]. Odmiany *Lolium multiflorum* Lam. i *Festuca pratensis* Huds. mają szereg komplementarnych cech użytkowych. *Lolium multiflorum* Lam. cechuje się dużym potencjałem plonotwórczym i bardzo dobrymi parametrami jakości (wysoką strawnością suchej masy i dużą zawartością cukrów rozpuszczalnych w wodzie) oraz dobrą smakowitością, natomiast *Festuca pratensis* Huds. wykazuje niezłą trwałość i tolerancję na suszę [8, 9].

W Europie do praktyki rolniczej trafiły już odmiany hodowlane *Festulolium*, głównie z kombinacji *Lolium* sp. (4x) × *Festuca pratensis* (4x) - 'Elmet' i 'Prior' w Wielkiej Brytanii [7], 'Paulita' w Niemczech [10] i 'Perun' w Czechach [5]. W Polsce w roku 1998 wpisano do Rejestru dwie pierwsze odmiany - 'Felopa' i 'Sulino', pochodzące z tetraploidalnych mieszańców *Festuca pratensis* × *Lolium multiflorum*. Celem wydaje się przybliżenie istotnych cech rolniczo-użytkowych obu odmian.

2. MATERIAŁ I METODY

W roku 1992 i 1993 założono wstępne doświadczenia w dwóch miejscowościach: w Szelejewie w byłym woj. leszczyńskim i Skrzyszowicach w woj. krakowskim. Badano odmiany *Festulolium* - 'Felopa', 'Sulino', 'Paulita' oraz odmiany gatunków towarzyszących ('Skra' - *F. pratensis* Huds., 'Lotos' - *L. multiflorum* Lam. i 'Solen' - *L. perenne* L.). Nasiona odmian wysiano w końcu sierpnia, przyjmując obsadę 10 mln kielkujących nasion na 1 ha. Zastosowano nawożenie mineralne w czystym składniku na 1 ha przedsięwzięcia: 40 kg N, 50 kg P₂O₅, 60 kg K₂O - w roku pełnego użytkowania; 90 kg N, 50 kg P₂O₅, 60 kg K₂O - wiosną oraz 50 kg P₂O₅, 60 kg K₂O - jesienią, a także 40 kg N po każdym pokosie.

W roku 1995 założono 7 doświadczeń podstawowych w sieci stacji COBORU. Wzorcem była odmiana *Festulolium* - 'Paulita', a dodatkową w badaniach odmiana 'Skra' - *Festuca pratensis* Huds. Odmiany wysiewano wiosną, stosując normatywną ilość wysiewu 35 kg nasion pełnowartościowych na 1 ha. Na doświadczeniach wysiewano nawozy mineralne w ilości na 1 ha: 120 kg N, 80 kg P₂O₅, 120 kg K₂O - przedsięwzięcia oraz 240 kg N, 80 kg P₂O₅ i dwie dawki po 60 kg K₂O w roku pełnego użytkowania.

We wszystkich stacjach zakładano doświadczenia według metody losowanych bloków, w czterech powtórzeniach. Powierzchnia pojedynczego poletka wynosiła 10 m². Pierwszy pokos zbierano w początku kłoszenia się roślin, drugi i pozostałe po 4-5 tygodniach od poprzedniego. W roku pełnego użytkowania wykonywano szereg obserwacji na doświadczeniach. Oceniano wyleganie i energię odrastania roślin po koszeniach, zimotrwałość oraz pomiary wysokości roślin przed pierwszym i drugim koszeniem.

W roku 1995 założono doświadczenie w Słupi Wielkiej celem określenia dynamiki plonowania i zmian jakości plonu. Od początku maja do końca czerwca koszone co 5-6 dni wszystkie badane odmiany na powierzchni 2 m². Mierzono wielkość plonu oraz oznaczano, w oparciu o pobrane próbki, strawność suchej masy "in vitro" i zawartość białka. Na tej podstawie wykreślono krzywe regresji dla ilości energii metabolicznej i zawartości białka ogólnego w okresie odrostu wiosennego.

3. WYNIKI BADAŃ

3.1. Charakterystyka botaniczna

Festulolium jest trawą wysoką o roślinach średniozwartych. Krzewi się pozapochwowo, tworząc ruń luźno-kępkową z silnie rozwiniętym systemem korzeniowym. Liście są szerokie i długie, liczące 8-20 cm. Kwiatostanem jest luźny dwustronny kłos o osi skręconej, w dolnej części z pojedynczymi rozgałęzieniami. Kłoski podparte są dwiema plewami. Ziarniaki mają długość 5,5-7,2 mm i szerokość 1,0-1,5 mm oraz są zakończone ością, krótszą jednak niż obserwuje się u *Lolium multiflorum* Lam. Masa 1000 nasion wynosi średnio 4 g.

W poszczególnych latach użytkowania, *Festulolium* po pokosach wytwarza pędy generatywne, jednak ich udział jest mniejszy w porównaniu z *Lolium multiflorum* Lam. Cechuje się korzystnym udziałem masy liści do masy pędów. W początkowym okresie po zasiewie rośliny rozwijają się wolno, natomiast w okresie pełnego użytkowania odznaczają się dużą agresywnością w stosunku do innych traw i motylkowych drobnonasiennych.

3.2. Plon

Odmiany 'Felopa' i 'Sulino' plonami świeżej i suchej masy przewyższały wzorcową odmianę Paulita w drugim roku pełnego użytkowania (tab. 1). Wyraźniej lepiej plonowały również w porównaniu z *Festuca pratensis* Huds. 'Skra'. Cechą charakterystyczną *Festulolium* okazała się duża plenność oraz szybki przyrost masy w pierwszym odróście. Należy uznać to raczej za negatywną właściwość, która w znacznym stopniu rzutuje na niekorzystny rozkład plonu w okresie wegetacji. Porównując odmiany między sobą, uznaje się 'Paulitę' za korzystniejszą pod względem rozkładu plonu.

Tabela 1

Table 1

Plonowanie i inne cechy użytkowe odmian *Festulolium* i *Festuca pratensis* Huds. 'Skra'
(badania COBORU w latach 1995-1997)

Yield and other quality characters of *Festulolium* cultivars and 'Skra' cultivar
of *Festuca pratensis* (Center for Cultivar Testing trials, 1995-1997)

Cecha – Character	Lata użytkowania Usage years	Pokos Cut	Liczba doświadczeń Number of trials	Odmiany – Cultivars			
				'Paulita'	'Felopa'	'Sulino'	'Skra'
				wzorzec standard	plon w % wzorca yield as a percentage against the 100 % standard		
Plon świeżej masy (dt z ha) Yield of dry matter (dt per ha)	1	1	7	50,7	112,3	111,3	113,0
		2	7	37,4	86,8	98,8	62,6
		3	7	30,4	89,3	94,8	94,9
		suma sum	7	144,5	96,7	100,2	91,3
	2	1	5	43,2	130,6	133,2	112,5
		2	5	33,5	91,2	92,1	56,0
		3	4	25,4	91,9	93,2	82,7
		suma sum	5	114,8	105,9	108,3	86,9
	1-2	1	5	98,2	119,0	119,3	110,7
suma sum		5	264,1	100,2	103,6	88,8	
Liczba dni od ruszenia wegetacji do zbioru I pokosu No of days off the beginning of the vegetation period to the day of the 1st cut	1-2	1	6	57	1	-1	-1
Wyleganie roślin (skala 9 ⁰) Plant lodging (1-9 scale)	1-2	1	4	8,8	-0,1	-0,2	-1,8
2		1	8,5	0,5	0,0	0,0	
Wysokość roślin (cm) Height of plants (cm)	1-2	1	7	84	-1	0	-4
2		6	70	-8	-5	-28	
Szybkość odrastania roślin (skala 9 ⁰) Rate of plant regrowth (1-9 scale)		1	7	7,2	0,6	0,6	-0,2
2		7	8,1	-1,0	-0,8	-2,1	
3		7	7,9	-0,3	-0,3	-0,3	
Zimotrwałość roślin (skala 9 ⁰) Plant winterhardiness (1-9 scale)	1	1	6	6,4	0,9	0,8	2,2
2	1	5	6,2	1,7	1,3	2,0	
1-2	1	6	6,3	1,3	1,0	2,3	

3.3. Jakość plonu

Badania chemiczne potwierdziły wysoki poziom strawności (około 80 % suchej masy), w najmłodszym wiosennym stadium rozwoju roślin. Wraz z przyrostem plonu suchej masy roślin strawność obniżała się, osiągając w fazie pełni kwitnienia 60 %. W połowie maja ilość energii metabolicznej w 1,0 kg suchej masy odmian 'Felopa' i 'Sulino' kształtowała się powyżej poziomu przyjętej przyswajalności masy roślinnej przez zwierzęta przeżuwające, tj. 63 D-value (rys. 1, 2). Ilość energii metabolicznej *Festuca pratensis* Huds. 'Skra' już w końcu trzeciej dekady maja wynosiła poniżej 9,45 MJ/kg s.m., a zatem strawność kształtowała się poniżej przyjętego optimum jakości przyjętej dla pasz objętościowych. Oznacza to, iż w tym czasie należałoby najpóźniej skosić rośliny. Przebieg zmian zawartości białka odmian *Festulolium* i *Festuca pratensis* Huds. okazał się podobny. W połowie maja rośliny zawierały około 20 %, a przy końcu czerwca 5-6 % białka w suchej masie (rys. 1, 2). Zawartość cukrów rozpuszczalnych w wodzie zmieniła się z 26 % na dwa tygodnie przed początkiem kłoszenia się roślin, do 16 % w fazie pełni kłoszenia, a następnie wzrosła do 20 % suchej masy w fazie pełni kwitnienia.

3.4. Zimotrwałość

Odmiany 'Felopa' i 'Sulino' cechowały się dobrą zimotrwałością. Porównując plony suchej masy pierwszego odrostu w ciągu dwóch lat po mroźnych zimach 1995/1996 i 1996/1997 (w Szelejewie) do plonów z lat o łagodnych zimach stwierdzono, że spadek plonu *Lolium multiflorum* Lam. był dwukrotnie większy niż w przypadku odmian *Festulolium* (rys. 3). Osłabiająco na rośliny działały przede wszystkim niskie temperatury powietrza w grudniu i styczniu. Znacznie lepiej zahartowanymi były rośliny *Festulolium*. Odmiany 'Felopa' i 'Sulino' cechowały się większą zimotrwałością niż wzorzec Paulita, zwłaszcza po pierwszym roku użytkowania, w okresie zimy 1996/1997 (tab. 1). Jednak zdecydowanie najlepiej zimowała *Festuca pratensis* Huds.

3.5. Odporność na suszę

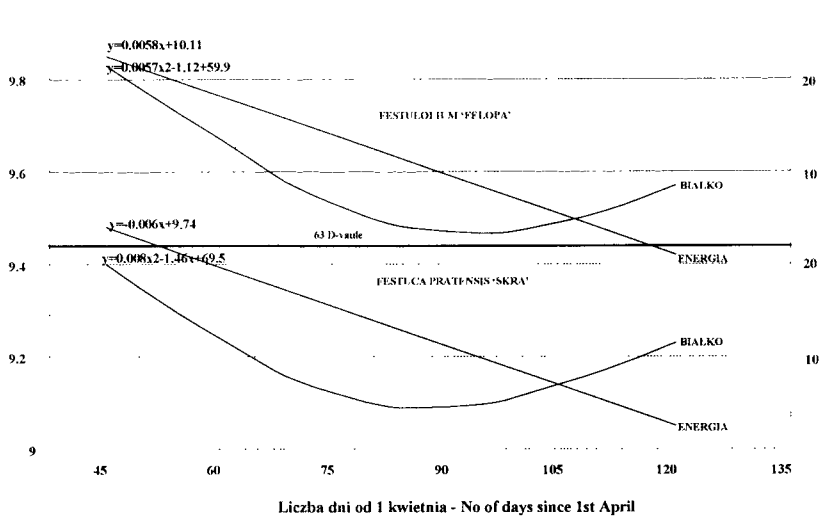
W latach 1991-1992 na przeważającym obszarze Polski w okresie lata wystąpiły okresy posuszne. Wysokie temperatury powietrza przyczyniły się do intensywnego wyparowywania wody z gleby. Charakterystycznym przejawem w tych sezonach wegetacyjnych było pozyskiwanie dużych plonów masy roślinnej w pierwszym, wiosennym odroście traw oraz względnie małych w następnych pokosach (rys. 4). Analizując przyrost masy roślinnej na tle niekorzystnych wartości współczynnika Sielianinowa należy stwierdzić, że odmiany *Festulolium* dorównywały plonami *Festuca arundinacea* Scherb., a nawet je przewyższały. Podobnie jak rośliny *Festuca arundinacea* Scherb., rośliny *Festulolium* cechują się mocnym systemem korzeniowym, czerpiącym wodę z głębszych warstw glebowych.

4. DYSKUSJA WYNIKÓW

Duże możliwości plonowania odmian *Festulolium* są niekwestionowane, co wynika wyraźnie z doświadczeń hodowlanych oraz wykonanych w sieci stacji doświadczalnych COBORU.

Ilość energii MJ/kg s.m.
Energy in MJ per kg of d.m.

Zawartość białka ogólnego % s.m.
Content of total protein, % of d.m.

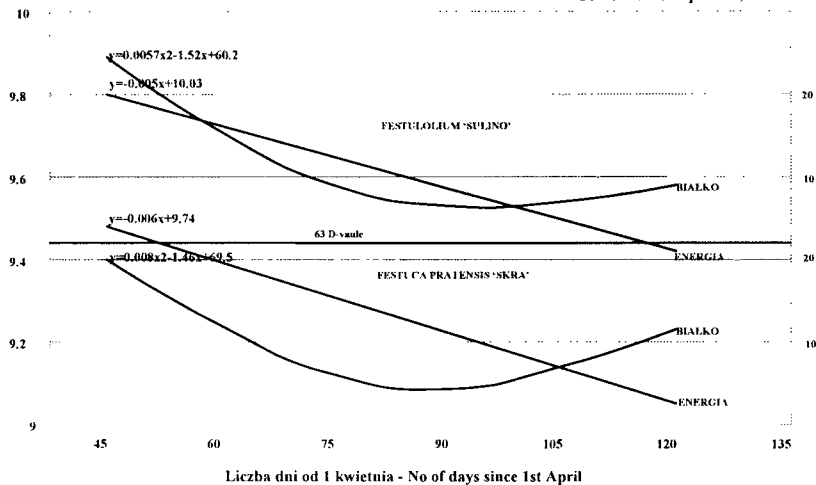


Rys.1. Dynamika zmian jakości plonu odmiany *Festulolium* 'Felopa' na tle odmiany *Festuca pratensis* Huds. 'Skra'

Fig.1. Dynamics of changes in the quality of *Festulolium* 'Felopa' yield as compared with that of *Festuca pratensis* 'Skra'

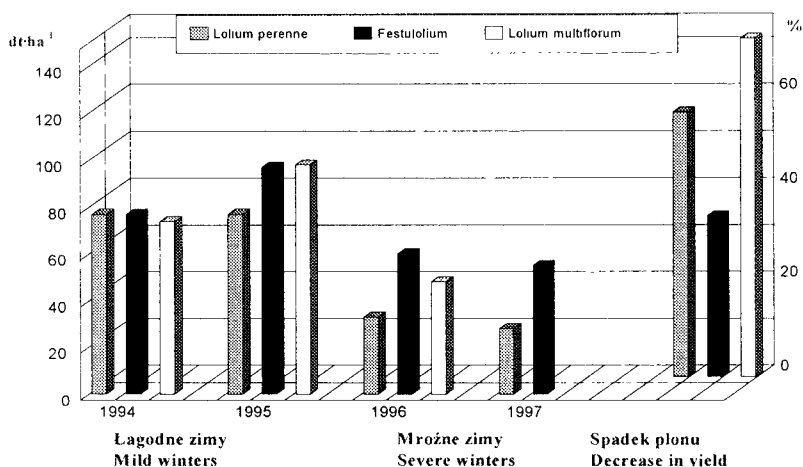
Ilość energii MJ/kg s.m.
Energy in MJ per kg of d.m.

Zawartość białka ogólnego % s.m.
Content of total protein, % of d.m.



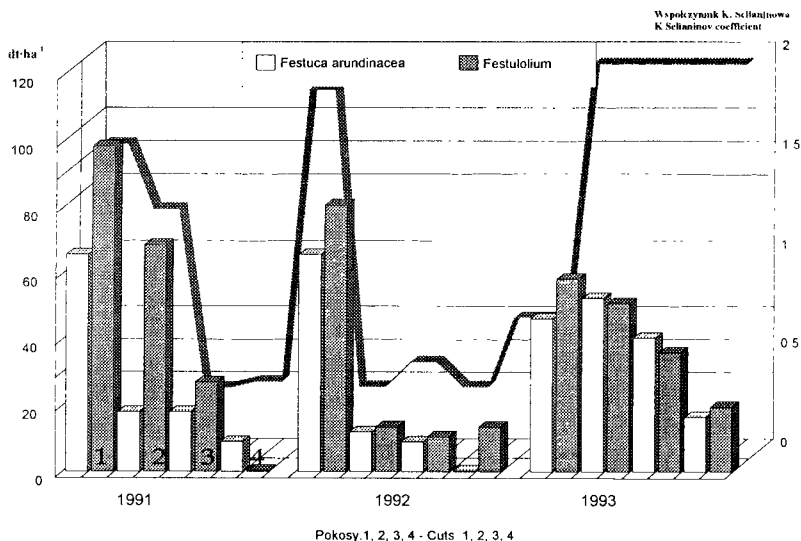
Rys.2. Dynamika zmian jakości plonu odmiany *Festulolium* 'Sulino' na tle odmiany *Festuca pratensis* Huds. 'Skra'

Fig.2. Dynamics of changes in the quality of *Festulolium* 'Sulino' yield as compared with that of *Festuca pratensis* 'Skra'



Rys.3. Mrozoodporność *Festulolium* w porównaniu do *Lolium perenne* L. i *Lolium multiflorum* Lam. wyrażona spadkiem plonu suchej masy pierwszego pokosu po mroźnych zimach

Fig.3. Winterhardiness of *Festulolium* as compared with those of *Lolium perenne* L. and *Lolium multiflorum* Lam., calculated as a dry matter yield decrease at the 1st cut after severe winters



Rys.4. Porównanie plonów suchej masy *Festuca arundinacea* Schreb. i *Festulolium* w latach 1991-1993 na tle współczynnika hydrotermicznego K Selianinowa w HR Szelejewo

Fig.4. Comparison of dry matter yields of *Festuca arundinacea* Schreb. and *Festulolium* from 1991 to 1993 against the K Selianinow hydrothermic coefficient at the Szelejewo Plant Breeding Station

Wyniki innych dotychczas przeprowadzonych doświadczeń i badań wskazują, iż przy zapewnieniu dobrych warunków agrotechnicznych można uzyskać plon minimum 12 ton suchej masy z 1 ha [8, 10, 16, 17]. Należy zwrócić uwagę, iż odmiany *Festulolium* cechują się dużą agresywnością w mieszankach z motylkowatymi drobnonasiennymi. Zastosowane w zbyt dużej ilości wysiewu wypierają motylkowate w kolejnych odrostach [2, 3, 12]. Ilość energii i zawartość białka, jako dwa podstawowe elementy oceny jakości plonu, decydują o wartości pokarmowej zielonek, kiszzonek i siana. Wyniki badań własnych wskazują na lepszą jakość plonu badanych odmian *Festulolium*, w porównaniu z *Festuca pratensis* Huds. Zwłaszcza w początkowym okresie wzrostu roślin, ilość energii metabolicznej korzystnie wyróżnia odmiany *Festulolium*. Badania innych autorów [8, 12, 13] potwierdzają większą ilość energii metabolicznej w 1 kg suchej masy odmian *Festulolium*, w porównaniu z *Festuca pratensis* Huds.

Zimotrwałość odmian *Festulolium* jest większa od odmian *Lolium multiflorum* Lam. Podobne wyniki dały obserwacje przeprowadzone w Niemczech [1, 8].

5. WNIOSKI

1. Zarejestrowane w 1998 roku odmiany *Festulolium* - 'Felopa' i 'Sulino' wnoszą istotny postęp hodowlany w obrębie traw pastewnych. Wskazane jest ich wykorzystanie w uprawie polowej, w produkcji zielonek, kiszzonek i sianokiszzonek.
2. Odmiany 'Felopa' i 'Sulino' przewyższają ilością energii i zawartością białka w suchej masie wzorcową odmianę *Festuca pratensis* Huds. - 'Skra' oraz cechują się lepszą zimotrwałością niż wzorcowa odmiana *Lolium multiflorum* Lam. - 'Lotos'.
3. Bardzo cenną właściwością odmian *Festulolium* jest ich odporność na suszę, co powinno się wykorzystać w rejonach o małej ilości opadów w okresie wegetacji.

LITERATURA

- [1] Beschreibende Sortenliste, 1997: Grässer, Klee, Luzerne. Landbuch-Verlag Hannover.
- [2] Borowiecki J., 1997: Przydatność *Festulolium* do uprawy w mieszankach z lucerną. Pam. Puł., z.109, 35-44.
- [3] Borowiecki J.: Przydatność *Festulolium* do uprawy w mieszankach z koniczyną czerwoną. Pam. Puł., z.111, 21-33.
- [4] Falkowski M., 1982: Trawy polskie (praca zbiorowa). PWRiL, Warszawa, 240-246.
- [5] Fojtik A., 1994: Methods of grass improvement used at the Plant Breeding Station Hladke Zivotice. Genet. Pol. 35A, 25-31.
- [6] Ghesquiere M., Emile J-C., Jadas-Hecart J., Mousset C., Traineau R., Poisson C., 1996: First in vivo assessment of feeding value of *Festulolium* hybrids derived from *Festuca arundinacea* var. *glaucescens* and selection for palability. Plant Breed., 115, 238-244.
- [7] Levis E.J., Tyler B.F., Chorlton K.H.: Development of *Lolium - Festuca* hybrids. Rep. Welsh Plant Breed. Station for 1972, 34-37.
- [8] Jokś W., Nowak T., Jokś E., Zwierzykowski Z., 1998: Charakterystyka botaniczna i rolnicza polskich odmian *Festulolium*. Mat. krajowej konf. "Festulolium – osiągnięcia i perspektywy". Poznań, , 33-39.

- [9] Martyniak J.: Strawność ważniejszych gatunków i odmian traw wieloletnich. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 194, 101-111.
- [10] Martyniak J., Domański P., 1998: Ocena odmiany Korab, pierwszego mieszańca *Lolofestuca*. Mat. krajowej Konf. "*Festulolium* - osiągnięcia i perspektywy". Poznań, 33-39.
- [11] Netzband K., 1990: Breeding of tetraploid *Festulolium* fodder grasses with different maturity. [In]: Fodder Crops Breeding: Achievements, Novel Strategies and Biotechnology. Proc. of the 16th Meeting of the Fodder Crops Section of EUCARPIA, Wageningen, The Netherlands, 47-48.
- [12] Ostrowski R., Borowiecki J., 1997: Wartość pokarmowa siana i kiszonki z lucerny oraz mieszanek lucerny z *Festulolium* lub z *kostrzewą łąkową* oceniana na owcach. Roczn. Nauk. Zoot., t.24, z.3, 173-185.
- [13] Sliesaravicius A., 1988: Production and characteristic of interspecific and intergeneric hybrids between *Lolium* and *Festuca*. Proc. 15th Eucarpia Fodder Crops Section Meeting, Hungary, Szarvas, 117.
- [14] Sulinowski S., Zwierzykowski Z., Sękowska K., Sadowska H., 1976: Nowe mieszańce międzygatunkowe i międzyrodzajowe traw otrzymane w Zakładzie Genetyki Roślin PAN. Ogólnopolskie Seminarium "Problemy genetyki i hodowli traw" - Materiały ze zjazdów i konferencji. Zakład Genetyki Roślin PAN, Poznań, 90-91.
- [15] Thomas H., Humphreys M.O., 1991: Progress and potential of interspecific hybrids of *Lolium* and *Festuca*. J. Agric. Sci., Cambridge, 117: 1-8.
- [16] Zwierzykowski Z., Jokś W., Naganowska B., 1993: Potential of tetraploid x *Festulolium* (*Festuca pratensis* x *Lolium multiflorum*). In: Breeding Fodder Crops for Marginal Conditions. Proc of the 18th Meeting of EUCARPIA Fodder Crops Section, Loen, Norway, 299-300.
- [17] Zwierzykowski Z., Jokś W., Naganowska B., 1993: Mieszańce amfitetraploidalne *Festuca pratensis* Huds. x *Lolium multiflorum* Lam. [= x *Festulolium brauni* (K. Richter) A. Camus]. Biul. IHAR 188, 61-69.
- [18] Zwierzykowski Z., Naganowska B., 1994: Wykorzystanie mieszańców kompleksu *Lolium* - *Festuca* w hodowli. Genet. Pol. 35A, 11-17.

FESTULOLIUM CULTIVARS – BIOLOGICAL PROGRESS AND ITS EFFECT

Summary

The 1992-1997 research concerned 'Felopa' and 'Sulino', two Polish cultivars of *Festulolium*, tested under two optimal growing conditions. The results obtained from strict experiments allowed for the evaluation of market value of the cultivars as compared with that of *Festuca pratensis* Huds. and *Lolium multiflorum* Lam. Multi-year breeding projects showed a progress in yield quality, plant winterhardiness and in resistance of the *Festulolium* cultivars to drought. In 1998 'Felopa' and 'Sulino' entered the Polish Register of Cultivars.

Key words: *Festulolium* cultivars - 'Felopa', 'Sulino', biological progress, cultivar registration

JUSTIFICATION FOR THE INTRODUCTION
OF *Chenopodium quinoa* (Willd.)
Part one. CULTIVATION POTENTIAL, PHENOLOGY
AND MORPHOLOGY

Krzysztof Gęsiński, Barbara Kwiatkowska

Department of Botany and Ecology, Faculty of Agriculture
Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz

The field trials were made on light soil experimental plots near the city of Bydgoszcz from 1995 to 1997. Seven *Chenopodium quinoa* cultivars were studied. The present research concerned the *Chenopodium quinoa* plant development as well as biometric features, such as height, length of inflorescence, length of root system, dry matter of root system and dry matter of the over-the-ground part of plant. After the harvest, the number of plants per one square meter was determined. The results presented showed favourable climatic and habitat conditions of the *Chenopodium quinoa* cultivars investigated in Poland, except for the cultivars from the Peru group which did not produce seeds due to their long vegetation period required. The most favourable biometric features were found in the Olav cultivar.

Key words: *Chenopodium quinoa*, morphology, phenology, cultivation

1. INTRODUCTION

Chenopodium quinoa is a plant rich in nutrients which has been commonly cultivated in the region of the Andes, South America, since the times of the Inkas. At that time the crop was widely used as a foodstuff, being one of the basic components of South American diet as the cultivar seeds are rich in protein.

Lately an interest in *Chenopodium quinoa* has increased with discoveries of its agricultural potential, namely a positive reaction to fertilisation and flooding, high reproductive potential, resistance to pathogens and weeds and very good nutritive properties.

An insufficient biodiversity of foodstuffs as well as low-resistance mono-cultural cereal cultivation encourage researches to find a new species (for example *Chenopodium quinoa*), which, rich in nutritive value, requiring low resources, and being a high quality forecrop, it would be promising in crop-rotation and high quality products.

Chenopodium quinoa is the richest in nutrients of all the cereals; most importantly, in quality protein, hence a very good composition of aminoacids, in specific exogenous aminoacids [6, 7].

Furthermore, *Chenopodium quinoa* seeds are rich in minerals, such as K, P, Ca, Mg, S, Cu and in vitamins, such as B2, C, E and carotenoids [1-3]. Both *Chenopodium quinoa* seeds and green mass have a high nutritive value and, therefore, it can be used as a fodder. *Chenopodium quinoa* dry matter contains more protein than other fodder plants, including leguminous crops. With the above in mind and facing an increase in the number of diseases due to a nutrient deficit as a result of lowered biological diversity of foodstuffs, it is justifiable to conduct research to find such valuable species to be introduced into integrated plant production systems. It is also significant that such researches, conducted in Western Europe and world-wide, are supported and financed by FAO and the E.E.C. [10, 11].

The present paper presents the results of the primary investigation for the 5P06B 04914 research project, currently realised, financed by the State Committee for Scientific Research in Poland.

2. MATERIAL AND METHODS

The field trials were made on light soil experimental plots near the city of Bydgoszcz in 1995-1997. Seven *Chenopodium quinoa* cultivars, namely:

– of Chilli group:

- Q-225-3, Q-BX, Q-225-7, Q-22-7, four cultivars obtained from Oxford University (UK),
- Olav, a cultivar from Germany,

– of Bolivian group:

- White and Red, two cultivars from Peru, were researched.

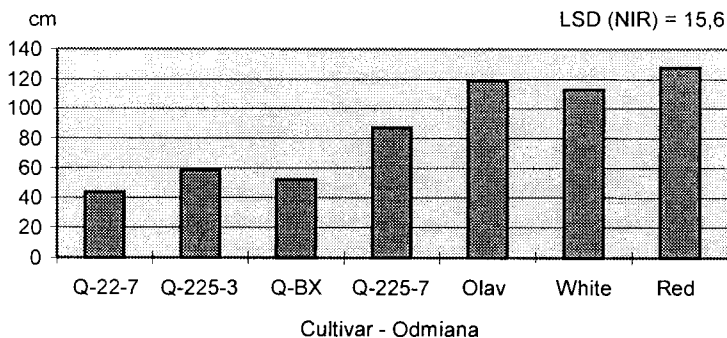
The experiment was set with a randomised complete sub-block design method with four replications on 7 square meter experimental plots. The soil was treated appropriately and fertilised with 75:53.5:53.5 kg of NPK/ha [2, 5, 8].

Chenopodium quinoa requires more than 5° C soil temperature, as shown in the research [8]. Consequently, the sowing dates were established in the first decade of May. Seeds were sown with 40 cm row spacing at the depth of 1.5 cm [3]. The suggested standard sowing rate, 17 kg ha⁻¹, was applied here [4].

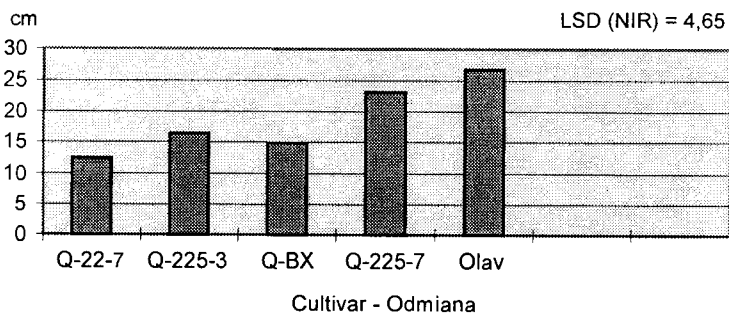
The present research concerned the *Chenopodium quinoa* ontogeny as well as its biometric features, such as height of plant, length of inflorescence, length of root system, dry matter of root system and dry matter of the over-the-ground part of plant. After the harvest, the number of plants per one square meter was determined. During the growing season, *Lygus nugalipensis*, which occurred sporadically, was destroyed with the Decis 2.5 EC preparation. The results were statistically analysed with the Tukey test (P = 95%).

3. RESULTS

The cultivars researched differed in height; the highest value of 128 cm was observed in the cultivars from Peru and Germany. The cultivars from England were shorter; the average value (87 cm) was observed in the Q-225-7 cultivar (Fig.1). The greatest inflorescence lengths were found in the Olav and Q-225-7 cultivars (Fig.2). The cultivars from Peru did not form any inflorescence.

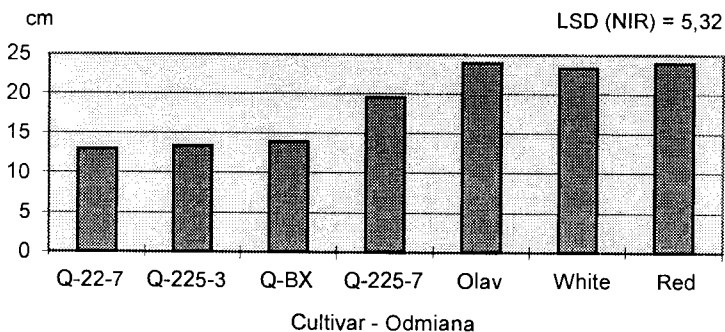
Fig.1. *Chenopodium quinoa* height of plant

Rys.1. Wysokość roślin komosy ryżowej

Fig.2. *Chenopodium quinoa* length of inflorescence

Rys.2. Długość kwiatostanów komosy ryżowej

The longest root system was observed in the Red, White Olav and Q-225-7 cultivars (Fig.3.), which was positively correlated with the dry matter of the underground plant part (Fig.4.). High values of dry matter of the over-the-ground plant part were recorded not only in Red, White and Olav but also in Q-225-7 (Fig.5).

Fig.3. *Chenopodium quinoa* length of root system

Rys.3. Długość systemu korzeniowego komosy ryżowej

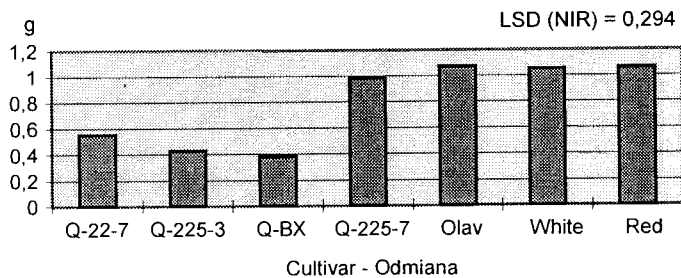


Fig.4. *Chenopodium quinoa* dry matter of root system
Rys.4. Sucha masa systemu korzeniowego komosy ryżowej

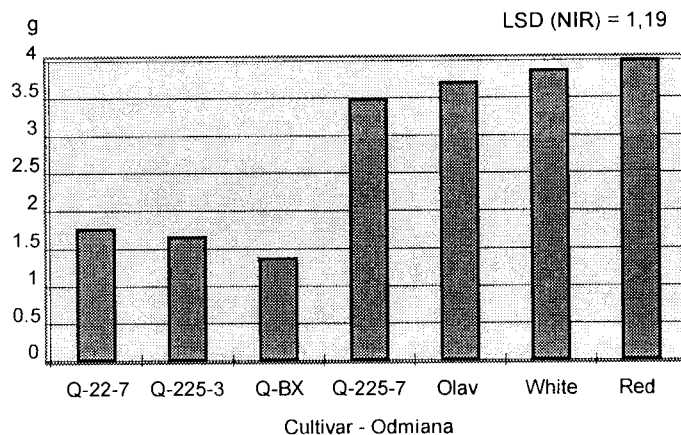


Fig.5. *Chenopodium quinoa* dry matter of the over-the-ground part of plant
Rys.5. Sucha masa części nadziemnej rośliny komosy ryżowej

The analysis of the number of plants calculated per square meter showed the highest values in Q-BX and Olav and the lowest in Q-22-7 and Q-225-7 (Fig.6).

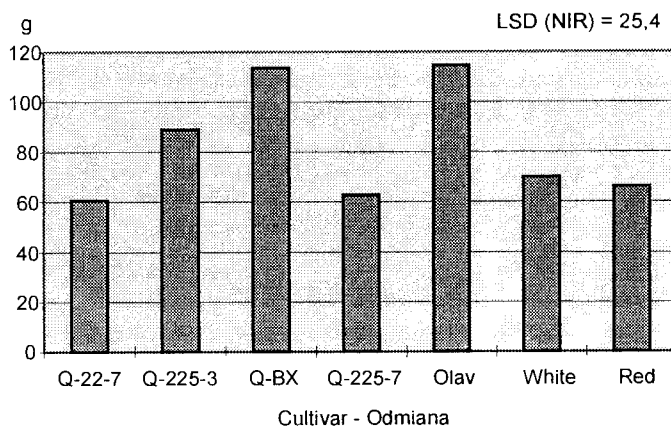


Fig.6. *Chenopodium quinoa* plant density
Rys.6. Obsada roślin komosy ryżowej

The ontogeny analysis showed very high growth energy of *Chenopodium quinoa* and different plant development of the cultivars (Table 1).

Table 1
Tabela 1

Plant development of *Chenopodium quinoa* (days)
Rozwój roślin komosy ryżowej w dniach

Cultivar Odmiana	Emergence Wschody	Inflorescence Kwiatostan	Beginning of flowering Początek kwitnienia	Full of flowering Pełnia kwitnienia	End of flowering Koniec kwitnienia	Milky maturity Dojrzałość mleczna	Full maturity Dojrzałość pełna
Q-225-3	5	40	44	51	60	82	122
Q-BX	4	41	47	55	63	85	123
Q-225-7	5	40	47	51	62	84	122
Q-22-7	5	39	43	53	59	82	120
Olav	4	43	48	59	69	95	136
White	6	125	-	-	-	-	-
Red	4	127	-	-	-	-	-

Two groups of plants were observed here. The first group included the cultivars which completed their development at full seed maturity phase (the cultivars from the Chilli group). The cultivars from Oxford University showed a vegetative period of about 120 days, whereas the cultivar from Germany about 130-140 days [8, 10]. The second group did not reach the seed-forming stage due to their long vegetation period of over 200 days (the cultivars from Bolivia). A considerable advantage of *Chenopodium quinoa* is its resistance to pathogens and weeds due to its extremely high growth energy and rapid distance close-up.

4. CONCLUSIONS

1. The results presented showed favourable climatic and habitat conditions of the *Chenopodium quinoa* cultivars researched in Poland, except for the cultivars from the Peru group which did not produce seeds due to their long vegetation period required.
2. The most favourable biometric features were found in the Olav cultivar.
3. The cultivars of *Chenopodium quinoa* differed in dry matter content of the over-the-ground part; the highest values were observed in Red, White, Olav and Q-225-7.
4. The high dry matter content found in the White and Red cultivars of *Chenopodium quinoa* encourages breeding tests to shorten their vegetation period and, consequently, shows a high potential for using the cultivars in green mass production.

LITERATURE

- [1] Carlsson R., 1989: Green biomass of native plants and new, cultivated crop for multiple use: food, fodder, fuel, fibre, for industry, phytochemical products and medicine. [W]: New crops for food and industry (edited by G. Wickens, N. Haq, P. Day), 223-234, 15, London.

- [2] Grochowski Z., 1996: Komosa ryżowa - *Chenopodium quinoa* Willd. [W]: Nowe rośliny uprawne na cele spożywcze, przemysłowe i jako odnawialne źródła energii. SGGW Warszawa, 44-59.
- [3] Grochowski Z., 1998: Biologia, uprawa i wykorzystanie komosy ryżowej (*Chenopodium quinoa* Willd.) w Polsce. Hodowla Roślin i Nasiennictwo, nr 2, 21-26.
- [4] Jacobsen S.E., Jorgensen I., Stolen O., 1994: Cultivation of quinoa (*Chenopodium quinoa*) under temperate climatic conditions in Denmark. Journal of Agricultural Science, 122: 47-52.
- [5] Jahnson D.L., Ward S.M., 1993: Quinoa. [W]: New crops (edited by John Wiley and Sons), 222-227, ref., New York, USA.
- [6] Nalborczyk E., 1995: Znaczenie zachowania zasobów genowych roślin dla środowiska i rolnictwa. [W]: Problemy różnorodności biologicznej, Komitet Naukowy „Człowiek i Środowisko”, 19-29. Oficyna Wydawnicza IE PAN.
- [7] Nalborczyk E., 1996: Potencjalne możliwości plonowania i poprawy jakości roślin uprawnych. Przemysł Spożywczy, 50.
- [8] Risi J., Galwey N.W., 1989: *Chenopodium quinoa* of the Andes: a crop for temperate latitudes. [W]: New crop for food and industry (edited by G. Wickens, N. Haq, P. Day), 21, London.
- [9] Risi J., Galwey N.W., 1991: Genotype × Environment Interaction in the Andean Grain Crop *Quinoa* (*Chenopodium quinoa*) in Temperate Environments. Plant Breeding 107, 141-147.
- [10] Ritter E., 1986: Anbau und vewendungsmoglichkeiten von *Chenopodium quinoa* Willd. in Deutschland aus Bielefeld, Bonn.
- [11] Whali Ch., 1990: Quinoa - hacia su cultivo comercial. Publicato por. S.A. Latin-reco, Casilla 6053, Quito, Ecuador.

PODSTAWY INTRODUKCJI *Chenopodium quinoa* (Willd.)
Część pierwsza. POTENCJALNE MOŻLIWOŚCI UPRAWY,
FENOLOGIA I MORFOLOGIA

Streszczenie

Badania zostały przeprowadzone na poletkach doświadczalnych w pobliżu Bydgoszczy, na glebie lekkiej w latach 1995-1997. Analizom poddano siedem odmian *Chenopodium quinoa*. Prezentowane badania obejmowały fazy rozwojowe *Chenopodium quinoa*, jak również takie cechy biometryczne jak wysokość roślin, długość kwiatostanu, długość systemu korzeniowego, suchą masę systemu korzeniowego i suchą masę części nadziemnej roślin. Po zbiorze została określona liczba roślin na metr kwadratowy. Prezentowane wyniki wykazały przystosowanie badanych odmian *Chenopodium quinoa* do klimatycznych i siedliskowych warunków Polski, z wyjątkiem odmian z Peru. Odmiany te nie wytworzyły nasion z powodu zbyt długiego okresu wegetacji. Najkorzystniejsze cechy biometryczne stwierdzono u odmiany Olav.

Słowa kluczowe: *Chenopodium quinoa*, morfologia, fenologia, uprawa

AKADEMIA TECHNICZNO-ROLNICZA IM. JANA I JĘDRZEJA ŚNIADECKICH
W BYDGOSZCZY
ZESZYTY NAUKOWE NR 220 – ROLNICTWO (44) – 1999

JUSTIFICATION FOR THE INTRODUCTION
OF *Chenopodium quinoa* (Willd.)
Part two. YIELDING ON LIGHT SOIL

Krzysztof Gęsiński, Barbara Kwiatkowska

Department of Botany and Ecology, Faculty of Agriculture
Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz

The field trials were made on light soil experimental plots near the city of Bydgoszcz in 1995-1997. Seven *Chenopodium quinoa* cultivars were researched. The dry matter and seed yields were estimated. The contents of ash, crude fat, crude fibre and total protein were determined. The cultivars researched showed varied dry matter and seed yields and contents of nutrients. The most significant yields of dry matter and seeds were observed in the Olav cultivar which showed most potential for cultivation on light soil, as compared with the other cultivars.

Keywords: *Chenopodium quinoa*, introduction, yielding, cultivation

1. INTRODUCTION

The economic and social transformation, taking place in Poland has brought about numerous changes in agricultural production. They are a result of a simplified production system, and, especially a decrease in production costs. In practice it often means violating the most favourable crop-rotation, and hence cereal mono-cultures. To solve the problem, an introduction of a new species of dicotyledonous plants which, at low costs and with a good forecrop value, would be promising in crop-rotation. *Chenopodium quinoa* could be used here [1, 4-6, 8, 9].

The species has been cultivated for centuries in the Andes, South America, especially in Chile, Equador, Peru and Bolivia. Its cultures can be found at 4300 m above sea level and even higher where no cereal could be grown [9, 11]. *Chenopodium quinoa* is cultivated on the plateau of Altiplano with its poor soils, high temperatures during the day and very low temperatures at night and a very low annual rainfall of 200 mm. All the above qualifies it as a plant growing in a very severe climate and low fertility habitats, which makes it justifiable to conduct research on *Chenopodium quinoa* cropping potential when cultivated on light soils in Poland.

The present paper presents the results of the primary investigation for the 5P06B 04914 research project, currently realised, financed by the State Committee for Scientific Research in Poland.

2. MATERIAL AND METHODS

The field trials were made on light soil experimental plots near the city of Bydgoszcz in 1995-1997. The soil was treated appropriately and fertilised with 75:53.5:53.5 kg of NPK/ha [5, 7, 9]. Seven *Chenopodium quinoa* cultivars were studied.

Two field trials were set. The aim of the first one was to estimate the dry matter yield of *Chenopodium quinoa* to be used as a fodder, while the second one concerned the seed yield. The experiments were set as a randomised complete sub-block design in four replications.

The sowing dates were established between May, 1st and 10th, [2, 3, 10], while the harvest dates between September, 2nd and 21st. The dry matter and seed yields were estimated. The contents of ash, crude fat, crude fibre and total protein were determined with the Weenden method. Before the experiment was set, chemical analysis of soil was conducted to define acidity, organic carbon content, done with the Tiurin method, and humus percentage. The kind of soil, content of phosphorus and potassium, with Egner-Riehm method, and magnesium, with Schachtschabel method, as well as the contents of N-NH₄ and N-NO₃ were defined here.

During the growing season, *Lygus nugulipensis*, which occurred sporadically, were destroyed with the Decis 2.5 EC. The results were statistically analysed with the Tukey test (P = 95 %).

3. RESULTS

The analysis showed that the soil under study was slightly loamy sand, with approximately 10% of floatable particles. The soil reaction was alkaline. In spite of its high permeability, the soil showed the humic content of 1.33% and a high content of phosphorus (17.96 mg/100 g) and magnesium (4.1 mg/100 g), however a low content of potassium (3.5 mg/100 g). N-NH₄ amounted to 0.7 mg/100 g and N-NO₃ to 2.1 mg/100 g.

The vegetation period temperature in 1995-1997 did not differ considerably (Table 1). The rainfall from May to August 1996 was higher, as compared with respective values in 1995 and 1997, which was due to a higher rainfall at the beginning and the end of the vegetation periods (Table 2). The fluctuations, however, did not influence the growth and yielding of *Chenopodium quinoa* significantly.

Table 1
Tabela 1

Średnia dobowa temperatura powietrza w °C
Mean daily air temperature (°C)

Year Rok	Month – Miesiąc												Mean Średnia V-IX
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1995	-0.9	3.2	2.8	8.2	13.0	16.8	21.0	19.7	13.2	10.6	0.9	-5.0	16.7
1996	-6.1	-6.4	-1.8	8.0	12.6	15.3	15.8	18.1	10.4	8.9	4.3	-4.9	14.4
1997	-4.4	1.8	2.8	4.7	11.5	16.0	17.7	19.9	13.2	6.8	2.3	0.6	15.7

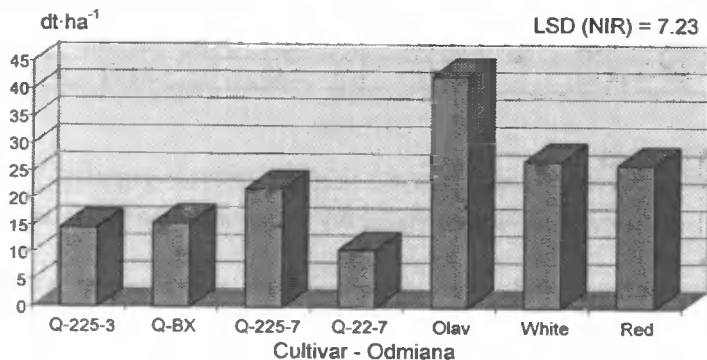
Table 2

Tabela 2

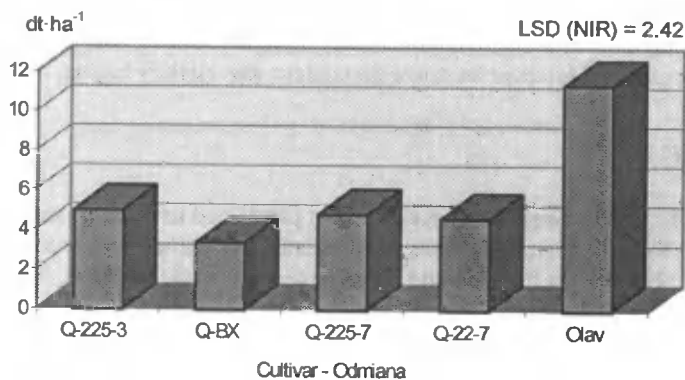
Rainfall (mm)
Suma opadów w mm

Year Rok	Month – Miesiąc												Total Razem
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1995	22	26	24	26	52	52	12	56	94	15	10	13	432
1996	8	23	4	19	104	40	92	95	43	22	23	5	478
1997	2	36	28	21	96	37	108	15	24	29	20	32	448

The *Chenopodium quinoa* yielding was defined with dry matter and seed yields. In 1995-1997 the dry matter yield amounted to 10.5 to 42.4 dt/ha for all the cultivars (Fig.1), however the highest values were observed in Olav and they were two to four times higher. As for the seed yields, they amounted from 3.4 to 11.4 dt/ha, and, here again, the highest values were observed in Olav (Fig.2).

Fig.1. *Chenopodium quinoa* dry matter yield

Rys.1. Plon suchej masy komosy ryżowej

Fig.2. *Chenopodium quinoa* seed yield

Rys.2. Plon nasion komosy ryżowej

The chemical analysis showed that the contents of ash, total protein, crude fibre and crude fat in dry matter as well as of dry matter varied. The highest values of crude protein were observed in the Red cultivar, which was also rich in other nutrients (Table 3).

Table 3
Tabela 3

Contents of ash, total protein, crude fibre and crude fat in dry matter (%)
Zawartość popiołu, białka ogólnego, włókna surowego i tłuszczu surowego
w suchej masie (%)

Cultivars Odmiany	Dry matter Sucha masa	Crude ash Popiół surowy	Crude fat Tłuszcz surowy	Crude fibre Włókno surowe	Total protein Białko ogólne
White	21.56	10.07	1.33	29.21	8.51
Red	17.35	13.68	1.82	31.70	13.22
Olav	20.01	11.89	2.49	19.28	11.37
Q-225-7	20.08	11.21	2.34	24.95	9.76
Q-BX	19.70	11.83	2.18	22.96	11.13
Q-225-3	19.86	11.54	2.57	23.59	10.94
Q-2-2-7	18.45	11.82	2.49	21.52	11.22

4. CONCLUSIONS

1. The cultivars researched showed varied dry matter and seed yields and contents of nutrients.
2. The most significant yields of dry matter and seeds were observed in the Olav cultivar, which showed the highest potential for cultivation on light soil, as compared with the other cultivars.
3. The percentages of total protein, crude fibre, ashes and crude fat in the *Chenopodium quinoa* cultivars were compliant with the animal feeding standards.
4. The highest content of nutrients, except for crude fat, was found in the dry matter of the Red cultivar while slightly lower, as compared with cv. Red, in the dry matter of the Olav cultivar. However its crude fat content was slightly higher.

LITERATURE

- [1] Carlsson R., 1989: Green biomass of native plants and new, cultivated crop for multiple use: food, fodder, fuel, fibre, for industry, phytochemical products and medicine. [W]: New crops for food and industry (edited by G. Wickens, N. Haq, P. Day), 223-234, 15, London.
- [2] Grochowski Z., 1996: Komosa ryżowa - *Chenopodium quinoa* Willd. [W]: Nowe rośliny uprawne na cele spożywcze, przemysłowe i jako odnawialne źródła energii. 44-59, SGGW Warszawa.
- [3] Grochowski Z., 1998: Biologia, uprawa i wykorzystanie komosy ryżowej (*Chenopodium quinoa* Willd.) w Polsce. Hodowla Roślin i Nasiennictwo, nr 2, 21-26.

- [4] Jacobsen S.E., Jorgensen I., Stolen O., 1994: Cultivation of quinoa (*Chenopodium quinoa*) under temperate climatic conditions in Denmark. *Journal of Agricultural Science* 122: 47-52.
- [5] Jahnson D.L., Ward S.M., 1993: Quinoa. [W]: *New crops* (edited by John Wiley and Sons), 222-227, ref., New York, USA.
- [6] Nalborczyk E., 1995: Znaczenie zachowania zasobów genowych roślin dla środowiska i rolnictwa. [W]: *Problemy różnorodności biologicznej*, Komitet Naukowy „Człowiek i Środowisko”. Oficyna Wydawnicza IE PAN, 19-29.
- [7] Nalborczyk E., 1996: Potencjalne możliwości plonowania i poprawy jakości roślin uprawnych. *Przemysł Spożywczy*, 50.
- [8] Podbielkowski Z., 1992: *Rośliny użytkowe*. Warszawa.
- [9] Risi J., Galwey N.W., 1989: *Chenopodium quinoa* of the Andes: a crop for temperate latitudes. [W]: *New crop for food and industry* (edited by G. Wickens, N. Haq, P. Day), 21, London.
- [10] Risi J., Galwey N.W., 1991: Effects of sowing date and sowing rate on plant development and grain yield of quinoa (*Chenopodium quinoa*) in temperate environments. *Journal of Agricultural Science*, 117: 325-332.
- [11] Whali Ch., 1990: Quinoa - hacia su cultivo comercial. Publicato por. S.A. Latin-reco, Casilla 6053, Quito, Ecuador.

PODSTAWY INTRODUKCJI *Chenopodium quinoa* (Willd.)

Część druga. PLONOWANIE NA GLEBIE LEKKIEJ

Streszczenie

Badania zostały przeprowadzone na poletkach doświadczalnych w pobliżu Bydgoszczy, na glebie lekkiej w latach 1995-1997. Analizom poddano siedem odmian *Chenopodium quinoa*. Oceniano plon suchej masy i plon nasion. Została określona zawartość popiołu surowego, tłuszczu surowego, włókna surowego i białka ogólnego.. Badania wykazały zróżnicowanie plonu suchej masy i plonu nasion oraz zawartości składników pokarmowych. Największy plon suchej masy i nasion stwierdzono u odmiany Olav, która wykazała największe potencjalne możliwości uprawy na glebach lekkich w porównaniu z innymi odmianami.

Słowa kluczowe: *Chenopodium quinoa*, introdukcja, plonowanie, uprawa

SORPCJA OŁOWIU PRZEZ RÓŻNE TYPY GLEB

Sławomir S. Gonet, Bożena Dębska, Kazimiera Wegner

Katedra Chemii Środowiska, Wydział Rolniczy ATR
ul. Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz

Celem pracy było określenie zdolności sorpcyjnych różnych typów gleb względem jonów ołowiu. Oznaczenia wykonano dla próbek wyjściowych oraz próbek gleb, w których próchnicę usunięto przy użyciu wody utlenionej. Proces sorpcji jonów ołowiu prowadzono, stosując roztwory o stężeniach od 5 do 60 mg Pb^{2+}/dm^3 . Zawartość Pb^{2+} w roztworach równowagowych oznaczono metodą jonometryczną, a otrzymane wyniki pomiarów adsorpcji jonów Pb^{2+} wykorzystano do wyznaczenia izoterm adsorpcji Langmuira. Otrzymane wyniki badań potwierdziły zasadność stosowania równania Langmuira do opisu sorpcji jonów ołowiu przez gleby, ponadto wykazały ścisłą zależność między sorpcją maksymalną, jaką charakteryzowały się badane próbki, a ich powierzchnią właściwą wyznaczoną metodą sorpcji błękitu metylenowego.

Słowa kluczowe: adsorpcja, ołów, izoterma Langmuira

1. WSTĘP

Naturalnym źródłem metali ciężkich w glebach jest skała macierzysta, z której gleby powstały. Ilość metali ciężkich pochodzących z naturalnego źródła jest wprawdzie zróżnicowana, ale nie zagraża żyzności gleb, a więc nie pogarsza warunków wzrostu roślin i ich jakości. Jednak ponad 90% ogólnej zawartości metali ciężkich w glebach pochodzi z zanieczyszczeń antropogenicznych. Źródłem antropogenicznego zanieczyszczenia gleb są stosowane do nawożenia osady ściekowe, odpady, niektóre środki ochrony roślin i nawozy, a przede wszystkim emisje pyłowe pochodzenia przemysłowego i komunikacyjnego [4, 6]. Około 90% metali ciężkich dostaje się do gleby wraz z opadami atmosferycznymi. Wnoszone do gleby metale ciężkie są w pewnym zakresie w niej kumulowane, co przyczynia się do częściowej detoksykacji środowiska. Zdolność do zatrzymywania wprowadzanych metali przez gleby może być bardzo różna. Procesy sorpcyjne gleb uwarunkowane są obecnością silnie zdyspergowanej mineralnej, organicznej i mineralno-organicznej fazy stałej gleby, zwanej kompleksem sorpcyjnym [2, 5, 7]. Dzięki posiadaniu grup funkcyjnych, takich jak karboksylowe, hydroksylowe, aminowe i inne, glebowa materia organiczna posiada wielokrotnie wyższe zdolności sorpcyjne w porównaniu z jej częścią mineralną [1, 2, 10].

Celem niniejszej pracy było określenie zdolności sorpcyjnych różnych typów gleb względem jonów ołowiu.

2. MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Do badań pobrano próbki z poziomów próchnicznych 19 różnych typów gleb: brunatnych (2 próbki), czarnych ziem (6), czarnoziemiu (1), rędziny (1), biellicowych (2), rdzawych (2) i płowych (5). W próbkach gleb oznaczono powierzchnię właściwą metodą błękitu metylenowego [9], zawartość węgla organicznego analizatorem TOC Primacs^{SC} firmy Skalar z różnicy oznaczonego węgla ogółem (TC) i węgla nieorganicznego (IC) oraz skład granulometryczny - metodą areometryczną wg Prószyńskiego (tab.1).

W celu oznaczenia zawartości Pb^{2+} w roztworach równowagowych, uzyskanych po ukończeniu procesu sorpcji przez badane gleby, zastosowano następujący tok postępowania analitycznego.

Do 1 g s.m. gleby dodawano 200 cm³ wodnych roztworów $Pb(ClO_4)_2$ o wzrastających stężeniach początkowych (C_w - 5, 10, 15, 20, 30, 40, 60 mg Pb^{2+}/dm^3). Stosunek gleba - roztwór 1:200 oraz stężenie roztworów wyjściowych ustalono eksperymentalnie w doświadczeniu wstępnym. Wartości pH roztworów wyjściowych doprowadzono do poziomu 5,5, używając do tego celu roztworów NH_4OH i $HClO_4$. Próbki gleby z roztworami wytrząsano mechanicznie przez 2 h. Po upływie 24 h roztwór zlanano z osadu i przesączono. W przesączu oznaczono pH oraz zawartość ołowiu metodą jonometryczną, jonometrem 920A firmy ORION. Ilość zaadsorbowanych jonów Pb^{2+} obliczono z różnicy stężeń roztworów przed i po sorpcji.

Oznaczenia wykonano dla próbek wyjściowych oraz próbek, w których próchnicę usunięto metodą z użyciem wody utlenionej.

Wyniki otrzymanych oznaczeń sorpcji jonów Pb^{2+} przez poszczególne próby gleb wykorzystano do konstrukcji równań adsorpcji Langmuira [3, 8]:

$$X = a X_m C / (1 + a C)$$

gdzie:

- X - ilość składnika zaadsorbowanego przez jednostkę masy adsorbenta [mg/kg],
- C - stężenie składnika adsorbowanego w roztworze w stanie równowagi [mg/dm³],
- a - współczynnik wyrażający powinowactwo adsorbentu do adsorbentu [dm³/mg],
- X_m - współczynnik - maksimum adsorpcji [mg/kg].

Na podstawie wartości X_m wyznaczono różnice sorpcji jonów ołowiu między próbkami wyjściowymi a pozbawionymi materii organicznej (ΔX_m).

3. OMÓWIENIE WYNIKÓW I DYSKUSJA

Zawartość węgla organicznego (TOC - tab. 1) w analizowanych próbkach mieściła się w granicach od 7,3 (gleba płowa - PL 3) do 35,1 g/kg (czarna ziemia - CZ 17). Na ogół próbki gleb o większej zawartości węgla charakteryzowały się większą powierzchnią właściwą (SBM - tab. 1). Współczynnik korelacji między zawartością węgla a powierzchnią właściwą analizowanych gleb wynosił $r = 0,70$ ($p < 0,05$). Po usunięciu materii organicznej powierzchnia właściwa badanych próbek znacznie się zmniejszyła: w próbkach gleb biellicowych o około 95%, natomiast w pozostałych od 30 do 76%.

Największą powierzchnią właściwą po usunięciu materii organicznej, podobnie jak w próbkach wyjściowych, charakteryzowała się rędzina.

Tabela 1

Table 1

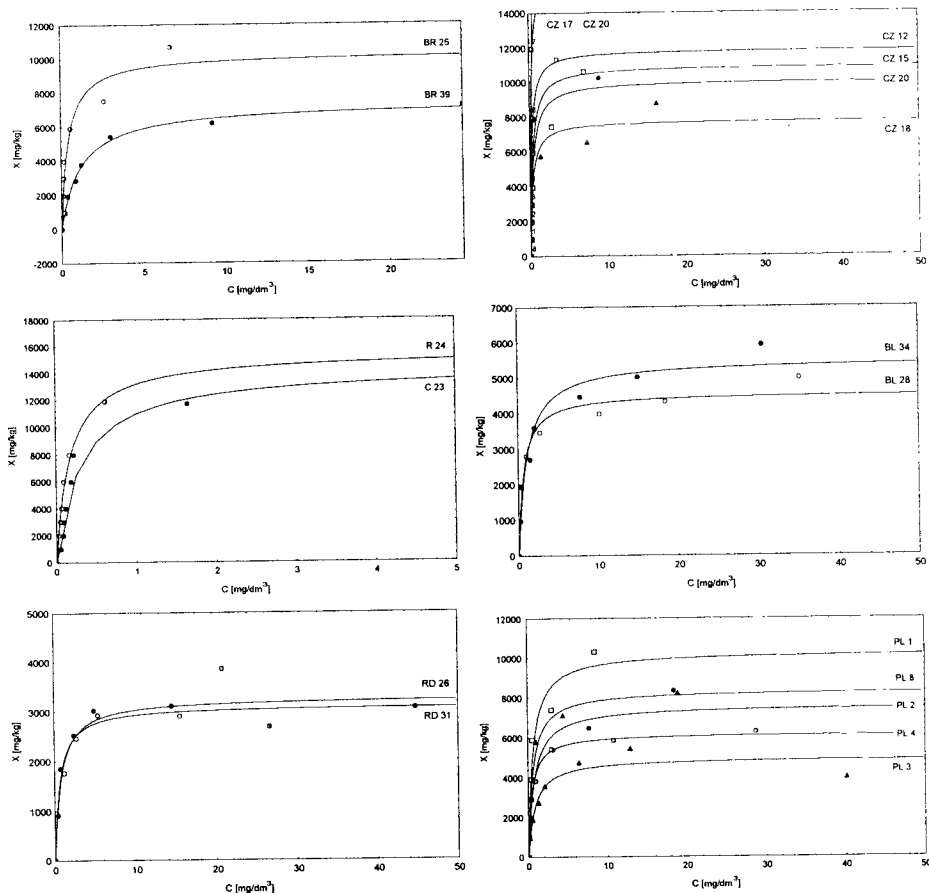
Wykaz próbek gleb pobranych do badań oraz zawartość części koloidalnych (KOL), TOC i powierzchnia właściwa próbek wyjściowych (SBM) oraz pozbawionych materii organicznej (SBMu)

List of soil samples, colloid clay (KOL) and TOC contents and specific surface of initial samples (SBM) and those without organic matter (SBMu)

Nr próbki Sample no	Typ gleby Soil type	Miejsce poboru próbek Sampling site	ϕ <0,002 [%]	SBM [m ² /g]	SBMu [m ² /g]	TOC [g/kg]
BR 39	Gleba brunatna (Ap)	Batkowo k/Inowrocławia	8	28,52	14,51	8,90
BR 25	Gleba brunatna (Ap)	Mydlniki k/Krakowa	7	70,92	24,20	19,1
CZ 12	Czarna ziemia (Ap)	Kruśliwiec k/Inowrocławia	15	51,60	24,37	21,1
CZ 15	Czarna ziemia (Ap)	Wielkopole k/Konina	16	52,58	23,93	16,0
CZ 17	Czarna ziemia (Ap)	Reszel k/Olsztyna	38	110	37,77	35,1
CZ 18	Czarna ziemia (Ap)	Ostoja k/Szczecina	14	40,84	15,90	10,4
CZ 20	Czarna ziemia (Ap)	Pyrzyce k/Szczecina	15	73,56	31,55	14,5
CZ 22	Czarna ziemia (Ap)	Obojno k/Pyryc	32	104	71,70	31,1
C 23	Czarnoziem (Ap)	Pobiednik k/Krakowa	22	89,51	37,70	22,5
R 24	Rędzina (Ap)	Mydlniki k/Krakowa	31	1,1	89,30	32,7
BL 28	Gleba bielnicowa (AEes)	Bartoły Wielkie k/Olsztyna	3	34,73	1,06	24,6
BL 34	Gleba bielnicowa (AEes)	Dobieszczyń k/Szczecina	4	47,45	2,00	34,3
RD 26	Gleba rdzawa (ABv)	Ślesin k/Konina	3	13,78	6,36	12,7
RD 31	Gleba rdzawa (ABv)	Bartoły Wielkie k/Olsztyna	7	19,16	4,57	15,2
PL 4	Gleba płowa (Ap)	Zalesie k/Inowrocławia	5	14,35	4,57	8,00
PL 3	Gleba płowa (Ap)	Kleczewo k/Konina	5	13,04	3,18	7,30
PL 1	Gleba płowa (Ap)	Reszel k/Olsztyna	18	73,49	40,11	11,4
PL 2	Gleba płowa (Ap)	Ostoja k/Szczecina	10	18,20	10,11	10,1
PL 8	Gleba płowa (Ap)	Łazy k/Krakowa	13	32,22	22,50	11,6

Na podstawie wyników adsorpcji jonów ołowiu przez próbki gleb wyjściowych i pozbawianych materii organicznej obliczono równania adsorpcji Langmuira. Wykresy izoterm Langmuira dla adsorpcji jonów Pb²⁺ przez próbki wyjściowe oraz próbki pozbawione materii organicznej przedstawiono na rysunkach 1 i 2, natomiast wartości parametrów izoterm oraz wartości współczynników korelacji danych eksperymentalnych z obliczonym, w tabeli 2.

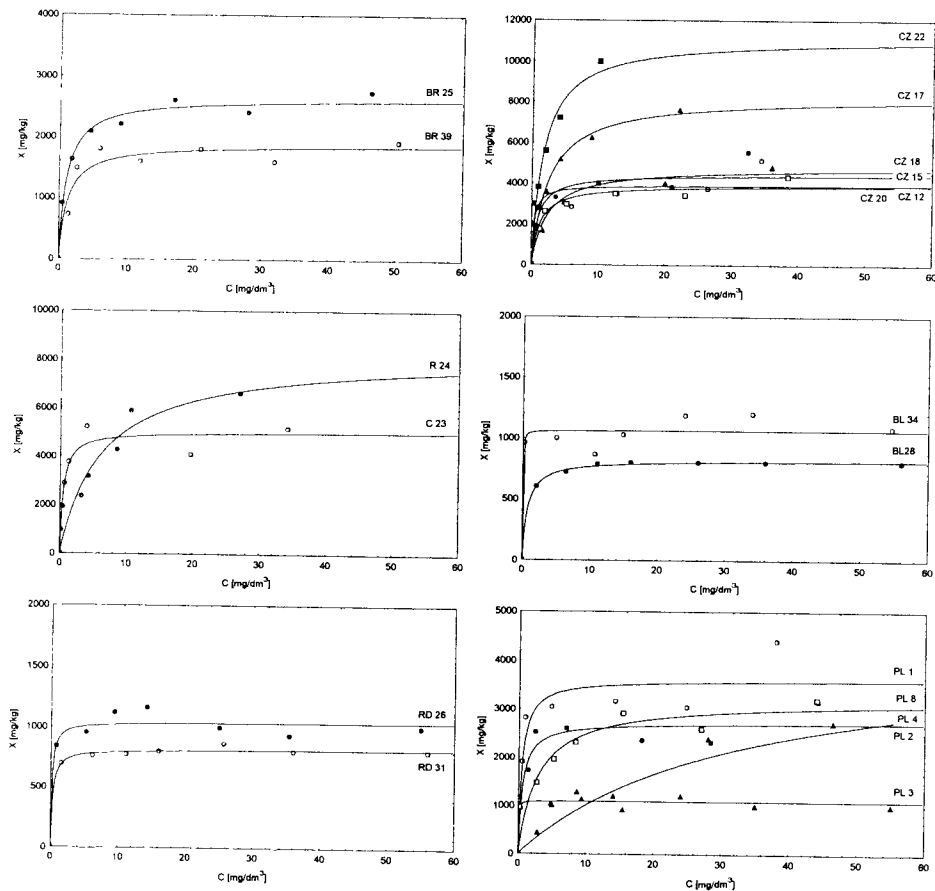
Równanie izoterm Langmuira jest powszechnie stosowane do opisu sorpcji jonów metali przez gleby, ponieważ stałe równania Langmuira posiadają sens fizyczny. Parametr X_m, zgodnie z teorią Langmuira, określa maksimum adsorpcji (zwany jest też „adsorpcją maksymalną”), a wartość stałej „a” jest czynnikiem związanym z energią procesu wiązania jonów przez gleby [3]. Ponadto należy podkreślić, że dane doświadczalne na ogół dobrze spełniają to równanie w szerokim zakresie stężeń, co zostało również potwierdzone w niniejszym doświadczeniu (współczynniki korelacji od 0,9114 do 0,9992). Jest to szczególnie istotne, jeżeli weźmie się pod uwagę fakt, że gleba nie jest układem jednorodnym z punktu widzenia struktury sorbentów.



Rys.1. Wykresy izoterm adsorpcji jonów ołowiu przez gleby

Fig.1. Curves of isotherms of lead ion adsorption by soils

Niemożliwe jest jednak jednoznaczne przyjęcie podstawy teorii Langmuira [8]. Dla badanego układu mało prawdopodobne jest powstanie na powierzchni gleby warstwy monomolekularnej, a tym samym przyjmowanie definitywnie jednoznacznego mechanizmu sorpcji. Na podstawie uzyskanych izoterm adsorpcji (rys.1 i 2) można jednak stwierdzić, że występujący w glebie zespół rodzajów sorpcji charakteryzuje się dążeniem do ustalenia stanu równowagi dynamicznej oraz określoną pojemnością sorpcyjną. Otrzymane wartości parametru X_m (tabela 2) dla próbek gleb wyjściowych wskazują, że zdecydowanie najwyższą możliwością sorpcji jonów ołowiu charakteryzują się czarna ziemia pobrana w Obojnie (CZ 22), rędzina i czarnoziem. Najniższą „adsorpcją maksymalną” charakteryzowały się gleby rdzawe. Należy zwrócić uwagę na dużą rozpiętość zdolności sorpcyjnych przez poszczególne typy gleb, co jest konsekwencją zawartości TOC w tych próbkach, powierzchni właściwej, jaką posiadały próbki gleb, oraz zawartości części koloidalnych (KOL). Współczynniki korelacji między wartościami parametru X_m a TOC, SBM i KOL wynosiły odpowiednio: 0,51, 0,83 i 0,86 ($p < 0,05$).



Rys.2. Wykresy izoterm adsorpcji próbek gleb, w których usunięto materię organiczną

Fig.2. Curves of isotherms of lead ion adsorption by soils without organic matter

Wyznaczone z równania Langmuira wartości stałej „a” sugerują, że pod względem energetycznym adsorpcja jonów ołowiu przez badane próbki jest zróżnicowana. Usunięcie materii organicznej z gleb pogłębiło znacznie te różnice, odnotowano bowiem zarówno wzrost wartości parametru „a” (np. w próbce oznaczonej symbolem BL 34), jak również spadek energii, z jaką próbki wiązały jony Pb^{2+} . Wartość parametru określającego „adsorpcję maksymalną” była dla wszystkich próbek, w których usunięto materię organiczną, zdecydowanie niższa w porównaniu z próbkami wyjściowymi. Najniższą wartością stałej X_m charakteryzowały się próbki pochodzące z gleb bielcowych oraz rdzawych, najwyższą próbka oznaczona symbolem CZ 22. Natomiast najmniejszy, wynoszący 32,5%, spadek współczynnika X_m zanotowano dla czarnej ziemi pobranej z okolic Olsztyna (CZ 17). Gleba ta wytworzona jest z bardzo ciężkiego materiału o dużej zawartości części koloidalnych (38% - tabela 1). Dla próbek pozbawionych materii organicznej, podobnie jak dla próbek wyjściowych, wartość parametru określającego „adsorpcję maksymalną” determinowana była powierzchnią właściwą tych próbek, a więc i zawartością części koloidalnych (współczynniki korelacji między X_m a SBMu i KOL wynosiły od-

powiednio: 0,85 i 0,91 ($p < 0,05$)). Można by również przypuszczać, że wartości różnic X_m między próbkami wyjściowymi a pozbawionymi materii organicznej, powinny korelować z zawartością TOC w próbkach gleb, takiej zależności jednak nie stwierdzono. Najprawdopodobniej jest to spowodowane faktem występowania różnych mechanizmów wiązania jonów metali przez składniki gleb. Z jednej strony adsorpcja jonów metali ciężkich zachodzi bezpośrednio przez substancje humusowe oraz składniki mineralne (głównie przez minerały ilaste), z drugiej strony metale ciężkie mogą być wiązane przez składniki gleby, tworząc mostki między substancjami humusowymi i minerałami ilastymi. W takim przypadku wyniki prostych obliczeń są zakłócone, gdyż jeden jon jednorodnie bierze udział w wysycaniu możliwości sorpcyjnych zarówno substancji humusowych, jak i minerałów ilastych.

Tabela 2
Table 2

Wartości stałych oraz współczynników korelacji równania Langmuira dla adsorpcji jonów Pb^{2+} przez badane próbki oraz wartości różnic parametru X_m między próbkami wyjściowymi a próbkami po usunięciu materii organicznej (ΔX_m)

Constants and correlation coefficients of the Langmuir equation for lead ions adsorption by the sampled soils studied and values of the X_m parameter between initial samples and those without organic matter (ΔX_m)

Nr próbki Sample no	a [dm ³ /mg]	X_m [mg/kg]	r	a [dm ³ /mg]	X_m [mg/kg]	r	ΔX_m [mg/kg]
	dla próbek wyjściowych for initial samples			po usunięciu materii organicznej without organic matter			
BR 39	0,833	7288	0,9875	0,792	1885	0,9604	5403
BR 25	2,295	10261	0,9727	0,892	2636	0,9927	7625
CZ 12	5,158	11662	0,9573	2,753	3910	0,9114	7752
CZ 15	3,106	10912	0,9854	1,095	4444	0,9403	6468
CZ 17	0,015	12212	0,9464	0,399	8247	0,9966	3965
CZ 18	3,197	7754	0,9678	0,433	4803	0,9773	2951
CZ 20	2,692	10052	0,9717	0,828	3922	0,9724	6130
CZ 22	5,749	16718	0,9826	0,568	11147	0,9366	5571
C 23	3,304	14268	0,9643	2,083	5032	0,9713	9236
R 24	5,702	15461	0,9930	0,161	8221	0,9514	7240
BL 28	1,579	4547	0,9882	1,345	822	0,9992	3725
BL 34	0,934	5497	0,9709	44,40	1063	0,9625	4434
RD 26	1,266	3268	0,9569	5,40	1041	0,9770	2227
RD 31	1,555	3115	0,9807	3,38	817	0,9958	2298
PL 4	2,126	6181	0,9940	0,029	4407	0,9917	1774
PL 3	1,208	4949	0,9658	28,78	1095	0,9775	3854
PL 1	1,630	10277	0,9803	2,044	3607	0,9447	6670
PL 2	1,317	7593	0,9730	1,071	2735	0,9601	4858
PL 8	1,715	8353	0,9963	0,350	3198	0,9501	5155

- a - współczynnik wyrażający powinowactwo adsorbentu do adsorbentu,
coefficient expressing the relationship between adsorbent and adsorbate,
 X_m - współczynnik - maksimum adsorpcji,
coefficient - adsorption maximum,
r - współczynnik korelacji, istotność z prawdopodobieństwem 95 %,
correlation coefficient, significance at $P = 95 \%$.

Otrzymane wyniki badań pozwoliły na wyznaczenie równania regresji:

$$X_m = 0,830 (\text{TOC}) + 1,719 (\text{KOL})$$

gdzie:

- X_m - maksimum adsorpcji (mmol/kg),
- TOC - zawartość węgla organicznego (g/kg),
- KOL - zawartość frakcji koloidalnej (%),

które ilościowo wiąże wielkość całkowitej sorpcji ołowiu, wyznaczonej na podstawie równania Langmuira, z zawartością węgla organicznego i frakcji koloidalnej w glebach.

4. WNIOSKI

1. Dane doświadczalne wykazały wysokie współczynniki korelacji z wartościami stałych wyznaczonych z równania Langmuira, co w pełni potwierdza zasadność stosowania tego równania do opisu sorpcji jonów ołowiu przez gleby.
2. Usunięcie materii organicznej z próbek gleb w sposób istotny obniża zdolności sorpcyjne względem jonów ołowiu.
3. Wyznaczone z równania Langmuira wartości parametru X_m , dla próbek wyjściowych i pozbawionych materii organicznej, korelowały dodatnio z powierzchnią właściwą oznaczoną metodą sorpcji BM oraz zawartością frakcji koloidalnych.

Badania zostały wykonane w ramach projektu badawczego PB-611/P06/96/11 finansowanego przez Komitet Badań Naukowych

LITERATURA

- [1] Baran S., Martyn W., Filis-Bujak M., Pietrasik W., 1995: Problemy rekultywacji gleb zanieczyszczonych metalami ciężkimi. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 418, 697-702.
- [2] Dziadowiec H., 1992: Ekologiczna rola próchnicy. Ekologia wsi nr 4, Przysiek, 1-30.
- [3] Gonet S.S., 1981: Adsorpcja jonów miedzi przez gleby. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Rolnictwo 12, 21-38.
- [4] Gorlach E., Gambuś F., 1997: Nawozy fosforowe i wieloskładnikowe jako źródło zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 448a, 139-146.
- [5] Helios-Rybicka E., 1986: Rola minerałów ilastych w wiązaniu metali ciężkich przez osady rzeczne górnej Wisły. Zesz. Nauk. AGH, Geologia 32.
- [6] Kabata-Pendias A., Pendias H., 1973: Szkodliwość nadmiernego stężenia metali ciężkich w środowisku biologicznym. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 145, 63-78.
- [7] Kyzioł J., 1994: Minerale ilaste jako sorbenty metali ciężkich. PAN, Kraków.
- [8] Ościk J., 1973: Adsorpcja. PWN, Warszawa.
- [9] Stępkowska E.T., 1972: Oznaczanie powierzchni właściwej minerałów ilastych. PAN, Gdańsk.

- [10] Weber J., 1993: Wpływ związków próchnicznych na kumulowanie i migrację w glebie niektórych metali ciężkich emitowanych przez przemysł. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 411, 283-291.

SORPTION OF LEAD IONS BY VARIOUS SOIL TYPES

Summary

The objective of the study was to investigate lead ion sorption capacity of various soil types. Measurements were taken for soil samples, both initial and humus-free with humus being removed with hydrogen peroxide. The process of lead ions sorption was carried out with solutions containing from 5 to 60 mg Pb^{2+}/dm^3 . Lead concentration in equilibrium solutions was assessed ionometrically. The results of Pb^{2+} adsorption obtained were used to determine Langmuir adsorption isotherms. It can be concluded that the Langmuir equation can be used successfully for the description of lead ion sorption by soils. Moreover, there was observed a close relationship between the maximum sorption in the samples studied and their specific surface determined with the methylene blue sorption.

Key words: adsorption, lead, Langmuir isotherm

OCENA WYTWORZONEGO Z OSADÓW ŚCIEKOWYCH KOMPOSTU „BIOTOP” W NAWOŻENIU ZIEMNIAKA

Grażyna Harasimowicz-Hermann¹, Janusz Hermann²

¹Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Wydział Rolniczy ATR
ul. Ks. A. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz

²Katedra Chemii Środowiska, Wydział Rolniczy ATR
ul. Bernardyńska 6-8, 85-029 Bydgoszcz

Badania wykonano w oparciu o doświadczenie łanowe, na glebie pseudo-bielicowej kompleksu przydatności rolniczej żytnejego bardzo dobrego. Porównywano wpływ standaryzowanego kompostu „BIOTOP”, wytworzonego w procesie stabilizacji biologicznej osadu ściekowego, z nawożeniem obornikiem bydlęcym w uprawie ziemniaka. Poziom nawożenia organicznego był zrównoważony pod względem ilości wnoszonej materii organicznej. Składniki pokarmowe zbilansowano w nawożeniu mineralnym. Warunki agronomiczne rozwoju i plonowania ziemniaka były bardzo korzystne. Oceniane nawozy organiczne nie różnicowały istotnie plonu bulw, jak i ich frakcji oraz składu chemicznego roślin. Porównanie zasobności gleby pobranej z obiektów nawożonych kompostem i obornikiem bydlęcym wskazuje, że nie ma pomiędzy nimi istotnych różnic.

Słowa kluczowe: kompost z osadu ściekowego i słomy, obornik, uprawa ziemniaka

1. WSTĘP

W Polsce na przestrzeni ostatniego dziesięciolecia bilans materii organicznej w glebie uległ gwałtownemu pogorszeniu [5], głównie z powodu zmiany struktury zasiewów i spadku pogłowia bydła, którego stan w 1998 roku wynosił około 10 mln SD [12]. Przy takim stanie pogłowia zwierząt wytworzony obornik może pokryć tylko połowę zapotrzebowania rolnictwa na nawozy organiczne [7, 9]. Z uwagi na duże znaczenie materii organicznej w agrosystemach wskazane jest zatem poszukiwanie innych jej źródeł [1, 6, 14, 15]. Uznaniem i od dawna stosowanym nawozem organicznym jest kompost, a jego substratami są zazwyczaj różnego pochodzenia odpady organiczne, w tym również osady ściekowe [14]. Opracowana i stosowana przez Wodociągi Słupsk technologia stabilizacji biologicznej osadu ściekowego, za pomocą kompostowania ze słomą, zakłada wytwarzanie w pełni standaryzowanego kompostu „BIOTOP”, o specjalnie dobranym składzie chemicznym i właściwościach fizycznych.

Celem przeprowadzonego eksperymentu było porównanie wpływu na zasobność gleby kompostu „BIOTOP” oraz obornika i ocena ich wartości nawozowej w reprodukcji ziemniaków. Hipoteza badawcza zakładała, że kompost „BIOTOP” i obornik bydlęcy, stosowane w dawkach równoważnych pod względem ilości wnoszonej materii organicznej, mogą być nawozami alternatywnymi.

2. MATERIAŁ I METODA

Badania wykonano w oparciu o doświadczenie łanowe (obiekty po 2 ha powierzchni), założone na polach usytuowanych w miejscowości Karznica koło Słupska, na glebie pseudobielicowej o składzie granulometrycznym piasków gliniastych lekkich i mocnych, kompleksie przydatności rolniczej zytym bardzo dobrym. Porównywano wpływ kompostu „BIOTOP” (standaryzowanego pod względem cech jakościowych - zgodnie z wymaganiami ZDN/96/WK) z nawożeniem obornikiem w uprawie ziemniaka. Poziom nawożenia organicznego był zrównoważony pod względem ilości wnoszonej materii organicznej i wynosił 15 t ha^{-1} suchej masy kompostu lub 10 t ha^{-1} obornika bydlęcego. Składniki pokarmowe zbilansowano w nawożeniu mineralnym, które zastosowano przed sadzeniem ziemniaka, w ilości zgodnej z jego potrzebami pokarmowymi, a dawki ich zależały od zasobności gleby. Bardzo precyzyjnie wykonano nawożenie mineralne, wykorzystując mapy zasobności gleby i satelitarną technikę pozycjonowania siewników z komputerowym sterowaniem dawkowania nawozów.

Wykonano typową analizę chemiczno-rolniczą kompostu, obornika, gleby i materiału roślinnego. Zawartości składników oznaczono następującymi metodami: C_{og} - Alltena, N_{og} - Kjeldahla, P i K - Egnera-Riehma, Mg - Schachtschabela, a mikroelementy metodami z wykorzystaniem spektrometrii absorpcji atomowej. Oceniono stopień dojrzałości kompostu i obornika, analizując ilość węgla rozpuszczalnego. Glebę do analiz pobrano z warstwy ornej (głębokości 5-20 cm) w dwóch terminach - w marcu przed sadzeniem ziemniaków oraz po zbiorach - w październiku 1998 roku. Ziemniaki średnio późne odmiany holenderskiej uprawiano z przeznaczeniem na sadzeniaki. W materiale roślinnym oznaczono plon i frakcje bulw spod krzaka oraz ich skład chemiczny. Ustalono istotność różnic wyników, stosując analizę wariancji (test Fishera-Snedecora), zaś wartość NIR wyliczono testem Tukey'a.

3. OMÓWIENIE I DYSKUSJA WYNIKÓW

Oceniany w badaniach kompost „BIOTOP” charakteryzował się niższą o $1/3$ zawartością węgla ogółem niż obornik bydlęcy, dlatego dla wyrównania wartości tych nawozów pod względem wnoszonej materii organicznej zastosowano dawki 15 t ha^{-1} w przeliczeniu na suchą masę kompostu „BIOTOP” oraz obornik w dawce 10 t ha^{-1} . Zawartość składników pokarmowych w nawozach też była zróżnicowana i w stosowanej dawce kompostu wprowadzono do gleby więcej azotu, fosforu i wapnia oraz mikroelementów niż w oborniku. W kompoście stwierdzono nieco więcej węgla rozpuszczalnego aniżeli w oborniku (tab.1), co świadczy o wyższym stopniu zmineralizowania materii organicznej zawartej w kompoście niż w oborniku [13].

W projekcie rozporządzenia Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa [11] zawarte są warunki w odniesieniu do zawartości metali ciężkich, jakie muszą być spełnione przy wykorzystywaniu osadów ściekowych na cele nieprzemysłowe. Osady użyte do kompostowania kryteria te spełniały. Kompost „BIOTOP”, pod względem składu chemicznego i właściwości fizycznych, spełniał również założenia ekologiczne i produkcyjne rolnictwa w Polsce, zawarte w projekcie Polskiego Kodeksu Dobrej Praktyki Rolniczej [2].

Tabela 1

Table 1

Porównanie zawartości i masy materii organicznej i składników mineralnych w dawce 15 t kompostu „BIOTOP” i w 10 t suchej masy obornika

Comparison of content and weight of organic matter as well as minerals at the dose of 15 t of BIOTOP compost and at 10 t of manure dry matter

Wyszczególnienie Specification	Kompost „BIOTOP” Compost BIOTOP		Obornik bydlęcy Cattle manure	
	zawartość content %	masa mass kg ha ⁻¹	zawartość content %	masa mass kg ha ⁻¹
Materia organiczna Organic matter	60,13	9019	90,05	9005
C-ogółem Total C	34,80	5220	52,11	5211
C-rozpuszczalny Soluble C	0,88% C ogółem 0.88% total C		1,72% C ogółem 1.72% total C	
pH _{KCl}	6,61		6,97	
Makroelementy – formy ogółem -- Macroelements - total forms				
N	2,42	363	2,03	203
P	1,04	156	0,51	51
K	0,35	53	2,33	233
Ca	3,15	472	1,55	155
Mg	0,14	21	0,21	21
Mikroelementy – formy ogółem -- Microelements – total forms				
	mg · kg ⁻¹	g ha ⁻¹	mg · kg ⁻¹	g ha ⁻¹
Cd	4,01	6	0,92	1
Pb	137,63	206	42,12	42
Hg	0,0042	0,0063	0,0003	0,0003
Zn	810,81	1216	142,00	142
Cu	187,02	280	20,30	20
Cr	45,74	68	5,72	6
Ni	35,82	54	2,36	2

10 t suchej masy kompostu „BIOTOP” = 21,3 t świeżej masy

10 t of the BIOTOP compost dry matter = 21.3 t fresh matter

10 t suchej masy obornika = 40 t świeżej masy

10 t of the manure dry matter = 40 t of fresh matter

W Polsce zboża dominują w strukturze zasiewów, co ilustruje fakt, iż w 1998 roku ich udział wynosił ponad 70% i wykazuje tendencję rosnącą [12]. Wobec tego w gospodarstwach bez produkcji zwierzęcej mogą występować problemy z rolniczym zagospodarowaniem słomy. Takie uwarunkowania w gospodarstwach rolnych z okolic Słupska były motywem do wykorzystania słomy i osadu ściekowego na wytwarzanie kompostu „BIOTOP”, który jest źródłem składników pokarmowych dla roślin oraz materii organicznej dla gleby.

Ziemniak tradycyjnie uprawiany jest na oborniku, który jest źródłem składników mineralnych, ale w uprawie tej rośliny bardzo ważną rolę odgrywa jego działanie strukturotwórcze [10]. W badaniach własnych przebieg wegetacji ziemniaka był prawidłowy,

a warunki atmosferyczne nie ograniczały jego rozwoju, chociaż na przełomie maja i czerwca 1998 roku występowały okresy suszy. W uprawie ziemniaka wykonano pełny zespół zabiegów ochrony roślin. Obsadę roślin określono przed desykcją lętoń, wynosiła średnio 30 tys. roślin na ha. Bardzo duża masa bulw pod krzakiem (tab.2) wskazuje na to, że ziemniaki korzystały z odpowiedniej ilości składników pokarmowych na wytworzenie takiego plonu. Porównywane nawozy organiczne nie różnicowały istotnie plonu bulw, jak i ich frakcji. Wysoka zawartość suchej masy i skrobi w badanych ziemniakach uwarunkowana była genetycznie.

Tabela 2
Table 2

Plon bulw ziemniaka
Yield of potato tuber

Wyszczególnienie Specification	Kompost „BIOTOP” „BIOTOP” compost	Obornik bydlęcy Cattle manure	NIR _{0,05} LSD _{0,05}
Plon bulw w kg z rośliny Yield of potato tuber in kg per plant	1,84	1,78	ni – ns
Struktura plonu – Yield structure			
Frakcje bulw w g Fractions of potato tubers (g)			
< 70	0,06	0,15	ni – ns
70 – 89	0,47	0,48	ni – ns
90 – 109	0,47	0,50	ni – ns
110 – 129	0,56	0,50	ni – ns
> 130	0,28	0,15	ni – ns
Skład chemiczny – zawartość w % s.m. – Chemical composition - content in % of d.m.			
Skrobia – Starch	17,6	17,5	ni – ns
N	1,52	1,60	ni – ns
P	0,36	0,33	ni – ns
K	2,12	1,96	ni – ns
Mg	0,24	0,30	ni – ns
Ca	0,20	0,16	ni – ns
Sucha masa – Dry matter	26,0	26,7	ni – ns
Zawartość w mg kg ⁻¹ – Content in mg kg ⁻¹			
Zn	27,3	26,2	ni – ns
Cu	18,0	16,4	ni – ns

ni - różnica nieistotna
ns - non-significant

Zawartość makro- i mikrośladników w bulwach była właściwa dla gatunku, a porównanie ich poziomów w próbach z obiektów nawożonych kompostem „BIOTOP” i obornikiem wskazuje, że nie ma pomiędzy nimi istotnych różnic.

Skład chemiczny i odczyn gleby nie były istotnie różnicowane przez stosowane nawozy organiczne (tab.3). Stwierdzono, że zachodzące w glebie zmiany w zawartości badanych składników w okresie wegetacji ziemniaka (między marcem a październikiem) mają naturalny związek z pobieraniem składników przez rośliny. Liczni autorzy stwierdzają, że osad ściekowy dostarcza różnych składników biogennych dla wielu ga-

tunków roślin [3, 4, 6, 14, 16]. Kompost wytworzony z osadu ściekowego i słomy jest dla gleby źródłem składników mineralnych i materii organicznej. Ziemiak i inne okopowe należą do roślin zmniejszających zawartość materii organicznej w glebie [5, 8], stąd dla poprawienia jej bilansu zaleca się uprawę tych roślin na nawozach organicznych [10].

Tabela 3

Table 3

Wpływ nawożenia kompostem „BIOTOP” i obornikiem
na skład chemiczny i odczyn gleby
Impact of BIOTOP compost and manure fertilizations
on chemical composition and reaction of soils

Wyszczególnienie Specification	Kompost „BIOTOP” BIOTOP compost		Obornik bydlęcy Cattle manure		NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	termin pobrania prób gleby – soil sampling date				
	marzec March	październik October	marzec March	październik October	
	Zawartość w % – Content (%)				
Materia organiczna Organic matter	2,37	2,17	2,49	2,25	ni – ns
C–ogółem Total C	1,37	1,25	1,44	1,30	ni – ns
pH _{KCl}	6,37	6,10	6,40	6,28	ni – ns
N–ogółem Total N	0,13	0,11	0,14	0,12	ni – ns
Makroelementy - formy przyswajalne – Macroelements – available forms					
	Zawartość w mg kg ⁻¹ – Content (mg kg ⁻¹)				
P	36,2	29,8	34,9	28,7	ni – ns
K	83,2	46,2	100,9	62,8	ni – ns
Mg	30,2	21,0	26,4	19,9	ni – ns
Mikroelementy - formy ogółem – Microelements – total forms					
Zn	42,0	40,0	38,6	36,6	ni – ns
Cu	20,0	18,0	18,8	17,0	ni – ns

ni - różnica nieistotna

ns - non-significant

Jak wykazały badania materiału roślinnego i gleby, kompost „BIOTOP” wytworzony z osadu ściekowego i słomy może być wykorzystany w uprawie ziemniaka zamiast obornika.

4. WNIOSKI

1. Kompost „BIOTOP” jest ustabilizowanym nawozem organicznym, który mimo iż różni się składem chemicznym i zawartością materii organicznej od obornika bydlęcego może być podobnie jak on stosowany w uprawach rolniczych.

2. Ziemniaki uprawiane na obiektach nawożonych kompostem „BIOTOP” lub obornikiem pobierały równoważne ilości składników pokarmowych.
3. Skład chemiczny i odczyn gleby nie były istotnie różnicowane przez stosowane nawozy organiczne.

LITERATURA

- [1] Dziadowiec H., 1992: Ekologiczna rola próchnicy glebowej. Przysiek, ss.30.
- [2] Giercuskiewicz-Bajtlik M., 1998: Ocena wpływu na środowisko wodne obiektów rolni-czego wykorzystania ścieków i gnojowicy oraz inwestycji związanych z hodowlą zwierząt. Warszawa, 94-98.
- [3] Haneklaus S., Harms H., Klasa A., Nowak G.A., Schnug E., Wierzbowska J., 1998: Akumulacja makropierwiastków w roślinach i glebie w warunkach rolniczej utylizacji osadów ściekowych z północno-wschodniej Polski i dużych aglomeracji miejskich. Cz.1. Chemiczna charakterystyka osadów ściekowych i gleby. Ekologia i Technika nr 4 (34), Bydgoszcz, 112-119.
- [4] Harms H., Nowak G.A., Wierzbowska J., Klasa A., 1998: Akumulacja makropierwiastków w roślinach i glebie w warunkach rolniczej utylizacji osadów ściekowych z północno-wschodniej Polski i dużych aglomeracji miejskich. Cz.2. Akumulacja azotu i fosforu w roślinach. Ekologia i Technika nr 4 (34), Bydgoszcz, 120-126.
- [5] Maćkowiak Cz., 1997: Bilans substancji organicznej w glebach Polski. Biul. Inform. IUNG I/II, Puławy, 4-5.
- [6] Mazur T., 1996: Rozważania o wartości nawozowej osadów ściekowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 437, 13-22.
- [7] Mazur T., 1997: Gospodarka składnikami pokarmowymi w układzie gleba - roślina. Archiwum Ochrony Środowiska 23/3-4, 137-147.
- [8] Mazur T., Mineev M.V., Debreczeni B., 1993: Nawożenie w rolnictwie biologicznym. ART Olsztyn, 139 s.
- [9] Poradnik nawożenia i ochrony roślin. AGROCHEM-SITR 1997-1998, Mazur T., 21-26.
- [10] Produkcja ziemniaków. Technologia – Ekonomika – Marketing, 1993: Praca zbiorowa pod redakcją J. Chodkowskiego. Bonin, 7-146.
- [11] Projekt rozporządzenia Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa w sprawie warunków, jakie muszą być spełnione przy wykorzystywaniu osadów ściekowych na cele nieprzemysłowe. Warszawa, 1998.
- [12] Rocznik Statystyczny GUS - 1997.
- [13] Sebastian M., Szpadt R., 1997: Ocena dojrzałości i przydatności do celów rekultywacyjnych kompostu z osadów ściekowych. Materiały konferencyjne. Częstochowa, 253-245.
- [14] Siuta J., 1996: Zasoby i przyrodnicze użytkowanie odpadów organicznych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 437, 23-30.
- [15] Turski R., 1996: Substancja organiczna i jej znaczenie w ekosystemach. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 437, 375-381.

- [16] Wanczycki J., 1998: Wykorzystanie osadów ściekowych do rekultywacji terenów zdegradowanych - przypadek Związku Gmin „Szansa Białej Przemszy”. *Gospodarka Wodna*, 11, 420-421.

EVALUATION OF 'BIOTOP', A COMPOST PRODUCED FROM SEWAGE SLUDGE, FOR POTATO FERTILISATION

Summary

The research included a large-area experiment on pseudopodsolic soil of the very good rye soil suitability complex and compared the impact of the standardised compost, 'BIOTOP', produced in the process of biological sewage sludge stabilisation, with that of cattle manure applied in potato cultivation. The amount of organic matter in the organic fertilisers was comparable. The nutrients were supplemented with mineral fertilisers. The weather and agronomic conditions were favourable for potato development and yielding. The organic fertilisers evaluated affected neither tuber yield nor their fractions or chemical composition significantly. The fertility of the soil sampled from the objects fertilised with 'BIOTOP' and cattle manure showed no significant differences.

Key words: BIOTOP compost, manure, potato cultivation

WARTOŚĆ PRZEDPLONOWA RUTWICY WSCHODNIEJ (*Galega Orientalis* Lam.)

Stanisław Ignaczak

Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Wydział Rolniczy ATR
ul. Ks. A. Kordeckiego 20 C, 85-225 Bydgoszcz

W jednorocznym ścisłym doświadczeniu polowym porównano wartość przedplonową rutwicy wschodniej, użytkowanej rolniczo przez około 15 lat, na tle kukurydzy i pszenicy jarej. Następczymi roślinami testującymi były ziemniak jadalny, rzepak jary i owies na ziarno, nawożone zróżnicowanymi dawkami azotu. Przedmiotem badań były wielkość, niektóre wskaźniki jakości i struktury plonów oraz zmiany zawartości azotu i węgla w glebie. Wykazano wyraźny pozytywny wpływ wieloletniej uprawy rutwicy wschodniej na zawartość w glebie azotu i węgla, które pozostawały na wysokim poziomie nawet po roślinach następczych. Rutwica wschodnia w przedplonie wpływała także na zwiększenie plonów bulw ziemniaka, plonu skrobi oraz na wielkość plonu nasion rzepaku.

Słowa kluczowe: wartość przedplonowa, rutwica wschodnia, kukurydza, pszenica jara, ziemniak, rzepak jary, owies, właściwości gleby, nawożenie azotem

1. WSTĘP

Jedną z ważniejszych pozytywnych właściwości rolniczych roślin motylkowych takich jak: koniczyna czerwona, koniczyna perska, lucerna, seradela i inne, jest duża wartość przedplonowa, przede wszystkim dla zbóż. Zależy to m.in. od gatunku roślin motylkowych (trwałość), miejsca w zmianowaniu (plon główny, wsiewka międzyplonowa) czy ilości pozostawianych resztek pozbiorowych, zwykle bardzo zasobnych w azot [1, 2, 6-12, 15, 17].

Niektórzy autorzy potwierdzają fitosanitarne działanie tych roślin dla pszenicy i jęczmienia [3, 4, 16].

Duża potencjalna produktywność, a szczególnie masa części podziemnych rutwicy wschodniej (rutwicy pastewnej) - rośliny o szczególnie dużej trwałości, skłoniła do zainteresowania m.in. jej przydatnością do zagospodarowania odłogów [13, 14]. Wartość przedplonowa, którą ocenia się jako dużą [12, 18-20], jest dotychczas słabo udokumentowana naukowo. Praktycznie ważną właściwością tej rośliny, jako przedplonu o wieloletnim użytkowaniu, jest dobra zdrowotność, mała ilość szkodników, a także możliwość jej skutecznego zlikwidowania, aby nie zachwaszczała odrostami z organów wegetatywnych lub z osypanych nasion twardych [18, 19].

Celem przedstawianych badań jest ocena wartości przedplonowej rutwicy wschodniej na tle kukurydzy i pszenicy jarej dla roślin następczych - ziemniaka, rzepaku jarego i owsa, z uwzględnieniem wpływu na żyzność gleby.

2. METODY BADAŃ

W ścisłym doświadczeniu polowym, założonym na glebie lekkiej, w układzie zależnym, w 4 powtórzeniach (dla zbadania wartości przedplonowej w 1996 roku oraz wartości przedprzedplonowej w 1997 roku dla jęczmienia jarego, co będzie przedmiotem innej publikacji), obiektami były:

I czynnik - rośliny następcze (testujące): ziemniak 'Drop', rzepak jary 'Star' i owies 'Dragon';

II czynnik - rośliny przedplonowe:

- rutwica wschodnia, użytkowana rolniczo przez około 15 lat,
- kukurydza na kiszonkę (na oborniku - 20 t·ha⁻¹),
- pszenica jara po mieszance zbożowo-strączkowej;

III czynnik - poziom nawożenia azotem roślin testujących, odpowiednio dla roślin testujących - kg/ha N:

	ziemniak	rzepak jary	owies
N1	100	75	50
N2	140	135	90

Ocenę wartości przedplonowej przeprowadzono w oparciu o wyniki plonowania roślin testujących i ich wybranych cech według formalnych reguł 3 doświadczeń dwuczynnikowych. Powierzchnia poletek do zbioru wynosiła 6,8 lub 10 m².

Skład chemiczny gleby oceniono dwukrotnie na próbach pobranych jesienią w 1995 i 1996 roku. Do oznaczenia przytoczonych w opracowaniu zawartości azotu użyto metody destylacyjnej Keeneya-Bremera, a zawartości węgla - metody Tiurina. Charakterystykę warunków pogodowych przedstawiono wg metody Waltera.

3. WYNIKI I DYSKUSJA

Zarówno zawartość azotu, jak i węgla w glebie po rutwicy wschodniej były znacznie większe niż po kukurydzy, uprawianej na oborniku i po pszenicy jarej (tab. 1).

Różnice w zawartości azotu ogółem pomiędzy rutwicą wschodnią a dwoma pozostałymi przedplonami w jesieni 1995 roku, przed rozpoczęciem doświadczenia, wynosiła od około 40 do 60%, a węgla odpowiednio o około 20 do 45 %. Zawartość obu tych składników gleby w trakcie trwania doświadczenia w 1996 roku nieznacznie się zwiększyła. Stwierdzone zwiększenie żyzności lekkiej gleby pod wpływem rutwicy wschodniej wynikało zapewne ze zdolności tworzenia dużej masy podziemnej [19] i w efekcie - nagromadzenia w ciągu kilkunastu lat upraw, rzadko spotykanej u innych roślin masy resztek pozbiorowych. Duża zawartość azotu i węgla w glebie i wąski ich stosunek w drugim roku po rutwicy wschodniej wskazują na znaczną wartość przedprzedplonową tej rośliny i w związku z tym na celowość oceny efektów rolniczych tego przedplonu przynajmniej przez dwa lata.

Tabela 1

Table 1

Zmiany właściwości gleby w okresie jesień 1995-1996: A - % N_{og} ; B - % C
 Changes in soil properties in the autumn of 1995-1996: A - % of N_{total} ; B - % of C

Przedplon Forecrop		Termin analizy – Period of analysis		Średnia Mean
		jesień 1995 the autumn of 1995	jesień 1996 the autumn of 1996	
Rutwica wschodnia Fodder goats rue	A	0,081	0,086	0,084
	B	0,664	0,750	
Kukurydza Maize	A	0,057	0,065	0,061
	B	0,544	0,590	
Pszemica jara Spring wheat	A	0,051	0,055	0,053
	B	0,456	0,460	
Średnia Mean	A	0,063	0,069	0,659
	B	0,554	0,600	

Plony ziemniaka po rutwicy wschodniej były znacznie większe niż po kukurydzy i po pszenicy jarej - istotnie większe niż po pszenicy jarej w przypadku bulw i większe od obu pozostałych przedplonów w przypadku plonu skrobi (tab. 2).

Tabela 2

Table 2

Ziemniak: A - plon bulw w t z ha; B - zawartość skrobi w %; C - plon skrobi w t z ha
 Potato: A - yield of tuber ($t \cdot ha^{-1}$); B - content of starch, (%); C - yield of starch ($t \cdot ha^{-1}$)

Przedplon Forecrop		Poziom nawożenia azotem Nitrogen fertilization doses		Średnia Mean
		N1	N2	
Rutwica wschodnia Fodder goats rue	A	30,3	29,5	29,8
	B	14,6	15,4	
	C	4,43	4,50	
Kukurydza Maize	A	21,0	20,8	20,9
	B	15,4	15,5	
	C	3,23	3,19	
Pszemica jara Spring wheat	A	20,5	23,4	22,0
	B	14,8	14,6	
	C	3,02	3,43	
Średnia Mean	A	24,0	24,5	24,2
	B	14,9	15,2	
	C	3,56	3,70	
NIR – LSD ($p = 0,05$)				8,78 - 1,20

Nie stwierdzono istotnych różnic w zawartości skrobi. Bardzo wyraźny efekt przedplonowy rutwicy wschodniej dla ziemniaka potwierdza znane z literatury właściwości grupy roślin motylkowych, zwłaszcza uprawianych w plonie głównym, dające przy uprawie roślin okopowych efekty porównywalne ze skutkami pełnej dawki obornika [6, 8].

Rutwica wschodnia lub podobnie dobrze użyźniające glebę przedplony mogą być dla ziemniaka tanim substytutem kosztownego nawożenia obornikiem [5].

Plon nasion rzepaku jarego po rutwicy wschodniej znacznie przewyższał plon uzyskany po kukurydzy i po pszenicy jarej, ale istotne różnice stwierdzono tylko pomiędzy efektem przedplonowym rutwicy wschodniej i pszenicy jarej (tab. 3). Różnice w plonach nasion rzepaku były bezpośrednim skutkiem wywoływanych przez przedplony różnic w liczbie łuszczyń i wielkości nasion. Stwierdzono istotną dodatnią zależność pomiędzy średnią liczbą łuszczyń a poziomem nawożenia azotem tej rośliny.

Tabela 3

Table 3

Rzepak jary: A - liczba łuszczyń na roślinie w szt.; B - mtn w g; C - plon nasion w t z ha

Spring rape: A - number of siliques per plant; B - weight of 1000 seeds (g); C - yield of seeds (t·ha⁻¹)

Przedplon Forecrop		Poziom nawożenia azotem Nitrogen fertilization doses		Średnia Mean
		N1	N2	
Rutwica wschodnia Fodder goats rue	A	97,3	110,6	103,9
	B	5,24	5,00	5,12
	C	2,86	2,53	2,69
Kukurydza Maize	A	101,0	103,0	102,0
	B	4,70	4,29	4,50
	C	1,94	2,12	2,03
Pszenica jara Spring wheat	A	90,2	93,1	91,7
	B	4,38	4,61	4,50
	C	1,63	2,29	1,96
Średnia Mean	A	96,2	102,2	99,2
	B	4,77	4,64	4,70
	C	2,14	2,32	2,23
NIR - LSD (p = 0,05)		5,91		9,97 0,37 0,74

Do najlepszych przedplonów dla pszenicy zalicza się lucernę [8], koniczyny lub mieszanki koniczyny z trawami czy seradellę [7, 9-11]. Rutwica wschodnia w badaniach własnych oddziaływała pozytywnie na liczbę ziaren w wieszce owsa, istotnie wyraźniej niż kukurydza, a ta z kolei przewyższała efektem przedplonowym pszenicę (tab. 4). Plon ziarna owsa po rutwicy wschodniej osiągnął wielkość pośrednią pomiędzy plonem najlepszego w badaniach własnych przedplonu, z punktu widzenia plonu głównego owsa - kukurydzy, a plonem po pszenicy jarej. Owies, jako roślina testująca wartość przedplonową w podobnych warunkach siedliskowych, reagował też słabo na przyorany przedplon w postaci wsiewki seradeli [1]. Udowodniona interakcja przedplonów i nawożenia azotem w kształtowaniu się różnic w plonach powietrznie suchej masy słomy, zwłaszcza po kukurydzy i po pszenicy, jest trudna do zinterpretowania.

Tabela 4

Table 4

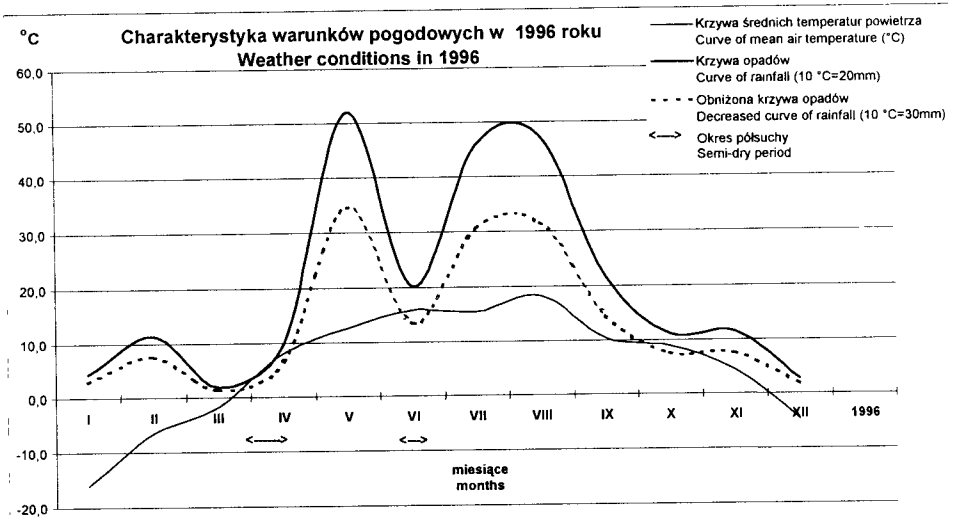
Owies: A - liczba ziaren w wieszce w szt.; B - plon ziarna w t z ha;
C - plon słomy w t z ha

Oats: A - number of grains per panicle; B - yield of grain ($t \cdot ha^{-1}$);
C - yield of straw ($t \cdot ha^{-1}$)

Przedplon Forecrop		Poziom nawożenia azotem Level of nitrogen fertilization		Średnia Mean
		NI	N2	
Rutwica wschodnia Fodder goats rue	A	92,6	94,3	93,4
	B	4,49	4,15	4,32
	C	3,89	3,95	3,40
Kukurydza Maize	A	80,9	84,7	82,8
	B	3,38	4,09	3,72
	C	2,84	3,95	3,40
Pszenica jara Spring wheat	A	75,3	79,2	77,2
	B	4,65	4,78	4,72
	C	4,46	3,45	4,00
Średnia Mean	A	82,9	86,0	84,5
	B	4,16	4,34	4,25
	C	3,73	3,95	3,84
NIR - LSD ($p = 0,05$)	C	współdziałanie: przedplon × poziom nawożenia azotem = 1,07 interaction of forecrop × dose of nitrogen fertilization = 1,07 współdziałanie: przedplon × poziom nawożenia azotem = 1,14 interaction of forecrop × dose of nitrogen fertilization = 1,14		10,4 0,75 -

Przeważnie zaskakująco małe różnice efektywności nawożenia dużymi dawkami azotu były skutkiem słabego wykorzystania dość wysokich dawek azotu zastosowanych pod pszenicę i kukurydzę w poprzedzającym badaniu bardzo suchym roku 1995 i korzystnego rozkładu opadów w roku badań (rys. 1), sprzyjającego dobremu wykorzystaniu znacznych zasobów tego składnika z gleby.

Wolny początkowy wzrost rutwicy wschodniej [12] jest w praktyce zabezpieczeniem przed zachwaszczeniem roślin następczych. W szybko rosnących roślinach owsa, a zwłaszcza rzepaku jarego, młode siewki rutwicy wschodniej ginęły lub rozwijały się słabo. Rzadko występujące w owsie odrosty z rozłogów przyoranej rośliny łatwo ulegały zniszczeniu za pomocą herbicydów MCPA. Jedynie w ziemniaku, gdzie nie stosowano chemicznego ograniczania zachwaszczenia, odrosty i młode rośliny rutwicy wschodniej, zwykle w ilości do kilkunastu sztuk na $1 m^2$, likwidowano mechanicznie. Zabieg ten prawdopodobnie nie był konieczny.



Rys.1. Charakterystyka warunków pogodowych w 1996 roku
Fig.1. Weather conditions in 1996

4. WNIOSKI

1. Zawartość azotu i węgla w glebie po rutwicy wschodniej znacznie przewyższała zawartość tych składników w stanowisku po kukurydzy na oborniku i po pszenicy jarej. Żyzność gleby po ziemniaku, rzepaku jarym i owsie uprawianych w stanowisku po rutwicy wschodniej pozostawała na wysokim poziomie.
2. Rutwica wschodnia wykazała szczególnie duży efekt przedplonowy w postaci plonów bulw i skrobi ziemniaka oraz w plonu nasion rzepaku jarego.
3. Przeciętny efekt wysokich dawek azotu mineralnego zastosowanych na badane rośliny następcze był mały.
4. Odrosty i samosiewy rutwicy wschodniej nie stanowiły zagrożenia dla plonowania roślin następczych.

LITERATURA

- [1] Andrzejewska J., Ignaczak S., 1996: Wsiewki poplonowe seradeli w pszenżyto i żyto ozime uprawiane w monokulturze. Cz. 4. Wydajność monokultur zbożowych z wsiewką seradeli oraz ich wartość przedplonowa dla owsa. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Rolnictwo 37, 43-52.
- [2] Bawolski S., 1961: Wstępne badania nad rozwojem systemu korzeniowego i wartością resztek późniwnych wieloletnich roślin motylkowych. Postępy Nauk Rolniczych, 2, 59-74.

- [3] Bojarczuk J., Bojarczuk M., Krel E., 1994: Reakcja odmian jęczmienia ozimego na niekorzystne warunki fitosanitarne gleby po różnych przedplonach. Biul. Inst. Hod. Rośl., 192, 29-38.
- [4] Bojarczuk J., 1995: Reakcja heksaploidalnego pszenżyta ozimego na niekorzystne warunki fitosanitarne gleby. Cz. 1. Ocena fitosanitarnej wartości przedplonów. Hod. Rośl. Aklim., t. 39, z. 1/2, , 3-17.
- [5] Boligłowa E., Dzieńka S., 1997: Tendencje zmian w agrotechnice ziemniaka. Seminarium nt. "Nawozy roślinne w integrowanym systemie produkcji rolniczej", AR Kraków, Boguchwała, 24-25 września 1997, 51-56.
- [6] Ceglarek F., Płaza A., Buraczyńska D., 1997: Wpływ nawożenia międzyplonami wsiewek na plonowanie ziemniaka jadalnego w warunkach środkowo-wschodniej Polski. Seminarium nt. "Nawozy roślinne w integrowanym systemie produkcji rolniczej", AR Kraków, Boguchwała, 24-25 września 1997, 57-62.
- [7] Grzebisz W., Kryszak J., 1994: Wpływ nawożenia azotem na plon pszenicy ozimej uprawianej w stanowisku po koniczynie łąkowej i jej mieszance z życią wielokwiatową. Roczniki AR Poznań, 43, 33-40.
- [8] Grześ S., Sobiech S., Maciejewski T., Szukała J., 1996: Plonowanie buraków pastewnych w zależności od deszczowania, sposobu siewu, przedplonu i nawożenia azotowego. Prace Komisji Nauk Rol. Les. PTPN Rol., t. 81, 87-94.
- [9] Harasimowicz-Hermann G., 1993: Wpływ koniczyny czerwonej i perskiej nawożonych gnojówką na plon pszenicy jarej i jego strukturę. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Rolnictwo 33, 45-54.
- [10] Harasimowicz-Hermann G., 1993: Wpływ uprawy koniczyny czerwonej i perskiej nawożonych gnojówką na podniesienie wartości stanowiska dla pszenicy jarej. Prace Komisji Nauk Rolniczych i Biologicznych, BTN Bydgoszcz, seria B, 30, 61-66.
- [11] Harasimowicz-Hermann G., 1996: Oddziaływanie resztek pozbiorowych seradeli na zasobność gleby i wartość stanowiska dla roślin następczych. Zesz. Nauk. AR w Szczecinie, Rolnictwo 62, 153-160.
- [12] Ignaczak St., Wojciechowska W., 1992: Rutwica wschodnia (*Galega orientalis* Lam.) nowa motylkowa roślina pastewna. Postępy Nauk Rolniczych, 39, 21-32.
- [13] Ignaczak S., 1997: Porównanie tradycyjnego i ekstensywnego systemu użytkowania rutwicy wschodniej (*Galega orientalis* Lam.). Biul. Oceny Odmian, 29, 143-148.
- [14] Ignaczak S., 1997: Sposoby zagospodarowania gleb wyłączonych z użytkowania rolniczego. Seminarium nt. "Nawozy roślinne w integrowanym systemie produkcji rolniczej", AR Kraków, Boguchwała, 24-25 września 1997, 69-82.
- [15] Kryszak J., Grzebisz W., 1994: Wpływ nawożenia azotem na plon pszenicy ozimej uprawianej w stanowisku po koniczynie łąkowej i jej mieszance z życią wielokwiatową. Rocz. AR Poznań., Rolnictwo 44(260), 33-40.
- [16] Płaskowska E., 1997: The fungi communities of the soil environment of *Triticum aestivum* and its forecrops: *Hordeum vulgare*, *Vicia faba* ssp. *minor* and *Trifolium pratense*. Acta Mycol., vol.32, z.2, 265-274.
- [17] Suwara I., Gawrońska-Kulesza A., 1994: Wpływ przedplonów i nawożenia azotem na plony pszenicy ozimej. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Rolnictwo 35, 113-119.

- [18] Vavilov P.P., Kondratev A.A., 1975: Kozljatnik vostochnyj ili galega vostochnaja. [W]: Novyje kormovyje kul'tury. Rosselkhozizdat, Moskva, 227-247.
- [19] Vavilov P.P., Filatov V.I., 1980: Intensivnyje kormovyje kul'tury v nechernozem'e. Moskovskij Rabochij.
- [20] Vavilov P.P., Raig H.A., 1982: Vozdelyvanije i ispol'zovanije kozljatnika vostochnogo. Kolos, Leningrad.

FORECROP VALUE OF FODDER GOATS RUE (*Galega orientalis* L.)

Summary

A one-year strict field experiment compared the forecrop value of goats rue used for about 15 years with that of maize and spring wheat. Crop rotation included table potato, spring rape and oats for grain, fertilized with different doses of nitrogen. The research investigated the yield, some indices of yield quality and its structure and changes in the contents of nitrogen and carbon in soil. There was observed a considerable positive impact of a multi-year goats rue cultivation on the contents of soil nitrogen and carbon which remained high even after successive crops. Similarly the goats rue as a forecrop increased the yields of potato tuber and starch as well as that of rapeseeds.

Key words: forecrop value, goats rue (*Galega orientalis* Lam.), maize, spring wheat, potato, spring rape, oats, soil properties, nitrogen fertilization

ROZETOWATY WZROST PĘDÓW CHRYSZANTEMY
WIELKOKWIATOWEJ (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev)
JAKO NASTĘPSTWO ROZMNOŻENIA ROŚLIN *in vitro*
ORAZ ZASTOSOWANIA PROMIENIOWANIA GAMMA
DO INDUKOWANIA MUTACJI

Marek Jerzy, Małgorzata Zalewska, Justyna Lema

Zakład Roślin Ozdobnych, Wydział Rolniczy ATR
ul. Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz

Obserwowano rozetowaty wzrost pędów chryzantemy odmiany 'Mrs R.C. Pulling' po rozmnożeniu *in vitro* z eksplantatów pobranych z roślin matecznych jarowanych i nie jarowanych. Zjawisko to obserwowano również po zastosowaniu promieniowania gamma na eksplantaty liściowe, wykorzystywane do regeneracji roślin *in vitro* przy indukowaniu mutacji.

Występowanie rozetowatości nasilało się wraz ze wzrostem dawki napromienienia, a zanikało w miarę rozkrzewiania sadzonek *ex vitro*. Po czwartym przycięciu wierzchołków pędów uzyskiwano rośliny rosnące wyłącznie elongacyjnie.

Słowa kluczowe: chryzantema, wzrost rozetowaty, rozmnażanie *in vitro*, jarowanie roślin matecznych, promieniowanie gamma

1. WSTĘP

Indukcyjny wpływ temperatury na wzrost i kwitnienie chryzantem wyraża się m.in. reakcją roślin matecznych na jarowanie, czyli okresowe 3-4-tygodniowe chłodzenie w temperaturze 4-6°C. Niska temperatura wywiera pozytywny wpływ na kwitnienie chryzantem nawet wówczas, gdy nie działa w sposób ciągły; wystarcza chłodzenie roślin w godzinach nocnych.

Miejszem percepcji bodźca jarującego jest wierzchołek wzrostu. Wszystkie rozwijające się z niego pędy boczne wykazują stan właściwy roślinie zjarowanej.

Pozytywny efekt jarowania, wyrażający się normalnym typowym dla chryzantem wzrostem elongacyjnym, kończącym się zawiązaniem na szczycie pędu koszyczka kwiatowego, ujawnia się tylko przy krytycznym dla danej odmiany fotoperiodzie i przy odpowiednio wysokim natężeniu światła. Słabe światło powoduje dejaryzację, czyniąc roślinę niezdolną do odebrania bodźca fotoperiodycznego [6].

Z sadzonek pobranych z mateczników nie jarowanych wyrastają rośliny rozetowate, krótkie i krępe, z wieloma dużymi ułożonymi blisko siebie liśćmi, międzywęzła są zredukowane do minimum.

Rośliny rozetowate nie tworzą pędów kwiatostanowych. Nie zakwitają również rośliny rozmnożone *in vitro*, sadzone do szklarni bezpośrednio po ukorzeniu w laboratorium lub *in vivo*. De Jong i Custers [3] zalecają w związku z tym rozkrzewienie sadzonek, przez uszczknięcie wierzchołków pędów, i traktowanie ich w dalszej procedurze rozmnażania chryzantem przez sadzonkowanie jako roślin matecznych. Wyrósłe po rozkrzewieniu sadzonek nowe boczne pędy należy ścinać i ponownie ukorzenie. Dopiero z takich sadzonek wyrastają rośliny zdolne do kwitnienia, nie wykazujące oznak rozetowatości.

W literaturze przedmiotu brak odpowiedzi na nasuwające się w związku z tym proste pytanie, czy zabiegi te są niezbędne tylko w przypadku sadzonek pozyskiwanych *in vitro* z roślin matecznych nie jarowanych, czy też w równym stopniu są niezbędne i konieczne w odniesieniu do sadzonek pozyskiwanych *in vitro* z roślin matecznych, uprzednio zjarowanych. Doniesienia z praktyki produkcyjnej zdają się przeczyć możliwości zapobieżenia rozetowatemu wzrostowi roślin *ex vitro* poprzez jarowanie mateczników. Podaje się też, że jedno bądź nawet dwa przycięcia sadzonek *ex vitro* są niewystarczające dla zapobieżenia rozetowatości u chryzantem, dlatego liczbę cięć w badaniach zwiększono do trzech (doświadczenie I) i czterech (doświadczenie II).

Drugim celem pracy było wykazanie, że rozetowaty wzrost pędów może być także następstwem inhibującego wpływu promieniowania gamma, stosowanego dość powszechnie do indukowania mutacji *in vitro* [1, 7].

2. MATERIAŁ I METODY

Do badań wybrano odmianę 'Mrs R.C. Pulling'. Jest to odmiana standardowa, wymagająca jarowania, wielokwiatowa, silnie rosnąca, uprawiana na kwiat cięty w szklarniach i tunelach foliowych. Kwiatostan ma pełny, kulisty, kędzierzawy, o barwie żółtej. Łodygi są sztywne, obficie ulistnione.

Postawiono następujące hipotezy badawcze.

A. Rozetowaty wzrost pędów, jako następstwo rozmnożenia roślin *in vitro*, badano w doświadczeniu I i II.

Doświadczenie I

Do zainicjowania kultury *in vitro* użyto wierzchołków wzrostu, pobranych z roślin matecznych poddanych w listopadzie jarowaniu i nie jarowanych. Jarowanie przeprowadzono w szklarni, w temperaturze obniżonej przez 3 tygodnie do 5°C. Po wyizolowaniu eksplantaty merystematyczne umieszczono na pożywce stałej Murashige'a i Skooga (1962), z dodatkiem 2 mg L⁻¹ IAA i 0,2 mg L⁻¹ BA, o pH 5,6. Wyrastające pędy dzielono na jednowęzłowe fragmenty i namnażano na pożywce o zawartości BA zwiększonej do 0,6 mg L⁻¹. Namnażanie zakończono z chwilą uzyskania 200 pędów z roślin matecznych jarowanych i tyle samo z roślin matecznych nie poddanych jarowaniu. Ukorzenie pędów przeprowadzono na pożywce z dodatkiem 0,02 mg L⁻¹ NAA. Wszystkie etapy rozmnażania roślin *in vitro* przebiegały w temperaturze 24° ± 2°C, w świetle lamp jarzeniowych typu TLD 33 o mocy 36 W, przy 16-godzinnym dniu i natężeniu napromienienia kwantowego 37,5 μmol m⁻² s⁻¹.

Ukorzone *in vitro* sadzonki przeniesiono następnie do szklarni. Połowę roślin (tj. po 100 z każdej grupy) uprawiano dalej w doniczkach w substracie STK-2, traktując je tak jak rośliny mateczne. Po raz pierwszy przycięto je nad trzecim (z sześciu) węzłem, w trakcie sadzenia do doniczek. Drugi i trzeci raz przycięto rozkrzewione sadzonki od-

powiednio po trzech i dwóch tygodniach. Odcięte wierzchołkowe części pędów ukorzeniono w mieszaninie torfu wysokiego z perlitem (1:1) i uprawiano dalej na zagonach, w ziemi kompostowej, z zamiarem doprowadzenia ich do kwitnienia. Po każdym cięciu do dalszej uprawy przeznaczano po 100 pędów pochodzących z roślin jarowanych i nie jarowanych. Drugą połowę ukorzenionych *in vitro* sadzonek uprawiano na zagonach bez przycinania.

Wszystkie rośliny uprawiano metodą standardową - na jeden pęd i jeden kwiatostan, w rozstawie 16 x 16 cm. Doświadczenie zakończono po roku, w listopadzie, w trakcie kwitnienia roślin rosnących elongacyjnie. Określono wówczas ich liczbę oraz liczbę roślin rosnących rozetowato.

Doświadczenie II

Przeprowadzone po upływie roku doświadczenie II stanowiło powtórzenie doświadczenia I z jedną modyfikacją. Sadzonki *ex vitro* zamiast 3 razy przycięto 4 razy, a pominięto wariant zerowy.

B. Rozetowaty wzrost pędów, jako następstwo zastosowania promieniowania gamma do indukowania mutacji *in vitro*, badano w doświadczeniu III i IV.

Doświadczenie III

Do zapoczątkowania kultury *in vitro* wykorzystano wierzchołki wzrostu długości 1 cm, wyizolowane z roślin matecznych po ich zjarowaniu, wyłożone na pożywkę Murashige'a i Skooga (1962) uzupełnioną 2 mg L⁻¹ IAA i 0,6 mg L⁻¹ BA, zestaloną Bactogarem w ilości 8 g L⁻¹, o odczynie ustalonym przed sterylizacją na poziomie pH 5,6. Zregenerowane z eksplantatów merystematycznych pędy dzielono na jednowęzłowe fragmenty i rozmnażano na pożywce o takim samym składzie. Namnażanie zakończono z chwilą uzyskania 50 pędów z 5-7 liśćmi na każdym z nich.

Działaniu promieniowania gamma poddano ulistnione pędy wypłukane z agaru, zamknięte w sterylnym słoju. Promieniowanie gamma pochodziło ze źródła Co⁶⁰ typu Theratron 780. Rośliny napromieniono dawką 15 Gy. Moc pochłoniętej dawki wynosiła 1,47 Gy min⁻¹.

Do regeneracji pędów przybyszowych przeznaczono liście napromienione i nie napromienione, oderwane od łodygi wraz z ogonkami. Wyłożono je następnie na pożywkę stałą Murashige'a i Skooga (1962) z dodatkiem 2 mg L⁻¹ BA. Odczyn pożywki ustalony przed sterylizacją wynosił 5,8. Pędy przybyszowe tworzyły się u nasady ogonków liściowych na wszystkich eksplantatach nie napromienionych i prawie wszystkich eksplantatach liściowych poddanych działaniu promieniowania gamma. Odcięte od liści pędy ukorzeniono na pożywce zawierającej 0,02 mg L⁻¹ NAA. Temperatura w fitotronie utrzymywana była na poziomie 23° ± 2°C, długość dnia wynosiła 16 godzin, a natężenie napromienienia kwantowego 30 μmol m⁻² s⁻¹. Źródłem światła były lampy jarzeniowe typu LF-LL o mocy 40 W.

Ukorzenione pędy przybyszowe przeniesiono do szklarni i posadzono w podłoże złożone z torfu wysokiego i styropianu (2:1). Uszczykiwanie wierzchołków pędów przeprowadzono trzy razy w odstępach dwutygodniowych. Po rozkrzewieniu z napromienionych roślin pobrano jednorazowo 424 sadzonki, a z roślin nie napromienionych 245 sadzonek. Ukorzeniono je ponownie i przeznaczono do obserwacji wzrostu i kwitnienia roślin w uprawie standardowej na zagonach w rozstawie 16 x 16 cm. Doświadczenie zakończono w listopadzie, w czasie kwitnienia roślin rosnących elongacyjnie. Określono wówczas ich liczbę oraz liczbę roślin rosnących rozetowato. Zmierzono również długość pędów i międzywęzli.

Doświadczenie IV

W ostatnim doświadczeniu, będącym powtórzeniem III, wprowadzono dwie modyfikacje. Po pierwsze dawkę napromienienia zwiększono z 15 do 20 Gy. Mniejsza była w związku z tym przeżywalność napromienionych *in vitro* eksplantatów. W konsekwencji zregenerowano mniej pędów przybyszowych. Po drugie przycięto je, po ukorzenieniu i przeniesieniu do warunków *in vivo*, cztery razy. Dodatkowe - czwarte uszczykiwanie pędów przeprowadzono w celu całkowitego wyeliminowania rozetowości we wroście roślin nie napromienionych.

3. WYNIKI

A.

Pędy rozetowate tworzyły się w grupie roślin jarowanych i nie jarowanych (tab. 1 i 2). Liczba roślin rosnących rozetowato po rozmnożeniu *in vitro*, zmniejszała się w miarę zwiększania liczby cięć służących rozkrzewieniu sadzonek, ale nawet po trzecim przycięciu nie była równa zero. Równocześnie liczba roślin rosnących elongacyjnie wzrastała (tab. 1).

Po czwartym przycięciu sadzonek (tab. 2) rozetowaty wzrost pędów został wyeliminowany całkowicie. Elongacyjny wzrost pędów obserwowano wówczas u wszystkich roślin rozmnożonych *in vitro*, niezależnie od tego czy pochodziły one z mateczników jarowanych, czy nie jarowanych.

B.

Dane liczbowe odnoszące się do wzrostu roślin po zastosowaniu promieniowania gamma przedstawiono w tabelach 3 i 4. Po napromienieniu eksplantatów liściowych dawką 15 Gy rozetowaty wzrost obserwowano u 67,2% roślin (tab. 3), a po zastosowaniu dawki promieni gamma zwiększonej do 20 Gy, u 74,2% roślin (tab. 4). Natomiast u roślin nie napromienionych i przyciętych po rozmnożeniu *in vitro* trzy razy (tab. 3), rozetowatość utrzymywała się na poziomie 26,5%, a po dodatkowym czwartym przycięciu (tab. 4) została zredukowana do zera.

Rośliny napromienione rosnące elongacyjnie, były niższe od nie napromienionych i miały krótsze międzywęzła. Jeszcze niższe były rośliny napromienione, rosnące rozetowato, o międzywęzłach skróconych do ułamka centymetra (0,3-0,4 cm).

4. DYSKUSJA

A.

Przyczyny rozetowatego wzrostu roślin, pochodzących bezpośrednio z rozmnożenia *in vitro*, nie są znane. Wiemy jedynie, że rozetowato rosną prawie wszystkie standardowe wielokwiatowe odmiany chryzantem, rozmnożone *in vivo* z roślin matecznych, pozbawionych jarowania po jesiennym zbiorze kwiatów. Po rozmnożeniu *in vitro* rozetowato rosną rośliny pochodzące z mateczników jarowanych i nie jarowanych. Rozetowato rosną również rośliny uprawiane z sadzonek *ex vitro* poddanych jarowaniu przed przeniesieniem do szklarni. Zabieg ten przeprowadzono na odmianie gałązkowej 'Red Nero', próbując wymusić normalny wzrost elongacyjny roślin przez 4-tygodniowe jarowanie ukorzenionych mikrosadzonek w temperaturze 5°C [2]. Nie uzyskano jednak pozytywnego rezultatu.

Tabela 1
Tabela 1

Liczba roślin rosnących elongacyjnie i rozetowato po rozmnożeniu *in vitro* z mateczników jarowanych i nie jarowanych
Number of plants forming elongating and rosette shoots after *in vitro* propagation from vernalised and non-vernalised stock plants

Wzrost Growth	Przycinanie sadzonek <i>ex vitro</i> z roślin jarowanych Pinching out of <i>ex vitro</i> cuttings derived from vernalised plants				Przycinanie sadzonek <i>ex vitro</i> z roślin nie jarowanych Pinching out of <i>ex vitro</i> cuttings derived from non-vernalised plants			
	0	1 raz 1 time	2 razy 2 times	3 razy 3 times	0	1 raz 1 time	2 razy 2 times	3 razy 3 times
elongacyjny elongating	0	15	58	79	0	8	65	81
rozetowaty rosette	100	85	42	21	100	92	35	19

Tabela 2
Tabela 2

Liczba roślin rosnących elongacyjnie i rozetowato po rozmnożeniu *in vitro* z mateczników jarowanych i nie jarowanych
Number of plants forming elongating and rosette shoots after *in vitro* propagation from vernalised and non-vernalised stock plants

Wzrost Growth	Przycinanie sadzonek <i>ex vitro</i> z roślin jarowanych Pinching out of <i>ex vitro</i> cuttings derived from vernalised plants				Przycinanie sadzonek <i>ex vitro</i> z roślin nie jarowanych Pinching out of <i>ex vitro</i> cuttings derived from non-vernalised plants			
	1 raz 1 time	2 razy 2 times	3 razy 3 times	4 razy 4 times	1 raz 1 time	2 razy 2 times	3 razy 3 times	4 razy 4 times
elongacyjny elongating	12	68	80	100	16	64	84	100
rozetowaty rosette	88	32	20	0	84	36	16	0

Wzrost roślin rozmnożonych *in vitro* przez napromienione i nie napromienione eksplantaty liściowe. Dawka promieni gamma - 15 Gy
 Growth of plants propagated *in vitro* from irradiated and non-irradiated leaf explants. Dose of gamma rays - 15 Gy

Wzrost Growth	Rośliny napromienione Irradiated plants				Rośliny nie napromienione Non-irradiated plants			
	liczba number	procent (%) percentage	dlugość pędu (cm) length of shoot	międzywęzle (cm) internode	liczba number	procent (%) percentage	dlugość pędu (cm) length of shoot	międzywęzle (cm) internode
elongacyjny elongating	139	32,8	60,9	1,6	180	73,5	75,3	1,9
rozetlowaty rosette	285	67,2	10,8	0,3	65	26,5	10,9	0,4

Tabela 3
Table 3

Wzrost roślin rozmnożonych *in vitro* przez napromienione i nie napromienione eksplantaty liściowe. Dawka promieni gamma - 20 Gy
 Growth of plants propagated *in vitro* from irradiated and non-irradiated leaf explants. Dose of gamma rays - 20 Gy

Wzrost Growth	Rośliny napromienione Irradiated plants				Rośliny nie napromienione Non-irradiated plants			
	liczba number	procent (%) percentage	dlugość pędu (cm) length of shoot	międzywęzle (cm) internode	liczba number	procent (%) percentage	dlugość pędu (cm) length of shoot	międzywęzle (cm) internode
elongacyjny elongating	16	25,8	40,9	1,4	25	100	56,4	1,9
rozetlowaty rosette	46	74,2	11,0	0,4	0	0	-	-

Tabela 4
Table 4

Być może przyczyną rozetowatego wzrostu roślin jest zbyt niskie natężenie napromienienia kwantowego stosowane w laboratoriach przy rozmnażaniu chryzantem *in vitro* (30-37,5 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, co odpowiada w przybliżeniu natężeniu oświetlenia 2500-3000 lx). Wystarcza ono do regeneracji, namnażania i ukorzeniania roślin, ale jest zbyt niskie dla merystemów, z których wyrastają pędy *in vitro*. Najmłodsze pędy wytworzone *in vivo* po ostatnim przycięciu rozkrzewionych mikrosadzonek wyrastają już z nowych merystemów i wyraźnie w lepszych warunkach świetlnych, umożliwiając normalny, elongacyjny wzrost i kwitnienie roślin.

Utrata zdolności do kwitnienia, jako następstwo rozmnożenia roślin *in vitro*, nie jest zjawiskiem występującym tylko u chryzantem. Jako przykład może posłużyć regeneracja pszenicy ozimej z kalusa, uzyskanego z niedojrzałego skutellum i niedojrzałych kwiatostanów [4]. Zregenerowane z kalusa rośliny kłosiły się na poziomie ilościowym przekraczającym zaledwie 50% i to niezależnie od tego czy pochodziły z kalusa jarowanego, czy nie jarowanego.

B.

Przy omawianiu wpływu promieniowania gamma na wzrost pędów chryzantemy wielkokwiatowej nie sposób pominąć podobieństwa do efektów działania chemicznych inhibitorów wzrostu o charakterze retardantów. Retardanty chemiczne stosowane w niskich stężeniach, podobnie jak niskie dawki promieniowania gamma, hamują wzrost roślin, powodując redukcję ich wysokości, zaś wyższe stężenia retardantów i większe dawki promieniowania wywołują rozetowatość pędów. Zagadnienie to jest obecnie badane w Zakładzie Roślin Ozdobnych ATR, a wyniki badań będą opublikowane w najbliższym czasie.

5. WNIOSKI

1. Sadzonki chryzantemy wielkokwiatowej, zregenerowane *in vitro* z wierzchołków wzrostu roślin matecznych, tworzyły pędy rosnące rozetowato. Pędy rozetowate wyrastały z sadzonek pochodzących z roślin matecznych jarowanych w warunkach *in vivo* i nie jarowanych.
2. Przycinanie sadzonek *ex vitro* prowadziło do zaniku rozetowatości roślin uprawianych z odciętych i ukorzenionych ponownie pędów bocznych. Po czwartym przycięciu sadzonek rozetowaty wzrost pędów zanikał całkowicie, ustępując miejsca wzrostowi elongacyjnemu.
3. Rozetowatość pędów może być następstwem zastosowania promieniowania gamma na eksplantaty liściowe wykorzystywane do regeneracji roślin *in vitro*, przy indukowaniu mutacji.
4. Występowanie rozetowatości nasilało się wraz ze wzrostem dawki napromienienia i jej mocy, a zanikało w miarę rozkrzewiania napromienionych sadzonek przez przycinanie wierzchołków pędów.

LITERATURA

- [1] Jerzy M., Zalewska M., Piszczek P., 1991: Mutagenesa u chryzantemy wielkokwiatowej indukowana *in vitro* promieniowaniem X i gamma. *Hodowla Roślin i Nasiennictwo* 3: 24-29.
- [2] Jerzy M., 1996: Sadzonkowanie chryzantemy wielkokwiatowej *in vitro*. *Ogrodnictwo* 5-6: 25-27.
- [3] Jong J. de, Custers J.B.M., 1986: Induced changes in growth and flowering of chrysanthemum after irradiation and *in vitro* culture of pedicels and petal epidermis. *Euphytica* 35: 137-148.
- [4] Marcińska J., 1994: Możliwości wykorzystania tkanki kalusowej do badania procesu wernalizacji. „Zastosowanie kultur *in vitro* w fizjologii roślin”. Kraków. Mat. konf., 19.
- [5] Murashige T., Skoog F., 1962: A revised medium for rapid growth and bio-assays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* 15: 473-497.
- [6] Schwabe W.W., 1955: Factors controlling flowering in the chrysanthemum. V. Devernalization in relation to high temperature and low light intensity treatments. *J. Exp. Bot.* 6.
- [7] Zalewska M., 1995: Somatyczna mutagenesa u chryzantemy wielkokwiatowej (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) indukowana *in vivo* oraz *in vitro* promieniowaniem X i gamma. *Rozprawy* 63, ATR Bydgoszcz, 1-83.

ROSETTE GROWTH OF SHOOTS IN CHRYSANTHEMUM
(*Dendranthema grandiflora* Tzvelev)
AS A RESULT OF *in vitro* PROPAGATION OF PLANTS
AND GAMMA IRRADIATION USED FOR MUTATION INDUCTION

Summary

Rosette growth of chrysanthemum shoots in 'Mrs R.C. Pulling' was observed after *in vitro* propagation with explants obtained from vernalised and non-vernalised stock plants. The phenomenon was also observed as a result of the exposure of leaf explants to gamma radiation used for *in vitro* regeneration of plants in mutation induction. The higher the irradiation dose, the more considerable the rosette growth. Following the 4th pinching of shoot tips, only elongating growth of plants was observed.

Key words: chrysanthemum, rosette growth, *in vitro* propagation, vernalisation of stock plants, gamma irradiation

A PRELIMINARY INVESTIGATION OF THE INFECTION
OF SELECTED YELLOW AND NARROW-LEAVED LUPIN CULTIVARS
AND LINES BY *Colletotrichum gloeosporioides* Penz.

Małgorzata Jeske¹, Czesław Sadowski¹, Agnieszka Andrzejewska²

¹ Katedra Fitopatologii, Wydział Rolniczy ATR
ul. Ks. A. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz

² Państwowa Inspekcja Ochrony Roślin Włocławek

In the field and lab experiments conducted in 1998, the infection by *Colletotrichum gloeosporioides* of a dozen or so cultivars and lines of yellow and narrow-leaved lupines as well as the health status of the cultivars evaluated were being compared. 4 x 100 of the same plants of each cultivar as well as seeds of each of the cultivars researched were examined. It was observed that yellow lupin was much more susceptible to anthracnose, which was also linked with a greater infection of the sowing material in the field. A higher infection index was noted for the cultivars whose sowing material consisted of more seeds infected by *Colletotrichum gloeosporioides*.

Key words: anthracnose, *Colletotrichum gloeosporioides*, lupin, health status, diseases

1. INTRODUCTION

Since 1995 in Poland we have been observing an occurrence of a new and very serious disease in lupines, anthracnose, caused by the fungi of *Colletotrichum gloeosporioides*. First in was thought that the pathogen infects white lupin mainly as in Poland the first symptoms were found there. Later it turned out that that also yellow and narrow-leaved lupin were being attacked [1]. In 1997 and 1998 on some fields the intensity of infection reached as much as 100 % and, consequently, many plantations were ploughed in. In June 1998 the Department of Phytopathology noted symptoms of anthracnose also in perennial lupin (*Lupinus polyphyllus* Russel) in the vicinity of the town of Tuchola. The problem of anthracnose in Poland has been getting more and more difficult to be solved; it may come to the point where the cultivation of lupin will have to be given up. There is also much concern about that fatal disease in many European countries (Austria, France, Germany, Portugal, Russia, Ukraine, Great Britain), as their agriculture have also been afflicted with anthracnose. [2].

The aim of the research taken up in 1998 was, 'A study of the epidemic and control of *Colletotrichum gloeosporioides*'. The present paper presents a part of the research which deals with defining the occurrence of *C. gloeosporioides* on seeds in 20 cultivars

and lines of yellow lupine and 12 of narrow lupin as well as in plants during vegetation. Spotting potential differences in their infection would provide a useful hint for breeders and farmers who select the cultivar to be cultivated.

2. MATERIALS AND METHODS

The research was conducted both under lab as well as field conditions. The analysis of the sowing material was performed with a tissue paper test. The seeds sampled at random, 4 x 100 of each of the 32 cultivars and lines researched, were rinsed for 30 minutes in running tap water, and then three times in the sterile water and placed into dishes with damped filter paper. The distance between seeds amounted to at least 2 cm. After two weeks of incubation, under the temperature fixed at 25°C, analysing the number of seeds grey delicate pathogen mycelium was emerging from, as well as microscopic analysis, the percentage of seeds infected by *C. gloeosporioides* was defined. The research of the infection of cultivars under natural infection conditions in the field was conducted in the Regional Experiment Station for Cultivar Testing at Głodowo, near the town of Włocławek. The evaluation was based on visible symptoms, applying a 5° scale (0-4), as before [3] where:

- 0° – stands for healthy plants,
- 1° – slightly twisted stem, green plant,
- 2° – spot with a symptom of etiology,
- 3° – a few spots,
- 4° – browned and twisted main stem with numerous spots.

The observations were conducted twice; at the stage of plant full flowering and after 4 weeks, at the seed filling stage. 4 x 100 of the same plants representing each cultivar were observed. The percentage and degree of plant infection were translated into the infection index (maximum of. 100), all the results discussed later on in the present paper have been expressed with it.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The occurrence of *C. gloeosporioides* on yellow lupin seeds was observed in 9 cultivars and 5 lines. The infection scored from 0,3 to 9,0%. No occurrence was observed in 6 (Markiz, Juno, WTD 196, WTD 1797, Lidar, Polo).

The pathogen was not isolated from the narrow-leaved seeds of Bar, Emir, Mirela, PRH 1296, RUD, .Saturn. The infection of the sowing material of the remaining cultivars and lines of Ernani, Polonez, Troll, Wersal, WTD 894 and PRH 1397, amounted from 0,3 to 2,5%.

Field observations revealed differences in infection in the cultivars of yellow lupin during vegetation by *C. gloeosporioides*. At the full flowering stage, significant differences were observed. In the cultivars of Markiz, Radames, Juno and the line of WTD 1997 no disease symptoms were noted, as for the others, the percentage of infection differed considerably. As for the lines of PRH 1796, PRH 1897, it was most significant and amounted to, respectively 8.5 and 11.5 %, which was positively correlated with the infection index value. As for the other cultivars, the infection was considerably lower, the index value was low and fell between 0.5 do 1.3 % (Table 1).

Table 1

Tabela 1

Infection of the sowing material and yellow lupin plants by *C. gloeosporioides*
in the cultivar experiment at Głodowo 1998

Porażenie wysiewanych nasion i roślin łubinu żółtego przez *C. gloeosporioides*
w doświadczeniu odmianowym, Głodowo 1998

Cultivar Odmiana	% of the seeds infected % porażonych nasion	% of the plants infected % porażonych roślin		Infection index [%] Indeks porażenia	
		Observation - Obserwacja			
		I	II	I	II
Markiz	0.0	0.0 a*	4.5 a	0.0 a	2.3 a
Radames	0.5	0.0 a	18.5 a	0.0 a	15.4 ab
WTD 1997	0.8	0.0 a	6.0 a	0.0 a	3.3 ab
Juno	0.0	0.5 ab	11.3 a	0.3 a	10.8 ab
WTD 196	0.0	0.3 ab	15.3 a	0.1 a	10.9 ab
WTD 1797	0.0	1.0 ab	8.8 a	0.5 ab	5.6 ab
Idol	1.0	1.0 abc	17.3 a	0.5 ab	13.8 ab
Lidar	0.0	1.5 abc	13.0 a	0.5 ab	9.3 ab
Orion	2.0	2.0 abc	14.8 a	0.8 ab	12.7 ab
Piast	0.5	2.5 abc	18.8 a	1.3 ab	17.4 ab
Polo	0.0	1.5 abc	16.8 a	0.8 ab	13.3 ab
PRH 1896	4.0	1.0 abc	20.3 a	0.5 ab	15.2 ab
Teo	1.3	1.5 abc	20.8 a	0.6 ab	15.1 ab
WTD 1796	1.5	1.0 abc	18.8 a	0.5 ab	13.3 ab
Amulet	1.5	2.0 abc	22.0 ab	0.9 ab	20.8 ab
Cybis	1.0	4.5 abc	33.5 ab	2.1 ab	26.4 ab
Parys	1.0	2.8 abc	23.5 ab	1.1 ab	20.4 ab
Popiel	1.8	2.5 abc	28.0 ab	1.0 ab	21.3 ab
PRH 1796	0.3	8.5 bc	19.5 a	3.1 ab	14.3 ab
PRH 1897	9.0	11.5 c	36.5 b	4.1 b	27.4 b

* Values in the same columns followed by different letters are significantly different

* Wartości kolumn oznaczone różnymi literami różnią się od siebie istotnie

In the other observation, 4 weeks after the flowering, a considerably higher plant infection was observed in all the cultivars and lines evaluated. The cultivar of Markiz, the index value of 2,3 %, showed the lowest infection, significantly highest infection was observed in the line of PRH 1897, namely 36 %. As for the remaining cultivars, no significant differences were observed, however the infection index value differed considerably and fell between 3,3 and 26,4 %.

The infection of narrow-leaved lupin was considerably lower. At the full flowering stage, disease symptoms were observed in the cultivar of Polonez and the line of PRH 1397, only (Table 2). As it is seen from the Table, the cultivars differed significantly from the others as regards the percentage of plant infection as well as their infection index. Four weeks later, the cultivars of Emir and Mirela remained completely healthy, in the others disease symptoms were observed. No significant differences were observed between the cultivars evaluated, however their value of the infection index differed quite considerably and fell between 0,5 and 3,8 %.

The research conducted showed a considerably greater susceptibility of yellow lupin to anthracnose, which had been reported earlier by Frencel et. al., [1]. So far no cultivars of yellow and narrow-lupines have been found which would be more resistant to this dangerous pathogen. Only analysing the results presented in the Tables can we observe their different susceptibility. The infection of plants in the field was positively correlated with the infection of their sowing material by *C. gloeosporioides*. According to the literature available, the role of the seeds infected in spreading the disease has not been defined so far [4].

Table 2

Tabela 2

Infection of the sowing material and narrow-leaved lupin plants by *C. gloeosporioides* in the cultivar experiment in Głodowo 1998

Porażenie wysiewanych nasion i roślin łubinu wąskolistnego przez *C. gloeosporioides* w doświadczeniu odmianowym, Głodowo 1998

Cultivar Odmiana	% of the seeds infected % porażonych nasion	% of the plants infected % porażonych roślin		Infection index [%] Indeks porażenia [%]	
		Observation – Obserwacja			
		I	II	I	II
Bar	0.0	0.0 a*	3.5 a	0.0 a	2.5 a
Emir	0.0	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
Ernani	1.3	0.0 a	2.5 a	0.0 a	2.0 a
Mirela	0.0	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
PRH 1296	0.0	0.0 a	3.0 a	0.0 a	2.3 a
RUD	0.0	0.0 a	1.0 a	0.0 a	0.5 a
Saturn	0.0	0.0 a	2.5 a	0.0 a	1.4 a
Troll	0.3	0.0 a	5.0 a	0.0 a	3.6 a
Wersal	0.5	0.0 a	2.5 a	0.0 a	1.9 a
WTD 894	1.5	0.0 a	3.5 a	0.0 a	1.8 a
Polonez	1.3	1.5 ab	5.8 a	0.8 b	3.8 a
PRH 1397	2.5	2.5 b	4.0 a	0.7 b	2.5 a

* Values in the same columns followed by different letters are significantly different

* Wartości kolumn oznaczone różnymi literami różnią się od siebie istotnie

4. CONCLUSIONS

1. Yellow lupin turned out to be considerably more susceptible to infection by *Colletotrichum gloeosporioides* than narrow-leaved lupine. It referred to seeds as well as to plants during vegetation.
2. The health status of the yellow lupin plants during vegetation was, to a great extent, linked with the health status of the seeds. Higher infection index was observed in the cultivars whose sowing material showed more seeds infected by *C. gloeosporioides*.
3. The seeds infected can be the source of primary infection under field conditions.

REFERENCES

- [1] Frencel I., Lewartowska E., Czerwińska A., 1997: Występowanie antraknozy (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.) na łubinach w Polsce. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 446: 467-470.
- [2] Abstract Book, Eight International Lupin Conference „Looking toward the 21 Century”, Pacific Grove 1996, California, USA.
- [3] Jeske M., Sadowski Cz., Andrzejewska A., 1998: Porażenie wybranych odmian łubinu żółtego i wąskolistnego przez *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. Mat. Ogólnopol. Sem. Nauk., Przysiek, 105-106.
- [4] Frencel I., 1998: Antraknoza - być albo nie być łubinu w Polsce. Mat. Ogólnopol. Sem. Nauk., Przysiek, 24-30.

WSTĘPNE BADANIA NAD PORAŻENIEM WYBRANYCH ODMIAN
I RODÓW ŁUBINU ŻÓLTEGO I WĄSKOLISTNEGO
PRZEZ *Colletotrichum gloeosporioides* Penz.

Streszczenie

W doświadczeniu polowym i laboratoryjnym przeprowadzonym w 1998 roku porównywano porażenie kilkunastu odmian i rodów łubinu żółtego i wąskolistnego przez *Colletotrichum gloeosporioides* oraz zdrowotność materiału siewnego ocenianych odmian. Przeglądano 4×100 tych samych roślin z każdej odmiany oraz 400 nasion każdej z badanych odmian.

Stwierdzono, iż znacznie bardziej podatny na porażenie antraknozą jest łubin żółty. Wiązało się to także z większym porażeniem nasion wysiewanych w polu. Zauważono, iż wyższy indeks porażenia występował w odmianach, u których w materiale siewnym stwierdzono więcej nasion porażonych przez *Colletotrichum gloeosporioides*.

Słowa kluczowe: antraknoza, *Colletotrichum gloeosporioides*, łubin, zdrowotność, choroby

GROWTH AND DEVELOPMENT
OF ORCHARD GRASS (*Dactylis glomerata* L.)
SELECTED CULTIVARS DEPENDING UPON SOIL MOISTURE

Zofia Kochanowska-Bukowska

Department of Meadow Cultivation, Faculty of Agriculture
Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz

Pot experiment was set to research into the effect of soil moisture levels on the growth, development and yielding of four cultivars of orchard grass. The process of tillering, daily shoot growth as well as yielding of the cultivars investigated depended on the soil moisture level. The 'Ameria' and 'Bepro' cultivars showed a better development at a medium soil moisture level (50 %), while the 'Astera' cultivar at the highest moisture level (80 % of the full water capacity). The Canadian 'Potomac' cultivar tillered at a considerably lower level, showed a low growth rate, and was susceptible to powdery mildew, which resulted in poor yields.

Key words: plant development, orchard grass, soil moisture, cultivars, dry matter yield

1. INTRODUCTION

Water demands of a majority of grasses found in Poland exceed the rainfall. Water is one of the crucial growth and development regulators of meadow flora. As for grasslands with violated water-air balance, water restricts growth and development of cultivable grasses and its deficit makes soil nutrients less available; hence a need for cultivars resistant to temporary deficits. One of such species is orchard grass (*Dactylis glomerata* L.), which has developed a large number of cultivars with different functional properties [4]. The literature indicates that the cultivars show varied reactions to water deficit and surplus [1, 3, 6, 10].

In 1996, due to a low availability of orchard grass seeds, a Canadian cultivar, 'Potomac' was launched on the Polish market and, consequently, it was investigated whether or not such a choice was justifiable.

The aim of the present research was to evaluate the development and yielding of orchard grass cultivars tested at different soil moisture levels.

2. MATERIAL AND METHODS

A pot experiment was carried out at the Bydgoszcz University of Technology and Agriculture in 1997. The pots were filled with organic boggy-peat soil of a neutral reaction, high total nitrogen content, and a medium content of phosphorus and low of available potassium.

The research covered 4 orchard grass cultivars, namely 'Amera', 'Astera', 'Bepro' and 'Potomac', sown on 12th of May into pots with respective soil moisture levels of 80, 65, 50 and 35 % of full water capacity.

The seeds were sown into the pots in 7 pocket sowing clusters, 3 seeds each, 0.5 cm deep. Once the plants emerged, the excessive number of plants was removed to meet the numbers required for seeds in pure sowing, 21 kg/ha. The same dose of mineral fertiliser was applied for all the cultivars throughout the growing season; 0.5 g of N under every regrowth, and a single dose of 0.3 g of P and 0.4 g of K per pot under the first regrowth.

Constant moisture levels in pot soil were maintained with the gravimetric method throughout the experiment. The plant emergence and height, numbers of shoots as well as degree of plant infection with powdery mildew were defined. The plants were given a nurturing cut in the year of sowing; hence three swaths on 21st of July, 28th of August and 8th of October.

Plant emergence was observed daily. The emergence of the first few seedlings (10 % of the pot area) with first well-developed leaves marked the beginning of emergence, while total emergence was identified as a greater area of the pot, over 50 %, being covered. The plant height (main leaf mass) was measured at the cut day. The results were used to calculate the rate of plant growth. On the swath harvest day the shoots of every single tuft of orchard grass were counted separately. The plant infection with powdery mildew was evaluated with a 5-degree scale, where 1 means no infection symptoms, while 5 - a 75-100 % infection.

The results were analysed statistically using variation analysis with a complete randomised block and with the Tukey test.

The mean air temperature throughout the experiment is given in Table 1. Mean monthly air temperature from May through October was higher than the multi-year mean value. August was particularly hot with daily mean temperature higher by 3.9°C than the multi-year mean.

Table 1
Tabela 1

Mean monthly air temperature (°C)
Średnia miesięczna temperatura powietrza (°C)

Years – Lata	Month - Miesiąc						
	V	VI	VII	VIII	IX	X	V-X
1997	13.0	17.5	18.7	20.8	14.2	7.7	15.3
1949-1989	12.2	16.3	17.5	16.9	13.0	8.0	14.0

Table 3
Tabela 3

Regrowth of orchard grass shoots (mm per day, swath mean)
Przyrosty wysokości pędów kupkówki (mm/dobę) - średnio z pokosów

Cultivar Odmiana	Soil moisture level (f.w.c., %) Poziom uwilgotnienia gleby (ppw, %)				Mean - Średnia
	80	65	50	35	
'Amera'	15.6	16.7	17.4	15.7	16.4
'Astera'	17.6	17.4	15.2	16.7	16.7
'Bepro'	16.8	16.5	17.8	16.7	17.0
'Potomac'	16.7	15.4	15.8	13.9	15.4
Mean - Średnia	16.7	16.5	16.6	15.7	16.4

NIR (p = 0.05) for: cultivars (A) 0.94 LSD (p = 0,05) dla: odmian (A) 0.94
f.w.c (B) 0.94 ppw (B) 0.94
interaction (A×B) 1.88 interakcji (A×B) 1.88

Twice throughout the vegetation period, i.e. in August and September, powdery mildew infection was observed; the degree of infection ranged from 1.7 to 4.2 with a 5-degree scale being applied; the degree of infection was observed to be cultivar-specific (Table 4).

Table 4
Tabela 4

Degree of orchard grass infection with powdery mildew - mean for 2 observations
Stopień porażenia kupkówki mączniakiem - średnio z 2 obserwacji

Cultivar Odmiana	Soil moisture level (f.w.c., %) Poziom uwilgotnienia gleby (ppw, %)				Mean - Średnia
	80	65	50	35	
'Amera'	3.1	3.0	2.5	3.0	2.9
'Astera'	1.9	2.0	2.5	2.6	2.3
'Bepro'	1.9	2.2	2.1	2.1	2.1
'Potomac'	3.6	4.1	3.9	4.2	4.0
Mean - Średnia	2.6	2.9	2.8	3.0	2.8

The occurrence of powdery mildew was noted on plant shoots, irrespectively of the cultivar, yet the highest degree of infection was noted for 'Potomac' plants (4.0), while 'Bepro' appeared most resistant (2.0).

The annual dry matter yield of the cultivars differed significantly (Table 5). 'Astera' gave the highest yield (17.5 g), the difference between the lowest yield, noted for 'Potomac' (10.19 g) amounted to about 42 %. 'Amera' and 'Bepro' gave statistically similar yields; 15.08 and 15.2 g of the dry matter per pot, respectively.

For all the cultivars, annual dry matter production was enhanced when the plants were exposed to the soil moisture level of 50% of full water capacity, which seems to support the opinion that orchard grass is a species yielding higher under drier conditions [2, 11]. However, the present research showed an interaction between the factors being investigated. The dry matter yield of the early 'Bepro' and 'Amera' cultivars was sig-

- [5] Łyszczarz R., Kochanowska-Bukowska Z., Dembek R., Zimmer-Grajewska M., Sikora J., 1997: Wybrane elementy charakterystyki krajowych odmian *Dactylis glomerata* L. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 451, 229-241.
- [6] Łyszczarz R., Dembek R., Kochanowska-Bukowska Z., Zimmer-Grajewska M., Sikora J., 1994: Fenologiczne, morfologiczne i plonotwórcze zróżnicowanie odmian kupkówki pospolitej. Genet. Pol. 35A, 187-193.
- [7] Oizumi K., Takasaki Y., Nojima H., 1974: The effect of temperature history on the subsequent rate of photosynthesis of artificial swards of orchard grass (*Dactylis glomerata* L.). Proc. 12th Intern. Grassld. Congr., 245-249.
- [8] Prończuk J., Pawłat H., 1978: Zmiana składu i wartości runi łąkowej pod wpływem zróżnicowanego uwilgotnienia i nawożenia. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 210, 111-123.
- [9] Rutkowska B., 1976: Krzewienie się *Dactylis glomerata* L. i *Lolium perenne* L. w warunkach intensywnego nawożenia i użytkowania. Roczn. Nauk Roln., F, 79, 2, 23-41.
- [10] Moraczewski R., Niczyporuk A., Kolera H., Stypiński P., 1983: Plonowanie wybranych rodów i odmian traw pastewnych na łące umiarkowanie suchej. Cz.I. Biul. IHAR, 151, 163-175.
- [11] Mosiej J., 1989: Wpływ wilgotności gleby na plony traw w uprawie polowej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 343, 207-213.

WZROST I ROZWÓJ NIEKTÓRYCH ODMIAN KUPKÓWKI POSPOLITEJ (*Dactylis glomerata* L.) W ZALEŻNOŚCI OD UWILGOTNIENIA GLEBY

Streszczenie

W doświadczeniu wazonowym badano wpływ uwilgotnienia gleby na wzrost, rozwój i plonowanie 4 odmian kupkówki pospolitej. Wykazano różną reakcję odmian na poziomy uwilgotnienia gleby w zakresie krzewienia się, dobowych przyrostów pędów i plonowania. Odmiany 'Amera' i 'Bepro' lepiej rozwijały się przy umiarkowanym uwilgotnieniu gleby (50 %), natomiast odmiana 'Aster' w warunkach najwyższego uwilgotnienia (80 % pełnej pojemności wodnej). Odmiana kanadyjska 'Potomac' zdecydowanie słabiej krzewiła się, odznaczała się słabym tempem wzrostu, dodatkowo okazała się mało odporna na mączniaka, co w konsekwencji wpłynęło na jej niskie plonowanie.

Słowa kluczowe: kupkówka pospolita, odmiany, plon, rozwój, uwilgotnienie gleby

BIOCHEMICZNE WSKAŹNIKI ŻYZNOŚCI GLEBY UKSZTAŁTOWANE W WYNIKU WIELOLETNIEGO NAWOŻENIA ORGANICZNO-MINERALNEGO

Jan Koper, Anna Piotrowska

Zakład Biochemii, Wydział Rolniczy ATR
ul. Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz

W badaniach uwzględniono wieloletnie statyczne doświadczenie, ze zróżnicowanym nawożeniem organiczno-mineralnym. Próbkę glebową do badań pobierane były z dwóch głębokości profilu glebowego: 5-15 i 20-27 cm w kwietniu i czerwcu spod uprawy koniczyny czerwonej oraz we wrześniu spod rzepaku ozimego. Badano aktywność pięciu enzymów glebowych oraz obliczono wartości dwóch wskaźników żyzności gleby: EAN i BIF. Najwyższe wartości aktywności enzymatycznej oraz wyliczonych wskaźników uzyskano w próbkach gleby nawożonej obornikiem i NPK.

Słowa kluczowe: dehydrogenazy, katalaza, fosfataza alkaliczna, proteazy, amylazy, wskaźniki żyzności gleby

1. WSTĘP

W warunkach stosowanego obecnie uproszczenia zmianowań oraz przy intensywnym stosowaniu środków chemicznych może dochodzić czasem do naruszenia równowagi biologicznej i energetycznej agroekosystemów [11]. Wywołuje to konieczność ciągłego kontrolowania stanu żyzności gleb z wykorzystaniem nie tylko szeroko stosowanych wskaźników agrotechnicznych, ale także uwzględnienia czynników biologicznych przy określaniu chemiczno-biochemicznych parametrów gleby. W obecnie prowadzonych badaniach poszukuje się biologicznych wskaźników żyzności umożliwiających dokonywanie w miarę obiektywnej oceny stanu żyzności gleb. Wskaźniki biologiczne, wykazując podobieństwo do wskaźników określających zasobność [6], powinny uwzględniać zależności korelacyjne pomiędzy wartościami wskaźników, a uzyskiwanymi plonami roślin [11].

W biochemii gleb za bardzo ważny wskaźnik aktywności biologicznej oraz żyzności uważa się ich aktywność enzymatyczną [7, 8]. Dlatego też przy określaniu związku pomiędzy aktywnością biologiczną gleby a plonowaniem roślin sformułowano syntetyczne wskaźniki, będące funkcją parametrów mikrobiologicznych oraz zawartości węgla organicznego ($C_{org.}$) i aktywności enzymatycznej gleby [8].

Celem podjętych badań było:

- określenie wpływu zróżnicowanego nawożenia organiczno-mineralnego na aktywność enzymatyczną gleby w zależności od okresu wegetacyjnego koniczyny i rzepaku ozimego,

- określenie biologicznej aktywności gleby z wykorzystaniem sformułowanego przez Becka [2] Enzymatycznego Współczynnika Aktywności - EAN oraz przedstawionego przez Stefanica i in. [12] Biologicznego Wskaźnika Żyzności - BIF,
- poszukiwanie zależności korelacyjnych pomiędzy wartościami obliczonych wskaźników żyzności a zawartością C_{org} i N_{og} oraz plonami koniczyny czerwonej.

2. MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie, z którego pobrano próbki glebowe do badań, założone zostało w 1948 roku w RZD w Mochelku na glebie płowej typowej. Obecnie prowadzone jest ono przez Katedrę Ogólnej Uprawy Roli i Roślin ATR w Bydgoszczy. Jest to wieloletnie statyczne doświadczenie z czternastoma kombinacjami nawozowymi, z których do badań wybrano następujące:

- 1) kontrola (bez nawozów),
- 2) obornik,
- 3) obornik + PK,
- 4) obornik + KN,
- 5) obornik + PN,
- 6) obornik + NPK.

Glebę do badań pobrano z warstwy 5-15 cm i 20-27 cm poziomu Ap, spod koniczyny czerwonej, w kwietniu i czerwcu 1996 roku oraz we wrześniu tego roku spod rzepaku ozimego zasianego po zbiorze II pokosu koniczyny. W doświadczeniu stosowano obornik w dawce 50 t ha^{-1} pod burak cukrowy co pięć lat. Nawożenie mineralne stosowane w roku pobierania próbek glebowych było następujące (kg ha^{-1}): N - 30, P_2O_5 - 60, K_2O - 100, NPK - 190.

Wykonano następujące analizy:

- aktywność dehydrogenaz oznaczono kolorymetrycznie wg Gałstiana (1980),
- aktywność katalazy określono gazometrycznie wg Zwiagincewa (1980),
- aktywność fosfatazy alkalicznej oznaczono spektrofotometrycznie wg Tabatabai i Bremnera (1972),
- aktywność proteaz i amylaz oznaczono spektrofotometrycznie wg Becka (1984).

Na podstawie otrzymanych wartości aktywności enzymów obliczono indeksy żyzności:

- EAN, wg poniższego wzoru, wykorzystując analityczne wartości aktywności następujących enzymów: dehydrogenaz (TPF - trójfenyloformazan), katalazy (ml O_2), fosfatazy alkalicznej (PNP - p-nitrofenol), proteaz ($\mu\text{g N-NH}_3$) i amylaz (mg skrobi):

$$\text{EAN} = 0,2 \left[\text{mg TPF} + \frac{\text{ml O}_2}{10} + \frac{\mu\text{g PNP}}{40} + \frac{\mu\text{g N-NH}_3}{2} + \frac{\text{ml rozłożonej skrobi}}{20} \right]$$

- BIF, którego wartości obliczono z wartości aktywności dehydrogenaz i katalazy:

$$\text{BIF} = \frac{\text{mg TPF} + k \cdot \text{ml O}_2}{2}$$

gdzie:

k - współczynnik proporcjonalności (0,01).

Skład granulometryczny oznaczono metodą Cassagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego, pH w H₂O i w KCl zmierzono metodą elektrometryczną, zawartość C_{org} określono metodą Tiurina oraz N_{og} metodą destylacyjną przy użyciu aparatu do destylacji Büchi.

3. WYNIKI I DYSKUSJA

Na podstawie składu granulometrycznego glebę zaliczono do piasku gliniastego lekkiego. Podstawowa charakterystyka badanej gleby jest następująca:

Nawożenie – Fertilisation	C _{org} - C _{org} [g kg ⁻¹]	N _{og} - N _{tot} [g kg ⁻¹]	pH - H ₂ O	pH - KCl
Kontrola - Control	4,0	0,61	5,8	5,2
Obornik - FYM	4,9	0,69	5,6	5,0
Obornik + PK - FYM + PK	5,8	0,75	4,8	4,6
Obornik + KN - FYM + KN	6,3	0,78	5,2	4,4
Obornik + PN - FYM + PN	5,2	0,77	5,1	4,5
Obornik + NPK - FYM + NPK	6,4	0,80	5,0	4,6

Na podstawie analizy wariancji (NIR_{0,05} w tabeli 1) dla większości prób glebowych badanych obiektów stwierdzono istotną zależność aktywności enzymatycznej od zróżnicowanego nawożenia organiczno-mineralnego oraz od terminu i głębokości pobrania próbek glebowych.

Tabela 1
Table 1

Aktywność enzymatyczna gleby w zależności od zastosowanego nawożenia oraz terminu i głębokości pobierania próbek

Soil enzymatic activity as affected by different fertiliser, date and depth of sampling

Nawożenie Fertilisation		Terminy – Dates								
		Kwiecień - April			Czerwiec - June			Wrzesień - September		
		głębokość – depth [cm]								
		5-15	20-27	\bar{x}	5-15	20-27	\bar{x}	5-15	20-27	\bar{x}
		Dehydrogenazy – Dehydrogenases (mg TPF g ⁻¹ 24 h ⁻¹)								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Kontrola - Control	0,06	0,10	0,08	0,13	0,12	0,13	0,10	0,09	0,10
2	Obornik - FYM	0,08	0,07	0,08	0,20	0,15	0,18	0,17	0,16	0,17
3	Obornik + PK FYM + PK	0,07	0,07	0,07	0,21	0,15	0,18	0,24	0,15	0,20
4	Obornik + KN FYM + KN	0,07	0,06	0,07	0,19	0,12	0,16	0,17	0,12	0,15
5	Obornik + PN FYM + PN	0,08	0,07	0,08	0,26	0,19	0,23	0,24	0,21	0,13
6	Obornik + NPK FYM + NPK	0,12	0,11	0,12	0,29	0,19	0,24	0,28	0,19	0,24
Średnia – Mean		0,08	0,08	0,08	0,21	0,15	0,18	0,20	0,15	0,17
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		I 0,004 II 0,007			I 0,018 II 0,007			I 0,014 II 0,005		
Interakcje – Interactions		I/II 0,009 II/I 0,008			I/II 0,016 II/I 0,025			I/II 0,013 II/I 0,020		

tabela 1 cd. - Table 1 continued

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
		Katalaza – Catalase (ml O ₂ g ⁻¹ min ⁻¹)									
1	Kontrola – Control	0,5	0,5	0,5	0,8	0,7	0,8	0,6	0,5	0,6	
2	Obornik – FYM	0,6	0,5	0,6	0,9	0,7	0,8	0,8	0,7	0,8	
3	Obornik + PK FYM + PK	0,6	0,6	0,6	0,9	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	
4	Obornik + KN FYM + KN	0,7	0,5	0,6	0,9	0,8	0,9	1,0	0,9	1,0	
5	Obornik + PN FYM + PN	0,6	0,4	0,6	0,9	0,7	0,8	1,1	0,9	1,0	
6	Obornik + NPK FYM + NPK	0,9	0,7	0,5	1,0	0,8	0,9	1,2	1,0	1,1	
Średnia – Mean		0,7	0,5	0,6	0,9	0,7	0,8	0,9	0,8	0,9	
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} Interakcje – Interactions		I 0,11 I/II 0,21	II ni - ns II/I 0,04	I 0,05 I/II 0,05			II 0,02 II/I 0,86	I 0,01 I/II ni - ns	II 0,04 II/I ni - ns		
		Fosfataza alkaliczna – Alkaline phosphatase (μg PNP g ⁻¹ h ⁻¹)									
1	Kontrola – Control	19,5	20,0	19,8	22,0	23,5	22,8	29,5	28,0	28,8	
2	Obornik – FYM	19,0	19,5	19,3	23,0	21,3	22,2	35,5	31,0	33,0	
3	Obornik + PK FYM + PK	21,0	18,0	19,5	22,0	19,0	20,5	29,5	28,0	28,8	
4	Obornik + KN FYM + KN	26,0	22,0	24,0	25,0	20,0	22,5	34,5	32,5	33,5	
5	Obornik + PN FYM + PN	27,5	27,0	27,3	28,0	21,9	25,0	35,5	34,0	34,8	
6	Obornik + NPK FYM + NPK	29,5	29,0	29,3	31,0	29,5	30,3	41,0	37,5	39,3	
Średnia – Mean		23,8	22,6	23,3	25,2	22,5	23,4	34,3	31,8	33,0	
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} Interakcje – Interactions		I 5,59 I/II ni - ns II/I ni - ns	II ni - ns	I 6,49 I/II 5,92			II 2,42 II/I 9,18	I 6,52 I/II 5,59	II 2,43 II/I 9,22		
		Proteazy – Proteases (μg Gly g ⁻¹ 16 h ⁻¹)									
1	Kontrola – Control	73,0	72,0	72,5	52,5	49,0	50,7	97,0	83,0	90,0	
2	Obornik – FYM	80,0	81,0	80,5	62,0	56,5	59,2	131,0	125,0	128,0	
3	Obornik + PK FYM + PK	72,5	71,5	72,0	68,0	56,5	62,3	143,0	135,0	139,0	
4	Obornik + KN FYM + KN	68,0	66,0	67,0	60,7	54,0	57,4	131,0	111,0	121,0	
5	Obornik + PN FYM + PN	86,5	71,5	79,0	64,0	59,0	61,5	133,0	116,0	124,0	
6	Obornik + NPK FYM + NPK	78,0	70,5	74,3	79,0	64,1	67,1	183,0	150,0	90,0	
Średnia – Mean		76,3	72,1	74,2	62,9	53,5	59,7	136,3	120,0	128,2	
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} Interakcje – Interactions		I 9,35 I/II 8,99	II 3,67 II/I 13,93	I 0,67 I/II 0,61			II 0,25 II/I 0,94	I 4,01 I/II ni - ns	II ni - ns II/I ni - ns		

tabela 1 cd. - Table I continued

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		Amylasy - (mg skrobi g ⁻¹ 16h ⁻¹) Amylases - (mg starch g ⁻¹ 16h ⁻¹)								
1	Kontrola – Control	2,5	2,3	2,4	8,6	8,4	8,5	2,9	2,6	2,8
2	Obornik – FYM	3,3	3,1	3,2	8,8	8,2	8,5	5,7	5,3	5,5
3	Obornik + PK FYM + PK	3,4	2,7	3,1	9,2	8,4	8,8	5,0	4,3	4,7
4	Obornik + KN FYM + KN	3,3	3,2	3,3	9,1	8,4	8,7	8,0	8,1	8,1
5	Obornik + PN FYM + PN	3,9	3,3	3,6	8,8	8,6	8,7	4,1	3,8	4,0
6	Obornik + NPK FYM + NPK	4,1	4,0	4,1	9,2	8,9	9,0	10,2	9,5	9,9
Średnia – mean		3,4	3,1	3,3	8,9	8,5	8,7	6,0	5,6	5,8
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		I 0,15	II 0,06		I 0,61	II 0,23		I 0,11	II 0,04	
Interakcje – Interactions		I/II 0,14	II/I 0,22		I/II 0,55	II/I 0,86		I/II 0,10	II/I 0,16	

ni - ns: różnica nieistotna - non-significant

I czynnik - nawożenie; I factor - fertilisation

II czynnik - głębokość pobrania próbki; II factor - depth of sampling

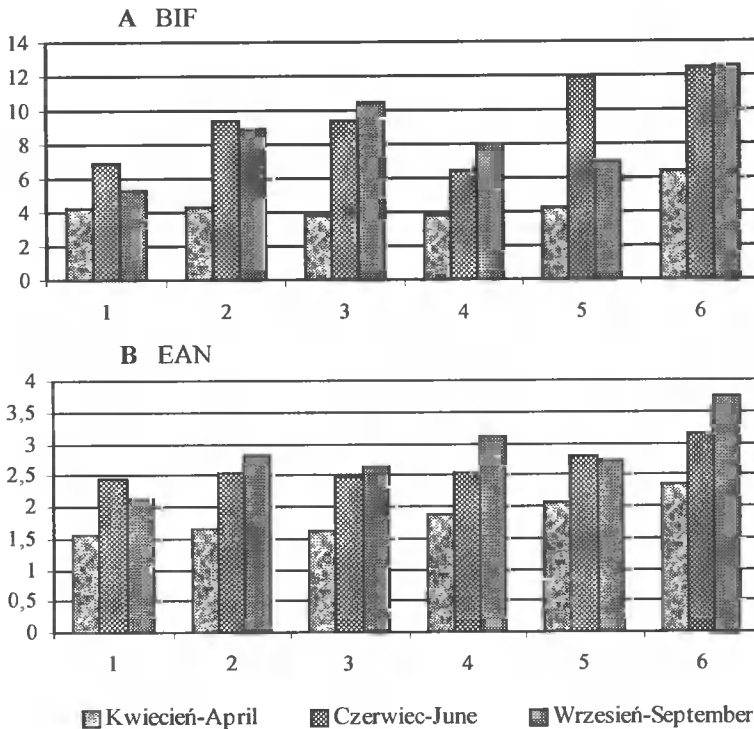
Aktywność wszystkich badanych enzymów glebowych najniższa była w próbkach gleby z poletek kontrolnych, zwykle wzrastała, gdy stosowano obornik i niepełne nawożenie mineralne, natomiast najwyższa była w próbkach gleby z poletek nawożonych obornikiem i NPK.

Nawożenie obornikiem wykazuje zwykle dodatni wpływ zarówno na wzrost aktywności biologicznej, a szczególnie biomasę drobnoustrojów [10], jak też na aktywność enzymatyczną gleby [4]. Dotychczas nie uzyskano zgodnych poglądów co do roli nawożenia mineralnego w kształtowaniu aktywności biologicznej gleby. Przykładowo, Eiland [5] zauważył wpływ takiego nawożenia na aktywności dehydrogenaz, natomiast Bender i Rybak [3] na wzrost aktywności katalazy, podczas gdy z innych prac wynika, że nawożenie mineralne, zwłaszcza po długotrwałym stosowaniu w wysokich dawkach prowadzi do inhibicji reakcji enzymatycznych [4, 6].

Otrzymane wyniki aktywności enzymów ze wszystkich obiektów nawożeniowych, w szczególności wartości aktywności dehydrogenaz (0,06-0,29 mg TPF g⁻¹ 24 h⁻¹) i fosfatazy alkalicznej (18-40 μg PNP g⁻¹ h⁻¹), były znacznie niższe w porównaniu z uzyskanymi wcześniej wynikami badań tej gleby [4]. Wyższe wartości aktywności fosfatazy alkalicznej pod wpływem zróżnicowanego nawożenia gleby lekko otrzymał Mysłków [9]. Autor stwierdził sześciokrotny nawet wzrost aktywności tego enzymu w próbkach nawożonych obornikiem, w porównaniu z aktywnością gleby z obiektu kontrolnego. Natomiast Baran i Bielińska [1] stwierdzili obniżenie aktywności dehydrogenaz, proteaz i fosfatazy w próbkach gleby nawożonej obornikiem, w porównaniu z glebą nie nawożoną.

Na podstawie otrzymanych wyników aktywności enzymatycznej obliczono wskaźnik EAN, którego wartości mieściły się w zakresie 1,5-4 (rys.1B). Otrzymane przez Becka wartości EAN, mieszczące się w zakresie 1-4, dotyczyły różnych typów gleb ornich, podczas gdy uzyskane przez nas wartości obliczone były dla próbek tego samego typu gleby. Znaczne zatem zróżnicowanie ich wielkości było prawdopodobnie spowodowane wpływem zróżnicowanego nawożenia. Wartości drugiego obliczonego wskaźnika - BIF

- kształtowały się w granicach 4-13 (rys.1A) i mieściły się w zakresie przyjętym przez Stefanica i in.[12], który wynosi 1-17.



1. Kontrola - Control
2. Obornik - FYM

3. Obornik + PK - FYM + PK
4. Obornik + KN - FYM + KN

5. Obornik + PN - FYM + PN
6. Obornik + NPK - FYM + NPK

Rys. 1. Biologiczny wskaźnik żyzności - BIF (A) oraz wskaźnik enzymatyczny aktywności gleby: EAN (B) w zależności od zastosowanego nawożenia gleby (w przeliczeniu na 100 g gleby)

Fig. 1. Biological index of soil fertility – BIF (A) and index of soil enzymatic activity: EAN (B) as affected by different fertilisers (calculated for 100 g of soil)

Wartości obu wyliczonych wskaźników żyzności gleby najniższe były dla próbek gleb pochodzących z obiektu kontrolnego, a najwyższe dla próbek gleb pochodzących z poletek nawożonych (obornik + NPK), co wskazuje na to, że stan biologiczny gleby wyraźnie poprawia się jedynie pod wpływem systematycznego nawożenia organiczno-mineralnego. Słuszność tego stwierdzenia potwierdzają wyniki otrzymane przez Myśkova i in. [8], którzy rozpatrując kształtowanie sformułowanego przez siebie Biologicznego Wskaźnika Żyzności Gleb (F) w glebach ze zróżnicowanym nawożeniem, stwierdzili najmniejszą jego wartość, a zatem i najmniejszą żyzność dla gleby nie nawożonej lub nawożonej systematycznie tylko nawozami mineralnymi. Słuszność tak sformułowanego wskaźnika F znalazła potwierdzenie w dodatniej korelacji pomiędzy jego wartościami a plonami kukurydzy i ziemniaków ($r = 0,752-0,953$). Analiza korelacji uzyskanych wyników wykazała również istotne zależności pomiędzy wskaźnikami EAN i BIF

a zawartością C_{org} , N_{og} i plonami koniczyny czerwonej, których współczynniki zestawiono w tabeli 2.

Tabela 2

Table 2

Współczynniki korelacji pomiędzy wskaźnikami żyzności a zawartością C_{org} i N_{og} oraz plonami koniczyny czerwonej

Correlation coefficients between soil fertility indices and C_{org} and N_{tot} content and red clover yield

Miesiąc Month	BIF/ C_{org} BIF/ C_{org}	BIF/ N_{og} BIF/ N_{tot}	EAN/ C_{org} EAN/ C_{org}	EAN/ N_{og} EAN/ N_{tot}	BIF/plon BIF/yield	EAN/plon EAN/yield
Kwiecień – April	0,245	0,332	-0,141	0,881**	-	-
Czerwiec – June	0,504*	0,648*	0,576*	0,426	0,645*	0,557*
Wrzesień – September	0,448	0,119	0,418	0,192	-	-

* $P = 0,05$

** $P = 0,01$

Podobnie Stefanic i in. [1984] otrzymali istotne współczynniki korelacji między wielkościami BIF a poziomem niektórych wskaźników agrotechnicznych, np.: dla zależności BIF/C_{org} $r = 0,564^*$, BIF/N_{og} $r = 0,674^*$ oraz $BIF/P(P_2O_5)$ $r = 0,752^{**}$.

Przedstawione wyniki badań własnych i innych autorów wskazują, że prowadzenie badań nad biologicznymi wskaźnikami żyzności gleby w doświadczeniach wieloletnich wydaje się być słuszne, ponieważ trwałe zmiany biologiczne w glebie ujawniają się najczęściej dopiero po wielu latach stosowania określonych zabiegów agrotechnicznych.

4. WNIOSKI

1. Najwyższą aktywnością enzymatyczną charakteryzowały się próbki gleby pobrane latem. W próbkach gleby pobranej wiosną aktywność enzymów była niższa. Inną dynamikę stwierdzono dla aktywności amylolitycznej, która najwyższe wartości osiągnęła w próbkach gleby pobranej w czerwcu, a niższe wczesną wiosną i jesienią.
2. Wyższą aktywnością enzymatyczną charakteryzowały się próbki gleby z głębokości 5-15 cm w porównaniu z próbkami, które zostały pobrane z głębokości 20-27 cm we wszystkich terminach pobrania.
3. Najwyższe wartości aktywności enzymów, jak również najwyższe wartości biochemicznych wskaźników żyzności gleb, stwierdzono w próbkach gleby nawożonej obornikiem i NPK, niezależnie od terminu i głębokości pobrania próbek glebowych.
4. Wartości obu wskaźników żyzności (BIF, EAN) zmieniały się w sezonie wegetacyjnym. Najniższe ich wartości uzyskano dla gleby pobranej w kwietniu, natomiast najwyższe wartości, w większości przypadków, dla gleby pobranej we wrześniu.
5. Uzyskane istotne współczynniki korelacji pomiędzy wartościami obliczonych wskaźników a zawartością C_{org} , N_{og} i plonami koniczyny czerwonej, szczególnie dla próbek pobranych w czerwcu, świadczą o ścisłej zależności tych parametrów.

LITERATURA

- [1] Baran E., Bielińska E.J., 1998: Enzymatic activity of sandy soil fertilised with sewage deposits. *Polish Journal of Soil Science*, 31, 1, 77-83.
- [2] Beck T., 1984: Method and application domain of soil microbiological analysis at the Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau (LBP) in Munich for the determination of some aspects of soil fertility. *Proc. Fifth Symposium on Soil Biology. Romanian National Society of Soil Science, Bucharest*, 13-20.
- [3] Bender J., Rybak H., 1972: Katalaza jako wskaźnik produktywności gleby. *Prace Komisji Nauk Rolniczych i Leśnych* 33, 33-41.
- [4] Cieśla W., Koper J., 1990: Wpływ wieloletniego nawożenia mineralno-organicznego na ukształtowanie się poziomu fosforu organicznego i przyswajalnego oraz aktywności enzymatycznej gleby. *Roczniki Gleboznawcze*, 41, 3/4, 73-83.
- [5] Eiland F., 1980: The effect of manure and NPK fertilizers on the soil microorganisms in a Danish long term field experiment. *Tidskrift for Planteavl*, 5, 447-454.
- [6] Frankenberger W.T., Dick W.A., 1983: Factors affecting invertase activity in soils. *Plant and Soil*, 74, 313-323.
- [7] Moore A.W., Russel J.S., 1972: Factors affecting dehydrogenases activity as an index of soil fertility. *Plant and Soil* 37, 3, 675-682.
- [8] Myśków W., 1981: Próby wykorzystania wskaźników aktywności mikrobiologicznej do oceny żyzności gleby. *Postępy Mikrobiologii*, 20, 3/4, 173-192.
- [9] Myśków W., Stachyra A., Zięba S., Masiak D., 1996: Biological activity of soil as an index of its fertility. *Roczniki Gleboznawcze*, 47, 1/2, 89-99.
- [10] Russel S., 1974: *Drobnoustroje a życie gleby*. PWN, Warszawa.
- [11] Runowska-Hryńczuk B., 1992: Suitability of indexes of soil biological activity to soil fertility evaluation. *Pam. Puł.*, 100, 187-200.
- [12] Stefanic G., Eliade G., Chirogeanu I., 1984: Researches concerning a biological index of soil fertility. *Proc. Fifth Symposium on Soil Biology. Romanian National Society of Soil Science, Bucharest*, 35-45.

EFFECT OF LONG-TERM ORGANIC AND MINERAL FERTILISATION ON BIOCHEMICAL SOIL FERTILITY INDICES

Summary

A long-term static experiment included a varied organic and mineral fertilisation. The soil was sampled from the depth of 5-15 and 20-27 cm in April and June from red clover plots and in September from winter rape plots. The research defined the activity of five soil enzymes and the values of the EAN and BIF indices of soil fertility, all of them being the highest for soils fertilised with manure and NPK.

Key words: dehydrogenases, catalase, alkaline phosphatase, proteases, amylases, soil fertility indices

ZAWARTOŚĆ SIARKI ORAZ AKTYWNOŚĆ WYBRANYCH ENZYMÓW ZWIĄZANYCH Z JEJ PRZEMIANAMI W GLEBIE Z DŁUGOTRWAŁĄ MONOKULTURĄ I ZMIANOWANIEM

Jan Koper¹, Anetta Siwik¹, Stanisław Urbanowski²

¹Zakład Biochemii, Wydział Rolniczy ATR
ul. Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz

²Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin, Wydział Rolniczy ATR
ul. Ks. A. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz

Badano wpływ monokultury (buraka cukrowego, pszenicy ozimej, peluszki i rzepaku ozimego) i zmianowania na zawartość S_{og} i S_{so_4} oraz aktywność enzymatyczną gleby płowej. Próbki glebowe do badań pobrano z dwóch głębokości poziomu Ap w maju, czerwcu i we wrześniu 1997 roku. Najwyższą zawartość S_{og} i S_{so_4} oznaczono w próbkach gleby z monokulturą. Najwyższą aktywnością enzymatyczną charakteryzowały się próbki gleb pobrane w czerwcu spod uprawy pszenicy ozimej uprawianej w monokulturze.

Słowa kluczowe: siarka ogółem, siarka przyswajalna, rodanaza i arylosulfataza glebowa, zmianowanie, monokultura roślin

1. WSTĘP

W warunkach znacznego zanieczyszczenia środowiska przyrodniczego dostające się do gleby związki siarki nie tylko w pełni pokrywają zapotrzebowanie roślin na ten składnik, lecz również są często jednym z głównych czynników powodujących degradację gleby [12]. Wiele jednak roślin, szczególnie uprawianych na glebach lżejszych w rejonach o małym zanieczyszczeniu związkami siarki, korzystnie reaguje na nawożenie tym składnikiem. Rośliny pobierają siarkę z gleby głównie w formie siarczanów, a w procesie jej utleniania bardzo duże znaczenie mają drobnoustroje [4], które stanowią podstawowe źródło sulfataz glebowych. Jedną z nich jest arylosulfataza hydrolizująca estry siarczanowe z rodnikiem aromatycznym, która pełni istotną rolę w biochemicznej mineralizacji siarki organicznej. Enzym ten uznawany jest często za dobry wskaźnik intensyfikacji tego procesu [3]. Z procesami utleniania siarki glebowej związana jest też działalność innego enzymu, a mianowicie rodanazy, której substrat (tiosiarczan(VI)) jest jednym ze związków pośrednich w procesach utleniania siarki do formy przyswajalnej przez rośliny [6].

Celem pracy było:

- określenie wpływu roślin uprawianych w zmianowaniu i monokulturze na zawartość siarki ogółem (S_{og}) i siarczanowej(VI) (S_{so4}) oraz aktywność wybranych enzymów związanych z jej przemianami w glebie,
- zbadanie zmian aktywności rodanazy i arylosulfatazy glebowej oraz zawartości badanych form siarki w okresie wegetacyjnym roślin,
- określenie zależności pomiędzy zawartością węgla organicznego (C_{org}) i azotu ogólnego (N_{og}), a ilością oznaczanych form siarki oraz aktywnością enzymatyczną gleby.

2. MATERIAŁ I METODY

Próbki gleby do analiz pobrano z doświadczenia płodozmianowego z RZD w Mochelku w województwie kujawsko-pomorskim. Doświadczenie to zostało założone w 1973 roku przez Katedrę Ogólnej Uprawy Roli i Roślin ATR na glebie płowej typowej, o składzie granulometrycznym piasku gliniastego lekkiego i mocnego. Według systematyki międzynarodowej (FAO-UNESCO) analizowaną glebę zaklasyfikowano do Albic Luvisols o poziomach genetycznych: A_p , E_{et} , B_t , C. Jest to doświadczenie wieloletnie, statyczne, o różnym systemie zmianowania (6-półowym, 3-półowym i monokulturze), prowadzone w układzie losowanych podbloków w czterech powtórzeniach. Pełne nawożenie mineralne (NPK) zarówno w zmianowaniu tradycyjnym, jak i monokulturze stosowano w dawkach zgodnych z zapotrzebowaniem roślin. Obornik w dawce 30 t/ha pod burak cukrowy stosowano w zmianowaniu co 6 lat, natomiast w monokulturze co 3 lata.

Próbki gleb pobierano z dwóch warstw: 5-15 cm i 20-27 cm poziomu A_p gleby spod czterech roślin: buraka cukrowego, pszenicy ozimej, peluszkii i rzepaku ozimego; w trzech terminach: 22.05., 19.06. i 29.08.1997 roku. W tym roku zanotowano na terenie doświadczenia następujące warunki pogodowe:

	maj	czerwiec	sierpień
średnia miesięczna temperatura powietrza [°C]	11,5	16,0	19,9
miesięczna suma opadów [mm]	96,5	36,7	15,1

Zawartość siarki ogółem i rozpuszczalnych siarczanów oznaczono wg metody Bardsley'a-Lancastera [2]; aktywność rodanazy (EC.2.8.1.1) wg M.A. Tabatabai i B.B. Singh [10], natomiast aktywność arylosulfatazy (EC.3.1.6.1) oznaczono wg M.A. Tabatabai i J.M. Bremnera [9]. Podstawową charakterystykę gleby oznaczono metodami rutynowymi.

3. WYNIKI I DYSKUSJA

Badana gleba charakteryzowała się odczynem lekko kwaśnym. Wartość pH w H_2O mieściła się w zakresie 4,1-6,6, a pH w KCl wynosiło 3,7-4,3 dla obu systemów uprawy. Najwyższe wartości kwasowości czynnej i wymiennej stwierdzono dla próbek pobranych we wrześniu, niezależnie od systemu uprawy.

Zawartość węgla organicznego w badanych glebach wynosiła średnio $5,6 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ w próbkach gleby ze zmianowaniem upraw, a w glebach pochodzących z uprawy w monokulturze zawartość C_{org} była nieco niższa i wynosiła $5,0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$. Zawartość N_{og} kształtowała się w granicach $0,6-0,8 \text{ g N kg}^{-1}$ gleby, i podobnie jak zawartość węgla or-

ganicznego, wyższa była w próbkach gleb pobranych z poletek, gdzie stosowano zmianowanie ($0,67-0,80 \text{ g N kg}^{-1}$) niż w próbkach z monokulturą upraw ($0,58-0,74 \text{ g N kg}^{-1}$ gleby).

Zawartość siarki S_{og} w badanej glebie mieściła się w przedziale $0,08-0,19 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ niezależnie od rodzaju zmianowania oraz terminów pobierania próbek. W podobnym zakresie mieściły się ilości tego pierwiastka w glebach mineralnych badanych przez Terelak i in. [12] i Rejman-Czajkowską [7].

Przeprowadzona analiza wariancji dla zawartości siarki ogólnej (tab.1) wykazała, że tylko dla próbek gleb pobranych w pierwszym terminie zawartość S_{og} była istotnie zróżnicowana w zależności od sposobu uprawy, gatunku uprawianych roślin i głębokości pobrania próbek. Zawartość S_{og} była wówczas wyższa w próbkach gleby pod monokulturą, w porównaniu z zawartością w próbkach spod zmianowania i najniższa była w próbkach gleby spod rzepaku ozimego, co wiąże się ze szczególnie intensywnym pobieraniem siarki przez tę roślinę.

Zawartość siarki siarczanowej(VI) w badanej glebie mieściła się w zakresie $19-22 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ gleby (tab.1, rys.1A). Terelak i in. [12] wykazali większe zróżnicowanie zawartości siarki siarczanowej w poziomach genetycznych badanych gleb ($6-22 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ gleby).

Wyższą zawartością S_{so_4} cechowały się próbki gleb, które zostały pobrane spod upraw w monokulturze. Wystąpiło znaczne zróżnicowanie zawartości tej formy siarki w zależności od gatunku uprawianej rośliny. Badania ujawniły również istotne zmiany zawartości siarczanów w okresie wegetacyjnym. Najwyższą zawartością S_{so_4} charakteryzowały się próbki gleby pobranej wczesną wiosną z warstwy 5-15 cm (tab.1).

Przeprowadzona analiza wariancji wykazała również istotne zróżnicowanie aktywności rodanazy i arylosulfatazy w zależności od sposobu uprawy i gatunku uprawianych roślin oraz od terminu i głębokości pobrania próbek gleb ($\text{NIR}_{0,05}$, tab.2, rys.1B). Aktywności obu badanych enzymów wykazywały podobne tendencje zmian zależnie od rozpatrywania uwzględnionych w badaniach czynników. Zwykle najniższy poziom obu badanych enzymów uzyskiwano w próbkach, które pobrane zostały w drugim terminie, niezależnie od systemu uprawy. Wyższą aktywnością charakteryzowały się zawsze próbki gleby pobranej spod upraw w monokulturze, w porównaniu z próbkami pochodzącymi z poletek, na których stosowano zmianowanie (tab.2).

Aktywność rodanazy w glebie kształtowała się w granicach $21-36 \mu\text{g SCN}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ w próbkach gleb ze zmianowaniem i $43-52 \mu\text{g SCN}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ w próbkach spod monokultury (tab.2.). Wyższe wartości aktywności tego enzymu w próbkach gleb z 42-letnią monokulturą żyta ozimego stwierdził Szajdak [8]. Wynosiły one $39-76 \mu\text{g SCN}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ i były ok. 2,5 razy wyższe niż otrzymane w próbkach gleb spod żyta uprawianego w zmianowaniu. W naszych badaniach aktywność rodanazy w glebie z monokulturą upraw była ok. 50 % (w czerwcu i we wrześniu) wyższa, niż w glebach ze zmianowaniem. Wartości aktywności rodanazy podane przez innych autorów kształtowały się w znacznie szerszym zakresie i wynosiły w zależności od typu gleb odpowiednio: $120-875 \text{ nM SCN}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ [6] lub jak podają Tabatabai i Singh [11]: $30-138 \text{ nM SCN}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$.

Zawartość siarki w badanej glebie w zależności od rośliny, sposobu uprawy oraz terminu i głębokości pobierania próbek
Sulphur content is soil depending on plant, cultivation method, date and depth of sampling

Obiekty - Objects	S ₀₆ [g kg ⁻¹]			S ₀₄ [mg kg ⁻¹]			
	Terminy pobierania próbek - Date of sampling						
Sposób uprawy - Cultivation method	zmianowanie crop rotation	VI	IX	V	VI	IX	
	monokultura monoculture	0,20	0,10	0,09	20,1	21,7	23,0
Rośliny - Plants	burak cukrowy - sugar beet	0,24	0,09	0,10	18,7	25,3	24,4
	pszenica ozima - winter wheat	0,16	0,08	0,09	16,8	19,0	21,1
	peluszką - fodder pea	0,19	0,09	0,06	19,1	20,0	21,0
	rzepak ozimy - winter rape	0,14	0,11	0,08	20,4	18,7	19,8
Głębokość pobrania próbek - Depth of sampling	5-15 cm	0,21	0,11	0,10	21,8	23,5	24,1
	20-27 cm	0,16	0,08	0,07	15,7	18,0	19,3
Średnio - Mean		0,19	0,09	0,08	18,8	20,7	21,7
NIR - LSD (P = 0,05)							
(I) sposób uprawy -cultivation method		0,02	ni - ns	ni - ns	ni - ns	ni - ns	2,94
(II) rośliny - plants		0,03	ni - ns	ni - ns	ni - ns	ni - ns	3,28
(III) głębokość pobrania próbek - depth of sampling		0,03	0,02	ni - ns	1,55	ni - ns	1,88
		0,04	ni - ns	ni - ns	ni - ns	ni - ns	4,34
Interakcje - Interactions	I / II	ni - ns	ni - ns	ni - ns	ni - ns	ni - ns	ni - ns
	I / III	ni - ns	ni - ns	ni - ns	2,19	ni - ns	ni - ns
	II / III	ni - ns	ni - ns	ni - ns	ni - ns	ni - ns	ni - ns

ni - różnica nieistotna
ns - non-significant

Aktywność enzymatyczna badanej gleby w zależności od sposobu uprawy, rośliny oraz terminu i głębokości pobrania próbek
Soil enzymatic activity as depending on cultivation method, plant, date and depth of sampling

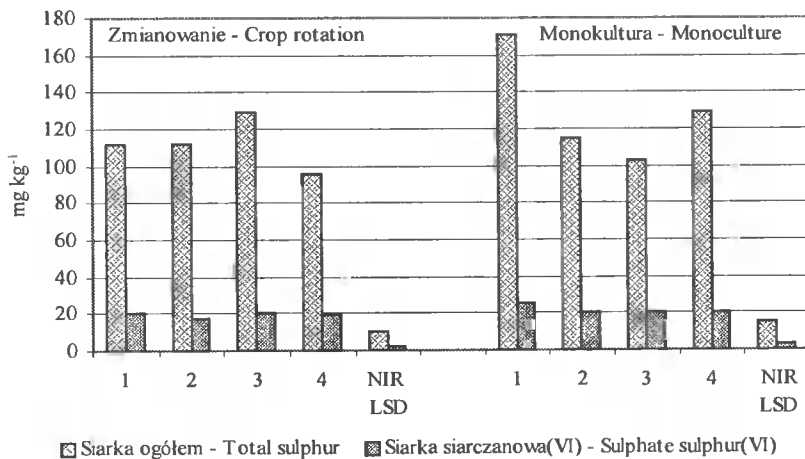
Tabela 2
Table 2

Sposób uprawy – Cultivation method	Obiekty – Objects	Rodanaza – Rhodanese $\mu\text{g SCN}^- \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$				Arylosulfataza – Arylsulphatase $\mu\text{g PNP} \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$			
		Terminy pobierania próbek - Date of sampling							
		V	VI	IX	V	VI	IX		
Sposób uprawy – Cultivation method	zmianowanie crop rotation	36,0	25,5	21,8	15,1	19,8	17,9		
	monokultura monoculture	43,1	52,7	45,0	21,2	27,8	16,4		
	Rośliny – Plants	burak cukrowy – sugar beet	42,8	37,5	35,2	17,7	19,7	19,3	
		pszenica ozima – winter wheat	40,8	51,1	40,4	24,1	27,6	13,0	
		peluszką – fodder pea	33,7	24,3	21,4	15,5	25,4	19,1	
		rzepak ozimy – winter rape	41,2	43,5	36,6	15,5	22,5	17,2	
	Głębokość pobrania próbek - Depth of sampling	5-15 cm	43,6	46,9	41,2	23,3	32,5	19,4	
		20-27 cm	35,5	31,3	25,6	13,1	15,1	14,9	
	Średnio – Mean		39,6	42,3	33,4	18,2	23,8	17,1	
	NIR – LSD (P = 0,05)								
(I) sposób uprawy – cultivation method		0,318	1,114	1,281	ni – ns	0,843	ni – ns		
(II) rośliny – plants		0,121	0,285	0,247	3,371	0,121	3,253		
(III) głębokość pobrania próbek – depth of sampling		0,055	0,158	0,144	1,299	0,045	1,447		
Interakcje – Interactions	I / II	0,171	0,403	0,350	4,767	0,171	ni – ns		
	I / III	ni – ns	0,223	0,204	1,838	0,064	ni – ns		
	II / III	0,109	0,316	0,289	2,599	0,091	ni – ns		

ni - różnica nieistotna
ns - non-significant

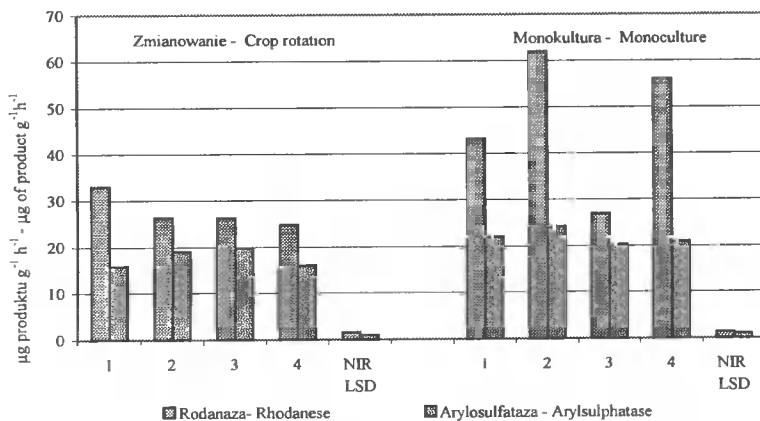
A

Zawartość siarki ogółem i siarczanowej(VI)
Total and sulphate(VI) sulphur contents



B

Aktywność enzymatyczna badanej gleby
Enzymatic activity of soil



1 – Burak cukrowy - Sugar beet

3 – Peluszką - Fodder pea

2 – Pšenica ozima - Winter wheat

4 – Rzepak ozimy - Winter rape

Rys.1. A. Zawartość siarki ogółem i siarczanowej(VI)

B. Aktywność rodanazy ($\mu\text{g SCN}^- \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$) oraz arylosulfatazy ($\mu\text{g PNPg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)

Fig.1. A. Total and sulphate sulphur(VI)

B. Activity of rhodanese ($\mu\text{g SCN}^- \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$) and arylsulphatase ($\mu\text{g PNP g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)

Aktywność arylosulfatazy mieściła się w zakresie 10-30 $\mu\text{g PNPg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ (rys.1B). Najwyższą stwierdzono w próbkach gleb pobranych w czerwcu, a najniższą dla próbek pobranych we wrześniu (tab.2). Farrell i in. [3], badając aktywność arylosulfatazy w gle-

bach pod różnymi systemami upraw, otrzymywali wartości mieszczące się w szerszym zakresie: 89-829 $\mu\text{g PNPg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$. Były one zwykle wyższe w glebach nie uprawianych, a długotrwała uprawa, zarówno w zmianowaniu, jak i w monokulturze, powodowała spadek aktywności arylosulfatazy.

Analiza korelacji uzyskanych wartości parametrów wykazała istotną zależność między: aktywnością rodanazy a zawartością S_{og} ($r = 0,68$); aktywnością rodanazy a zawartością N_{og} ($r = 0,77$); zawartością C_{org} a aktywnością arylosulfatazy ($r = 0,55$) oraz zawartością S_{og} i aktywnością arylosulfatazy, gdzie $r = 0,48$. We wcześniejszych badaniach istotną korelację aktywności arylosulfatazy z: S_{og} , C_{org} , S_{so4} , S-biomasy (MB-S), oddychaniem gleby i aktywnością dehydrogenazy uzyskali Farrell i in. [3]. Podobnie Baligar i in. [1] otrzymali istotne zależności korelacyjne między aktywnością tego enzymu a zawartością C_{org} , N_{og} i S_{og} . Wcześniejsze badania wykazały, że również aktywność rodanazy była istotnie skorelowana z zawartością C_{og} w glebie [5, 11].

4. WNIOSKI

1. Aktywność enzymatyczna gleby oraz zawartość siarki ogółem i siarczanów(VI) była zwykle wyższa w próbkach pobranych z poletek z monokulturą roślin, niż w próbkach pochodzących z obiektów, gdzie uprawiano rośliny w zmianowaniu.
2. Zawartość siarki ogółem i siarczanowej oraz aktywność enzymatyczną cechowała wyrażna dynamika w okresie wegetacyjnym. Zwykle najniższa kumulacja siarki ogółem miała miejsce w glebach wiosną natomiast siarki siarczanowej(VI) wczesną jesienią.
3. Nie stwierdzono istotnego zróżnicowania zawartości S_{og} i S_{so4} w zależności od gatunku uprawianych roślin. Wykazano natomiast istotny wpływ uprawianych roślin na aktywność enzymatyczną gleby. Najwyższą aktywność rodanazy i arylosulfatazy stwierdzono w próbkach gleby pobranych spod pszenicy ozimej.
4. Wyższą zawartością siarki i wyższą aktywnością enzymatyczną charakteryzowały się próbki gleb pobrane z głębokości 5-15 cm, w porównaniu z próbkami, które zostały pobrane z głębokości 20-27 cm, niezależnie od okresu ich pobrania oraz od systemu uprawy.
5. Istotna korelacja między aktywnością enzymatyczną a zawartością S_{og} , S_{so4} , N_{og} i C_{org} świadczy o ściślejszej zależności badanych parametrów gleby.

LITERATURA

- [1] Baligar V.C., Wright R.J., 1991: Enzyme activities in appalachian soils:1. Arylsulphatase. Communication of Soil Science and Plant Analysis 22, 3/4, 305-314.
- [2] Bardsley C.E., Lancaster J.D., 1960: Determination of Reserve Sulfur and Soluble Sulfates in Soils. Soil Science Society Proceedings, 265-268.
- [3] Farrell R.E., Gupta S.R., Germida J.J., 1994: Effects of cultivation on the activity and kinetics of arylsulphatase in Saskatchewan soils. Soil Biology and Biochemistry, 26, 8, 1033-1040.

- [4] Greyston S.J., Germida J.J., 1990: Influence of crop rhizospheres on population and activity of heterotrophic sulphur-oxidizing microorganisms. *Soil Biology and Biochemistry*, 22, 457-463.
- [5] Lawrence J.R., Gupta S.R., Germida J.J., 1988: Impact of elemental sulphur fertilization on agricultural soils. II. Effects on sulphur-oxidizing populations and oxidation rates. *Canadian Journal of Soil Science*, 68, 475-483.
- [6] Nor Y.M., Tabatabai M.A., 1997: Oxidation of elemental sulphur in soils. *Soil Science Society of America Journal*, 41, 736-741.
- [7] Rejman-Czajkowska M., 1973: Zawartość i rozmieszczenie siarki w glebach wytworzonych z gliny lekkiej. *Roczniki Gleboznawcze*, 24, 2, 203-229.
- [8] Szajdak L., 1996: Impact of crop rotation and phenological periods on rhodanese activity and free sulfuric amino acids concentrations in soils under continuous rye cropping and crop rotation. *Environment International*, 22, 5, 563-569.
- [9] Tabatabai M.A., Bremner J.M.A., 1970: Arylsulfatase Activity of Soils. *Soil Science Society Soil Society Proceedings*, 34, 225-229.
- [10] Tabatabai M.A., Singh B.B., 1976: Rhodanese activity of soils. *Soil Science Society of America Journal*, 40, 381-385.
- [11] Tabatabai M.A., Singh B.B., 1979: Kinetics parameters of the rhodanese reaction in soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 11, 9-12.
- [12] Terelak H., Motowicka-Terelak T., Pasternacki J., Wilkos S., 1988: Zawartość form siarki w glebach mineralnych Polski. *Pam. Puł., Supplement do zeszytu 91*, 1-59.

CONTENT OF SULPHUR AND THE ACTIVITY OF SOME ENZYMES RESPONSIBLE FOR ITS TRANSFORMATIONS IN SOIL UNDER LONG-TERM MONOCULTURE AND CROP ROTATION

Summary

The study defined the impact of monoculture (sugar beet, winter wheat, fodder pea and winter rape) and crop rotation on the S_{tot} and S_{so_4} contents as well as the enzymatic activity of lessive soil. The soil was sampled from two depths of Ap horizon in May, June and September 1997. The highest contents of S_{tot} and S_{so_4} were observed in the soils sampled from monoculture, whereas the highest enzymatic activity was noted for the soil sampled in June from the monocultural winter wheat plantation.

Key words: total sulphur, available sulphur, soil rhodanese and arylsulphatase, crop rotation, monoculture

IMPACT OF LANDSCAPE ELEMENTS ON THE QUALITY OF ARABLE LAND HABITATS IN THE OSIELSKO COMMUNE

Maciej Korczyński, Józef Misiewicz, Bogna Paczuska

Department of Botany and Ecology, Faculty of Agriculture
Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz

The present paper discusses landscape changes and the condition of ruderal flora and field ponds phycoflora in the Osielsko commune. It was observed that the area of arable land and the proportion of biologically active field ponds and tree stands has been shrinking. 447 species of vascular plants were identified within ruderal sites; a majority of these plant species were found also on cultivated fields. Ecology-wise, the flora of the algae did not vary greatly, which could have been due to considerable fluctuations of water level.

Key words: agricultural landscape, field ponds, algae

1. INTRODUCTION

The quality of agricultural environment is affected by the intensity of farming yet it depends on the structure of the landscape itself. Ecology-wise, landscape constitutes a dynamic system of interconnected elements such as land morphology, waters, vegetation, soil, and climatic condition [11]. In an agricultural landscape arable land is sprinkled with natural components, e.g. forests, waters, free tree stands, as well as with man-made residential developments, roads, baulks and ditches. Boundary strips between the particular constituents are of great importance here. The condition of the environment is also indicated by the components that depend on the water carrying residual fertilisers and pesticides to lower sites.

The aim of the present paper is to discuss the condition of the main landscape elements in the Osielsko commune which is exposed to a large urban centre, Bydgoszcz, which, in recent years, has resulted in far-reaching transformations of the commune. The present paper has been co-authored by Maciej Korczyński, who has contributed the section on changes in the landscape development, Józef Misiewicz, who has contributed the section on baulks and ruderal ecosystems, and Bogna Paczuska, who was responsible for the one devoted to algae communities in field ponds.

2. STUDY AREA

The Osielsko commune is situated in the southern part of the Świecie Upland and borders the northern Bydgoszcz districts. Plain and rolling glacial areas, with scarce slopes, determine its natural landscape only. The habitats, in geobotanic terms, cor-

respond to subcontinental dry ground forests (*Tilio-Carpinetum* Tracz. 1962), comprising deciduous forests that grow beyond the beech-populated areas. They occupy brown and fallow land on loamy structures. Such woodland areas are now confined to the slopes of the Świecie Upland which are difficult to farm; the remaining habitats have been brought into cultivation. Most of the woodland occupies habitats typical for the subboreal mixed-stand forest (*Pino-Quercetum* Kozl. 1925 em. Mat et Pol. 1955), usually spreading on sandy or loamy soils.

As far as the arable land is concerned, the dominant soils are poor or very poor of weak and very weak rye complex, only occasionally of good rye complex. The soils of land depressions have been classified as cereal-fodder weak complex.

The total area of the Osielsko commune is 10289 hectares; in 1996 nearly as much as 28 % of the arable land was covered by fallow and wasteland [14].

3. MATERIALS AND METHODS

The landscape development of the landscape has been determined with 1:25000 topographic maps, both from the beginning of the century and the contemporary ones [6, 7]. The analysis of transformations in land use and spatial structure of the communal grounds has been based on census and agricultural records [12, 14].

The flora of the baulks and ruderal communities were scrutinised with materials from field inspections and individual research. The studies by Misiewicz [8] and Buchwald and Engelhardt [1] also proved applicable. Calculating the total length and the area of the baulks, the following were considered: baulks constituted approximately 20% of various forms of field boundaries, the average baulk length was 60 cm, there were around 40 m of baulks per 1 hectare, which gave 25 square metres.

Phycological examinations were carried out in three natural field depressions in the villages of Osielsko and Niwy. Samples were collected once a month from July 1996 to October 1997, allowing for different algae communities occurring in the depths of the water bodies, both in the benthos and in the epiphyton. The analysis of the algae followed the standard methods [13]. The research was part of the project no 6 PO4G 047 11, financed by the State Committee for Scientific Research (KBN).

4. LANDSCAPE STRUCTURE

Analysing the topographic maps of the commune, it was observed that the arable land area has decreased considerably over the century [6, 7]; hence an increase in wooded areas (Fig.1), especially in the north-western part of the commune, bordering a vast woodland along the River Brda that stretches towards the Tuchola Forest. Such changes have also been observed recently (Table 1) [12].

The length of free tree stands was also found to be on the decrease. Tree rows not only add a variety to the landscape but also play an important role in intercepting biogenic compounds washed out from the fields to groundwater [3,5]. Around 1910, the Osielsko commune enjoyed its 15.7 km of field tree rows and 1.1 km of roadside tree rows. In 1980s a total of 3.4 km of trees, mainly poplars (*Populus x euroamericana*), were observed alongside the roads. However, the length of tree rows adjacent to arable land and pastures decreased by half (to 8 km), which resulted in diminishing the phytomeliorational importance of the tree rows there, yet the percentage of land under

cultivation exposed to free tree stands was as high as 11.7% and considerably exceeded the average calculated for the Bydgoszcz Province (8.6 %) [4].

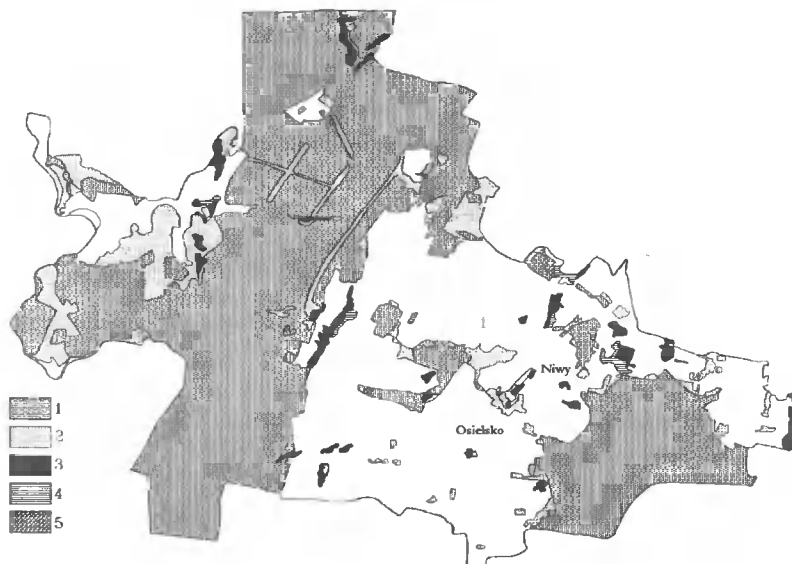


Fig.1. Land use changes in the Osielsko commune: 1 - forests in 1910, 2 - areas afforested after 1910, 3 - grasslands in 1910, 4 - grasslands transformed into arable land, 5 - deforested areas

Rys.1. Zmiany w użytkowaniu terenu gminy Osielsko: 1 - lasy w 1910 r., 2 - tereny zalesione po 1910 r., 3 - użytki zielone w 1910 r., 4 - użytki zielone przekształcone, 5 - tereny wylesione

Table 1

Tabela 1

Land use changes in the Osielsko commune
Zmiany w strukturze użytkowania terenu w gminie Osielsko

Year Rok	Arable land Grunty orne (ha)	Orchards Sady (ha)	Grasslands Użytki zielone (ha)	Woodland Lasy (ha)
1985	2965	162	382	5800
1990	2961	161	384	5823
1996	2885	111	477	5919

As compared with the Bydgoszcz Province as a whole, the landscape of the commune is distinguished by a strong fragmentation of the acreage, with areas taken up by particular crops being relatively small [14]. Here, striking as it might be, the acreage structure shows an absence of large areas (>50 ha) devoted to a single crop. All that can be promising due to an increase in buffer strips between various ecosystems, however, the prevalence of farmland not exceeding 5 ha each along with considerable fallow areas clearly indicates a diminishing role of agriculture in the commune adjacent to the big city (Fig. 2).

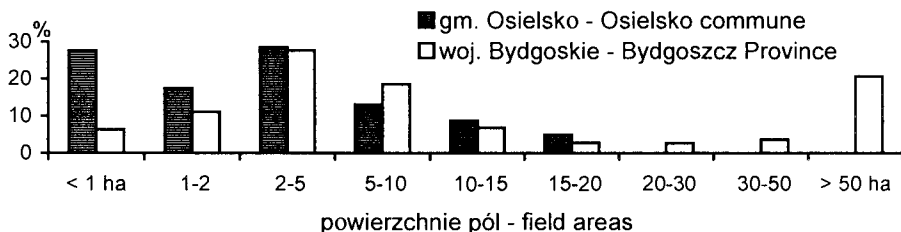


Fig.2. Fragmentation of arable land in the Osielsko commune

Rys.2. Rozdrobnienie pól na terenie gminy Osielsko

5. BAULKS

In 1996 arable land accounted for 28% of the total commune area, 2885 ha (Table 1). The following results were obtained:

- length of baulks $2885 \text{ ha} \times 40 \text{ m} = 115.4 \text{ km}$
- area of baulks $2885 \text{ ha} \times 25 \text{ m} = 7.2 \text{ ha}$

The baulks, with their total length of 115.4 km, are an important linear component in the agricultural landscape, and their considerable break-up ensures a great variety of habitat conditions for numerous plant and animal species.

Except for field tree stands, baulks are the only the mainstays of natural and semi-natural plant communities on vast and uniform arable land, which enables researches to evaluate the potential capacity of the habitat.

The species found in the baulks can be divided into beneficial, neutral and harmful, yet no specific data have been reported. As for beneficial animal communities, the baulks environment is inhabited by the earthworm and insects belonging to *Carabidae*, *Chalcidoidea*, *Ichneumonidae*, *Syrphidae*, *Staphylinidae*.

Sodded baulks prevent erosion and their position across the slope on hills controls the run-off and, partly, the flow off of the groundwater. The baulks on slopes are usually wider and covered with occasional shrubbery, and as such, provide quite varied living and development conditions for many different species. Enhancing the variety of the agricultural landscape, baulks control some pest populations.

6. RUDERAL ECOSYSTEMS

Numerous residential developments connected by networks of roads in the Osielsko commune constitute 8.2% (705 ha) of the total area. Settlements and other man-made developments are accompanied by ruderal habitats, transformed chemically and mechanically by 447 species of vascular plants that inhabit them. More than half of them (259 species) was also observed in the fields (Table 2). Alien invasive plants (anthropophytes) are represented by as many as 154 taxa. Ruderal phytocoenoses spring up spontaneously, their presence can be oppressive, yet, at the same time, they can enhance the shape of arable land habitats.

Table 2

Tabela 2

Composition of ruderal flora in the Osielsko commune

Zasoby flory ruderalnej gminy Osielsko

Group of plants Grupa roślin	Total number of species		Share of segetal weeds	
	Ogólna liczba gatunków		W tym: chwasty segetalne	
Apophytes total - Apofity razem including - w tym:	293		161	
– wood and shrub - leśne i zaroślowe		110		37
– meadow - łąkowe		81		56
– xerothermic grasses - muraw kserotermicznych		36		21
– sandy grasses - muraw piaskowych		31		22
– wetland - nadwodne		24		17
– of unknown origin - o nieokreślonym pochodzeniu		11		8
Antropophytes total - Antropofity razem including - w tym:	154		98	
– archeophytes - archeofity		72		62
– ergasiophytes - ergazjofity		46		18
– epecophytes - epekofity		22		18
– agriophytes - agriofity		14		-
Total - Ogółem	447		259	

Negative impact of ruderal phytocoenoses:

- they spring on roadsides, farmyards, storage yards in an uncontrollable way;
- they spoil the scenery around built-up areas, esp., rapidly spreading, tall bushes and perennials, e.g. *Artemisia vulgaris*, *Arctium* sp., *Ballota nigra*, *Sambucus nigra*, *Urtica dioica*;
- they provide focal points for some allergic plants, e.g. *Artemisia vulgaris*, *Poaceae*;
- they provide habitats for many potential weeds;
- they create habitats for numerous pathogenic fungi and phytophagous pests.

Positive contribution:

- spontaneously and without any costs involved, they cover damping sites, heaps, etc, enhancing the landscape;
- they have a considerable share in primary production: they absorb carbon dioxide, produce oxygen, and produce organic mass;
- they protect the soil from erosion;
- they add to the bio-diversity of the area;
- they provide raw materials for herbal industry, e.g. *Arctium* sp., *Lamium album*, *Leonorus cardiaca*;
- they enhance the natural selection, distribution and density of beneficial animals.

7. ALGAE COMMUNITIES IN FIELD PONDS

Formerly the area of the Świecie Upland possessed as many as 81 natural water reservoirs and 9 field ponds. From 1994 to 1995, 55 remained [9]. The disappearance of

both large and small water bodies in this region can be attributed to great changes in climatic conditions as well as amelioration based on faulty principles disregarding the need to preserve biological variations, filling up and levelling off natural land depressions.

Phycological analysis demonstrated that the greatest taxonomic diversity of algae communities occurs in the Niwy field pond, classified as permanent, covering 267.5 m², at the average depth of 0.8 m. Throughout the annual cycle, 70 taxa of algae were identified there, with most numerous being green algae *Chlorophyta* - 30 taxa, diatoms *Bacillariophyceae* - 13, *Euglenophyta* - 10, blue-green algae - *Cyanophyceae* - 8, and *Dinophyceae*, *Xantophyceae*, and *Chrysophyceae* - 3 taxa, being least represented. Both in the depths of the reservoir and in the phytobenthos, the number of the taxa found was almost identical, which could have been due to a low water level. Interestingly, the pond is also characterised by a small proportion of biogenic compounds, well-developed flora of hydromacrophytes [10], and the absence of blooming, which would suggest that the pond showed no signs of eutrophy. One needs also to mention the presence of epiphytic algae that are hosted mainly by filamentous green algae of the *Oedogonium* and *Ulothrix* genus but which were not observed on hydromacrophytes.

In the village of Osielsko three ponds were investigated; the smallest of them, occupying a meadow, with the area of 92 m² and the average depth of 1 m, in its annual cycle, was classified as eutrophic because of the volvox (*Volvox aureus*) blooming in July 1996, regarded as an indicator of eutrophy [2]. All in all, 54 taxa of algae were identified in the pond, with the most numerous green algae - 35 taxa, and diatoms - 15. As for other taxonomic groups, blue-green algae and *Euglenophyte* were represented by 4 taxa, and *Xantophyceae* and *Cryptophyceae* by 3. As for ecological groups, quantity and number of taxa made benthos and littoral species predominant. In an annual cycle, blue-green algae were reported frequently but at a low quantitative rate, of which the most permanent was the taxon of *Anabaena affinis* Lemm, which is quite important for trophy as blue-green algae are usually found in fertile water reservoirs.

The second pond was classified as periodic, taking up 697 m² and being very shallow - 0.2 m, and, in autumn, drying up completely. 52 taxa of algae were found here. As compared with the other field ponds, it showed a stronger presence of blue-green algae - 10 taxa and *Euglenophyte* - 14; diatoms were represented by 12 taxa, and green algae by 11. *Xantophyceae*, 3, and *Cryptophyceae*, 1, were least numerous. The conditions in the pond changed rapidly following the water level lowering and water surface shrinking.

Similarly, the taxonomic and quantitative proportions of the algae community varied. In spring blue-green algae prevailed, with the dominant species of *Oscillatoria bornetti* (Zukal) Forti, succeeded by green algae with a high proportion of *Anykra ancora* (G.M.Smith) Fott; which could suggest an increased trophy. In summer, however, when the water level rose considerably as a result of rainfall, *Euglenophyta* were predominant, mainly the *Trachelomonas* genus which prefers unpolluted waters.

The third field pond in Osielsko, the biggest one - 733 m², and the deepest - 1.8 m was examined only in the vegetation season of 1997. 44 taxa of algae were identified, among which the most numerous were green algae - 16 taxa, then diatoms - 11, blue-green algae and *Xantophyceae* - 7, *Euglenophyta* - 2, and *Chrysophyceae* - 1. None of the species was observed to be dominant during the vegetation season. A permanent occurrence of phytoplankton, in summer, i.e. blue-green algae, with the taxa of *Merismo-*

pedia marssoni Lemm., *Anabaena flos-aquae* Breb., *Anabaena spiroides* Kleb., and *Anabaena affinis* Lemm was observed.

All the ponds examined showed, irrespectively of depth, a similar distribution of the ecological groups of the algae. The same species were usually found in the depths and in the benthos, which can be attributed to large annual fluctuations of the water level. In all the reservoirs, a permanent occurrence of the benthos and epiphyton, i.e. filamentous green algae, especially the *Oedogonium* genus, was noted. The results of the phycological analysis suggest considerable variations in the ponds. It is difficult to determine the trophy due to considerable changes; hence the phenomena observed here are not always true for other water bodies, e.g. lakes.

8. CONCLUSIONS

1. The Osielsko commune showed a decrease in the share of tree stands and field ponds in the agricultural landscape.
2. Baulks and ruderal sites (roads, residential developments) in a close vicinity of farmland provide a wide variety of habitats for numerous beneficial, neutral or harmful species.
3. A considerable variation in the algae flora in field ponds was noted; it was dominated by bottom-living and epiphytic taxa, which can be due to irregular fluctuations of the water level.

REFERENCES

- [1] Buchwald K., Engelhardt W., (red.), 1975: Kształtowanie krajobrazu a ochrona przyrody. PWRiL, Warszawa.
- [2] Janerfelt H., 1952: Plankton als indicator der Trophiengruppen der Seen, Ann. Acad. Sci. Fenn. (AIV), 18, 1-29.
- [3] Karg J., Karlik B., 1993: Zadrzewienia na obszarach wiejskich. ZBSRiL PAN, Poznań.
- [4] Korczyński M., 1997: Możliwości rozbudowy zadrzewień w województwie bydgoskim. [W]: Zieleń w otoczeniu drogi. Ogólnopolska Konferencja Szkoleniowa (zbiór referatów), SliTK, Koszalin, 65-70.
- [5] Łuczyńska-Bruzda M., 1995: Zadrzewienia w krajobrazie otwartym. Ekologiczne i kulturowe przesłanki zadrzewień w krajobrazie rolniczym w świetle literatury przedmiotu. *Studia i Materiały. Krajobrazy*, 6(18):1-48.
- [6] Mapa topograficzna. Arkusze: 344.43 1981, 344.44 1981, 354.21 1991, 354.22 1991. Główny Geodeta Kraju.
- [7] Maßstab 1:25000 der natürlichen Länge. Arkusze: 1375, 1376, 1374, 1426, 1427, 1428. Herausgegeben 1912.
- [8] Misiewicz J., 1986: Investigations on the synanthropic flora of Polish sea harbours. *Monogr. Bot.*, 67:1-68.

- [9] Paczuska B., Paczuski R., 1997: The problem of disappearance of natural field and mid-forest reservoirs on the southern border of Świecie Height. [W]: The theoretical and practical aspects in the ecological investigations. Idee Ekologiczne, vol. 10, seria Szkice, 6 215-221.
- [10] Paczuska B., Krasicka-Korczyńska E., Paczuski R., 1998: The preliminary researches on algae and hydromacrophytes in inhibition the selected field end mid-forest ponds on the southern border of Świecie Height. Oceanological Studies. 2:37-44.
- [11] Richling A., Solon J., 1996: Ekologia krajobrazu. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- [12] Rocznik statystyczny województwa bydgoskiego, 1986, 1991, 1997: Wojewódzki Urząd Statystyczny w Bydgoszczy..
- [13] Starmach K., 1988: Plankton roślinny wód słodkich. Metody badania i klucze do oznaczania gatunków występujących w wodach Europy Środkowej. PWN, Warszawa-Kraków.
- [14] Użytkowanie gruntów, powierzchnia zasiewów i zwierzęta gospodarskie, 1997: Powszechny spis rolny 1996. Urząd Statystyczny w Bydgoszczy.

ELEMENTY KRAJOBRAZU WPŁYWAJĄCE NA JAKOŚĆ SIEDLISK GRUNTÓW ORNYCH W GMINIE OSIELSKO

Streszczenie

W pracy przedstawiono przemiany krajobrazu gminy Osielsko oraz stan flory ruderalnej i fykoflory "oczek" śródpolnych. Stwierdzono zmniejszanie się powierzchni gruntów ornych oraz udziału aktywnych biologicznie elementów krajobrazu - zadrzewień i "oczek" śródpolnych. Na siedliskach ruderalnych odnotowano 447 gatunków roślin naczyniowych, spośród których ponad połowa występuje również na polach uprawnych. Flora glonów zbiorników wodnych była pod względem ekologicznym mało różnicowana, co wynikało z dużych wahań poziomu wody.

Słowa kluczowe: krajobraz rolniczy, "oczka" śródpolne, glony

IMPACT OF MINERAL AND ORGANIC FERTILISATION ON THE HEALTH STATUS OF FODDER CROPS CULTIVATED IN STUBBLE INTERCROP

Grzegorz Lemańczyk¹, Zbigniew Skinder², Edward Wilczewski², Czesław Sadowski¹

¹ Katedra Fitopatologii, Wydział Rolniczy ATR
ul. Ks. A. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz

² Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Wydział Rolniczy ATR
ul. Ks. A. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz

In the years 1996-1998 the relationship between the health status of the roots of mustard, radish, rape, sunflower and phacelia cultivated in stubble intercrop and fertilisers was investigated. A comparatively low plant root infection was noted. The health status of the species researched was similar. The highest infection was observed in 1997. Slurry fertilisation significantly increased the infection of radish and winter rape roots, however no greater impact of straw was noted. The fungi isolated were those well known to be saprophytic, mostly. *Fusarium* spp. was most common among pathogenic fungi, *Rhizoctonia solani* was less common. Also fungi of *Trichoderma* genus were isolated in large numbers.

Key words: intercrop, health status, roots, fertilisation, cereals

1. INTRODUCTION

In many European countries, plant production, being more and more intensive, has brought about an increase in stubble intercrop cultivation area. However, in Poland cultivation area of these intercrops has decreased considerably, which can be also due to popularisation of grain harvest done with harvesters, and, as a result, a delay in intercrop sowing at the best time as well as a general trend towards simplifying farming methods [10].

More and more often straw is not collected and remains in the field as a fertiliser. However it may constitute a very good nutrient medium for the development of many parasitic fungi, making their pathogenicity longer lasting. Also slurry, even though it is a valuable fertiliser, when applied in its raw form, may disturb the microbiological balance due to its high content of micro-organisms. Along with slurry micro-organisms which may cause plant diseases are introduced. A considerable increase in the degree of infection by pathogenic bacteria in crops cultivated in intercrop fertilised with slurry was observed [5, 6, 7, 9, 11].

In Poland, a considerable increase in cereal share in crop structure imposes their cultivation one after another. Consequently, that may lead to a higher infection of these plants by pathogenic micro-organisms, hence a search for a method of decreasing losses caused by diseases due to such a considerable share of cereals in crop rotation. A solu-

tion here can be the application of stubble intercrops, especially *Brassicaceae* plants [2], which, even though for a short time, may separate cereals in crop rotation [1].

The main purpose of the present research was the examination whether straw and slurry fertilisation influences the degree of infection of plants cultivated in the stubble intercrop as well as what position it leaves for barley.

2. RESEARCH METHODS

The observations were conducted in 1996-1998 on experimental plots set by the Department of Plant Cultivation of the University of Technology and Agriculture in Bydgoszcz, located at Mochełek. The research material consisted of five plant species roots, namely white mustard (*Sinapis alba* ssp. *alba*), oleiferous radish (*Raphanus sativus* var. *oleiformis*), winter rape (*Brassica napus* ssp. *napus*), sunflower (*Helianthus annuus*) and tansy phacelia (*Phacelia tanacetifolia*), cultivated in stubble intercrop after winter wheat. A relationship between the health status of roots of these plants and the fertilisation applied was researched, as follows:

mineral fertilisation,

straw + complimentary dose of mineral fertilisers,

slurry + complimentary dose of mineral fertilisers.

The experiments were conducted in the randomised block design in four replications. The infection was being evaluated during crop harvest for green fodder, namely after approximately 11-12 weeks since the sowing date. 25 plants sampled at random from each plot of a given species were being evaluated. The evaluation of root infection by pathogens complex was conducted with a 5-degree scale being applied (0-4°).

0° – healthy roots - no symptoms observed,

1° – do 10 % of the root surface infection,

2° – 10-30 % of the root surface infection,

3° – 30-60 % of the root surface infection,

4° – over 60 % of the root surface infection.

The macroscopic evaluation of root health status was complimented with an analysis of the composition of fungi genera occurring on infected roots. The fungi were isolated simultaneously with the evaluation being conducted. The root pieces of each species were plated separately, with 100 pieces each time, on Petri dishes with the acid PDA medium. The inocula, having been rinsed with running water for 30 minutes, were disinfected in 75 % ethanol solution as well as 0.1 % sublimate solution, and then they were rinsed three times in sterile water.

The infection evaluation data were used to calculate the infection index, with the Townsend-Heuberger formula in order to obtain a distribution closer to the standard. The results were analysed with the analysis of variance and variability with Tukey test to define significant differences between the combinations.

3. RESULTS

Three-year observations of fodder crops cultivated in stubble intercrop showed a considerably low root infection. In one combination only the infection index exceeded 20 %, whereas the lowest amounted to 2.5 % (Fig. 1-5). The roots of white mustard

were the healthiest; here the mean infection index amounted to 6.0 %. The roots of oleiferous radish were infected most (10.4 %).

The statistical analysis showed significant differences in the root infection of rape, radish, sunflower and phacelia in respective years. The plants showed to be healthiest in 1996, whereas they were infected most considerably in 1997. Only for mustard the infection index was similar.

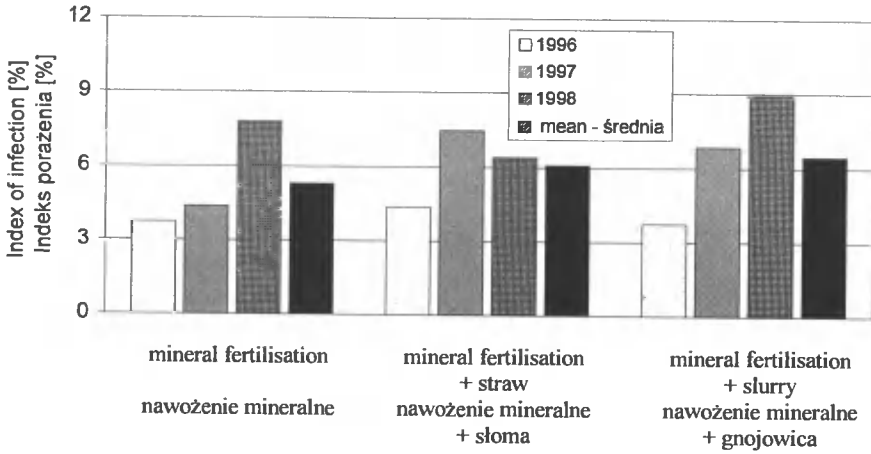
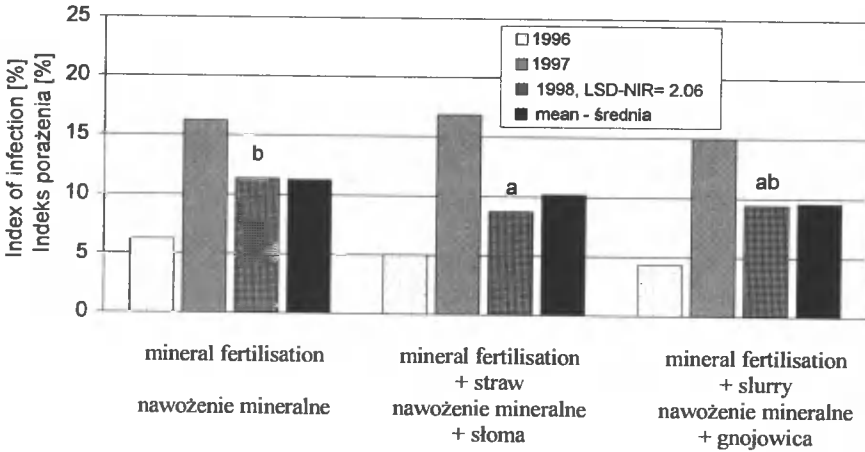


Fig. 1. Effect of varied fertilisation on white mustard root healthiness

Rys.1. Wpływ zróżnicowanego nawożenia na zdrowotność korzeni gorczycy białej



a - Values followed by different letters are significantly different

a - Wartości oznaczone różnymi literami różnią się od siebie istotnie

Fig.2. Effect of varied fertilisation on oleiferous radish root healthiness

Rys.2. Wpływ zróżnicowanego nawożenia na zdrowotność korzeni rzodkwi oleistej

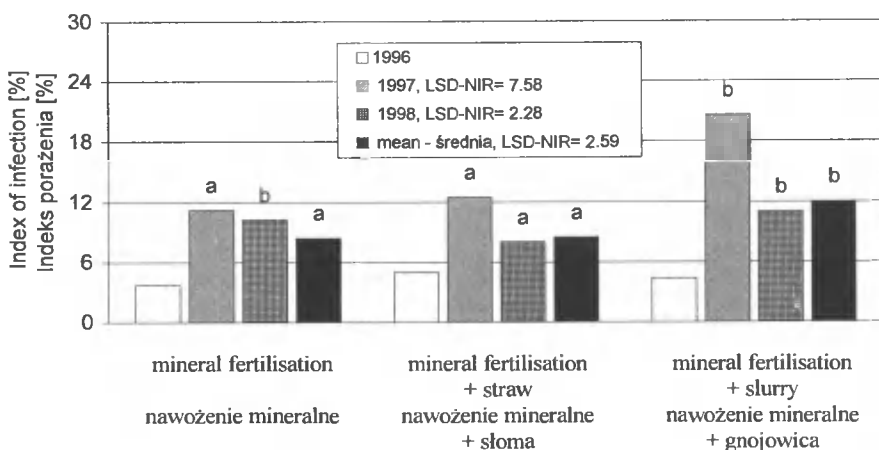


Fig.3. Effect of varied fertilisation on winter rape root healthiness

Rys.3. Wpływ zróżnicowanego nawożenia na zdrowotność korzeni rzepaku ozimego

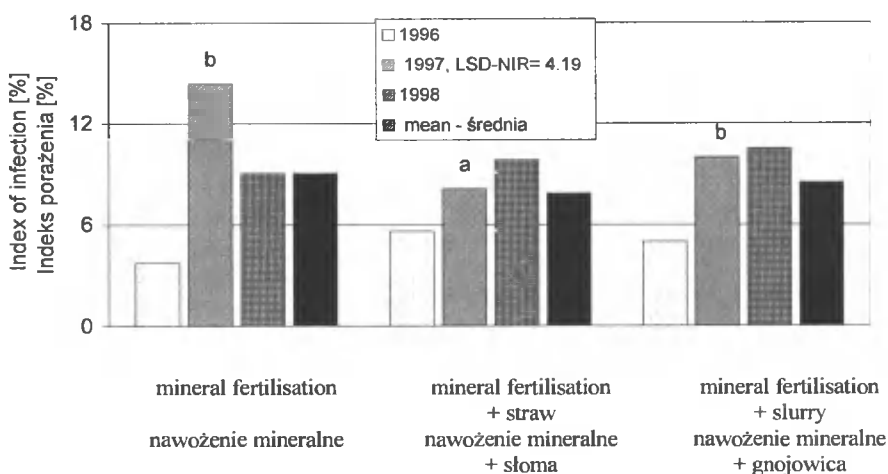


Fig.4. Effect of varied fertilisation on sunflower root healthiness

Rys.4. Wpływ zróżnicowanego nawożenia na zdrowotność korzeni słonecznika

With the research conducted, significant differences in the health status of the roots of radish, rape and sunflower depending on the fertilisation were observed (Fig. 2, 3, 4). In 1998 an increased degree of infection of radish treated with mineral fertilisers was noted (11.4 %), as compared with straw fertilisation (8.8 %). However for the mean value of three years, no significant infection differences were noted. Also in the remaining years the health status was similar (Fig. 2).

Analysing the mean of the years, a significant increase in the degree of infection of the roots of rape cultivated in combinations fertilised with slurry was observed (11.0 %),

as compared with combinations fertilised with mineral fertilisers only (8.4 %) and straw (8.5 %) (Fig. 3). Over the 3 years of observations performed, infection differences were noted in 1997 and 1998. In 1997 the plants were least infected in the combinations fertilised only with mineral fertilisers (11.3 %) and straw (12.5 %), those fertilised with slurry were infected most (20.6 %). Whereas in 1998 the roots were the healthiest in the combinations fertilised with straw (8.0%), the highest degree of infection was noted in the combinations fertilised with mineral fertilisers only (10.3 %) and slurry (11.0 %). However no significant impact of varied fertilisation on the health status of the roots of mustard and phacelia was observed (Fig 1, 5).

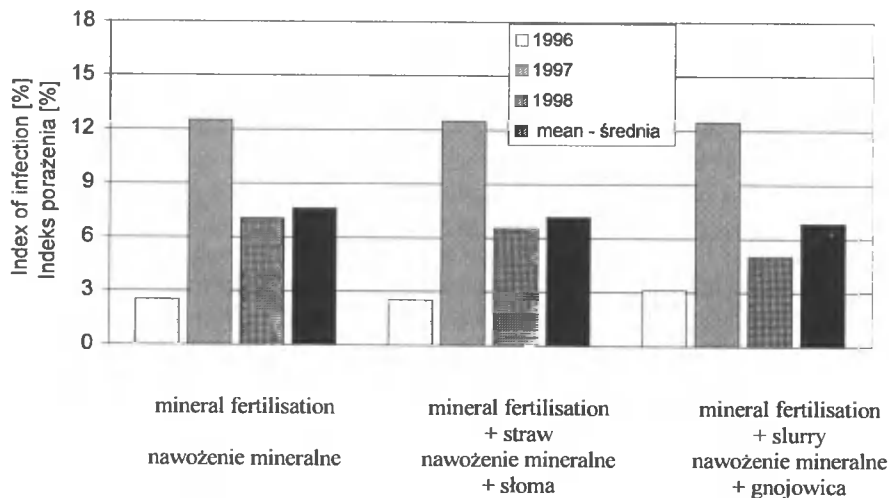


Fig.5. Effect of varied fertilisation on tansy phacelia root healthiness

Rys.5. Wpływ zróżnicowanego nawożenia na zdrowotność korzeni facelii

Out of the roots of crops cultivated in stubble intercrop, the fungi commonly known as saprophytic for given plant species dominated (Table 1), *Penicillium* spp., *Mucor* spp. mostly. Also fungi of *Trichoderma* genus constituted a considerable group here. The pathogenic fungi isolated were represented mostly by *Fusarium* spp. and *Rhizoctonia solani*. *Fusarium* genus was mostly represented by *F. avenaceum*, *F. culmorum* and *F. oxysporum*.

Most fungi were isolated from rape roots (241 isolates), least from mustard (137). Out of mustard roots, a total of 34 *Fusarium* spp. isolates were obtained, however these fungi were not isolated in 1998. *F. culmorum* were isolated in greatest numbers. In 1997 14 *R. solani* isolates were obtained. The fungi of *Trichoderma* genus were represented in big numbers (31 isolates).

Fungi isolated from infected roots of plants cultivated in stubble intercrop, 1996 - 1998

Grzyby wyizolowane z porażonych korzeni roślin uprawianych w międzyplonie ściemiskowym w latach 1996 - 1998

Species of fungi Gatunek grzybów	White mustard Gorzycza biała				Oleiferous radish Rzodkiew oleista				Winter rape Rzepak ozimy				Sunflower Słonecznik zwyczajny				Tansy phacelia Facelia błękitna			
	'96	'97	'98	Σ	'96	'97	'98	Σ	'96	'97	'98	Σ	'96	'97	'98	Σ	'96	'97	'98	Σ
<i>Alternaria alternata</i> (Fries.) Keiss.	8	-	-	8	5	1	-	6	9	2	-	11	17	32	-	49	18	18	5	41
<i>Aspergillus niger</i> van Tieghen	5	1	-	6	1	-	-	1	4	-	-	4	2	4	-	6	3	2	-	5
<i>Epicoccum nigrum</i> Link	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	9	9
<i>Fusarium avenaceum</i> (Fr.) Sacc.	7	-	-	7	12	8	-	20	12	8	8	28	13	2	-	15	25	1	-	26
<i>F. culmorum</i> (W.G. Smith) Sacc.	9	8	-	17	6	4	-	10	15	16	-	31	2	-	2	2	11	2	6	19
<i>F. equiseti</i> Sacc.	-	-	-	-	3	-	-	3	4	4	-	4	2	2	-	2	-	-	-	4
<i>F. oxysporum</i> Schlecht.	4	4	-	8	3	18	3	24	5	14	8	27	4	12	-	16	4	-	-	4
<i>F. sambucinum</i> Fuckel	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>F. solani</i> (Mart.) Sacc.	2	-	-	2	7	-	-	7	-	-	11	11	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Geotrichum candidum</i> Link	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	7	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Mucor</i> spp.	1	7	11	19	3	19	2	24	3	5	2	10	3	-	9	12	2	4	5	11
<i>Penicillium</i> spp.	3	2	7	12	2	3	5	10	2	3	-	5	3	-	11	14	1	9	-	10
<i>Phoma</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	2	2
<i>Rhizoctonia solani</i> Kühn	-	14	-	14	-	1	-	1	-	4	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhizopus</i> spp.	7	-	-	7	7	-	-	7	4	-	-	4	3	-	-	3	2	-	-	2
<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai	-	-	-	-	-	4	4	8	-	-	6	6	-	-	2	2	-	2	-	2
<i>T. koningii</i> Oud.	2	8	10	20	-	4	4	8	5	2	37	44	2	4	9	15	1	3	-	4
<i>T. viride</i> Pers. ex Gray	1	2	8	11	2	-	7	9	4	-	23	27	2	-	4	6	1	1	4	6
<i>Zygorhynchus</i> sp.	-	2	-	2	-	2	-	2	2	11	2	13	-	4	-	2	2	-	-	4
non-sporulating - niezarodnikujące	-	2	-	2	-	2	-	2	-	1	2	1	-	4	-	4	1	22	-	24
total - razem	49	52	36	137	53	66	34	153	65	70	106	241	51	62	37	150	69	64	35	168

Out of infected roots of radish, pathogenic fungi were isolated mostly in 1996 and 1997; most of them being *F. oxysporum* and *F. avenaceum*. Saprophytic fungi were represented mostly by *Trichoderma koningii* and *Mucor* spp.

The sunflower roots were infected mostly by *Alternaria alternata*. Fungi of *Fusarium* genus were isolated only in 1996 and 1997 and they were most often *F. oxysporum* and *F. avenaceum*. Similarly from the roots of phacelia *A. alternata* were obtained mostly. Also a considerable number of *F. avenaceum* and *F. culmorum* was isolated.

Out of infected rape roots, mostly the fungi of *Trichoderma* genus were obtained, especially in 1998. As compared with other plant species, *F. culmorum*, *F. avenaceum* and *F. oxysporum* were isolated.

4. DISCUSSION

Soil, being a natural habitat of micro-organisms, has a specific composition of these organisms which remains balanced. The balance depends on many factors; organic fertilisation can be one of them here. The examples of radish and rape showed that slurry fertilisation increased the infection of the plants roots by a complex of pathogens, which may be due to the balance of micro-organisms in soil being disturbed as slurry has a high content of micro-organisms. Along with it, also pathogenic fungi are introduced, e.g. of *Fusarium* genus [5, 6]. Also Sypniewski et. al. [11] noticed a considerable increase in the degree of infection by pathogenic bacteria of plants cultivated in intercrop fertilised with slurry. However not in all the plants researched significant differences in the infection degree depending on the fertilisation were noted. The health status of mustard, sunflower and phacelia were similar, which could have been due to a considerably short cultivation period of these plants in stubble intercrop, and the research conducted showed a slight infection of these plants and there may have been too little time for the differences to be observed. Also respective fodder plant species show their different specific reaction to organic fertilisation.

Out of the infected plant roots, mostly the species commonly known as saprophytic were isolated. However the number of pathogenic fungi was considerably low. Similar results were also obtained by Sadowski et. al. [5, 6, 7] who report that along with organic fertilisers, also saprophytic micro-organism are introduced into the soil.

A considerable group consisted of the fungi of *Trichoderma* genus. It was observed that for the years when many fungi of this genus were isolated, a few pathogenic fungi were isolated. The fungi of *Trichoderma* genus may stimulate plant growth. They are clearly antagonistic towards pathogens, including *Fusarium* spp. Enzymes play an important role here; especially proteinases and glucanases, secreted by *Trichoderma* spp. Glucanases produced by *T. harzianum* cause a decomposition of cell walls of *R. solani* and other fungi [3, 4]. Fungi of *Trichoderma* genus can restrain the development of seed mycoflora considerably as well as lead to a decrease in the root infection degree caused by pathogens [8].

5. CONCLUSIONS

1. A considerably low and similar degrees of infection of fodder plant roots cultivated in stubble intercrop were observed.

2. Slurry fertilisation increased the root infection of radish and rape by a complex of pathogens.
3. The fungi isolated were represented mostly by those commonly considered saprophytic. *Fusarium* spp. was the most numerous pathogenic fungus.
4. Fungi of *Trichoderma* genus, which can be antagonistic towards plant pathogens, were isolated in big numbers.
5. Low plant root infection as well as a comparatively small share of pathogenic fungi isolated from infected plant roots cultivated in stubble intercrop may suggest that these plants are valuable as they can ease considerably the effects of frequent examples of cereals following one another in crop-rotation.

REFERENCES

- [1] Deryło S., 1991: Wpływ międzyplonów ścierniskowych w zróżnicowanych płodozmianach na zdrowotność pszenicy ozimej i jęczmienia jarego. Synteza i perspektywa nauki o płodozmianach, V seminarium płodozmianowe, ART Olsztyn - VSZ Brno, 35-43.
- [2] Kirkegaard J.A., Matthiessen J.N., Desmarchelier J.M., 1995: Biofumigation - using *Brassica* species to control pests and diseases in Australian agriculture and horticulture. 9th International Rapeseed Congress Cambridge, Rapeseed today and tomorrow, vol. 4, 1231-1233.
- [3] Kowalik M., 1996: *Trichoderma* spp. and *Gliocladium* spp. as factors controlling the occurrence of pathogenic fungi in stands of a mixture of alfalfa and grasses. Phytopath. Polonica 11, 59-66.
- [4] Płaskowska E., 1997: Effect of communities of soil fungi on the growth of some pathogens which cause foot-rot complex in wheat cultivated after different forecrops. Phytopath. Polonica 13, 109-132.
- [5] Sadowski Cz., Skinder Z., Kluczek J.P., 1994: Wpływ nawożenia gnojowicą na skład mikroflory koniczyny perskiej (*Trifolium resupinatum* L.). Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol., 414, 290-298.
- [6] Sadowski Cz., Skinder Z., Kluczek J.P., 1994: Wpływ nawożenia gnojowicą życicy westerwoldzkiej uprawianej w czystym siewie i w mieszance z koniczyną perską na plon i skład mikroflory. Genet. Pol., 35 A, 321-326.
- [7] Sadowski Cz., Kluczek J.P., Skinder Z., 1996: The microflora of short rotation ryegrass and westerwolths ryegrass fertilised with cattle slurry. Part II. Fungi. IOBC/WPRS Bulletin, vol. 19 (7), 69-76.
- [8] Sadowski S., 1994: Biological and chemical control of root rot of white lupin (*Lupinus albus* L.) cultivar 'Wat'. Phytopath. Polonica 7 (XIX), 43-47.
- [9] Skinder Z., Sadowski Cz., Kluczek J.P., 1996: Wpływ nawożenia gnojowicą bydłą na plon i skład flory bakteryjnej życicy mieszańcowej w zasiewie jednogatunkowym i w mieszance z koniczyną perską. Biul. IHAR, 199, 137-142.
- [10] Sypniewski J., Skinder Z., 1990: Międzyplony jako źródło paszy w regionie kujawsko-pomorskim. Mat. sem., PAN, AR, PTNA, STN, Szczecin.

- [11] Sypniewski J., Skinder Z., Kluczek J.P., 1994: Plonowanie roślin pastewnych w międzyplonie ścierniskowym nawożonych gnojowicą bydlęcą. Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol., 414, 133-144.

WPLYW NAWOŻENIA MINERALNEGO I ORGANICZNEGO NA ZDROWOTNOŚĆ ROŚLIN PASTEWNYCH UPRAWIANYCH W MIĘDZYPLONIE ŚCIERNISKOWYM

Streszczenie

W latach 1996-1998 prowadzono obserwacje zdrowotności korzeni gorczycy, rzodkwi, rzepaku, słonecznika i facelii, uprawianych w międzyplonie ścierniskowym, w zależności od nawożenia. Obserwowano stosunkowo niskie porażenia korzeni roślin. Zdrowotność badanych gatunków kształtowała się na zbliżonym poziomie. Najwyższe porażenie wystąpiło w 1997 roku. Nawożenie gnojowicą wpłynęło istotnie na wzrost porażenia korzeni rzodkwi i rzepaku ozimego, natomiast słoma nie wywarła większego wpływu. Spośród izolowanych grzybów dominowały gatunki powszechnie uznawane za saprofityczne.

Z grzybów patogenicznych dominowało *Fusarium* spp., mniej izolowano *Rhizoctonia solani*. Dużo izolowano również grzybów z rodzaju *Trichoderma*.

Słowa kluczowe: międzyplon, zdrowotność, korzenie, nawożenie, zboża

WPLYW TERMINU ZBIORU PIERWSZEGO ODROSTU NA PLONOWANIE I WARTOŚĆ POKARMOWĄ WYBRANYCH ODMIAN KOSTRZEWY ŁĄKOWEJ, ŻYCICY TRWAŁEJ I *FESTULOLIUM*

Roman Łyszczarz, Małgorzata Zimmer-Grajewska, Jacek Sikorra

Zakład Łąkarstwa, Wydział Rolniczy ATR
ul. Ks. A. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz

Termin zbioru pierwszego odrostu w sposób wyraźny wpływał na wysokość roślin, fazę rozwojową, plonowanie, zawartość białka ogólnego, włókna surowego i popiołu. O plonowaniu traw decydowały również podatność gatunków i odmian na wymarzenie, warunki termiczne na początku wegetacji, a także wczesność odmian. Najbardziej wrażliwe na przemarzanie okazały się odmiany życicy trwałej 'Anna' oraz *Festulolium* - 'Felopa'. Nie stwierdzono wyraźnie lepszych cech mieszańca międzygatunkowego *Festulolium* w porównaniu z wybranymi odmianami kostrzewy łąkowej i życicy trwałej.

Systematyczne pomiary plonowania i składu chemicznego pozwoliły przedstawić ilościowe i jakościowe zmiany zachodzące w trawach w postaci modeli matematycznych w zależności od terminu zbioru.

Słowa kluczowe: fazy rozwojowe, plonowanie, terminy zbioru, skład chemiczny, modele matematyczne

1. WSTĘP

Kostrzewa łąkowa (*Festuca pratensis* Huds.) i życica trwała (*Lolium perenne* L.) należą do najbardziej rozpowszechnionych i najbardziej wartościowych traw pastewnych. Ich udział w runi decyduje w sposób zasadniczy o wartości zbiorowisk trawiających. Wartość rolnicza obu gatunków obniża jednak stosunkowo krótka trwałość, związana m.in. z dużą podatnością na niskie - ujemne temperatury i suszę [3, 4, 6]. Wymienione gatunki, obok kostrzewy trzcinowej i życicy wielokwiatowej należące do sekcji *Bovinae*, są blisko spokrewnione i łatwo się ze sobą krzyżują [10, 11]. Efektem tych krzyżówek jest mieszańiec międzygatunkowy *Festulolium* występujący w naturalnych warunkach [10]. Jest on tworzony również w hodowli, a mieszańce odznaczają się korzystniejszymi niż gatunki wyjściowe cechami, np.: wyższym plonem, lepszą odpornością na suszę i chłody oraz korzystniejszym stosunkiem liści do pędów [2, 9].

Pierwszy odrost ma zasadnicze znaczenie dla produkcji pasz na użytkach zielonych. Decyduje o tym intensywne tempo wzrostu i rozwoju traw w okresie wiosennym, zmiana struktury roślin w trakcie jego narastania, jak również, dominująca na łąkach kośnych, rola pierwszego pokosu w plonie całorocznym.

Celem badań było więc określenie wpływu terminu zbioru pierwszego odrostu na rozwój, plonowanie i niektóre elementy składu chemicznego wybranych odmian kostrzewy łąkowej, życicy trwałej oraz porównanie z nimi międzygatunkowego mieszańca - *Festulolium*.

2. MATERIAŁ I METODY

Odmiany kostrzewy łąkowej - 'Motycka', życicy trwałej - 'Anna' (odmiana wczesna) i 'Nadmorski' (odmiana późna) oraz *Festulolium* - 'Felopa' wysiano 22 maja 1996 r. rzędowo (co 12 cm) na glebie mineralnej kompleksu pszennego dobrego, na poletkach o powierzchni 18 m² w Dziewierzewie k. Kcyni (województwo kujawsko-pomorskie). W roku siewu wykonano dwa koszenia odchwaszczające. Badania nad wpływem terminu zbioru pierwszego odrostu na wzrost, rozwój, plonowanie i wartość pokarmową prowadzono w 1997 i 1998 r. Przed rozpoczęciem wegetacji w latach tych zastosowano 60 kg N, 44 kg P i 50 kg K na ha. Przed koszeniem, w każdym terminie, mierzono wysokość łąny, określano fazę rozwojową oraz plonowanie. Zbioru traw dokonywano w 10 cotygodniowych terminach rozpoczynając w 1997 r. od 3, a w 1998 r. od 1 maja. Ostatnie koszenie pierwszego odrostu wykonano 2 i 3 lipca (terminy wszystkich zbiorów w tabeli 1). W Katedrze Żywnienia i Paszoznawstwa ATR w Bydgoszczy metodą spektroskopii bliskiej podczerwieni na aparacie InfraAnalyzer 450 oznaczono w 3 powtórzeniach zawartość białka ogólnego, włókna surowego i popiołu.

Wpływ terminu zbioru na plonowanie i skład chemiczny odmian przedstawiono w formie graficznej (linie trendu) i matematycznej (wielomiany).

3. WYNIKI BADAŃ Z DYSKUSJĄ

3.1. Warunki pogodowe i ich wpływ na przezimowanie roślin

Początek wegetacji w 1997 i 1998 r. zachodził w odmiennych warunkach termicznych. Średnia dobową temperatura kwietnia 1997 r. wynosiła zaledwie 5,2°, a kwietnia 1998 r. – 9,3°C. Również maj 1997 r. był wyraźnie chłodniejszy (12,2°C) od tego miesiąca w 1998 r. (13,7°C), natomiast średnia dobową temperatura powietrza w czerwcu była w obu latach podobna (16,8 i 16,6°C). Sumy opadów w okresie narastania I odrostu (kwiecień - czerwiec) kształtowały się w tych latach na podobnym poziomie. Wynosiły one w 1997 r. 162 mm (w kwietniu - 32, w maju - 74 i w czerwcu 56 mm), a w 1998 r. - 167 mm (odpowiednio 34, 48 i 85 mm).

W obu latach, na początku kwietnia dokonano oceny przezimowania traw. Po mroźnej i prawie beźśnieźnej zimie 1996/97 nie wszystkie odmiany podobnie zadarniały powierzchnię. Największe, bo około 80 % przemarznięcie roślin (całkowite zszarzenie kęp) stwierdzono u *Festulolium* oraz u wczesnej życicy trwałej 'Anna'. U drugiej, późniejszej życicy - 'Nadmorski' stopień przemarznięcia roślin wynosił 45 %. Najlepiej przezimowała kostrzewa łąkowa, a zadarnienie pod nią wynosiło 70 %. W trakcie wegetacji w 1997 r. wszystkie odmiany wyraźnie się rozkrzewiły, tak że pokrywały powierzchnię w 65-80 %, przy czym najslabsze pokrycie stwierdzono u życicy trwałej 'Anna', a najlepsze u kostrzewy łąkowej. W drugim roku pełnego użytkowania ponownie najslabiej, bo zaledwie w około 40 % zadarniały poletka *Festulolium* i odmiana życicy trwałej - 'Anna'.

Wpływ terminu zbioru pierwszego odrostu ...

Fazy rozwojowe* i wysokość odmian w okresie zbioru pierwszego odrostu
Development phases* and height of plants during the first regrowth cut

Tabela 1
Table 1

Termin zbioru Date of cut	Faza rozwojowa - Wysokość (cm) - Development phase - Height (cm)				
	<i>F. pratensis</i> 'Mołycza'	<i>L. perenne</i> 'Anna'	<i>L. perenne</i> 'Nadmorski'	<i>Festulium</i> Ród-SZD 194	
	cm	cm	cm	cm	
1	197.05.03 1998.05.01	krzewienie 20	krzewienie 11	krzewienie 9	11
2	1997.05.09 1998.05.08	strzelanie w źdźbło 23	strzelanie w źdźbło 18	strzelanie w źdźbło 15	22
3	1997.05.16 1998.05.15	strzelanie w źdźbło 41	strzelanie w źdźbło 32	strzelanie w źdźbło 24	30
4	1997.05.22 1998.05.22	początek kłoszenia 53	strzelanie w źdźbło 42	strzelanie w źdźbło 35	42
5	1998.05.22 1997.05.30	pełnia kłoszenia 54	80% kłoszenia 68	początek kłoszenia 50	56
6	1997.06.06 1998.06.05	pełnia kłoszenia 82	kwitnienie 84	pełnia kłoszenia 61	60
7	1997.06.12 1998.06.12	40% kłoszenie 90	początek kłoszenia 78	pełnia kłoszenia 50	68
8	1997.06.19 1998.06.19	początek kwitnienia 100	koniec kwitnienia 84	początek kwitnienia 71	97
9	1997.06.26 1998.06.26	pełnia kłoszenia 103	ziarniak 91	początek kwitnienia 85	90
10	1997.07.03 1998.07.02	pełnia kwitnienia 106	koniec kwitnienia 85	pełnia kwitnienia 82	105
		wykształcanie ziarniaków 100	koniec kwitnienia 90	wykształcanie ziarniaków 76	120
		115	95	90	107
		105	90	76	125
		112	122	86	107
		104	90	76	86
					105

* krzewienie – tillering, strzelanie w źdźbło – shooting, początek kłoszenia – beginning of earing, pełnia kłoszenia – full earing, początek kwitnienia – beginning of flowering, pełnia kwitnienia – full flowering, koniec kwitnienia – end of flowering, wykształcanie ziarniaków – gran development, dojrzewanie ziarniaków i włośne krzewienie traw – ripening of grains and secondary tillering of grasses

U progu wegetacji w obu latach rośliny tych odmian były więc w znacznym stopniu przemarznięte. Druga odmiana życicy 'Nadmorski' pokrywała poletko w ponad połowie (53 %), a kostrzewy łąkowej 'Motycka' - w 75 %.

3.2. Tempo wzrostu i rozwoju

Koszenie roślin rozpoczęto w fazie krzewienia. W 1997 r. był to jego początek, o czym świadczy niewielka wysokość i zbliżona wysokość odmian (tab.1). W pierwszym terminie zbioru w 1998 r. ruń była około 2-krotnie wyższa, przy czym jej wysokość wahała się od 18 cm u późnej odmiany życicy trwałej - 'Nadmorski' do 29 cm u najwcześniejszej 'Anna'. Z pomiarów wysokości wynika, że odmiany różniły się w latach stanem zaawansowania wzrostu i rozwoju. Bukowiecki i Głowacka-Kostyra [1] oraz Łyszczarz [5] wskazywali już wcześniej na wyraźny związek stopnia zaawansowania rozwoju traw w pierwszym odroście z warunkami termicznymi w okresie jego narastania. Odnotowano również, że pod koniec kłoszenia w 1998 r. rośliny zaczęły się wtórnie krzewić. Okazało się ponadto, że wyznaczenie granic dominującej fazy w trakcie koszenia nie było łatwe. Potwierdza to spostrzeżenia Pawłaka [6], który analizując kłoszenie traw stwierdził, że faza ta trwała w zależności od gatunku od kilkunastu do kilkudziesięciu dni.

3.3. Plonowanie

Przezimowanie oraz stan zaawansowania wegetacji wpływały wyraźnie na plony suchej masy. W pierwszym terminie koszenia w 1997 r. najlepiej plonowała kostrzewa łąkowa - 463 kg, następnie, chociaż znacznie słabiej, *Festulolium* - 192 kg·ha⁻¹ (rys.1). Mocno przemarznięte rośliny życic w tym czasie zaczynały dopiero wegetację. Stąd też ich plony były minimalne - znacznie poniżej 100 kg s.m.·ha⁻¹. Przy zdecydowanie cieplejszym kwietniu 1998 r. w pierwszym terminie koszenia uzyskano od 570 kg - 'Nadmorski', poprzez 654 kg - 'Motycka', 816 kg - 'Felopa' aż do 1036 kg s.m.·ha⁻¹ - 'Anna'. Najwyższy, w obu latach, maksymalny plon w pierwszym odroście uzyskano 19 czerwca 1997 r. z kostrzewą łąkową 'Motycka' (10500 kg s.m.·ha⁻¹).

Systematyczny codzienny przyrost plonu wpływa na jego zróżnicowaną ilość w kolejnych dniach wypasu [7]. Z prezentowanych badań wynika, że w okresie od krzewienia aż do ukazania się pierwszych kwiatostanów, to znaczy w okresie kiedy ruń nadaje się do wypasu, zmieniał się on w bardzo szerokich zakresach: w 1997 r. z kostrzewy łąkowej uzyskano od 463 do około 4000 kg, a w 1998 r. od 654 do 2500 kg s.m.·ha⁻¹ (rys.1). W pełni kłoszenia, a więc w ostatecznym, biorąc pod uwagę jakość plonu, terminie sianokosów w 1997 r. było ponad 9000 kg s.m., podczas gdy w 1998 r. tylko 4350 kg s.m.·ha⁻¹. Świadczy to o istotnym zmniejszeniu potencjału produkcyjnego tego gatunku w drugim roku pełnego użytkowania, stwierdzonym wcześniej m.in. przez Kochanowską-Bukowską i Łyszczarza [4] oraz Rutkowską i Janicką [8].

W plonowaniu pozostałych odmian w latach nie odnotowano tak wyraźnych różnic. Jednakże wcześniejsza z badanych odmian życicy 'Anna' zdecydowanie lepiej plonowała, przynajmniej w pierwszych terminach zbioru, w drugim roku użytkowania (rys.1). Decydował o tym niewątpliwie łagodniejszy przebieg zimy 1997/98 i zdecydowanie cieplejszy kwiecień 1998 r. Odmiana ta, w okresie nadającym się do użytkowania pastwiskowego (krzewienie - strzelanie w żdźbło), plonowała jednak znacznie słabiej w porównaniu z kostrzewą łąkową; w 1997 r., po mroźnej zimie i chłodnym kwietniu,

tylko na poziomie 79-300 kg, a w 1998 r. od 1036 do 2324 kg z ha. W pełni kłoszenia w 1997 r. uzyskano z niej zaledwie 1626 kg, a w 1998 r. - 3490 kg s.m.·ha⁻¹. Późna odmiana życicy 'Nadmorski' plonowała w obu latach znacznie lepiej w porównaniu z odmianą 'Anna'. W 1997 r. w późnym okresie dojrzałości pastwiskowej (tuż przed ukazaniem się pierwszych kwiatostanów, co miało miejsce w obu latach na przełomie II i III dekady maja - tab.1), było ponad 3000, a w 1998 r. ponad 4000 kg s.m.·ha⁻¹. W 1998 r. plon był więc porównywalny z kostrzewą łąkową. W pełni kłoszenia, która przypadała w 1997 r. 6 czerwca plon życicy 'Nadmorski' był wyraźnie niższy (4214 kg), a w 1998 r. - wyższy od plonu kostrzewy (4960 kg s.m.·ha⁻¹). Stopniem wczesności (fazy rozwojowe) oraz plonowaniem *Festulolium* okazało się w tych samych terminach podobne do odmiany życicy 'Nadmorski' (tab.1, rys. 1). W okresie dojrzałości pastwiskowej w 1997 r. uzyskano od 192 do 2345 kg s.m., a w 1998 r. od 816 do około 4000 kg s.m. z ha. W pełni kłoszenia, które w 1997 r. przypadało dopiero 12 czerwca (tab.1) zebrano 5669 kg, a w 1998 r. (5 czerwca) - 5571 kg s.m.·ha⁻¹.

Z krzywych plonowania wynika, że plony osiągnęły swe maksima w różnych fazach rozwojowych (rys.1), a uzyskane w badaniach własnych linie trendu nie były zbliżone do idealnego, w kształcie lekko pochylonej litery S, modelu opisywanego w literaturze [7]. Wysoka wartość R² wskazuje jednak na dużą przydatność równań do prognozowania plonu wraz z upływającym czasem.

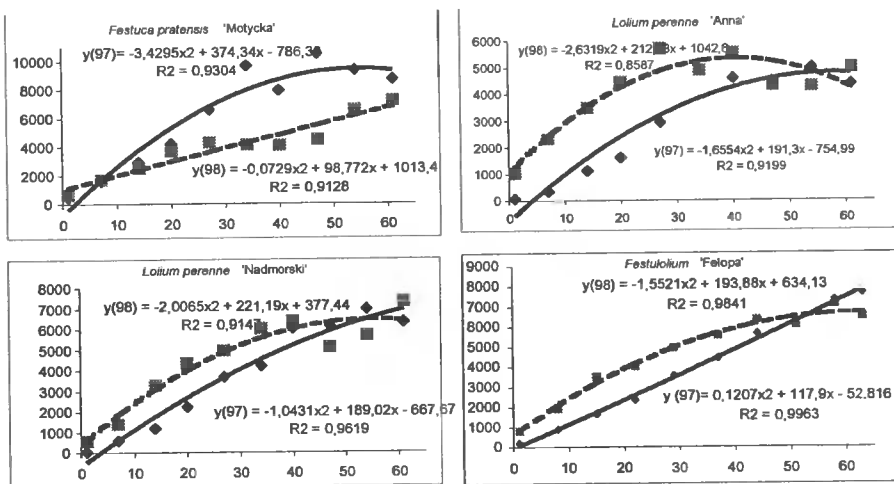
3.4. Wybrane elementy składu chemicznego

Termin zbioru w sposób wyraźny decydował o składzie chemicznym paszy. Koncentracja białka ogólnego wahała się od 34 % do 4,9 % w s.m., a wartości ekstremalne odnotowano u kostrzewy łąkowej (rys. 2). U wszystkich pozostałych odmian zawartość białka w pierwszym terminie była również bardzo wysoka. W końcu dojrzałości pastwiskowej u kostrzewy łąkowej wahała się ona od 20 do 24 % w s.m., a w pełni kłoszenia od 12 do 14 %. W 1998 r. koncentracja białka w ostatnich terminach była wyższa w porównaniu z ilością z 1997 r. Mogło to być spowodowane procesem wtórnego krzewienia tej odmiany, jeszcze przed jej koszeniem.

Na ogół bardzo podobnie, biorąc pod uwagę zmiany w zawartości białka, zachowywały się inne gatunki. Wraz z opóźnieniem terminu zbioru spadała koncentracja tego składnika. W 1997 r. u każdego z gatunków w następnym terminie koszenia zawsze było mniej białka. Natomiast w 1998 r. u wszystkich odmian w ostatnich terminach zbioru jego koncentracja rosła. I tym razem stwierdzono bardzo dużą przydatność równań do prognozowania zawartości białka w różnych terminach zbioru (rys. 2).

Zawartość włókna surowego wahała się od około 17 do 32 % w s.m. (rys. 3). Systematycznie ona rosła wraz z upływem wegetacji. Nie stwierdzono wyraźniejszych różnic w koncentracji włókna pomiędzy odmianami w tym samym terminie zbioru. Jego ilość związana była jednak z fazą rozwojową i dojrzałością użytkową roślin (tab. 1, rys. 3). W dojrzałości pastwiskowej 'Motycka' zawierała od około 19 do 25 % tego składnika, 'Anna' od 18 do 23 %, 'Nadmorski' od 17 do 26 %, a 'Felopa' od 18 do 25 % w s.m. W pełni kłoszenia zawartość włókna kształtowała się na następującym poziomie: 'Motycka' - około 30 %, 'Anna' - 25 %, 'Nadmorski' - 26 % i 'Felopa' - około 30 %. Zawartość tego składnika związana była także z wczesnością odmian; im wcześniej rośliny (odmiany) osiągały określoną fazę rozwojową, tym było go mniej w porównaniu z odmianą późniejszą.

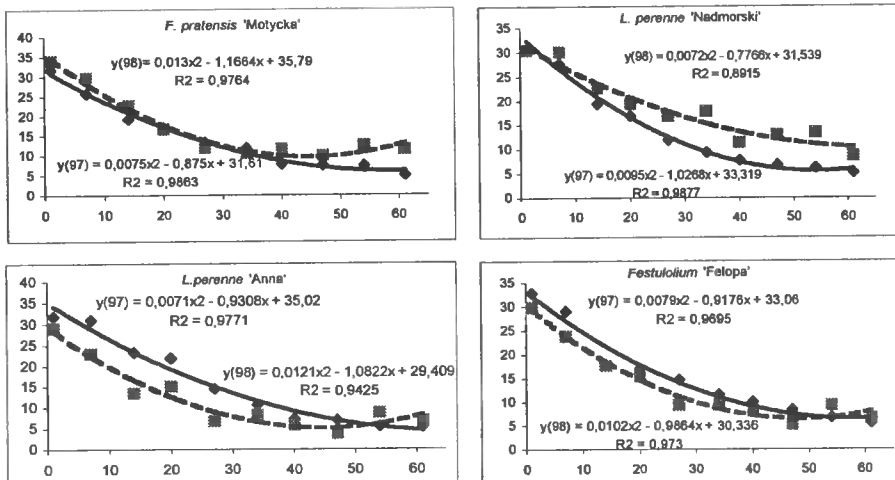
Zawartość popiołu surowego, który jest m.in. wskaźnikiem zawartości składników mineralnych w paszy, malała systematycznie w pierwszych 6-7 terminach (34-40 dzień od pierwszego dnia zbioru) od około 9 do 5,6% w s.m. (rys. 4). Po tym okresie jego ilość stabilizowała się u wszystkich odmian na poziomie 5,5-6,4 % w s.m. z tym, że najmniej było go u *Festulium*.



Rys. 1. Plonowanie traw w zależności od terminu zbioru pierwszego pokosu (kg s.m./ha)

Fig. 1. Yields of grasses depending on the date of the first regrowth cut (kg d.m./ha)

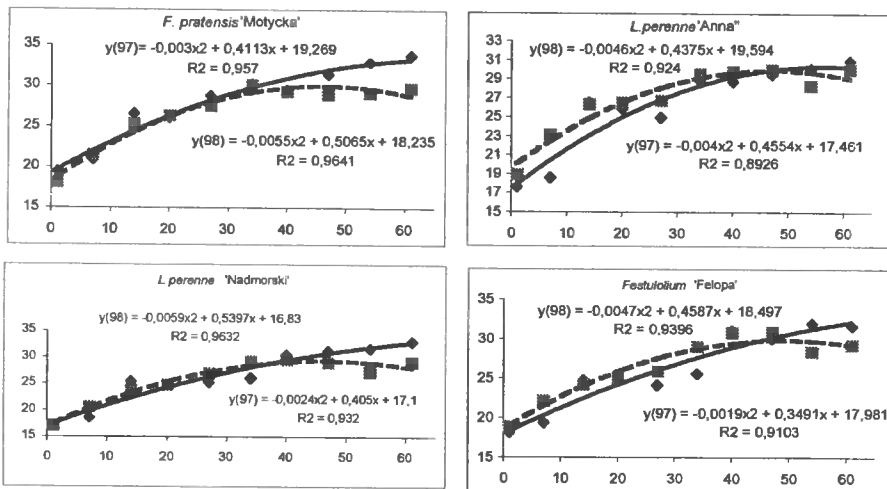
0...60 kolejny dzień od dnia pierwszego zbioru y(97) - — rok/year 1997
 0...60 successive day off the date of the first cut y(98) - - - rok/year 1998



Rys. 2. Zawartość białka ogólnego w okresie narastania pierwszego odrostu (% w s.m.)

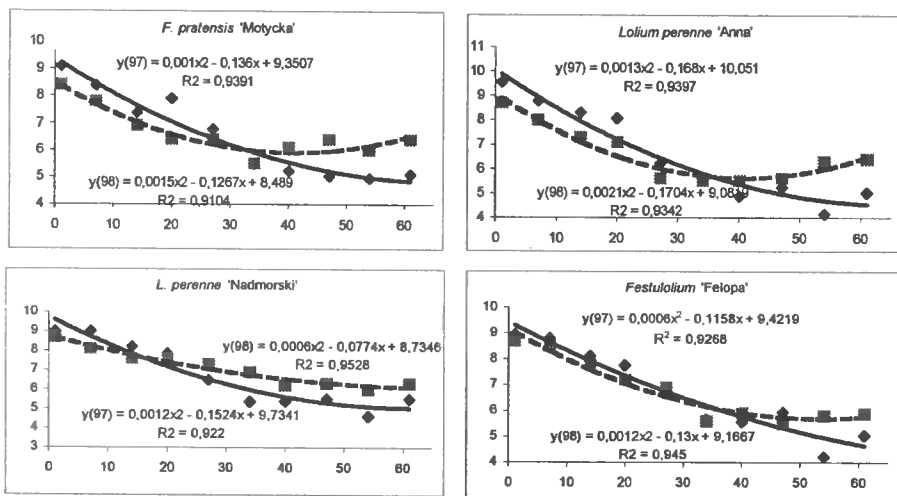
Fig. 2. Total protein content varying in time of the first regrowth (% of d.m.)

Objaśnienia pod rys. 1 / See Fig. 1



Rys.3. Zawartość włókna surowego w zależności od terminu zbioru pierwszego odrostu (% w s.m.)
 Fig.3. Crude fibre contents depending on the date of the first regrowth cut (% of d.m.)

Objaśnienia pod rys.1 / See Fig.1



Rys.4. Zawartość popiołu w zależności od terminu zbioru pierwszego odrostu (% w s.m.)
 Fig.4. Ash contents depending on the date of the first regrowth cut (% d.m.)

Objaśnienia pod rys.1 / See Fig.1

Koncentracja wapnia, jednego z najważniejszych makroelementów, zwłaszcza w pierwszych terminach koszenia w 1998 r., była o kilkadziesiąt procent wyższa w porównaniu z analogicznymi terminami 1997 r. W roku tym charakteryzowała się jednak większą stabilnością, a różnica pomiędzy najwyższą i najniższą koncentracją tego składnika mieściła się pomiędzy 0,80 a 0,59 % w s.m., podczas gdy w 1998 r. pomiędzy 1,57 a 0,72 % w s.m. Nieco inaczej, w porównaniu z wapniem, zmieniała się za-

wartość fosforu. W 1997 r. systematycznie malała, natomiast w 1998 r. rosła do końca maja, osiągając wartość 1,05 % w s.m., by na przełomie czerwca i lipca zmniejszyła się do poziomu 0,51 %. Należy jednak podkreślić, że ilość wapnia i fosforu była w każdym terminie zbioru, biorąc pod uwagę zapotrzebowanie krów mlecznych, wystarczająca.

4. WNIOSKI

1. Warunki termiczne wpływały istotnie na przezimowanie, rozpoczęcie wegetacji i plonowanie badanych odmian. Najbardziej narażona na przemarznięcie okazała się odmiana życicy trwałej 'Anna' i *Festulolium* 'Felopa'.
2. Przy sprzyjającej ilości opadów, pomimo znacznego przemarznięcia, odmiany życicy i *Festulolium* rozkrzewiły się na tyle dobrze, że plonowały na porównywalnym z innymi gatunkami poziomie (poza stanem z 1997 r.). Spośród życicy do wcześniejszego użytkowania pastwiskowego bardziej przydatna okazała się odmiana 'Anna', natomiast do późniejszego - 'Nadmorski'.
3. Największym potencjałem produkcyjnym w pierwszym roku użytkowania wykazała się kostrzewa łąkowa 'Motycka', jednak w drugim roku zmniejszył się on o połowę, natomiast odmiany pozostałych gatunków w drugim roku użytkowania plonowały znacznie lepiej.
4. Zawartość białka ogólnego i włókna surowego w trawach była mocno zróżnicowana. Stwierdzono, że w pierwszych dniach maja w paszy było nawet ponad 30 % białka. Stąd też żywienie taką zielonką powinno być uzupełnione dodatkiem pasz energetycznych.
5. Systematyczne pomiary plonowania i składu chemicznego pozwoliły na opracowanie modeli matematycznych ukazujących zmiany tych parametrów w zależności od terminu zbioru. Wysokie wskaźniki R^2 świadczą o dużej ich przydatności.

LITERATURA

- [1] Bukowiecki F.K., Głowacka-Kostyra K., 1994: Plonowanie i trwałość komponentów czterech fenologicznie zróżnicowanych mieszanek łąkowych. Genet. Pol. 35A, 283-289.
- [2] Jadas-Hecart J., Poisson Ch., Scenovic J., Zwierzykowski Z., 1991: Potential of tetraploidhybrids between *Lolium multiflorum* and *Festuca arundinacea* var. *glaucescens*. Proc. 17th Meeting of the Fodder Crop Section of EUCARPIA, Alghero, Włochy, 14-18 October 1991, 145-146.
- [3] Jurek M., 1994: Zmienność reakcji życicy trwałej na suszę. Genet. Pol. 35A, 127-134.
- [4] Kochanowska-Bukowska Z., Łyszczarz R., 1997: Ocena gospodarcza odmian i ródów *Festuca pratensis* Huds., *Festuca arundinacea* Schreb., *Festuca rubra* L. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 451, 197-204.
- [5] Łyszczarz R., 1997: Wczesność traw pastewnych kryterium ich przydatności użytkowej. IMUZ, Mat. Sem., 38, 164-172.
- [6] Pawlak T., 1992: Zmiana wartości paszowej traw w zależności od przebiegu fazy kłoszenia. Wiad. IMUZ, T.XVII, z.2, 233-253.

- [7] Pawlak T., 1992: Wpływ terminu sprzętu pierwszego pokosu i częstotliwości koszenia na produktywność użytków zielonych. Wiad. IMUZ, T.XVII, z.2, 255-276.
- [8] Rutkowska B., Janicka M., 1997: Udział w runi, zagęszczenie pędów i plonowanie odmian gatunków traw. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 451, 255-262.
- [9] Thomas H., Humphreys M.O., 1991: Progress and potential of perspectific hybrids of *Lolium* and *Festuca*. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 117, 1-8.
- [10] Zespół autorów, 1982: Szczegółowe opisy rodzajów i gatunków. [W]: M. Falkowski (red.): Trawy polskie. PWRiL, Warszawa, 75-445.
- [11] Zwierzykowski Z., Zwierzykowska E., 1994: Krzyżowanie międzyrodzajowe w obrębie kompleksu *Lolium-Festuca*. Genet. Pol. 35A, 65-71.

IMPACT OF THE DATE OF THE FIRST REGROWTH CUT
ON THE YIELD AND NUTRITIONAL VALUE
OF SELECTED CULTIVARS OF MEADOW FESCUE,
PERENNIAL RYE-GRASS AND *FESTULOLIUM*

Summary

The date of the first regrowth cut clearly affected the plant height, development phase, yield and contents of total protein, crude fibre and ash. Grass yielding depended also on the susceptibility of species and cultivars to freezing, on the temperature at the beginning of the vegetation period as well as the cultivar earliness. 'Anna' a perennial darnel cultivar, and 'Felopa', a *Festulolium* cultivar, were observed most susceptible to freezing. Comparing *Festulolium*, an inter-species hybrid, and the cultivars of meadow fescue and perennial rye-grass, no clear advantage of *Festulolium* was observed. Systematic assessment of yield and chemical composition allowed for a presentation of the quantitative and qualitative grass changes, depending on the date of the cut, in a form of mathematical formulae.

Key words: development phases, yielding, date of cut, chemical composition, mathematical formulae

WPŁYW SYSTEMU UPRAWY NA WYSTĘPOWANIE MIKROORGANIZMÓW ANTAGONISTYCZNYCH I POTENCJALNIE CHOROBOTWÓRCZYCH POD UPRAWĄ GROCHU PASTEWNEGO

Róża Maniewska, Barbara Boruta, Justyna Kaszewska,
Beata Szala, Małgorzata Dziedzic, Anna Ligocka

Katedra Mikrobiologii, Wydział Rolniczy ATR
ul. Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz

Badano wpływ systemu uprawy (monokultury, zmianowania uproszczonego i tradycyjnego) na występowanie mikroorganizmów w glebie poza- i ryzosferowej grochu pastewnego (*Pisum sativum* L.). Uzyskane wyniki wskazują, że system zmianowania istotnie różnicuje wielkość i dynamikę populacji mikroorganizmów w glebie i ryzosferze grochu pastewnego, szczególnie wyraźnie pod uprawą w monokulturze. W ryzosferze grochu uprawianego w monokulturze zaobserwowano spadek liczebności bakterii o właściwościach mykoantagonistycznych z rodzaju *Pseudomonas* i *Arthrobacter*. Wraz z upraszczaniem zmianowania relacja pomiędzy liczebnością badanych bakterii i grzybów pod uprawą grochu wskazuje na pogarszanie się stanu fitosanitarnego gleby.

Słowa kluczowe: zmianowanie, mikroorganizmy, ryzosfera, antagonizm

1. WSTĘP

W ostatnich latach dąży się ze względów ekonomicznych i organizacyjnych do specjalizacji w produkcji roślin uprawnych. Jest to jedną z przyczyn wpływających na większe zainteresowanie się płodozmianem uproszczonym, a nawet uprawą roślin w monokulturze. Niektóre gatunki roślin stosunkowo dobrze znoszą następstwo po sobie, inne zaś reagują szybko niżką plonów.

Groch, podobnie jak inne rośliny motylkowe, jest uważany za gatunek wrażliwy na uprawę po sobie. Według wielu badaczy uprawa grochu w monokulturze prowadzi do obniżki plonów [13, 14, 17]. Przyczyną tego jest „zmęczenie gleby”, spowodowane toksycznym działaniem substancji biologicznie czynnych i ich metabolitów, jednostronne wyczerpanie się jednego ze składników pokarmowych oraz nagromadzenie grzybów patogennych [6, 7, 8].

Dla grochu najgroźniejsze są choroby części podziemnych, których sprawcami są grzyby glebowe, głównie z rodzaju *Pythium* i *Fusarium* [1, 3, 8]. Grzyby z rodzaju *Pythium* spp. wywołują przedwzrostową i powzrostową zgorzel siewek roślin. Zgorzel też może atakować siewki w fazie liścieni i pierwszych liści, w wyniku czego nadziemna część roślin więdnie, żółknie i zamiera. Ograniczenie populacji *Pythium* spp. w glebie,

nawet jeśli nie stwierdza się objawów choroby u roślin, może spowodować wzrost plonów, przypuszczalnie dzięki zmniejszeniu się skali uszkodzeń korzeni [1].

Grzyby z rodzaju *Fusarium* spp. są jednym z najpowszechniej występujących na świecie i najbardziej szkodliwych patogenów roślin. Powodują one różne choroby, z których największe szkody wyrządzają: fuzaryjne wędnięcie, zgorzel siewek, zgorzel łodyg oraz zgnilizny różnych organów roślin [1]. Wymienione rodzaje grzybów są szczególnie uciążliwymi patogenami ze względu na ich polifagiczny charakter i możliwość, przy braku roślin żywicielskich, przeżywania w glebie na resztkach organicznych.

Określone zabiegi agrotechniczne, np. nawożenie organiczne ograniczające działanie patogennych grzybów oraz stosowanie płodozmianu, mogą sprzyjać rozwojowi mikroorganizmów antagonistycznych. Mikroorganizmy mykoantagonistyczne mogą hamować aktywność i redukować liczbę patogenów grzybowych, a tym samym ograniczać choroby roślin [1, 5, 7, 8, 11, 15].

Jednym z najbardziej znanych antagonistów patogenów korzeniowych są bakterie z rodzaju *Pseudomonas* spp. produkujące fluoryzujące siderofory o wysokiej zdolności chelatowania jonów Fe^{3+} . Pseudomonady fluoryzujące są więc zdolne efektywnie konkurować z innymi mikroorganizmami o Fe^{3+} przez usuwanie go ze środowiska. Również zdolność fluoryzujących pseudomonad do syntetyzowania antybiotyków oraz cyjanowodoru może powodować ograniczanie wzrostu szkodliwych grzybów na korzeniach roślin [5, 15].

Wśród bakterii gramdodatnich właściwości antagonistyczne stwierdza się głównie u bakterii z rodzaju *Arthrobacter* spp. [4, 5, 11]. Wiele szczepów *Arthrobacter* o zdolnościach mykolitycznych skutecznie hamowało rozwój chorób u roślin wywołanych przez *Pythium debaryanum* oraz *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycorsia* i *F. oxysporum* f. sp. *dianthi* [10].

Wspomniane wyżej mechanizmy kontroli rozwoju patogenów przez konkurencję o Fe^{3+} oraz produkcja antybiotyków i innych substancji biologicznie czynnych przez ryzobakterie wydają się być odpowiedzialne za spontaniczne ograniczanie rozwoju patogenów roślinnych w niektórych glebach.

Celem przeprowadzonych badań było poznanie i porównanie systemu uprawy (monokultury, zmianowania uproszczonego i tradycyjnego) na występowanie w glebie poza- i ryzosferowej grochu pastewnego bakterii o uzdolnieniach mykoantagonistycznych z rodzaju *Pseudomonas* spp. i *Arthrobacter* spp. oraz grzybów potencjalnie chorobotwórczych z rodzaju *Fusarium* spp. i *Pythium* spp.

2. MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono w latach 1997-1998, korzystając ze ścisłego doświadczenia polowego w RZD Mochełek w pobliżu Bydgoszczy. To statyczne wieloletnie doświadczenie, założone w 1973 r., prowadzone jest na glebie lekkiej płowej, klasy IVb, kompleksu żytniego dobrego.

Groch pastewny odmiany Grapis uprawiano w zmianowaniu tradycyjnym: buraki cukrowe, groch pastewny, jęczmień jary, żyto, rzepak ozimy, pszenica ozima; uproszczonym: buraki cukrowe, groch pastewny, jęczmień jary i w monokulturze. Odczyn gleby (pH) w 1n KCl wynosił dla monokultury 6,4; dla zmianowania uproszczonego 6,2 i tradycyjnego 5,8.

Badaniami objęto glebę ze strefy pozakorzeniowej i ryzosferowej grochu pastewnego. Próby gleby pozakorzeniowej pobierano z głębokości 0-20 cm w czterech terminach: przed siewem oraz w okresie wegetacji roślin. W okresie wegetacji pobierano

jednocześnie próbki gleby z ryzosfery w następujących terminach: faza czterech liści, faza kwitnienia i faza dojrzałości technicznej nasion.

Liczebność mikroorganizmów określano metodą płytkową, stosując posiew powierzchniowy lub głębinowy na pożywki ogólne i selektywne z 10-krotnych rozcieńczeń gleby. Określano liczebność następujących grup mikroorganizmów:

- 1) ogólnej populacji bakterii [2],
- 2) fluoryzujących bakterii z rodzaju *Pseudomonas* [20] ,
- 3) bakterii z rodzaju *Arthrobacter* [4],
- 4) ogólnej populacji grzybów [9],
- 5) grzybów z rodzaju *Pythium* [16],
- 6) grzybów z rodzaju *Fusarium* [12].

Wszystkie oznaczenia wykonywano w czterech powtórzeniach, a uzyskane wyniki przeliczano na gram suchej masy gleby. Wyniki badań (liczebność poszczególnych grup mikroorganizmów) poddano analizie wariancji, stosując do oceny istotności różnic test Studenta ($P = 0,95$). Przeprowadzono również analizę korelacji badanych zmiennych.

Na podstawie liczebności mikroorganizmów w glebie pozaryzosferowej i ryzosferowej obliczono także wskaźnik R/S , czyli stosunek mikroorganizmów w 1 g gleby ryzosferowej (R) do ich liczby w 1 g gleby pozaryzosferowej (S). Wskaźnik ten obliczono dla bakterii z rodzaju *Pseudomonas* i *Arthrobacter* oraz grzybów z rodzaju *Pythium* i *Fusarium*.

3. WYNIKI I DYSKUSJA

Ryzosfera roślin, zasobna w związki organiczne, stanowi dogodne środowisko dla rozwoju mikroorganizmów [6, 7, 15, 19]. W przeprowadzonych badaniach stopień zasiedlania ryzosfery grochu przez badane mikroorganizmy zmieniał się w zależności od systemu uprawy i sezonu wegetacyjnego roślin. Istotne różnice w występowaniu mikroorganizmów ujawniły się nie tylko pomiędzy zmianowaniem tradycyjnym i monokulturą, ale także między zmianowaniem tradycyjnym i uproszczonym, jednak nie zawsze były tak silnie zaznaczone.

Ogólna populacja bakterii w ryzosferze grochu uprawianego w monokulturze była dwukrotnie mniejsza niż w zmianowaniach (tab.1). Również uprawa w monokulturze ograniczała rozwój bakterii potencjalnie antagonistycznych z rodzaju *Pseudomonas* spp. i *Arthrobacter* spp. W 1997 roku liczebność fluoryzujących pseudomonad była w monokulturze 6-krotnie mniejsza niż w zmianowaniu uproszczonym i 8-krotnie mniejsza niż w zmianowaniu tradycyjnym. Podobne wyniki uzyskano w następnym roku badań (tab.1).

Również fazy rozwoju grochu istotnie różnicowały liczebność fluoryzujących *Pseudomonas* spp. Maksimum ich liczebności wystąpiło w fazie kwitnienia grochu zarówno w zmianowaniu tradycyjnym, jak i uproszczonym (rys.1). Uprawa w monokulturze spowodowała spadek liczebności omawianych bakterii o 33-88% w stosunku do zmianowań. Efekt ryzosferowy dla pseudomonad był bardzo zmienny w różnych systemach uprawy i fazach rozwoju grochu (tab.2). Wskaźnik R/S dla zmianowania uproszczonego w 1988 roku był 3-krotnie wyższy (48,2) niż w 1997. W zmianowaniu tradycyjnym wartości wskaźnika były nieco niższe i wynosiły odpowiednio 15,0 i 17,5, a w monokulturze tylko 5,7 i 5,3.

Bakterie z rodzaju *Arthrobacter* spp. w ryzosferze grochu były znacznie liczniejsze niż bakterie z rodzaju *Pseudomonas* spp. Liczebność tych bakterii kształtowała się w granicach $4,7-51,2 \times 10^6$ komórek/g s. m. gleby (tab. 1).

Tabela 1
Table 1Liczebność mikroorganizmów w glebie poza- i ryzosferowej grochu pastewnego
Population of microorganisms in soil and fodder pea rhizosphere

	Monokultura Monoculture		Zmianowanie 3-polowe 3-year crop rotation		Zmianowanie 6-polowe 6-year crop rotation	
	1997	1998	1997	1998	1997	1998
Gleba pozaryzosferowa ^b – Beyond-the-rhizosphere soil						
Bakterie ogółem × 10 ⁵ Total number of bacteria	144,9	247,9	237,3	456,1	263,1	368,6
<i>Pseudomonas</i> ^a × 10 ⁵	0,4	0,8	3,4	3,5	1,5	1,2
<i>Arthrobacter</i> × 10 ⁵	20,6	44,7	19,7	74,7	20,8	51,8
Grzyby ogółem × 10 ⁵ Total number of fungi	5,9	2,9	6,7	3,5	3,8	3,2
<i>Pythium</i> × 10 ³	3,2	5,1	2,3	3,8	3,2	3,5
<i>Fusarium</i> × 10 ³	3,9	8,7	4,9	9,9	4,8	6,5
Gleba ryzosferowa ^c – Rhizosphere soil						
Bakterie ogółem × 10 ⁵ Total number of bacteria	357,2	582,3	671,4	1923,8	565,1	1109,6
<i>Pseudomonas</i> × 10 ⁵	2,3	3,3	12,2	15,5	16,1	12,7
<i>Arthrobacter</i> × 10 ⁵	47,5	88,3	173,9	512,1	68,5	392,9
Grzyby ogółem × 10 ⁵ Total number of fungi	11,4	16,0	6,8	17,7	8,8	11,7
<i>Pythium</i> × 10 ³	4,5	3,9	4,1	5,7	3,3	3,3
<i>Fusarium</i> × 10 ³	4,9	15,9	5,0	11,8	4,9	10,5

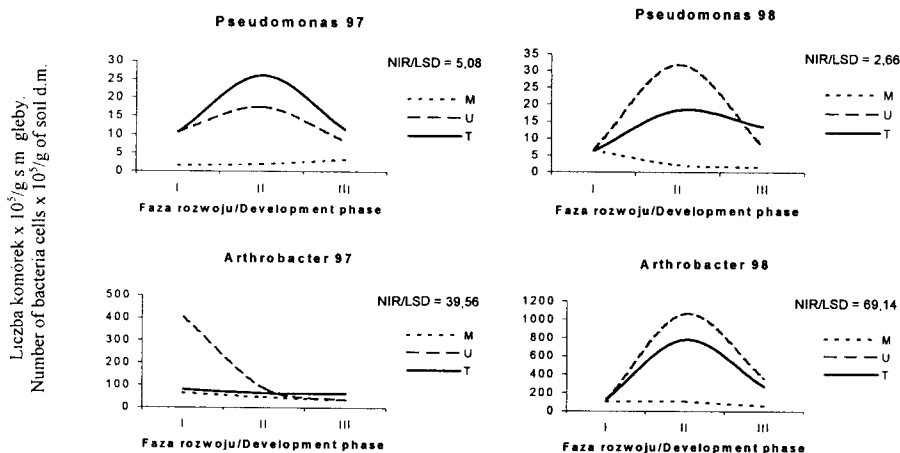
a - grupa fluoryzujące - fluorescent group,

b - wartości średnie z 4 terminów analiz - mean values calculated for 4 dates of analysis,

c - wartości średnie z 3 terminów analiz - mean values calculated for 3 dates of analysis

Zaobserwowano pewne różnice w występowaniu omawianych bakterii w różnych sezonach wegetacyjnych grochu. W drugim roku badań liczebność *Arthrobacter* była istotnie wyższa w ryzosferze upraw w zmianowaniach niż w monokulturze, zwłaszcza w okresie kwitnienia (rys. 1). Populacja tych bakterii w monokulturze była 5÷6-krotnie mniejsza niż w zmianowaniach, natomiast w pierwszym roku badań tylko w fazie 4. liści ich liczebność była istotnie większa w zmianowaniu uproszczonym (tab.1; rys.1). Wskaźnik R/S dla omawianej populacji bakterii kształtował się od 1,5 do 21,1, a wartości jego, podobnie jak fluoryzujących pseudomonad, były najniższe w monokulturze (tab.2).

Różny system uprawy grochu istotnie różnicował liczebność grzybów z rodzaju *Fusarium* spp. i to tylko w drugim roku badań, natomiast nie wpłynął istotnie na liczebność rodzaju *Pythium* spp. Uprawa w monokulturze sprzyjała rozwojowi nie tylko grzybów patogennych dla roślin, ale również gatunkom saprofitycznym. Ogólna populacja grzybów w monokulturze była do 50% wyższa niż w zmianowaniach (tab.1). Grzyby z rodzaju *Pythium* stanowiły do 2% ogólnej populacji grzybów, a ich liczebność wzrosła w monokulturze w stosunku do zmianowań o 9-26%. Na ogół najliczniej zasiedlały ryzosferę grochu w początkowym okresie jego rozwoju, zwłaszcza w drugim roku badań (rys.2). Wartości wskaźnika R/S były bardzo zmienne, a najniższe dla zmianowania tradycyjnego: 0,3-1,8 (tab.2).



Rys.1. Dynamika populacji fluorescencyjnych *Pseudomonas* spp. i *Arthrobacter* spp. w glebie ryzo-sferowej grochu pastewnego uprawianego w monokulturze (M), w zmianowaniu uproszczonym (U) i tradycyjnym (T). Fazy rozwoju grochu pastewnego: I - 4. liści, II - kwitnienia, III - dojrzałości technicznej

Fig.1. Population dynamics of fluorescent *Pseudomonas* spp. and *Arthrobacter* spp. in rhizosphere of fodder pea cultivated in monoculture (M), simplified (U), traditional (T) crop-rotations. Pea development phases: I - 4th-leaf phase, II - flowering phase, III - maturity phase

Populacja grzybów z rodzaju *Fusarium* spp. wzrosła w monokulturze w stosunku do zmianowań o 26-34% (tab.1). Na uwagę zasługuje fakt, że ich liczebność była najmniejsza w okresie kwitnienia grochu, zwłaszcza w zmianowaniach, w okresie najsilniejszego rozwoju bakterii antagonistycznych (rys.2).

Effekt ryzo-sferowy był bardzo zmienny. Wskaźnik R/S dla uprawy w monokulturze wynosił od 0,9 do 2,5, w zmianowaniu uproszczonym 0,7-1,8, a w tradycyjnym był wyższy tylko w fazie dojrzałości technicznej nasion: 5,7 (tab.2).

Przeprowadzona analiza korelacji liczebności badanych mikroorganizmów nie wykazała istotnych zależności w ich rozwoju (tab.3). W badanych systemach uprawy grochu zanotowano wprawdzie ujemne korelacje w rozwoju omawianych mikroorganizmów, ale istotnie ujemną tylko dla badanych grzybów w zmianowaniu tradycyjnym.

Uzyskane wyniki wskazują, że uprawa roślin w monokulturze może wpływać na zachwianie równowagi biologicznej gleb, stwarzając dogodne środowisko dla rozwoju mikroorganizmów potencjalnie chorobotwórczych, a powodować obniżenie aktywności bakterii antagonistycznych [6, 16, 19].

W aspekcie fitosanitarnym uważa się, że miernikiem korzystnych zmian zachodzących w glebie jest m.in. obecność w zespołach mikroorganizmów bakterii rodzajów *Pseudomonas* i *Arthrobacter* [6, 8, 18]. Smith [18] podkreśla ważną rolę *Arthrobacter* w ograniczaniu patogennych *Fusarium oxysporum*. W glebie, gdzie choroby fuzaryjne występują w dużym nasileniu, obserwowano niski poziom liczebności *Arthrobacter*. Również Smyk [19] podaje, że uprawa roślin w monokulturze powoduje recesję niektórych gatunków bakterii, m.in. *Pseudomonas* i *Arthrobacter*.

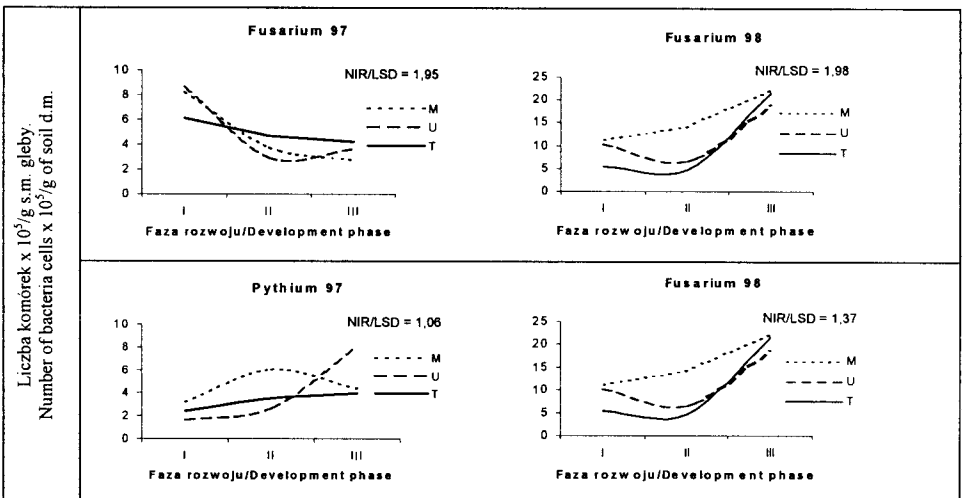
Efekt ryzosferowy dla badanych populacji bakterii i grzybów
w różnych systemach uprawy grochu pastewnego

Rhizospheric effect for the bacteria and fungi populations examined for different crop rotations

Faza rozwoju roślin ^a Development phase ^a	Monokultura Monoculture		Zmianowanie 3-polowe 3-year crop rotation		Zmianowanie 6-polowe 6-year crop rotation	
	1997	1998	1997	1998	1997	1998
<i>Pseudomonas</i> spp.						
1	3,8	7,3	13,3	1,6	13,3	5,8
2	5,7	5,3	15,1	48,2	15,0	17,5
3	4,8	1,0	0,8	1,1	3,7	8,3
<i>Arthrobacter</i> spp.						
1	2,4	1,9	22,1	1,5	3,3	2,5
2	1,5	1,8	3,0	10,0	2,5	11,1
3	1,5	1,4	1,5	9,4	2,3	5,2
<i>Pythium</i> spp.						
1	2,4	1,1	0,7	2,4	0,9	1,0
2	1,1	0,9	0,7	1,5	0,7	1,8
3	1,0	1,0	2,9	3,0	1,1	0,3
<i>Fusarium</i> spp.						
1	1,9	1,2	1,4	1,3	0,7	1,2
2	0,9	1,7	1,0	0,7	1,3	0,6
3	0,9	2,5	1,2	1,8	1,4	5,7

a: 1 - faza 4. liścia; 2 - faza kwitnienia; 3 - faza dojrzałości technicznej nasion

a: 1 - 4th-leaf phase; 2 - flowering phase; 3 - seed full maturity phase



Rys.2. Dynamika populacji *Pythium* spp. i *Fusarium* spp. w glebie ryzosferowej grochu pastewnego uprawianego w monokulturze (M), w zmianowaniu uproszczonym (U) i tradycyjnym (T). Fazy rozwoju grochu pastewnego: I - 4 liści, II - kwitnienia, III - dojrzałości technicznej

Fig.2. Population dynamics of *Pythium* spp. and *Fusarium* spp. in the rhizosphere of fodder pea cultivated in monoculture (M), simplified (U), traditional (T) crop rotations. Pea development phases: I - 4th-leaf phase, II - flowering phase, III - seed full maturity phase

Tabela 3

Table 3

Współczynniki korelacji dla rozwoju poszczególnych grup mikroorganizmów w glebie ryzosferowej grochu pastewnego w różnych zmianowaniach
 Correlation coefficients for particular microorganism groups in the rhizosphere of fodder pea for different crop rotations

Mikroorganizmy Microorganisms	Monokultura Monoculture		Zmianowanie 3-polowe 3-year crop rotation		Zmianowanie 6-polowe 6-year crop rotation	
	1997	1998	1997	1998	1997	1998
<i>Pseudomonas</i> spp. × <i>Fusarium</i> spp.	-0,81	-0,87	-0,36	-0,70	-0,34	0,08
<i>Pseudomonas</i> spp. × <i>Pythium</i> spp.	0,13	0,40	-0,60	0,76	0,29	0,32
<i>Arthrobacter</i> spp. × <i>Fusarium</i> spp.	0,96	-0,95	0,97	-0,50	0,99	-0,40
<i>Arthrobacter</i> spp. × <i>Pythium</i> spp.	-0,48	1,00	-0,72	0,62	-0,99	0,69
<i>Pseudomonas</i> spp. × <i>Arthrobacter</i> spp.	-0,93	0,60	-0,13	0,98	-0,45	0,90
<i>Fusarium</i> spp. × <i>Pythium</i> spp.	-0,69	-0,90	-0,53	-1,00	-1,00*	-0,92

wartości istotne dla P = 0,05 - values significant for P = 0,05

Uzyskane wyniki potwierdzają spostrzeżenia innych autorów, że wieloletnia uprawa tych samych roślin po sobie wpływa negatywnie na rozwój mikroorganizmów antagonistycznych, a stwarza warunki dla rozwoju potencjalnych patogenów roślin.

LITERATURA

- [1] Borecki Z., 1987: Nauka o chorobach roślin. PWRiL, Warszawa.
- [2] Bunt J. S., Rovira A.D., 1977: Microbiological studies of some subantarctic soils. J. Soil Science, 56, 119-128, 1955.
- [3] Filipowicz A., 1977: Podatność różnych odmian grochu na wędnięcie powodowane przez grzyby. Ochrona Roślin, 21.
- [4] Hagedorn C., Holt J.C., 1975: Ecology of soil arthrobacters in Clarion-Webster top sequences of Iowa. Appl. Microbiology, 29, 211-218.
- [5] Kim D.H., Misaghi J., 1992: Siderophore production by fluorescent pseudomonads is sensitive to changes in atmospheric O₂ and CO₂ concentrations. Soil Biol. Biochem. 24, 8:821-824.
- [6] Krogulec T., Kuczyńska L., Niklewska T., Buśko J., 1980: Wpływ monokultury na mikroorganizmy glebowe. Zesz. Nauk. ART Olsztyn, Rolnictwo 29, 58-65.
- [7] Łasicowa B., Orlikowski K., 1977: Badania wpływu niektórych roślin na mikroflorę środowiska glebowego w aspekcie fitopatologicznym. Roczn. Nauk Roln., Seria E, 6, 7-35.
- [8] Łasicowa B., 1989: System ochrony roślin rolniczych przed chorobami. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 374, 21-29.
- [9] Martin J.P., 1950: Use of acid rose bengal and streptomycin in the plate method of estimating soil fungi. Soil Sci., 69, 215-232.
- [10] Mitchell R., Hurwitz E., 1965: Suppression of *Pythium debaryanum* by lytic rhizosphere bacteria. Phytopatology, 55, 156-158.

- [11] Morrissey R.F., Dugan E.P., Koths J.S., 1976: Chitinase production by a *Arthrobacter* sp. lysing cells of *Fusarium roseum*. *Soil Biol. Biochem.* 8: 23-28.
- [12] Nash S.M., Snyder W.C., 1962: Quantitative estimations by plate count of propagules of the bean root rot *Fusarium* in the field soil. *Phytopathology*, 52, 567-572.
- [13] Niewiadomski W., Adamiak A., Zawiaslak K., 1980: Tolerancja 9 ważniejszych gatunków uprawnych na wieloletni siew po sobie. *Zesz. Nauk. ART Olsztyn, Rolnictwo* 29, s. 271-281.
- [14] Niewiadomski W., 1995: Nauka o płodozmianach – stan i perspektywy. *Post. Nauk Rol.*, 3, 127-139.
- [15] Pietr S.J., Stankiewicz M., 1990: Charakterystyka bakterii ryzoplany wybranych roślin uprawianych w różnych środowiskach glebowych przy zastosowaniu równania Hattoriego oraz na podstawie występowania różnych grup fizjologicznych. *Zesz. Nauk. AR Wrocław, Rolnictwo* 53: 63-74.
- [16] Ploetz R.C., Mitchell D.J., Gallaher R.N., 1985: Population dynamics of soilborn fungi in a field multicropped to rye and soyabeans under reduced tillage in Florida. *Phytopathology*, 75, 1447-1451.
- [17] Rajs T., Urbanowski S., Rudnicki F., 1994: Wpływ ilości opadów na efekt uprawy roślin w wieloletnich monokulturach – groch pastewny. *Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Rolnictwo* 35, 15-20.
- [18] Smith S.N., 1977: Comparison of germination of pathogenic *Fusarium oxysporum* chlamydospores in host rhizosphere soil conducive and supressive to wilts. *Phytopathology*, 67, 502-510.
- [19] Smyk B., 1980: Wpływ zmianowań specjalistycznych na kształtowanie się mikrobiocenoz i ich oddziaływanie na środowiska agrocenoz. *Zesz. Nauk. ART Olsztyn, Rolnictwo* 29, 41-56.
- [20] Simon A., Ridge E.H., 1974: The use of ampicillin in a simplified selective medium for the isolation of fluorescent *Pseudomonas*. *J. Appl. Bacteriology*, 37, 459-460.
- [21] Sneh B., 1981: Use of rhizosphere chitynolic bacteria for biological control of *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* in carnation. *Phytopathol. Z.*, 100, 151-256.

IMPACT OF FARMING METHODS ON THE OCCURRENCE OF ANTAGONISTIC AND POTENTIALLY PATHOGENIC MICROORGANISMS TOWARDS FODDER PEA

Summary

The present research investigated the impact of farming methods (monoculture, simplified and traditional crop-rotations) on the occurrence of soil microorganisms beyond and in the rhizosphere on fodder pea (*Pisum sativum* L.) plantation. The results obtained showed that the system of crop rotation had a significant impact on the population and dynamics of microorganisms in rhizosphere of fodder pea plantation, especially for monoculture. The rhizosphere of fodder pea cultivated in monoculture showed a decrease in the population of mycoantagonistic bacteria of the *Pseudomonas* and *Arthrobacter* genus. Simplifying the crop rotation, it can be observed that the relationship between the population of the bacteria and fungi researched for the fodder pea plantation shows a deterioration of phytosanitary soil condition.

Key words: crop-rotation, microorganisms, rhizosphere, antagonism

ZRÓŻNICOWANIE FENOTYPOWE
BLIŹNIACZYCH FORM PAPRYKI (*Capsicum annuum* L.)
I POMIDORA (*Lycopersicon esculentum* P.Mill.)

Paweł Nowaczyk, Iwona Jędrzejczyk, Lubośława Nowaczyk

Katedra Genetyki i Hodowli Roślin, Wydział Rolniczy ATR
ul. Prof. S. Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz

W przeprowadzonym doświadczeniu materiał badawczy stanowiły nasiona pokolenia F₂ mieszańców papryki oraz pomidora. Określono częstotliwość występowania zjawiska naturalnej poliembrionii u obu tych gatunków. Wśród testowanych nasion papryki odmian: 'Blondy F₁', 'Oasis F₁', 'Stanola F₁' i 'Suzan F₁' znaleziono nasiona wielozarodkowe. Częstotliwość ich występowania wahała się na poziomie 0,12-0,42%, zaś u badanych odmian pomidora: 'Billy F₁', 'Candela F₁', 'Carpy F₁' i 'Natali F₁' - od 0,01% do 0,07%. Nie stwierdzono występowania form haploidalnych wśród roślin bliźniaczych badanych gatunków roślin.

Słowa kluczowe: *Solanaceae*, papryka, pomidor, poliembrionia

1. WSTĘP

Poliembrionia jest zjawiskiem występującym u bardzo wielu gatunków roślin kwiatowych. Stwierdzono ją u tych wszystkich roślin, które były przedmiotem badań nad występowaniem dodatkowych zarodków w nasionach. Ze względu na częstotliwość zjawiska szczególnie obiecującym obiektem badań wydają się być gatunki z rodziny *Solanaceae*.

Nasiona dwuzarodkowe są cennym materiałem do otrzymywania haploidów. Rośliny haploidalne po podwojeniu liczby chromosomów dają początek linii kompletnie homozygotycznej. Ta z kolei może stanowić formę wyjściową do dalszej hodowli, a jeżeli okaże się cenną gospodarczo, może być także traktowana jako nowa odmiana. Stąd też zarodki, których liczba genomów zredukowana jest do stopnia haploidu, rozwijając się, stanowią doskonały materiał wyjściowy do dalszej hodowli. Haploidalne rośliny uzyskano, jak dotąd, nie tylko u gatunków dzikich, ale również u niektórych roślin uprawnych, np. ryżu, tytoniu i innych [3].

Papryka (*Capsicum annuum* L.) należy obecnie do bardziej cenionych warzyw na rynku polskim. Jej popularność wzrasta między innymi dlatego, że jest bogatym źródłem witaminy C, dość dużych zawartości cukrów, białka oraz soli mineralnych. Stała się ona również bardzo cennym surowcem w przemyśle przetwórczym. W celu dalszego zainteresowania papryką jak największej liczby producentów i konsumentów, prowadzi się badania zmierzające do uzyskania nowych odmian i mieszańców tego gatunku. Na uwagę zasługuje tu możliwość wykorzystania poliembrionii.

W badaniach Nowaczyka i Kryger [5] częstotliwość występowania nasion wielozarodkowych wśród materiału pochodzącego od międzyodmianowych mieszańców pa-

pryki w pokoleniach F_2 i F_3 oraz F_4 była podobna i wahała się od 0,160 % do 0,199 %. Odziedziczalność poliembrionii, którą określano na podstawie trzyletnich obserwacji, wynosiła 80 %. Ewentualne znaczenie tego zjawiska w hodowli może mieć tylko w odniesieniu do tych roślin, u których udział nasion dwu- lub wielozarodkowych jest duży. Dlatego istotne znaczenie w hodowli ma opracowanie i wykorzystanie metod pozwalających na zwiększenie częstotliwości występowania poliembryonalnych nasion.

U pomidora (*Lycopersicon esculentum* P.Mill.) frekwencja naturalnej poliembrionii jest znacznie niższa niż u papryki. Badania przeprowadzone przez Nowaczyk [7] przedstawiają wyniki testowania nasion odmiany 'Carmello F_1 ', w których z 2.492 kiełkujących nasion nie uzyskano nasion wielozarodkowych. Inne wyniki prezentowane przez Nowaczyk i Nowaczyk [8], uzyskane z badanych pięciu heterozyjnych odmian pomidora, wskazują na niski procent naturalnej poliembrionii, wynoszący średnio 0,058 %.

Formy haploidalne pomidora, w przeciwieństwie do papryki, są trudne do uzyskania. Niełatwo jest bowiem określić frekwencję ich występowania, po otrzymaniu tylko jednej rośliny haploidalnej ze 115.000 kiełkujących nasion [8].

Przydatności poliembrionii w hodowli nowych odmian pomidora należy raczej upatrywać w potomstwach par bliźniaczych różniących się cechami fenotypowymi, a więc o różnym pochodzeniu. Potomstwa takie, u których stwierdzono w kolejnych pokoleniach brak rozszczepień i wyjątkowe wyrównanie fenotypowe, zdają się stanowić atrakcyjny materiał hodowlany [8].

Celem niniejszej pracy było określenie częstotliwości występowania zjawiska naturalnej wielozarodkowości u papryki i pomidora oraz fenotypowa ocena form bliźniaczych.

2. MATERIAŁ I METODA BADAŃ

Doświadczenie przeprowadzono w Pracowni Roślin Warzywnych ATR w Bydgoszczy w 1996 roku. Materiał wyjściowy stanowiły nasiona pokolenia F_2 czterech odmian papryki: 'Blondy F_1 ', 'Oasis F_1 ', 'Stanola F_1 ' i 'Suzan F_1 ' oraz nasiona pokolenia F_2 czterech odmian pomidora: 'Billy F_1 ', 'Candela F_1 ', 'Carpy F_1 ' i 'Natali F_1 '.

Testowanie nasion pomidora na obecność form wielozarodkowych rozpoczęto w lutym 1996 roku. Nasiona wysiano na nasączone wodą paski bibuły filtracyjnej, które umieszczono na 14 dni w termostacie w temperaturze 25-27 °C. Rulony te przeglądano co dwa dni, poczynając od trzeciego dnia wysiewu. Testowanie nasion pomidora zakończono 20 marca 1996 roku. Znalezione wśród kiełkujących nasion formy wielozarodkowe przenoszono na płytki Petri'ego i umieszczano ponownie w termostacie. Gdy siewki uwolniły się z łupiny nasiennej, wysadzono je do doniczek wypełnionych substratem torfowym, następnie rośliny umieszczono w szklarni do dalszej vegetacji i badań. Bliźniacze pary pomidora wysadzono 29 kwietnia 1996 roku na stoły wypełnione podłożem ziemi torfowej, wymieszanej z korą sosnową. Pomidory prowadzono na jeden pęd i ogłowiono w czerwcu.

Jednocześnie u obu gatunków mierzono wysokość w równych odstępach czasu (co tydzień) do chwili owocowania. Oprócz pomiarów w szklarni wykonywano również pomiary laboratoryjne, a pod mikroskopem mierzono szerokość i długość ziaren pyłku zebranego z kwitających roślin oraz szerokość i długość aparatów szparkowych.

Dojrzałe owoce pomidora poddano następującym pomiarom: masy owocu, liczby komórek, wysokości i szerokości owocu, grubości rdzenia w najszerszym i najwęższym miejscu, wybarwienia rdzenia oraz grubości ściany. W czasie pomiarów wyjmowano

z owoców nasiona i razem z otaczającą je galaretowatą masą poddawano kilkudniowej fermentacji. Następnie nasiona przepłukiwano na sicie, suszono w temperaturze pokojowej i pakowano do torebek. Po policzeniu nasion obliczono płodność, czyli liczbę uzyskanych nasion z owocu oraz MTN (masę tysiąca nasion). Tak postępowano ze wszystkimi kolejno dojrzewającymi owocami.

Sposób postępowania z nasionami papryki był identyczny jak u pomidora. Testowanie nasion papryki rozpoczęto 13 marca 1996 roku, a zakończono 3 kwietnia 1996 roku. Wyszczególnione do doniczek rośliny umieszczono w szklarni do dalszej vegetacji i badań. Bliźniacze pary papryki wysadzono 29 kwietnia 1996 roku na stoły wypełnione podłożem ziemi torfowej, wymieszanej z korą sosnową. Paprykę ogłowiono w lipcu.

Dojrzałe owoce papryki poddano następującym pomiarom: określono masę owocu z szypułką, masę owocu bez szypułki, objętość, długość i szerokość owocu, masę łożyska, masę owocni i przegród, grubość ściany, masę nasion mokrych, zawartość ekstraktu za pomocą refraktometru, masę nasion suchych, płodność oraz MTN. Zebrane nie-dojrzałe owoce zostały zważone i policzone.

3. WYNIKI

Z 18.522 kiełkujących nasion pokolenia F_2 czterech odmian papryki: 'Stanola F_1 ', 'Blondy F_1 ', 'Oasis F_1 ' i 'Suzan F_1 ' uzyskano 46 par bliźniąt oraz jedne trojaczki. Nasiona wielozarodkowe stanowiły 0,254 % wszystkich kiełkujących nasion.

Tabela 1 przedstawia dane dotyczące liczby nasion wysianych i kiełkujących oraz zdolność kiełkowania nasion w podziale na odmiany. Najwyższą zdolnością kiełkowania charakteryzowała się odmiana 'Stanola F_1 ' - 94 %, natomiast najniższą 'Suzan F_1 ' - 86 %.

Tabela 1

Table 1

Częstotliwość naturalnej poliembrionii u papryki
Frequency of natural polyembryony in pepper

Odmiana Cultivar	Liczba nasion Number of seeds			Zdolność kiełkowania Germinability [%]	Częstotliwość poliembrionii Frequency of polyembryony [%]
	ogółem total	kiełkujących germinating	wielozarodkowych polyembryonal		
'Blondy F_1 '	3660	3278	4	90	0,12
'Oasis F_1 '	3288	3049	4	93	0,13
'Stanola F_1 '	8602	8124	34	94	0,42
'Suzan F_1 '	4750	4071	5	86	0,12

Z uzyskanych 46 par bliźniąt do dalszych badań w szklarni pozostało 29 par oraz trojaczki, reszta bowiem w różnych fazach wzrostu pozamierała. Podczas wysadzania na stałe miejsce uwzględniono różnicę w wysokości roślin w parach stosując system, w którym mniejszy z bliźniaków otrzymywał symbol A i kolejny numer pary dla danej odmiany. W efekcie właściwie z góry założono, iż grupa roślin z różnych par, oznaczona literą A, pod względem niektórych cech może znacznie się różnić od swoich bliźniaczych partnerów oznaczonych jako B.

Analizując poszczególne cechy, skoncentrowano się na przypadkach występowania istotnych różnic pod względem danej cechy u badanych roślin. W niniejszym opracowaniu przedstawiono tylko niektóre z uzyskanych wyników.

Jedną z badanych cech był plon ogólny. Biorąc pod uwagę jego wielkość, największe różnice w obrębie par stwierdzono u odmian: 'Stanola F₁': 4A i 4B, 5A i 5B, 8A i 8B, 9A i 9B, 13A i 13B, 19A i 19B, 20A i 20B; 'Suzan F₁' 2A i 2B; 'Oasis F₁' 4A i 4B oraz trojczka odmiany 'Stanola F₁' 7A₁, 7A i 7B (tab.2).

Tabela 2
Table 2

Plonowanie bliźniaczych roślin papryki pokolenia F₂
Yelding of F₂ generation pepper twin plants

	Odmiana Cultivar	Plon ogólny Total yield [g]	Liczba dojrzałych owoców Number of ripe fruit	Średnia masa owocu Mean fruit weight [g]
1	'Stanola F ₁ ' 3A	98	1	98
2	'Stanola F ₁ ' 3B	972	7	67
3	'Stanola F ₁ ' 4A	218	3	41
4	'Stanola F ₁ ' 4B	521	9	51
5	'Stanola F ₁ ' 5A	299	5	100
6	'Stanola F ₁ ' 5B	794	8	80
7	'Stanola F ₁ ' 6A	398	5	80
8	'Stanola F ₁ ' 6B	717	7	103
9	'Stanola F ₁ ' 7A ₁	146	3	49
10	'Stanola F ₁ ' 7A	699	10	58
11	'Stanola F ₁ ' 7B	943	13	68
12	'Stanola F ₁ ' 8A	162	2	73
13	'Stanola F ₁ ' 8B	538	7	77
14	'Stanola F ₁ ' 9A	525	2	113
15	'Stanola F ₁ ' 9B	384	3	80
16	'Stanola F ₁ ' 13A	231	3	54
17	'Stanola F ₁ ' 13B	764	9	73
18	'Stanola F ₁ ' 17A	624	6	62
19	'Stanola F ₁ ' 17B	891	13	63
20	'Stanola F ₁ ' 19A	695	2	62
21	'Stanola F ₁ ' 19B	862	3	52
22	'Stanola F ₁ ' 20A	652	6	85
23	'Stanola F ₁ ' 20B	440	5	45
24	'Blondy F ₁ ' 2A	625	4	156
25	'Blondy F ₁ ' 2B	565	2	221
26	'Oasis F ₁ ' 4A	187	3	52
27	'Oasis F ₁ ' 4B	628	3	209
28	'Suzan F ₁ ' 2A	805	3	101
29	'Suzan F ₁ ' 2B	287	3	72

Natomiast różnice w liczbie dojrzałych owoców obserwowano u par odmiany 'Stanola F₁': 3A i 3B, 4A i 4B, 8A i 8B, 17A i 17B oraz u trojaczek 'Stanola F₁': 7A₁, 7A i 7B; więcej dojrzałych owoców było u roślin oznaczonych symbolem B (tab.2).

Biorąc pod uwagę średnią masę owocu dojrzałego z szypułką, odnotowano znaczne jej różnice wśród następujących bliźniaczych par: 'Stanola F₁': 6A i 6B, 9A i 9B, 20A i 20B; 'Blondy F₁': 2A i 2B; 'Oasis F₁': 4A i 4B i 'Suzan F₁': 2A i 2B. Stwierdzono również, że para 'Blondy F₁': 2A i 2B wyróżniała się spośród wszystkich badanych par bliźniąt największą średnią masą owocu dojrzałego z szypułką (tab.2).

Pod względem barwy owoców dojrzałych jedynie u odmiany 'Oasis F₁': 4A i 4B zauważono różnice. Bliźniaczy partner oznaczony literą A miał owoce żółte, podczas gdy drugi z pary - owoce o barwie czerwonej. U pozostałych odmian owoce były czerwone.

Ostatnia część badań dotyczyła uzyskanych nasion. Istotne zróżnicowanie w liczbie nasion zauważono u par: 'Stanola F₁': 6A i 6B, 9A i 9B, 20A i 20B; 'Oasis F₁': 4A i 4B; 'Suzan F₁': 1A i 1B, 2A i 2B (tab.3). Jednocześnie na uwagę zasługuje fakt, że największe różnice w liczbie nasion u bliźniaczych partnerów stwierdzono u odmiany 'Oasis F₁': 4A i 4B; 'Suzan F₁': 2A i 2B, które jako jedyne z wymienionych charakteryzowały się jednakową liczbą owoców dojrzałych (tab.3). Pod względem płodności największe różnice były widoczne u następujących par: 'Stanola F₁': 6A i 6B, 9A i 9B, 19A i 19B, 20A i 20B; 'Oasis F₁': 4A i 4B; 'Suzan F₁': 1A i 1B, 2A i 2B (tab.3). Po obliczeniu MTN zaobserwowano rozbieżności w obrębie tej cechy u par odmiany 'Stanola F₁': 9A i 9B; 'Oasis F₁': 4A i 4B; 'Suzan F₁': 1A i 1B, 2A i 2B (tab.3).

Tabela 3

Table 3

Płodność owoców roślin bliźniaczych papryki pokolenia F₂
Fertility of F₂ generation twin plant pepper fruit

Odmiana Cultivar	Liczba owoców dojrzałych Number of ripe fruit	Liczba nasion Number of seeds	MTN Weight of 1000 seeds [g]	Płodność Fertility
1 'Stanola F ₁ ' 6A	5	189	6,40	37,8
2 'Stanola F ₁ ' 6B	7	437	6,87	65,3
3 'Stanola F ₁ ' 9A	2	269	8,55	134,5
4 'Stanola F ₁ ' 9B	3	138	7,54	46,0
5 'Stanola F ₁ ' 19A	2	48	7,29	24,0
6 'Stanola F ₁ ' 19B	3	36	6,94	12,0
7 'Stanola F ₁ ' 20A	6	708	6,74	118,0
8 'Stanola F ₁ ' 20B	5	159	6,79	31,8
9 'Oasis F ₁ ' 4A	3	12	6,67	4,0
10 'Oasis F ₁ ' 4B	3	291	7,53	97,0
11 'Suzan F ₁ ' 1A	7	291	6,80	41,6
12 'Suzan F ₁ ' 1B	6	544	8,75	90,7
13 'Suzan F ₁ ' 2A	3	74	10,41	24,7
14 'Suzan F ₁ ' 2B	3	282	4,65	94,0

Spośród 39.443 kiełkujących nasion pokolenia F_2 czterech odmian pomidora: 'Billy F_1 ', 'Candela F_1 ', 'Carpny F_1 ' i 'Natali F_1 ' uzyskano 10 par bliźniąt. Nasiona wielozarodkowe stanowiły 0,025% wszystkich kiełkujących nasion.

Tabela 4 zawiera dane określające między innymi liczbę nasion wysianych, kiełkujących i zdolność kiełkowania w podziale na odmiany. Najwyższą zdolnością kiełkowania charakteryzowała się odmiana 'Carpny F_1 ' - 98 %, najniższą natomiast 'Billy F_1 ' - 90 %.

Tabela 4

Table 4

Częstotliwość naturalnej poliembrionii u pomidora
Frequency of natural polyembryony in tomato

Odmiana Cultivar	Liczba nasion Number of seeds			Zdolność kiełkowania Germinability [%]	Częstotliwość poliembrionii Frequency of polyembryony [%]
	ogółem total	kiełkujących germinating	wielozarodkowych polyembryonal		
'Billy F_1 '	17864	16010	3	90	0,02
'Candela F_1 '	6950	6714	4	97	0,06
'Carpny F_1 '	1364	1341	1	98	0,07
'Natali F_1 '	16203	15375	2	95	0,01

Z uzyskanych 10 par bliźniąt do dalszych badań w szklarni pozostało 5 par, reszta w różnych fazach wzrostu pozamierała. Podczas wysadzania na miejsce stałe wzięto pod uwagę różnicę w wielkości roślin w parach, stosując system, w którym mniejszy z bliźniaków otrzymywał symbol A przy kolejnym numerze pary w danej odmianie.

Analizując poszczególne cechy, skoncentrowano się jedynie na tych bliźniaczych parach, u których stwierdzono znaczne różnice pod względem badanej cechy. Podobnie jak u papryki, tak i tutaj przedstawiono tylko niektóre z uzyskanych wyników.

Jedną z analizowanych cech był plon ogólny. Biorąc pod uwagę jego wielkość, największe różnice w obrębie pary stwierdzono u odmian: 'Natali F_1 ' 1A i 1B; 'Candela F_1 ': 1A i 1B, 2A i 2B. Podobnie jak w przypadku papryki, większym plonem ogólnym charakteryzowały się rośliny oznaczone symbolem A (tab.5). Następną badaną cechą była liczba owoców. Największe stwierdzono u odmian: 'Natali F_1 ' 2A i 2B i 'Candela F_1 ': 1A i 1B, 2A i 2B (tab.5). Analiza średniej masy owocu pozwoliła stwierdzić znaczne zróżnicowanie w obrębie następujących par: 'Natali F_1 ' 2A i 2B oraz 'Candela F_1 ' 2A i 2B (tab.5).

Ostatnia część badań dotyczyła uzyskanych nasion. Ponieważ na otrzymane wyniki miała wpływ liczba owoców dojrzałych, porównywano pary bliźniąt o zbliżonej ich liczbie. Spośród badanych par bliźniąt, jedynie u 'Candela F_1 ' 3A i 3B stwierdzono znaczną różnicę w liczbie uzyskanych nasion (tab.6). Biorąc pod uwagę obliczoną płodność, odnotowano zróżnicowanie wśród następujących par: 'Candela F_1 ': 2A i 2B, 3A i 3B (tab.6). Ostatnią porównywaną cechą była MTN. Porównując ją w parach bliźniaczych, różnice stwierdzono u dwóch odmian: 'Natali F_1 ' 2A i 2B i 'Candela F_1 ' 3A i 3B (tab.6).

Tabela 5

Table 5

Plonowanie roślin bliźniaczych pomidora pokolenia F₂
Yielding of F₂ generation tomato twin plants

Odmiana Cultivar	Plon ogólny Total yield [g]	Liczba owoców Number of fruit	Średnia masa owocu Mean weight of fruit [g]
'Natali F ₁ ' 1A	2130	25	85
'Natali F ₁ ' 1B	1642	23	71
'Natali F ₁ ' 2A	2206	31	74
'Natali F ₁ ' 2B	1928	18	107
'Candela F ₁ ' 1A	2433	21	116
'Candela F ₁ ' 1B	1858	15	124
'Candela F ₁ ' 2A	2303	26	89
'Candela F ₁ ' 2B	1515	18	49
'Candela F ₁ ' 3A	1822	19	96
'Candela F ₁ ' 3B	1417	21	68

Tabela 6

Table 6

Plodność owoców roślin bliźniaczych pomidora pokolenia F₂
Fertility of F₂ generation twin plant tomato fruit

	Odmiana Cultivar	Liczba owoców Number of fruit	Liczba nasion Number of seeds	MTN Weight of 1000 seeds [g]	Plodność Fertility	Procent owoców bez- nasiennych Percentage of seedless fruit [%]
1	'Natali F ₁ ' 1A	25	1974	3,62	79,0	32,0
2	'Natali F ₁ ' 1B	23	1518	3,72	66,0	13,0
3	'Natali F ₁ ' 2A	31	1989	3,32	64,2	29,0
4	'Natali F ₁ ' 2B	18	1442	4,02	80,1	6,0
5	'Candela F ₁ ' 1A	21	696	3,12	33,1	14,3
6	'Candela F ₁ ' 1B	15	1109	3,79	73,9	20,0
7	'Candela F ₁ ' 2A	26	1120	2,38	43,1	15,4
8	'Candela F ₁ ' 2B	18	3240	1,18	180,0	0,0
9	'Candela F ₁ ' 3A	19	1220	3,57	64,2	0,0
10	'Candela F ₁ ' 3B	21	478	4,08	22,8	33,0

4. DYSKUSJA

Częstotliwość występowania nasion wielozarodkowych u badanych genotypów papryki była różna. Największą stwierdzono u odmiany 'Stanola F₁' i wynosiła ona 0,42 %. U pozostałych odmian: 'Blondy F₁', 'Oasis F₁' i 'Suzan F₁' zjawisko naturalnej poliembrionii wahało się na poziomie 0,12-0,13 %.

Jeszcze rzadziej niż u badanych odmian papryki formy poliembrionalne występowały u pomidora. W badaniach własnych częstotliwość tego zjawiska u odmian 'Billy F₁' i 'Natali F₁' wynosiła zaledwie 0,01-0,02 %. U pozostałych, to jest 'Candela F₁' i 'Carpys F₁', częstotliwość naturalnej poliembrionii wahała się w granicach 0,06-0,07 %. Dlatego tylko ten wynik można porównać z danymi, jakie otrzymali wcześniej Nowaczyk i Nowaczyk [8], którzy zaobserwowali 0,06 % nasion wielozarodkowych.

Jednym z większych problemów w wykorzystaniu zjawiska poliembrionii jest utrzymanie przy życiu roślin pochodzących z nasion [4]. Potwierdzeniem tego mogą być własne wyniki, w których do dojrzałości fizjologicznej udało się doprowadzić 50 % uzyskanych siewek pomidora. U papryki natomiast pełną dojrzałość osiągnęło 53 % siewek.

Na tak słabą żywotność roślin pochodzących z nasion dwuzarodkowych zwrócili uwagę Christensen i Bamford [1], którzy spośród 386 bliźniaczych siewek papryki do okresu kwitnienia doprowadzili 242 rośliny, co stanowiło 62 %, natomiast Morgan i Rappleye [2] utrzymali przy życiu 58 % roślin bliźniaczych.

W badaniach własnych wśród siewek, które przeżyły zarówno u papryki, jak i u pomidora, nie stwierdzono roślin haploidalnych. Niewykluczone, że mogły się znajdować wśród roślin, które zamarły w początkowej fazie wzrostu i rozwoju. Można zatem przypuszczać, że zasadniczą przyczyną braku haploidów tkwi w niskiej częstotliwości występowania nasion wielozarodkowych u badanych gatunków. Poza tym rośliny haploidalne są mniejsze, i delikatniejsze od diploidalnych, dlatego też przegrywają w konkurencji z diploidami w parach bliźniąt.

W badaniach własnych zwrócono uwagę na fakt, iż 'Stanola F₁' wydała najwięcej nasion wielozarodkowych, bo aż 34. U pozostałych odmian papryki liczba uzyskanych bliźniąt była niska i wynosiła około 4-5 nasion dwuzarodkowych.

Wyniki badań własnych pozwoliły wyodrębnić kilka szczególnie interesujących przypadków. Najbardziej interesujące okazały się rośliny (4A i 4B) pokolenia F₂ odmiany 'Oasis F₁'. Bliźniacza para wyróżniała się przede wszystkim różną barwą owoców.

Analizę genetyczną przeprowadzono, wzorując się na wynikach uzyskanych przez Smitha [10]. Opisał on zjawisko dziedziczenia czerwonej, brązowej i zielonej barwy dojrzałych owoców u papryki. Czokoladowobrązowy owoc jest powszechny w meksykańskich odmianach *Capsicum annum*. Skrzyżował on paprykę 'Mexico Acc 406' o czerwonej barwie owoców z papryką 'Mexico Acc 401' o brązowej barwie owoców. W pokoleniu F₁ otrzymał tylko czerwone owoce, natomiast w pokoleniu F₂ stosunek liczbowy w barwie uzyskanych owoców wynosił 3:1 (czerwone : brązowe). Smith skrzyżował również odmianę 'Oshkosh' o żółtych owocach z 'Acc 401'. W pokoleniu F₂ otrzymał nową zieloną barwę dojrzałych owoców, posiadającą podwójnie recesywny genotyp. Z krzyżowania tego uzyskał 132 rośliny o owocach czerwonych, 46 brązowych, 44 żółtych i 11 zielonych, co odpowiada stosunkowi 9:3:3:1. Smith [10] uważał, iż za brązową barwę owoców odpowiedzialny jest recesywny gen *cl*, który zapobiega zupełnemu rozkładowi chlorofilu. Obecność chlorofilu z czerwonym barwnikiem likopenem (gen *y*⁺) daje owoce o brązowej barwie.

Według Smitha [10], dojrzałe barwy owoców i ich genotypy, które je warunkują, są następujące:

- 'Oshkosh' (żółty) $yycl^+cl^+$
- 'Acc 406' (czerwony) $y^+y^+cl^+cl^+$
- 'Acc 401' (brązowy) y^+y^+ccll
- dojrzały (zielony) $yycll$

Opierając się na badaniach Smitha, podjęto w prezentowanej pracy próbę wytłumaczenia zaistniałego zjawiska.

Linie rodzicielskie 'Oasis F₁' musiały być homozygotyczne. Ich genotypy pod względem barwy były następujące:

$y^+y^+cl^+cl^+$ - barwa czerwona owoców
 $yycl^+cl^+$ - żółta barwa owoców

P: $y^+y^+cl^+cl^+$ x $yycl^+cl^+$
 G: y^+cl^+ ; ycl^+
 F₁: $y^+ycl^+cl^+$ - 'Oasis F₁' (czerwone owoce)
 P: $y^+ycl^+cl^+$ x $y^+ycl^+cl^+$
 G: y^+cl^+, ycl^+ ; y^+cl^+, ycl^+

Stosując szachownicę Punetta (tab.7), określono genotypy i fenotypy pokolenia F₂ pod względem barwy dojrzałych owoców.

Tabela 7

Table 7

♀ \ ♂	♂	y^+cl^+	ycl^+
y^+cl^+		$y^+y^+cl^+cl^+$	$y^+ycl^+cl^+$
ycl^+		$y^+ycl^+cl^+$	$yycl^+cl^+$

Próbując określić pochodzenie zarodków, można przypuszczać, iż osłonki i ośrodek miały genotyp $y^+ycl^+cl^+$, natomiast elementy woreczka zalążkowego mogły mieć różne układy genów w gametach (G), tj: y^+cl^+ , ycl^+ , a ziarna pyłku układy typu: y^+cl^+ , ycl^+ . A zatem bliźniak o barwie żółtej owocu nie mógł powstać w wyniku embrionii przybyszowej, bo musiałby być czerwony. Bliźnięta te nie powstały również w wyniku poliembrionii rozszczepieniowej, bo musiałyby być jednakowe. Można domniemywać, iż elementy woreczka zalążkowego, podobnie jak ziarna pyłku ycl^+ , musiały mieć w tym konkretnym przypadku układ genów w gametach ycl^+ .

Gdyby bliźniak o czerwonej barwie owoców powstał w wyniku embrionii przybyszowej, wówczas musiałby mieć genotyp $y^+ycl^+cl^+$. Mógł też powstać z zapłodnienia komórki jajowej ycl^+ przez pyłek y^+cl^+ . Niewykluczone również, że powstał z zapłodnienia innego elementu woreczka zalążkowego ycl^+ przez ziarna pyłku y^+cl^+ .

Natomiast bliźniaczy partner o żółtej barwie owoców mógł powstać z zapłodnienia komórki jajowej ycl^+ przez pyłek ycl^+ ; albo w wyniku zapłodnienia innego elementu woreczka zalążkowego ycl^+ przez pyłek ycl^+ .

Ponadto interesującego spostrzeżenia dokonano, obserwując wielkość uzyskanego plonu ogólnego. Roślina z symbolem 4A różniła się znacznie od rośliny oznaczonej jako 4B. Jej plon ogólny był bowiem ponad trzykrotnie mniejszy od plonu uzyskanego z bliźniaczego partnera. Również ciekawa wydaje się być liczba uzyskanych nasion. Z rośliny 4A otrzymano zaledwie 12 sztuk, a w przypadku rośliny oznaczonej jako 4B nasion tych było aż 291.

Bardzo ciekawym zjawiskiem było pojawienie się trojczków u odmiany 'Stanola F_1 '. Rośliny spośród badanej trójki nie wykazywały istotnych różnic w analizowanych cechach, z wyjątkiem plonu ogólnego. Brak wyraźnych zmian fenotypowych pomiędzy roślinami może sugerować wspólne ich pochodzenie. Można zatem przypuszczać, iż trojczki powstały w wyniku podziału prazarodka.

W przypadku drugiej badanej rośliny, jaką był pomidor, stwierdzono, iż liczba uzyskanych nasion wielozarodkowych wahała się w zależności od odmiany od 1 do 4 sztuk. Na uwagę zasługuje tu para bliźniat pokolenia F_2 odmiany 'Candela F_1 ' 3A i 3B. Zaobserwowano bowiem dużą liczbę owoców beznasiennych, bo aż 33 %. Miało to niewątpliwie wpływ na obniżenie płodności w stosunku do bliźniaczego partnera.

Otrzymane dane pozwalają stwierdzić, iż różnice, które wystąpiły pomiędzy roślinami w parze u badanych odmian pomidora nie są aż tak duże, jak w przypadku pary bliźniaczej 4A i 4B papryki uzyskanej u odmiany 'Oasis F_1 '. Dlatego można pokusić się o stwierdzenie, iż prawdopodobnie większość otrzymanych roślin powstała w wyniku poliembrionii rozszczepieniowej.

5. WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonego doświadczenia, dotyczącego zjawiska poliembrionii u dwóch gatunków: *Capsicum annuum* i *Lycopersicon esculentum*, wysunięto następujące wnioski:

1. W pokoleniach F_2 otrzymanych z rozmnożeń odmian mieszańcowych papryki: 'Blondy F_1 ', 'Oasis F_1 ', 'Stanola F_1 ' i 'Suzan F_1 ' oraz pomidora: 'Billy F_1 ', 'Candela F_1 ', 'Carpy F_1 ' i 'Natali F_1 ', stwierdzono niewielką liczbę nasion wielozarodkowych. Ich częstotliwość w obrębie badanych populacji F_2 wahała się u papryki w granicach od 0,12 % do 0,42 %, u pomidora - od 0,01 % do 0,07 %.
2. Nie stwierdzono form haploidalnych wśród roślin bliźniaczych badanych gatunków.
3. Z powodu braku rozszczepień pod względem cech markerowych, bliższe określenie pochodzenia dodatkowych zarodków u większości par bliźniaczych zarówno pomidora, jak i papryki, stało się niemożliwe.
4. Uzyskanie różniącej się pod względem barwy pary bliźniat pokolenia F_2 u papryki odmiany 'Oasis F_1 ' pozwala stwierdzić, że ich źródłem nie była poliembrionia rozszczepieniowa.

LITERATURA

- [1] Christensen H.M., Bamford R., 1943: Haploids in twin seedlings of pepper (*Capsicum annuum* L.). J. Heredity, 34: 98-104.
- [2] Morgan D.T., Rappleye R.D., 1950: Twin and triplet pepper seedlings. J. Heredity, 41: 91-95.

- [3] Nowaczyk P., 1979: Zjawisko poliembrionii u papryki. *Hodowla Roślin*, 3:11-13.
- [4] Nowaczyk P., Kozłowski M., 1987: Wpływ regulatorów wzrostu na zjawisko poliembrionii i indukcję haploidów u papryki. *Hodowla Roślin i Nasiennictwo*, 5-6: 26-28.
- [5] Nowaczyk P., Kryger H., 1987: The frequency of polyembryony in F₂, F₃ and F₄ generations from mono- and twoembryonic seeds in pepper (*Capsicum annuum* L.). *Genetica Polonica*, vol. 28, No 3.
- [6] Nowaczyk P., Nowaczyk L., 1989: In vivo induction of haploids in *Capsicum annuum* L. using growth regulator. XII Eucarpia Congress, 25-5. Vortäge für Pflanzenzucht, 15-II.
- [7] Nowaczyk L., 1990: The induced polyembryony as the source of haploids in tomato. XII International Horticulture Congress 3066, Firenze.
- [8] Nowaczyk P., Nowaczyk L., 1994: Możliwości wykorzystania wielozarodkowości w hodowli warzyw psiankowatych. IV Zjazd Hodowców Roślin Ogrodniczych.
- [9] Rodkiewicz, B., 1973: Embriologia roślin kwiatowych. PWN Warszawa.
- [10] Smith P.G., 1950: Inheritance of brown and green mature fruit color in peppers. *J. Heredity*, 41:138-140.

PHENOTYPICAL VARIATION OF PEPPER (*Capsicum annuum* L.)
AND TOMATO (*Lycopersicon esculentum* P. Mill.) TWIN FORMS

Summary

The present research involved the seeds of the F₂ hybrid generation of pepper and tomato and defined the frequency of natural polyembryony in both species. In the pepper cultivars, 'Blondy F1', 'Oasis F1', 'Stanola F1' and 'Suzan F1', multiembryo seeds were identified; their occurrence frequency ranged from 0.12 to 0.42 %, while respective values calculated for tomato cultivars 'Billy F1', 'Candela F1', 'Carpy F1' and 'Natali F1', from 0.01 to 0.07 %. No haploid forms were observed.

Key words: *Solanaceae*, pepper, tomato, polyembryony

DYNAMIKA WZROSTU I KWITNIENIA ROŚLIN
ORAZ CECHY JAKOŚCIOWE OWOCÓW KARŁOWEJ FORMY
PAPRYKI ROCZNEJ (*Capsicum annuum* L.)

Paweł Nowaczyk, Lubosława Nowaczyk

Katedra Genetyki i Hodowli Roślin, Wydział Rolniczy ATR
ul. Prof. S. Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz

Zarejestrowanie i wprowadzenie do produkcji odmiany 'Mino' było praktycznym sprawdzeniem wskazań dotyczących jednego z kierunków hodowli papryki rocznej (*Capsicum annuum* L.). Genotyp tej odmiany łączy w sobie karłowy wzrost roślin, wczesność plonowania i dobry poziom cech jakościowych owoców. Eksperymenty wchodzące w zakres niniejszych badań potwierdziły, że nowa odmiana wyróżnia się bardzo ograniczonym wzrostem wegetatywnym, wczesnością i dynamiką kwitnienia. Średnia masa owocu, wydajność biologiczna i grubość ścian pozwala na zaliczenie jej do odmian dobrych jakościowo. Karłowy pokrój roślin tej odmiany umożliwia wykorzystanie w jej produkcji także bardzo niskich pomieszczeń, takich jak inspekty.

Słowa kluczowe: papryka, odmiana karłowa, jakość owoców papryki

1. WSTĘP

Dotychczasowe badania i prace hodowlane, prowadzone przez autorów niniejszego opracowania, zaowocowały wprowadzeniem do rejestru i uprawy dziewięciu odmian i składników pierwotnych mieszańca. Najmłodszą z nich jest odmiana 'Mino', wpisana do Rejestru Odmian 4 stycznia 1999 roku. Jej rejestracja i wprowadzenie do uprawy stało się elementem podsumowującym i weryfikującym niektóre ze wskazanych wcześniej kierunków hodowli.

Bardzo ważną cechą papryki, jako rośliny wyjątkowo ciepłolubnej, jest długość okresu wegetacji, który może być określony przy pomocy kryterium, jakim jest wczesność plonowania. Tylko dojrzałe owoce, charakteryzujące się zadowalającym poziomem cech jakościowych, mogą być konkurencyjne na rynku. Odmiany o krótkim okresie wegetacji są nadto bardziej przydatne do uprawy w odkrytym gruncie. Jak wskazują badania Kmiecika i Lisewskiej [3], papryka z takich upraw stanowić może cenny, a jednocześnie w miarę tani surowiec dla przemysłu przetwórczego. Założono, że jedną z możliwości kreowania genotypów o wczesnym plonowaniu może być ograniczenie wegetatywnej masy roślin. Odpowiedni dobór materiałów wyjściowych pozwolił na uzyskanie mieszańców, z których wyselekcjonowano formy karłowe. Jedną z homozygotycznych linii dała początek odmianie 'Mino', której porównanie z odmianami reprezentującymi typ silnego wzrostu roślin było celem przeprowadzonych badań.

2. MATERIAŁ I METODA

Dane liczbowe zaprezentowane w przedstawionym opracowaniu pochodzą z dwóch lat badań. Dynamikę wzrostu roślin i ich kwitnienia ustalono w doświadczeniu kończącym badania przedrejestrów w 1996 roku. Spośród kilkunastu ocenionych wówczas genotypów (linii homozygotycznych, odmian uprawnych i mieszańców F_1), dla potrzeb tej pracy wybrano dane dotyczące odmian 'Mino' oraz 'Tomaticat giallo' i 'Stanola F_1 '. Obiektami obserwacji były rośliny z jednoczynnikowego trójpowtórzeniowego doświadczenia, w uprawie pod nieogrzewanym namiotem foliowym. Rośliny uprawiano w zagęszczeniu 5 sztuk na 1 m^2 ogólnej powierzchni namiotu. Pomiary wysokości wykonywano w odstępach dwutygodniowych, rozpoczynając je w dniu wysadzenia roślin pod folią. Terminy początku kwitnienia roślin ustalono na podstawie codziennych obserwacji 20 losowo wybranych roślin.

Oceny jakościowej owoców dokonano w 1998 roku. Materiał doświadczalny stanowiły owoce pochodzące z roślin wybranych w hodowli zachowawczej, to znaczy takich, których nasiona przeznaczone do dalszej reprodukcji. Rośliny były uprawiane w nieogrzewanych namiotach foliowych. Oprócz odmiany 'Mino' podobne obserwacje prowadzono na innych odmianach. W pracy wykorzystano dane dla odmian 'Sono' i 'Luba'. Wydajność biologiczną owoców przedstawiono jako procentowy udział owocni w masie całego owocu. W opracowaniu statystycznym wyników wykorzystano test Tukey'a, podając wartość NIR przy $P = 95\%$.

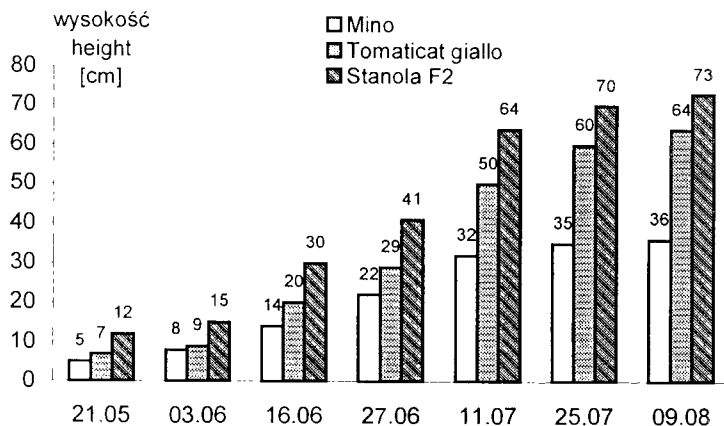
3. WYNIKI I DYSKUSJA

Podjęciu w 1974 roku prac genetyczno-hodowlanych nad papryką roczną (*Capsicum annuum* L.) towarzyszyło przekonanie, że zasadniczym celem doskonalenia odmian tej - mało popularnej wówczas w Polsce - rośliny powinno być zdecydowane zwiększenie plonu. Cel ten udało się zrealizować dzięki badaniom przydatności różnych genotypów do wybranych rodzajów i technologii uprawy z jednej strony oraz zastosowaniu właściwych metod hodowli z drugiej.

Wraz ze wzrostem popularności papryki na rynku i w produkcji ogrodniczej celowe stało się podjęcie prac nad mieszańcami heterozyjnymi. Opracowane przez nas niektóre kryteria oceny i wyboru składników pierwotnych mieszańców zostały potwierdzone w hodowli heterozyjnej. Jej efektem była odmiana 'Stanola F_1 ', zarejestrowana i wprowadzona do uprawy w 1994 roku. Pod względem wielkości plonu przewyższa wszystkie odmiany, będące w badaniach Centralnego Ośrodka Badań Odmian Roślin Uprawnych [2].

Wobec osiągnięcia bardzo wysokiego poziomu plonu, uwaga została skupiona na ustaleniu niektórych z czynników decydujących o wczesności plonowania. Wśród nich istotne wydało się ograniczenie wegetatywnego wzrostu roślin. Założenie to zostało potwierdzone przez wyhodowanie odmiany 'Mino', a praktycznie wykorzystane przez wprowadzenie tej odmiany do produkcji.

Ocenę typu wzrostu roślin nowej odmiany przeprowadzono w doświadczeniu porównującym dynamikę wzrostu trzech różniących się genotypów (rys. 1).



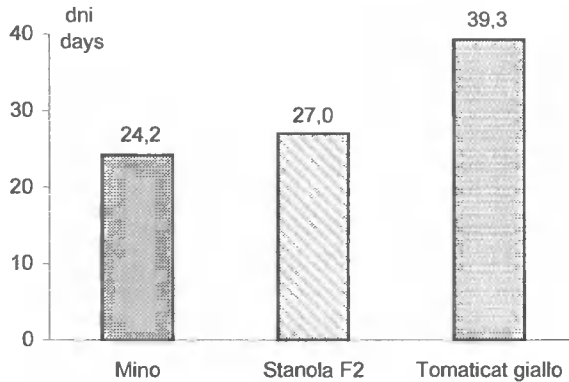
Rys.1. Dynamika wzrostu roślin
Fig.1. Dynamics of plant growth

Różnice wysokości roślin widoczne były już na początku uprawy, to jest w chwili wysadzenia rozsady. Zwiększały się one w miarę wzrostu roślin. Ostateczne pomiary wysokości przeprowadzono w terminie, gdy u połowy roślin rozpoczęło się dojrzewanie pierwszych owoców. Wysokość tę przyjęto jako właściwą dla charakterystyki genotypu. Ten sposób postępowania jest zgodny z zaleceniami zawartymi w Descriptors for Capsicum [1]. Deskryptor ten wyróżnia na podstawie wysokości roślin pięć grup. Pierwszą stanowią genotypy o wzroście poniżej 25 cm, do piątej zalicza się genotypy o wysokości powyżej 85 cm.

W niniejszym eksperymencie oprócz odmiany 'Mino' oceniono włoską odmianę 'Tomaticat giallo' oraz wymienionego wcześniej polskiego mieszańca 'Stanola F₁'. Stosując opisane kryteria, odmiany te zaliczyć należy odpowiednio do 2, 3 i 4 grupy. Skupiając uwagę na nowej odmianie, warto wskazać na interesujące aspekty praktyczne karłowego wzrostu. Uprawa takich roślin jest łatwiejsza i mniej pracochłonna. Szersze są możliwości jej wykorzystania, może być bowiem uprawiana także w bardzo niskich pomieszczeniach, takich jak inspekty.

Wcześniej wspomniano, że ograniczenie wegetatywnego wzrostu roślin może prowadzić do poprawienia wczesności plonowania. Jednym z elementów oceny genotypów w tym względzie jest określenie dynamiki początku kwitnienia roślin. Nie ma to oczywiście bezpośredniego odniesienia do praktycznego rozumienia wczesności, tym bardziej, że stosuje się bardzo różne wskaźniki oceny tej cechy plonowania roślin. Jest jednak ona bardzo cennym kryterium pomocniczym, co znajduje odniesienie do rysunku 2.

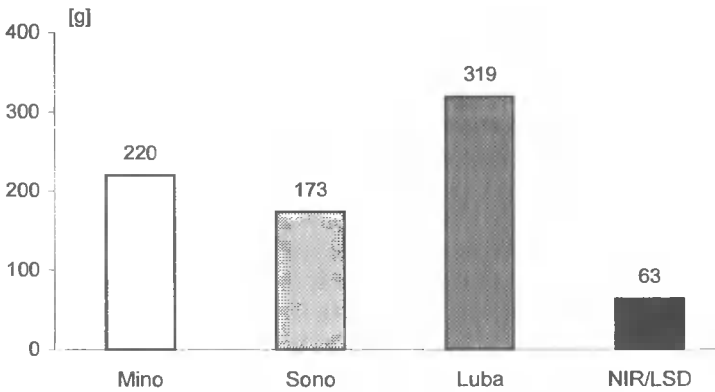
Najwcześniej rozpoczęły kwitnienie rośliny odmiany 'Mino', najpóźniej zaś 'Tomaticat giallo'. Charakteryzujący się najbardziej intensywnym wzrostem mieszańca 'Stanola F₁' zwrócił także uwagę wczesnością kwitnienia. Tu jednak należy wziąć pod uwagę szczególnie cechy prezentowane przez mieszańca, wynikające ze swoistych cech zjawiska heterozji.



Rys.2. Średnia liczba dni od wysadzenia do kwitnienia

Fig.2. Mean number of days from transplanting to flowering

Wczesność plonowania odmiany 'Mino' została już opisana [6]. Plon wczesny był większy niż u standardowej odmiany 'Cadice F₁', zaś plon owoców dojrzałych obydwu odmian był zbliżony. Pomijając zatem tę część charakterystyki odmiany, w opracowaniu przedstawiono ważniejsze cechy jakościowe owoców. Wobec większego zainteresowania rynku owocami dużymi, istotne znaczenie ma ich masa. Dla ułatwienia wnioskowania i oceny w badaniach wykorzystano odmiany wyraźnie różniące się średnią masą owocu (rys. 3).

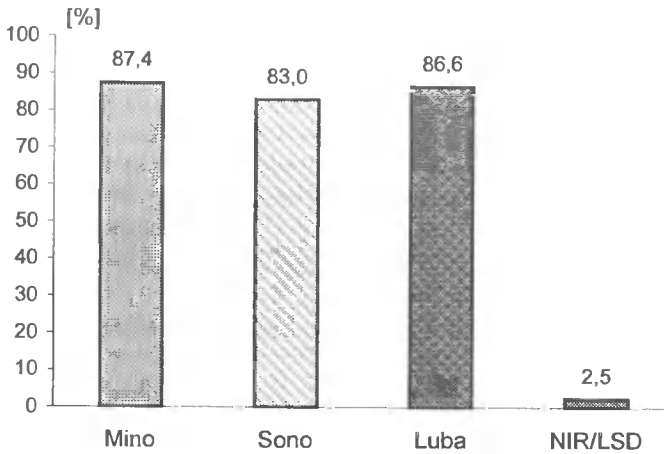


Rys.3. Średnia masa owocu

Fig.3. Mean fruit weight

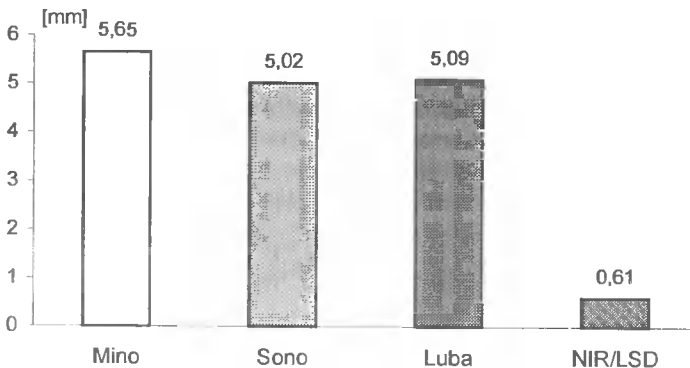
Jedną z odmian standardowych, z którą porównywano cechy jakościowe, była 'Sono'. Jej wybór nie był przypadkowy, w badaniach bowiem prowadzonych w Katedrze Przetwórstwa Owoców i Warzyw Akademii Rolniczej w Krakowie [3], owoce tej odmiany zostały uznane za najlepsze pod względem wielu cech ważnych w przetwórstwie. Uzasadniony byłby wniosek, że owoce odmiany 'Mino' charakteryzowały się średnim plonem masy. Biorąc jednak pod uwagę bezwzględną wielkość cechy, właściwe jest jej określenie jako formy wielkoowocowej.

Coraz szersze wykorzystywanie papryki, jako bardzo cennego surowca dla przemysłu, wymaga zwrócenia uwagi na cechy owoców ważne z tego punktu widzenia. W odróżnieniu od ogórka lub pomidora, których cały owoc jest wykorzystywany, pewna część papryki jest niejadalna. Częścią tą jest łożysko z nasionami oraz działki kielicha. Cenniejsze są odmiany o małym udziale tych części, czyli o dużej wydajności biologicznej. Jak wynika z porównania danych (rys. 4), odmiana 'Mino' pod tym względem wyróżniła się korzystnie.



Rys.4. Wydajność biologiczna owoców
Fig.4. Fruit biological performance

Ważną cechą dla każdego z odbiorców papryki jest grubość ściany owocu. Odmiany o grubszych ścianach są poszukiwane przez przemysł przetwórczy. Wyższa może być jakość produktów przygotowanych z owoców grubościennych. Wcześniej sugerowano [5], że odmiany, których owoce mają ściany o grubości powyżej 5 mm, można uznać za dobre jakościowo. W tym kontekście poziom cechy u ocenianej odmiany uznać można za zadowalający.



Rys.5. Grubość ścian owocu
Fig.5. Fruit wall thickness

W zakończeniu należy zauważyć, że przedstawione tu wyniki pochodzą z doświadczeń prowadzonych w nieogrzewanych namiotach foliowych. Uznając to miejsce za szczególnie odpowiednie dla produkcji papryki, warto także powołać się na wyniki innych eksperymentów. Z interesujących badań Katedry Genetyki Hodowli i Biotechnologii Roślin SGGW w Warszawie, dotyczących porównania różnych genotypów w uprawie gruntowej na czarnej folii [4], wynika, że odmiana 'Mino' może być z powodzeniem wykorzystana także w produkcji polowej.

LITERATURA

- [1] Descriptors for Capsicum (*Capsicum* ssp.), 1995: International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Taipei, Turrialba.
- [2] Grzesik H., Goździk G., 1996: Ogórek, pomidor, papryka w uprawie pod osłonami. Synteza wyników doświadczeń odmiany. COBORU, z. 1076.
- [3] Kmieciak W., Lisiewska Z., 1994: Evaluation of eight sweet pepper cultivars for field growing in the Kraków region from the aspect of requirements for the canning industry. Folia Hort., Ann. VI/2, 35-43.
- [4] Korzeniewska A., 1998: Katedra Genetyki, Hodowli i Biotechnologii Roślin SGGW (informacja ustna).
- [5] Nowaczyk P., Nowaczyk L., 1995: Cechy jakościowe owoców papryki jako surowca dla przetwórstwa. Mat. Konf. Nauk. „Jakość surowca warzywnego do przetwórstwa”, Skierniewice. 65-71.
- [6] Nowaczyk P., Koszucka H., Nowaczyk L., 1998: Plon wczesny i plon owoców dojrziałych jako kryteria oceny wczesności plonowania papryki. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy. Rolnictwo 42, 155-159.

DYNAMICS OF PLANT GROWTH AND FLOWERING AND QUALITATIVE FEATURES OF DWARF PEPPER (*Capsicum annuum* L.) CULTIVAR FRUIT

Summary

Registration of and launching the 'Mino' cultivar verified the guidelines on one of the breeding directions of the annual pepper, *Capsicum annuum* L. The genotype of that cultivar includes a plant dwarf growth, earliness and a high fruit quality. The present experiments confirmed that the new variety showed a considerably limited vegetative growth, earliness and flowering dynamics. The mean fruit weight, biological performance and wall thickness makes 'Mino' a high quality cultivar. Its dwarf habit allows for hotbed plantation.

Key words: pepper, dwarf cultivar, quality of fruit

OCENA MOŻLIWOŚCI KOJARZENIA W OBRĘBIE RODZAJU *Capsicum*

Paweł Nowaczyk, Dorota Olszewska

Katedra Genetyki i Hodowli Roślin, Wydział Rolniczy ATR
ul. Prof. S. Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz

Bardzo duże zróżnicowanie fenotypowe w obrębie rodzaju *Capsicum* wydaje się stwarzać przed hodowlą szerokie perspektywy. Są one jednak w zasadniczy sposób ograniczone przez bariery kojarzenia oddalonego. Przedmiotem podjętych badań było określenie możliwości krzyżowania między następującymi gatunkami: *Capsicum annuum* L., *Capsicum baccatum* var. *pendulum*, *Capsicum chinense* Jacquin i *Capsicum frutescens* L. Skuteczność krzyżowania, wyrażona udziałem związanych owoców do liczby zapylnych kwiatów, wahała się w granicach od 35 do 79%, zależnie od cech gatunku i kierunku kojarzenia. Dużą płodnością owoców uzyskanych w wyniku krzyżowania wyróżnił się gatunek *Capsicum frutescens*, szczególnie przy kojarzeniu z *Capsicum chinense*. Krzyżowanie odwrotne tych gatunków dało najgorsze rezultaty.

Słowa kluczowe: *Capsicum* spp., krzyżowanie, płodność owoców

1. WSTĘP

Biologiczne doskonalenie roślin wymaga odpowiedniej zmienności genetycznej materiałów wyjściowych. Jedną z możliwości zwiększenia zakresu tej zmienności u gatunków uprawnych jest kojarzenie oddalone z formami dzikimi. U rodzaju *Capsicum* jedynym uprawianym w Polsce i Europie gatunkiem jest papryka roczna (*C. annuum* L.). Zakres zmienności genetycznej prezentowany przez ten gatunek jest duży. Niemniej jednak nowe cele i kierunki hodowli, szczególnie jakościowej i odpornościowej, zmuszają do poszukiwania cech i warunkujących je genów u innych gatunków.

Bardzo duże zróżnicowanie fenotypowe w obrębie rodzaju wydaje się stwarzać przed hodowlą nowe szerokie perspektywy. Są one jednak w dużym stopniu ograniczone z powodu barier niepłodności, które występują w obrębie tego rodzaju, zwłaszcza w przypadku krzyżowania między uprawnym gatunkiem *C. annuum* a gatunkami dzikimi. Innymi słowy, tylko niektóre z nich mogą być krzyżowane z papryką roczną.

Uzyskanie nasion mieszańcowych nie zawsze oznacza sukces hodowlany, mimo że jest ono najważniejszym elementem całości zabiegów zmierzających do powiększenia naturalnej zmienności genetycznej. Następne etapy prac dotyczą oceny jakości uzyskanych nasion, ich żywotności oraz zdolności kiełkowania. Mieszańcowy charakter nasion może być oceniony za pomocą klasycznej analizy genetycznej roślin w porównaniu z formami wyjściowymi. Możliwe jest także wykorzystanie markerów molekularnych. Me-

toda ta jednak nie pozwala na całościową ocenę mieszańcowego potomstwa, uwzględniającą cechy istotne w hodowli.

Przedmiotem niniejszych badań było określenie możliwości kojarzenia między wybranymi gatunkami z rodzaju *Capsicum*, to znaczy *C. annuum* L., *C. baccatum* var. *pendulum*, *C. chinense* Jacquin i *C. frutescens* L.

2. MATERIAŁ I METODA

Materiałem badawczym przeprowadzonych eksperymentów były rośliny z gatunku *Capsicum annuum* L., *C. baccatum* var. *pendulum*, *C. chinense* Jacquin oraz *C. frutescens* L., uprawiane w nieogrzewanym namiocie foliowym. Gatunek *Capsicum annuum* L. był reprezentowany przez dwie linie. Formą mateczną była linia ATZ 1, formą ojcowską - ATM 1. Rośliny prowadzono w formie naturalnej, stosując zabiegi agrotechniczne właściwe dla papryki rocznej. Nie stosowano chemicznych środków ochrony roślin. Krzyżowanie przeprowadzono w okresie 10-25 lipca 1998 roku. Selekcji roślin przeznaczonych do krzyżowania dokonano na podstawie ich fenotypowych obserwacji, wybierając w obrębie każdego gatunku formy najbardziej wyrównane. Kojarzenie przeprowadzono w niepełnym układzie diallelicznym, wykorzystując dla każdego z układów krzyżowań po trzy rośliny.

Emaskulacji kwiatów roślin matecznych, ich oznaczania i zapylania kwiatów dokonano według wcześniej opracowanej metody [7], wykorzystywanej w produkcji nasion mieszańcowych gatunku *C. annuum* L. Krzyżowanie rozpoczęto po zawiązaniu się na roślinach matecznych kilku owoców, będących efektem samozapylenia. Ziarna pyłku zbierano z form ojcowskich każdego dnia, w którym prowadzono krzyżowanie.

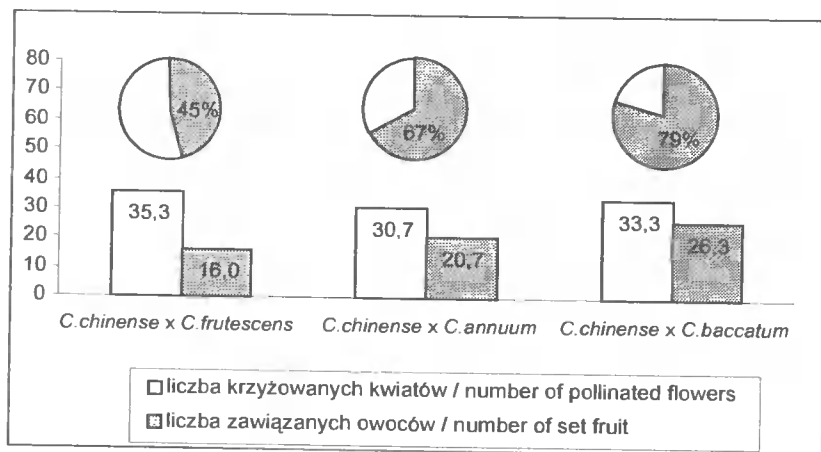
Po upływie trzech tygodni od zakończenia krzyżowania dokonano cięcia ogławiającego roślin. Nad każdym z zawiązków owoców będącym efektem krzyżowania pozostawiono trzy lub cztery liście. Zbioru owoców dokonywano sukcesywnie w miarę ich dojrzewania. Skuteczność krzyżowania ustalono na podstawie danych dotyczących liczby krzyżowanych kwiatów i zawiązanych owoców. Średnią liczbę nasion z owocu określono jako płodność owoców.

3. WYNIKI I DYSKUSJA

Jak zaznaczono we wstępie pracy, uzyskanie nasion mieszańcowych jest pierwszym etapem prac prowadzących do zwiększenia zmienności genetycznej. Zabiegi krzyżowania nie są zbyt skomplikowane, wymagają jednak bardzo dużej delikatności. Technika emaskulacji, zaznaczania kwiatów oraz zapylanie decydują o skuteczności przeprowadzonych zabiegów. Przy kojarzeniu oddalonym, podstawowe znaczenie w tym względzie mają oczywiście cechy dziedziczne krzyżowanych genotypów, przede wszystkim zaś formy matecznej. Z tych powodów omówienie wyników zostanie przeprowadzone dla grup krzyżowań o wspólnej formie matecznej.

Wykorzystując jako formę mateczną gatunek *C. chinense*, dokonano podobnej liczby krzyżowań z każdym z trzech pozostałych gatunków jako formą ojcowską (rys.1). Liczba uzyskanych owoców była wyraźnie zróżnicowana. Najmniej zawiązanych owoców stwierdzono w krzyżowaniach z *C. frutescens*, najwięcej gdy formą ojcowską był gatunek z *C. baccatum*. Ustalona na podstawie powyższych wyników skuteczność

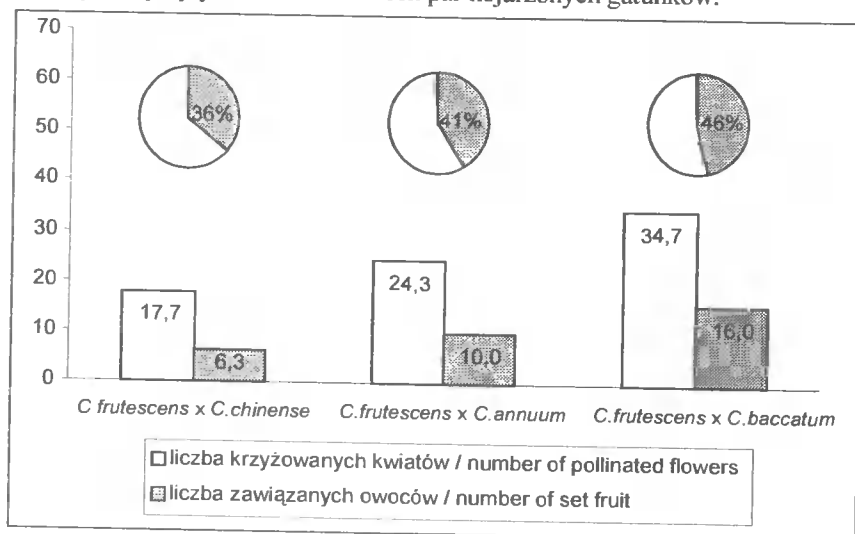
krzyżowania była najwyższa dla ostatniej z wymienionych par kojarzeń międzygatunkowych.



Rys.1. Skuteczność krzyżowania z *Capsicum chinense*

Fig.1. Effectiveness of cross-fertilization with *Capsicum chinense*

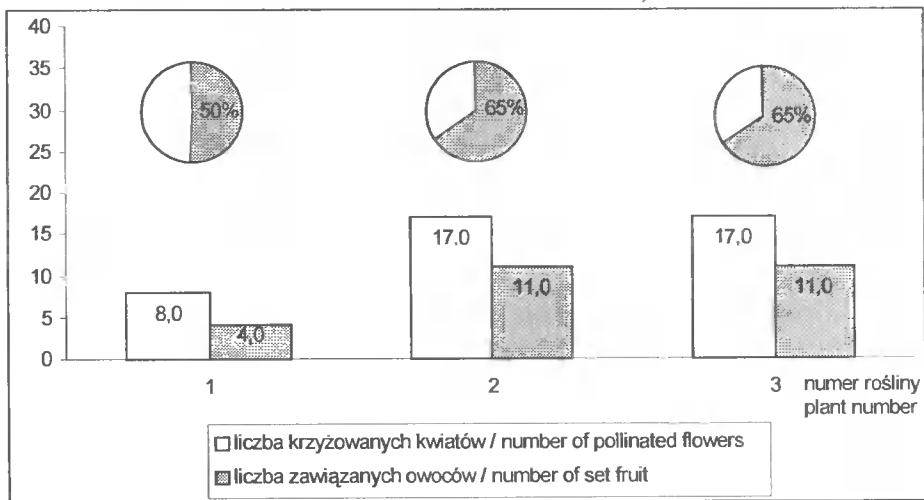
Drugą grupę krzyżowanych ze sobą gatunków stanowiły pary, w których jako formę mateczną wykorzystano *C. frutescens*. Średnia liczba kwiatów poddanych zapyleniu krzyżowemu na jednej roślinie była największa, gdy wymieniony gatunek kojarzono z *C. baccatum* (rys.2). Z tych też roślin zebrano największą liczbę owoców. Wobec różnic dotyczących liczby krzyżowanych kwiatów, porównywanie wartości bezwzględnych nie było celowe. Istotne znaczenie porównawcze miało natomiast określenie skuteczności krzyżowania. W oparciu o otrzymane wyniki badań stwierdzono, że wartości tej cechy były zbliżone dla trzech par kojarzonych gatunków.



Rys.2. Skuteczność krzyżowania z *Capsicum frutescens*

Fig.2. Effectiveness of cross-fertilization with *Capsicum frutescens*

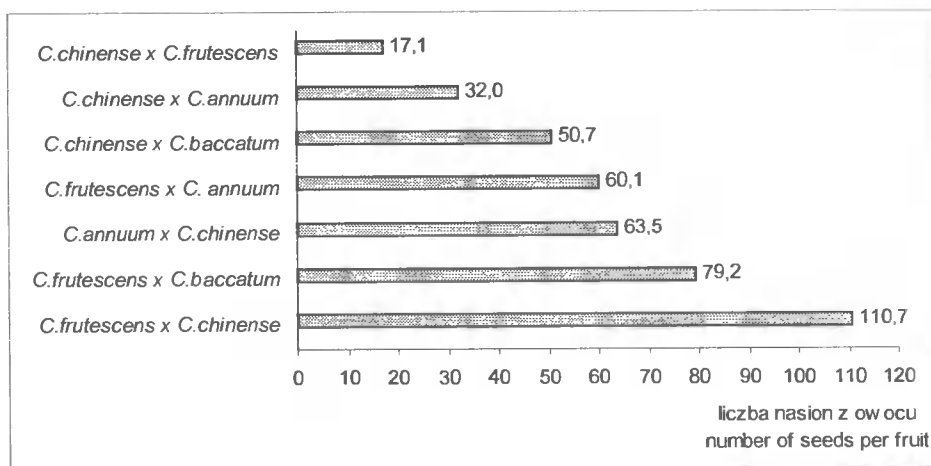
Przy tworzeniu mieszańców, których formę mateczną stanowiła *C. annuum*, wykorzystano jako zapylacz wyłącznie *C. chinense*. Dane przedstawione na rysunku 3 są wynikami dla każdej z trzech roślin, na których przeprowadzono krzyżowanie. Wyniki te wskazują, że skuteczność krzyżowania osiągnęła poziom około 60 %.



Rys.3. Skuteczność krzyżowania *Capsicum annuum* z *Capsicum chinense*

Fig.3. Effectiveness of cross-fertilization of *Capsicum annuum* with *Capsicum chinense*

Płodność owoców uzyskanych w wyniku każdego zapylenia była bardzo zróżnicowana i zależała zarówno od cech formy matecznej, jak i ojcowskiej (rys. 4).



Rys.4. Płodność owoców uzyskanych w wyniku krzyżowania

Fig.4. Fertility of fruit as a result of cross-fertilization

Największą liczbą nasion charakteryzowały się owoce *C. frutescens* przy kojarzeniu z *C. chinense*. Także ogólne porównanie płodności, jako średniej dla każdej z trzech

form matecznych, pozwala na wyróżnienie *C. frutescens*. Wyraźnie mniejsza była wartość tej cechy dla *C. chinense*. Obserwowano tu ponadto największe względne różnice między wartościami skrajnymi. Uwagę zwraca wynik charakteryzujący kojarzenie w układzie *C. chinense* x *C. frutescens*. Stwierdzona tu płodność była ponad sześciokrotnie mniejsza niż przy odwrotnym układzie krzyżowania. Drugi z układów kojarzenia diallelicznego dotyczył *C. chinense* i *C. annuum*. Stwierdzono, że gdy formą mateczną była papryka roczna (*C. annuum* L.), liczba nasion z owocu była prawie dwukrotnie większa niż w krzyżowaniu odwrotnym.

Jednym z kryteriów wyboru gatunków, wykorzystanych w prezentowanych tu badaniach, była ich ogólna potencjalna przydatność jako materiałów wyjściowych w tworzeniu mieszańców o zwiększonej zmienności genetycznej. Ocenę przeprowadzono na podstawie dwuletnich obserwacji kilku gatunków w uprawie pod nieogrzewanymi namiotami foliowymi. Przedstawiono [5] także ich charakterystykę fenotypową.

Wybór gatunków uwzględniał także dotychczasowe wyniki badań [1, 4] nad krzyżowaniem oddalonym w obrębie rodzaju *Capsicum*. Gatunki *C. annuum*, *C. chinense* oraz *C. frutescens* stanowiąc mogą, według Greenleafa [2], wspólną pulę genową w tworzeniu mieszańców. Mieszańce te wykazywały różny poziom płodności. Uzyskanie zatem nasion mieszańcowych jako bezpośredniego efektu krzyżowania nie jest jednoznaczne z możliwościami selekcji płodnego potomstwa w kolejnych generacjach.

Dokonując analizy prezentowanych wyników, warto skupić uwagę na skuteczności przeprowadzonych krzyżowań. W zależności od kombinacji wahała się ona od 36 do 79 %. Wyższy jej poziom obserwowano, gdy formą mateczną był gatunek *C. chinense*. Z praktycznego punktu widzenia obserwowany poziom skuteczności krzyżowania można uznać za zadowalający. Potwierdzeniem mogą być wyniki badań nad efektywnością produkcji nasion mieszańcowych papryki rocznej [8], a więc otrzymanych z krzyżowań wewnątrzgatunkowych. Obserwowana tam skuteczność wahała się w granicach 52-75 %. Warto dodać, że w obydwu porównywanych eksperymentach wykorzystano jako formę mateczną ten sam genotyp papryki rocznej - linię ATZ 1.

Liczba owoców uzyskanych w wyniku krzyżowania jest jednym z elementów decydujących o plonie nasion mieszańcowych. Drugim z nich jest liczba nasion w owocu. Prezentowane wyniki wskazują, że za szczególnie przydatną jako formę mateczną można uznać *C. frutescens*. Nawiązując zaś do wstępu niniejszej pracy, należy podkreślić dobrą płodność tego gatunku w kojarzeniu z papryką roczną. Wyraźnie niższy jej poziom stwierdzono tylko przy krzyżowaniu z *C. chinense*. Kojarzenie przeciwne, to znaczy *C. annuum* x *C. chinense*, dało lepsze rezultaty. W tym miejscu należy przypomnieć, że jako formę mateczną *C. annuum* wykorzystano linię ATZ 1, jako ojcowskiej tego gatunku użyto linii ATM 1.

Wobec braku danych literaturowych dotyczących wymienionej wyżej cechy kojarzenia międzygatunkowego, dla porównania uzyskanych rezultatów warto zaprezentować dane odnoszące się do krzyżowania w obrębie gatunku *C. annuum*. W badaniach Meshrama i Mukewara [6] zbierano od 10 do 12 nasion z owocu przy zapyleniu przez owady, do 68-100 nasion przy zapyleniu ręcznym. Eksperymenty przeprowadzone przez Korzeniewską i Niemirowicz-Szczytt [3] wskazują na znaczne obniżenie płodności przy krzyżowaniu w porównaniu z naturalnym samozapyleniem.

Podsumowując uzyskane rezultaty, należy wskazać, że skuteczność krzyżowania zależy zarówno od cech gatunku wykorzystywanego jako forma mateczna oraz cech gatunku stanowiącego zapyłacz. Jeszcze większe wynikające stąd różnice dotyczą płodności uzyskanych owoców. Za interesujące z praktycznego punktu widzenia uznać należy

wyniki międzygatunkowego kojarzenia, w którym jedną z form rodzicielskich była papryka roczna.

LITERATURA

- [1] Consoli D., Andolfi A., Errico A., Saccardo F., 1992: Studies of incompatibility of interspecific crosses between *C. annuum* L. and different lines of *C. baccatum*. *Capsicum Newsletter*, Special issue, 254-259.
- [2] Greenleaf W., 1986: Pepper breeding. *Breeding Vegetable Crops.*, The Avi Publ. Comp., 67-134.
- [3] Korzeniewska A., Niemirowicz-Szczytt K., 1996: Wstępna ocena plonu nasion mieszańcowych wybranych linii papryki rocznej (*Capsicum annuum* L.). *Hodowla roślin o podwyższonej jakości*, Kraków, 451-454.
- [4] Lippert L.F., Smith P.G., Bergh B.O., 1966: Cytogenetics of vegetable crops. *Garden pepper*, *Capsicum sp. Bot. Rev.* 32, 24-55.
- [5] Mazierska W., 1998: Analiza fenotypowa gatunków z rodzaju *Capsicum*. *Praca magisterska*, ATR Bydgoszcz.
- [6] Meshram L., Mukewar A.M., 1985: Hybrid seed production by use of genetic male sterility in chilli (*Capsicum annuum* L.). *Prog. Hort.* 17, 35-36.
- [7] Nowaczyk P., Nowaczyk L., 1990: The F₁ hybrids of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) and the fertility of parents. *XXII Hort. Congress*, Firenze, 3066.
- [8] Nowaczyk P., Nowaczyk L., 1999: The crossing effectiveness in the production of pepper hybrid seeds. *Capsicum and Eggplant Newsletter*, 18 (w druku).

EVALUATION OF CROSSABILITY IN *CAPSICUM* GENUS

Summary

A considerable phenotypical variation within *Capsicum* genus seems to show a great potential for breeding yet it is much limited by the barriers of distant crossing. The present study researched the possibilities of crosses between the species of *Capsicum annuum* L., *Capsicum baccatum*, var. *pendulum*, *Capsicum chinense* Jacquin and *Capsicum frutescens* L. The effectiveness of crossing measured with the number of developed fruit against the number of pollinated flowers ranged from 35 to 79 %, depending on the traits of a given species and the direction of crossing. High fruit fertility was noted for *Capsicum frutescens* genus, especially being crossed with *Capsicum chinense*, while their reciprocal crossing gave the most unfavourable results.

Key words: *Capsicum* spp., crossing, fertility of fruit

REAKCJA ŁUBINU BIAŁEGO NA RÓŻNE SPOSOBY UPRAWY ROLI

Mariusz Piekarczyk, Stanisław Urbanowski

Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin, Wydział Rolniczy ATR
ul. Ks. A. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz

W latach 1992-1995 w ścisłym doświadczeniu polowym oceniano wpływ różnych wariantów uprawy gleby na plonowanie łubinu białego. Stwierdzono korzystny wpływ głęboszowania na plon nasion łubinu białego. Uprawa uproszczona powodowała wzrost zachwaszczenia. Nie stwierdzono zmian wilgotności gleby zależnie od głębokości uprawy. Płytką uprawą roli zwiększała związłość gleby i wskaźniki efektywności energetyczno-ekonomicznej, natomiast wprowadzenie głęboszowania powodowało efekt odwrotny.

Słowa kluczowe: łubin biały, uprawa roli, zachwaszczenie, właściwości gleby, nakłady energii

1. WSTĘP

Konwencjonalna płuzna uprawa roli jest najbardziej rozpowszechnionym systemem przygotowania gleby do siewu nasion roślin uprawnych. System ten, oprócz wielu niewątpliwych zalet, ma także wady - jest czaso- i energochłonny, zwiększa tempo mineralizacji substancji organicznej i podatność gleby na nadmierne zagęszczenie, sprzyja także erozji oraz wymywaniu składników pokarmowych [1, 10, 11].

W polowej produkcji roślinnej pojawiają się tendencje do modyfikowania, w tym najczęściej upraszczania uprawy roli, co pozwala osiągać korzyści zarówno ekonomiczne, jak i przyrodnicze [5, 13]. Natomiast zwiększenie intensywności uprawy poprzez wprowadzenie głęboszowania ma za zadanie poprawę właściwości fizykochemicznych gleby i wzrost plonów roślin [4, 11].

Celem przeprowadzonych badań była ocena wpływu zróżnicowanej intensywności uprawy roli na plonowanie łubinu białego, zachwaszczenie, właściwości gleby i efektywność energetyczno-ekonomiczną.

2. METODYKA BADAŃ

Dla spełnienia przyjętego celu, badania oparto na kilkuletnim eksperymencie polowym przeprowadzonym w latach 1992-1995 w Stacji Badawczej w Mochelku, należącej do Wydziału Rolniczego Akademii Techniczno-Rolniczej w Bydgoszczy. Badania przeprowadzono na glebie płowej właściwej, wytworzonej z piasków gliniastych, kompleksu żytniego bardzo dobrego, klasy bonitacyjnej R IVa. Gleba ta odznaczała się dużą miąższością poziomu próchnicznego i zawierała ok. 16% części spławialnych.

Doświadczenie ściśle, jednoczynnikowe, założono metodą losowanych bloków w czterech powtórzeniach. Powierzchnia poletka do uprawy i siewu wynosiła 72 m², do zbioru 43,5 m². Badania przeprowadzono w zmodyfikowanym zmianowaniu norfolkskim (burak pastewny, jęczmień jary, łubin biały, owies).

Badanym czynnikiem był sposób uprawy roli pod łubin biały z czterema obiektami doświadczalnymi:

- A – uprawa konwencjonalna, w której podstawowym zabiegiem była orka do głębokości 26 cm.
- B – uprawa płuzna spłycona; najważniejszą uprawką była orka do głębokości 15 cm.
- C – głęboszowanie do głębokości 40 cm zamiast orki przedzimowej.
- D – głęboszowanie do głębokości 40 cm połączone z płytką uprawą glebogryzarką.

Wiosenna uprawa roli nie była zróżnicowana i składała się z bronowania oraz dwukrotnego stosowania agregatu uprawowego (kultywator + wał strunowy) przed siewem. Nawożenie potasowo-fosforowe wnoszono jesienią pod orkę w wariantach uprawy A i B oraz pod głęboszowanie na obiektach C i D w ilości 120 kg K₂O i 100 kg P₂O₅/ha.

Łubin biały odmiany Wat wysiewany był między 10 a 15 kwietnia, w rozstawie międzyrzędzi 21 cm. Bezpośrednio po siewie stosowano Afalon w ilości 1,25 kg/ha. Zbiór wykonywany był kombajnowo między 6 sierpnia a 23 września. Ocenę zachwaszczenia wykonywano przed zbiorem na każdym poletku z powierzchni 1 m², chwasty segregowano na gatunki, liczono i oznaczano powietrznie suchą masę, osobno dla chwastów rocznych i perzu.

Wilgotność gleby oznaczano metodą suszarkowo-wagową, poprzez wysuszenie w temperaturze 105°C do stałej masy. Próbkę pobierano do słoiczków trzy razy w okresie wegetacji z warstw gleby 0-25 i 25-50 cm; w pracy podano średnie wyniki ze wszystkich oznaczeń. Zwięźłość gleby badano wiosną do głębokości 40 cm sondą hydrauliczną.

Uproszczoną ocenę efektywności wybranych sposobów uprawy roli wykonano w oparciu o wskaźniki energo- i pracochłonności poszczególnych zabiegów [3, 5]. W celu obliczenia efektywności zróżnicowanej uprawy roli, średnie plony z lat badań nasion łubinu białego przeliczono na plon pszenicy stosując współczynnik 1,86 [8]. Wartość energetyczną plonów wyliczono z wartości pokarmowej [9], gdzie 1 kg ziarna pszenicy = 9,75 MJ. Nakłady energetyczne obliczono przy zastosowaniu przeliczników: 1 dm³ paliwa = 36 MJ, a 1 rbh = 40 MJ [3]. Wartość rynkową uzyskanych plonów obliczono, przyjmując 500 zł za cenę 1 tony pszenicy. Kosztowność poszczególnych sposobów uprawy wyliczono tylko na podstawie ilości zużytego oleju napędowego (1 dm³ = 1,60 zł).

Wskaźnik efektywności energetycznej wyznaczono, dzieląc wartość energetyczną plonu głównego przez energochłonność uprawy roli (paliwo + praca). Wskaźnik efektywności ekonomicznej obliczono jako stosunek wartości plonu głównego do kosztów paliwa zużytego na uprawę roli.

W okresie wegetacji łubinu białego występowało znaczne zróżnicowanie przebiegu pogody (tab. 1). Najmniej korzystny dla wzrostu i rozwoju łubinu białego był rok 1992, w którym wystąpiło bardzo suche i upalne lato.

Tabela 1
Table 1Warunki pogodowe w okresie wegetacyjnym łubinu białego
Weather conditions in vegetation period of white lupin

	Rok – Year			
	1992	1993	1994	1995
Suma temperatur w °C – Sum of temperature, °C	2524	2309	2442	2415
Suma opadów w mm – Rainfall, mm	118	213	162	197

3. WYNIKI BADAŃ

Średnie plony nasion łubinu białego uzyskane w okresie badawczym wyniosły 2,1 t z ha. Zastosowanie zmodyfikowanej uprawy roli wpłynęło na istotne zróżnicowanie się plonu nasion (tab. 2). Łubin biały plonował wyżej na obiektach, gdzie zamiast orki przedzimowej wykonywano głęboszowanie (C i D), w stosunku do uprawy konwencjonalnej (A). Zwyżka plonu wyniosła odpowiednio 9,6 i 11,7%. Korzystniej dla tych sposobów uprawy roli kształtowała się także wierność plonowania.

Tabela 2
Table 2Plon nasion łubinu białego w t/ha
Yield of white lupin seeds (t·ha⁻¹)

Obiekty* Objects	1992	1993	1994	1995	Średnia Mean	Współczynnik zmienności (%) Variation coefficient
A	1,47	2,35	2,17	1,89	1,97	19,5
B	1,58	2,48	2,15	2,08	2,07	17,9
C	1,76	2,51	2,28	2,09	2,16	14,7
D	1,74	2,59	2,32	2,13	2,20	16,3
Średnia Mean	1,64	2,48	2,23	2,05	2,10	-

NIR_(0,05): Obiekty = 0,17; Lata = 0,17; Obiekty × Lata = różnica nieistotna
 LSD_(0,05): Objects Years Objects × Years = non-significant

- * A - podorywka, bronowanie 2x, orka (26 cm)
 skimming, harrowing 2x, ploughing (26 cm)
 B - podorywka, bronowanie, orka (15 cm)
 skimming, harrowing, ploughing (15 cm)
 C - podorywka, bronowanie, głęboszowanie (40 cm)
 skimming, harrowing, subsoiling (40 cm)
 D - podorywka, gryzowanie, głęboszowanie (40 cm)
 skimming, rotary tilling, subsoiling (40 cm)

Łubin biały nie zareagował istotnie na splaniczenie orki przedzimowej, zaznaczyła się jednak tendencja do wyższego plonowania po uprawie splaniczonej (tab. 2).

Najwięcej chwastów rocznych w łubinie białym przed zbiorem, stwierdzono po płytkiej uprawie płuznej, na tle pozostałych obiektów uprawowych (tab. 3). Odejście od klasycznej uprawy roli spowodowało także wyraźny wzrost zachwaszczenia perzem,

które wyniosło średnio 240% na innych obiektach uprawowych. Ogółem przyrost masy chwastów wyniósł 90, 50 i 87%, odpowiednio dla obiektów B, C i D (tab. 3).

Tabela 3
Table 3

Liczba i powietrznie sucha masa chwastów w łubinie białym (1994-1995)
Number and air-dried weight of weeds in white lupin (1994-1995)

Obiekty Objects	Chwasty – Weeds					
	roczne - annual		<i>Agropyron repens</i>		ogółem – total	
	szt./m ² no per sq.m.	g/m ²	szt./m ² no per sq.m.	g/m ²	szt./m ² no per sq.m.	g/m ²
A	8,8	12,7	12,7	12,6	21,6	25,3
B	18,1	21,4	31,6	26,8	49,7	48,2
C	12,9	16,3	26,2	23,2	39,1	39,5
D	12,3	17,9	33,7	29,5	46,0	47,4
NIR _(0,05) - LSD _(0,05)	3,6	6,7	4,8	6,1	7,9	8,3

Zastosowany w badaniach czynnik doświadczalny nie wpłynął na zmianę stopnia uwilgotnienia gleby (tab. 4), dostrzeżono jednak pewną tendencję wzrostu wilgotności gleby wskutek przeprowadzenia głęboszowania. Wprowadzenie w doświadczeniu różnych technologii uprawy roli miało natomiast wyraźny wpływ na kształtowanie się zwięzłości gleby. Zastosowanie głęboszowania (obiekty C i D) spowodowało rozluźnienie podglebia, a co za tym idzie - spadek zwięzłości ogólnej gleby średnio o 5,09 MPa, tj. o ok. 43% w zestawieniu z uprawą konwencjonalną (tab. 4).

Tabela 4
Table 4

Wpływ uprawy na właściwości gleby
Effect of tillage practices on soil properties

Właściwości gleby Soil properties	Obiekty - Objects				NIR _(0,05) LSD _(0,05)
	A	B	C	D	
Wilgotność gleby [%] Soil moisture	8,51	8,57	8,73	8,74	-
Zwięzłość gleby [MPa] Soil cohesion	11,83	13,33	6,23	7,26	1,47

Z przedstawionej w tabeli 5 efektywności energetycznej poszczególnych sposobów uprawy roli wynika, iż najwyższy wskaźnik odnotowano dla obiektu B, gdzie co-roczenie stosowano płytką uprawę płuzną. Wzrost efektywności energetycznej przy spłyceniu orki wyniósł 28% w zestawieniu z obiektem kontrolnym (A), natomiast w wariantach uprawy C i D zanotowano spadek wspomnianego wskaźnika o 18%. Również pod względem efektywności ekonomicznej płytką uprawą płuzną okazała się najlepsza, przewyższając o 29% uprawę tradycyjną (tab. 5). Najmniej uzasadnioną pod względem kryteriów ekonomicznych była uprawa głęboszem połączona z gryzowaniem, spowodowała bowiem obniżenie wskaźnika efektywności ekonomicznej o 18%.

Tabela 5
Table 5Porównanie efektywności wariantów uprawowych
Comparison of effectiveness of tillage variants

Wskaźnik – Index	Obiekty - Objects							
	A		B		C		D	
		%		%		%		%
Wskaźnik efektywności energetycznej Energy effectiveness index	18,2	100	23,3	128	15,0	82	15,0	82
Wskaźnik efektywności ekonomicznej Index of cost-effectiveness	23,5	100	30,3	129	19,0	81	19,3	82

Uzyskane w badaniach własnych wyniki wskazują na możliwość modyfikacji klasycznej uprawy roli pod łubin biały [12]. Zdaniem Śmierczalskiego [13], płytkie orki można stosować pod większość strączkowych. Brak różnic w plonach łubinu po wykonaniu uprawy na różną głębokość wykazali Niewiadomski i Nowicki [6] oraz Radomska [7]. Zwiększone zagęszczenie gleby może jednak prowadzić do deformacji systemu korzeniowego, obniżenia wschodów, a nawet masy nadziemnej łubinów [2].

Z przedstawionych badań wynika, iż nawet oszczędne stosowanie głębosza (zamiast orki) pod łubin biały jest wątpliwe z punktu widzenia rachunku ekonomicznego.

4. WNIOSKI

1. Najwyższe plony nasion łubinu białego uzyskano wskutek zastąpienia orki przedzimowej głęboszowaniem, natomiast głębokość orki dla tej rośliny okazała się bez znaczenia.
2. Zróżnicowana głębokość uprawy roli nie spowodowała zmian wilgotności gleby.
3. Zastosowanie głębosza wywołało spadek zwięzłości gleby.
4. Wprowadzenie głęboszowania w uprawie łubinu białego spowodowało spadek efektywności energetyczno-ekonomicznej uprawy roli.

LITERATURA

- [1] Cannell R.Q., Hawes J.D., 1994: Trends in tillage practices in relation to sustainable crop production with special reference to temperate climates. *Soil Tillage Research*, 30, Copenhagen, 245-282.
- [2] Droese H., Radecki A., Witkowski F., 1988: Wpływ zagęszczenia gleby na system korzeniowy niektórych roślin uprawnych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 356, 63-67.
- [3] Gonet Z., 1991: Metoda i niektóre wyniki badań energochłonności systemów uprawy roli. *Fragm. Agron.*, 2, 7-18.
- [4] Kunze A., Bosse O., Noatsch F., 1990: Acker- und pflanzenbauliche Maßnahmen zur Minderung von schadverdichtungen. *Agrartechnik*, 8, 363-364.
- [5] Kuś J., 1996: Uproszczona uprawa roli. *Nowoczesne Rolnictwo*, 4, 8-9.

- [6] Niewiadomski W., Nowicki J., 1970: Efektywność uprawy roli wykonanej systemem dotychczasowym, spłyconym i bezorkowym w świetle 12-letnich badań. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 100, 97-106.
- [7] Radońska M., 1970: Badania modelowe nad uprawą trójwarstwową na glebie lekkiej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 100, 31-35.
- [8] Rudnicki F., 1998: Jednostka pszenna jako miernik względnej wartości użytkowej produktów rolniczych. Post. Nauk Roln. (w druku) – maszynopis.
- [9] Ryś R., 1985: Normy Żywienia Zwierząt Gospodarskich. Pracą zbiorowa. PWRiL, Warszawa.
- [10] Sommer C., Zach M., Noatsch F., Bosse O., 1990: Langfristige Sicherung der Bodenfruchtbarkeit durch Konservierende/schonende Bodenbearbeitung – Konzept. Agrartechnik, 7, 291-293.
- [11] Sommer C., Petelkau H., 1990: Bodenverdichtung – Definition, Meßmethoden, Analyse, Lösungsansätze und offene Fragen. Landtechnik, 11, 404-406.
- [12] Sypniewski J., 1989: Uprawa roślin strączkowych na paszę. PWRiL, Warszawa.
- [13] Śmierchalski L., 1970: Badania nad zasadami łączenia ordek głębokich z orkami płytkimi w zmianowaniu. Cz. I. Wpływ różnej głębokości ordek na wysokość plonów roślin. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 99, 41-60.

RESPONSE OF WHITE LUPIN TO DIFFERENT METHODS OF LAND CULTIVATION

Summary

A strict field experiment of 1992-95 examined white lupin yielding depending on different methods of land cultivation. It was observed that subsoiling increased the white lupin seed yield, whereas a simplified method increased weed infestation. No differences in soil moisture level as affected by the cultivation depth were noticed. Shallow tillage increased the cohesion of soil as well as the indices of energy-consumption and cost-effectiveness, while subsoiling caused the opposite effects.

Key words: white lupin, land cultivation, weed infestation, soil, properties, energy consumption

WPLYW BARWY ŚWIATŁA NA WZROST ROZSADY
GRUNTOWYCH ODMIAN POMIDORA
(*Lycopersicon esculentum* Mill.)

Piotr Piszczek, Beata Głowacka

Zakład Roślin Ozdobnych, Wydział Rolniczy ATR
ul. Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz

Rozsadę dwóch odmian pomidora ('Etna F₁' i 'Zorza') uprawiano przy sztucznym świetle. Jego źródłem były lampy jarzeniowe typu TLD o świetle czerwonym, żółtym, zielonym i niebieskim. Kontrolę stanowiły rośliny rosnące pod lampami o świetle dziennym.

Stwierdzono, że barwa światła może być czynnikiem regulującym wzrost, pokrój i kwitnienie rozsady pomidora. Światło o barwie niebieskiej redukowało wzrost roślin i wpływało korzystnie na ich pokrój.

Słowa kluczowe: rozsada pomidora, sztuczne światło, lampy jarzeniowe

1. WSTĘP

Jednym z ważniejszych etapów uprawy pomidorów jest przygotowanie dobrej jakościowo rozsady, o zwartym pokroju, grubej łodydze i krótkich międzywęźlach. Nadmiernie wydłużona, o wiotkiej łodydze, drobnych liściach i wydłużonych międzywęźlach, jest bardziej podatna na uszkodzenia i choroby, trudniej adaptuje się do gorszych warunków uprawy na miejscu stałym, później kwitnie i owocuje.

W celu poprawienia jakości rozsady można stosować różne techniki – manipulację temperaturą dnia i nocy [5], jakością światła [10], użycie stresu mechanicznego [12] lub chemicznych regulatorów wzrostu [6, 11]. Zastosowanie tych ostatnich pozwala uzyskać rozsadę o wysokości zredukowanej nawet o 50 %, ale istnieje też ryzyko zahamowania rozwoju generatywnego. Wyniki badań wykazują, że pozostałe w glebie retardanty mogą niekorzystnie działać na uprawiane następczo rośliny, przyczyniają się też do zanieczyszczenia środowiska [2].

Ponieważ konsumenci coraz liczniej preferują warzywa produkowane metodami przyjaznymi dla środowiska, poszukuje się odpowiednich metod regulowania wysokości rozsady. Wśród nich duże zainteresowanie budzi stosowanie światła o określonej jakości, uzyskanego ze sztucznych źródeł, lub przy użyciu filtrów przepuszczających tylko światło o określonej długości fali.

2. MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie przeprowadzono w roku 1998 w fitotronie laboratorium Zakładu Roślin Ozdobnych ATR w Bydgoszczy. Obiektem badań była rozsada dwóch wczesnych, gruntowych odmian pomidora (*Lycopersicon esculentum* Mill.): karlowej 'Etna F₁' i wysoko rosnącej 'Zorza'.

Nasiona wysiano 16 marca, a 25 marca przepikowano siewki do doniczek o średnicy 8 cm w ziemię ogrodniczą zmieszaną z torfem wysokim (1:1). Z każdej odmiany wybrano w dniu pikowania po 110 siewek i podzielono je na 5 grup, po 22 rośliny w każdej. Umieszczono je następnie pod lampami jarzeniowymi różniącymi się barwą światła. Były to lampy typu TLD o świetle dziennym (colour 54) i monochromatycznym: czerwonym (colour 15), żółtym (colour 16), zielonym (colour 17) i niebieskim (colour 18). Dla każdej grupy roślin przeznaczono po 4 lampy o mocy 36 W, zawieszono na wysokości 33 cm od wierzchołków siewek.

Długość dnia wynosiła 16 godzin (8.00 - 24.00), a siła światła wyrażona w jednostkach natężenia oświetlenia i natężenia napromienienia kwantowego osiągała wartości podane w tabeli 1. Natężenie oświetlenia mierzono luksomierzem typu L-02 produkcji firmy SONOPAN z Białegostoku, natomiast natężenie napromienienia kwantowego fitofotometrem FR 10 wyprodukowanym w Opolu przez firmę OPTEL.

Tabela 1

Table 1

Natężenie oświetlenia i natężenie napromienienia kwantowego przy zawieszeniu lamp jarzeniowych typu TLD o mocy 36 W na wysokości 33 cm od wierzchołków siewek

Light intensity and quantum irradiance from fluorescent lamps TLD
36 W mounted 33 cm above seedlings

Lampa Lamp	Barwa światła Light colour	Natężenie oświetlenia Light intensity [lx]	Natężenie napromienienia kwantowego Quantum irradiance [$\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$]
Daylight colour 54	dzienne	4150	51.6
Red colour 15	czerwone	220	12.8
Yellow colour 16	żółte	3200	33.7
Green colour 17	zielone	6000	46.5
Blue colour 18	niebieskie	1800	51.9

Temperaturę powietrza w fitotronie utrzymywano na poziomie 16-18°C.

Cotygodniowe pomiary wysokości roślin rozpoczęto 9 kwietnia i kontynuowano do 14 maja, tj. do dnia, w którym większość roślin rosnących w świetle dziennym miała w pełni rozwinięte pąki kwiatowe. Wysokość roślin mierzono od górnego brzegu doniczki do wierzchołka pędu.

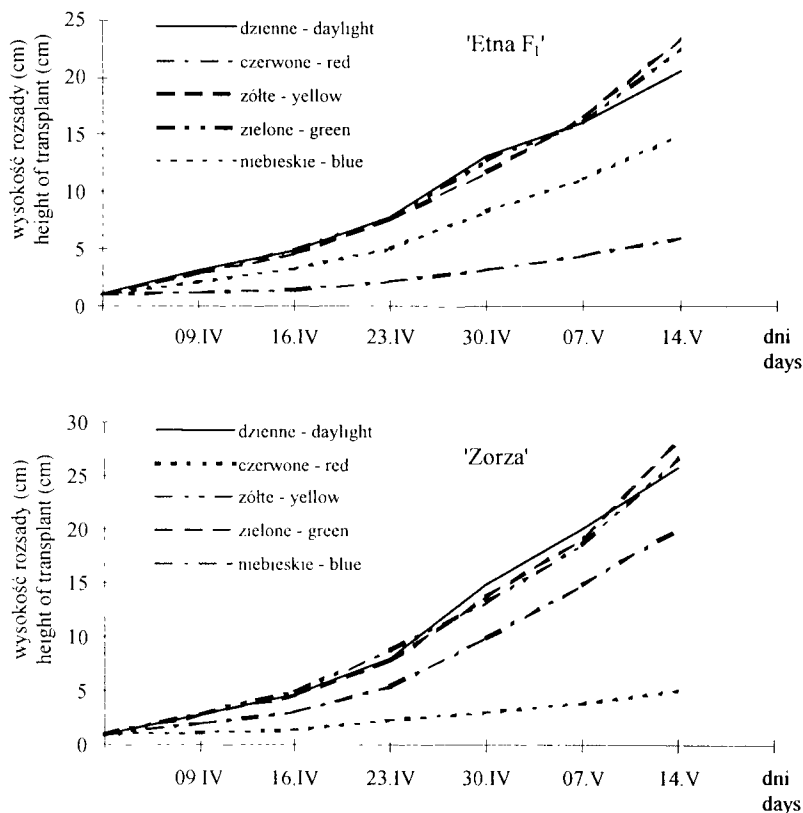
Po zakończeniu doświadczenia wykonano dodatkowo pomiar grubości łodygi na wysokości liścieni i długości międzywęzła oraz ustalono masę nadziemnej części pędu. Określono nadto dynamikę wzrostu rozsady i obliczono procentową redukcję wysokości roślin rosnących w świetle monochromatycznym w stosunku do rosnących w świetle dziennym.

Wyniki badań opracowano statystycznie metodą analizy wariancji z pojedynczą klasyfikacją.

3. WYNIKI

W obserwacjach prowadzonych od początku trwania doświadczenia zwrócono uwagę zwłaszcza na słaby wzrost roślin umieszczonych pod światłem czerwonym. Tydzień po przepikowaniu pozostawały one w fazie rozłożonych liścieni, w odróżnieniu od pozostałych roślin, które w tym czasie wykształciły liście właściwe. Rośliny rosące pod światłem żółtym wyróżniały się wiotkością pędów i wydłużonymi międzywęzłami, a umieszczone pod lampami niebieskimi były bardziej zwarte i krępe. Pod względem pokroju porównywalne z nimi były rośliny rosące w świetle dziennym i zielonym.

Rozsada obydwu odmian, rosąca pod światłem niebieskim, była, z wyjątkiem światła czerwonego, przez cały okres uprawy niższa od pozostałych roślin, chociaż jednocześnie nie ustępowała jakością rozsadzki rosącej pod światłem dziennym (rys. 1).



Rys.1. Dynamika wzrostu rozsady pomidora w zależności od barwy światła
Fig.1. Growth rate of tomato transplants according to the light colour

W chwili zakończenia doświadczenia, większość roślin rosnących pod lampami o światło dzienne miały już dobrze rozwinięte pąki kwiatowe, u pozostałych, z wyjątkiem rosnących pod światłem czerwonym i żółtym, zaobserwowano dopiero tworzenie się pąków kwiatowych.

Rośliny rosnące pod światłem czerwonym nie tylko wyróżniały się słabym wzrostem i złą kondycją, ale miały również bardzo słabe, niemal nie rozwinięte od momentu pikowania korzenie.

Rozsada odmiany 'Etna F₁', rosnąca pod światłem niebieskim, była niższa od rozsady spod światła dziennego o 27,2 %, miała też o 3,9 % grubszą podstawę łodygi oraz krótsze o 27,4 % międzywęzła. Podobne wyniki uzyskano w przypadku odmiany 'Zorza', rosnącej pod światłem niebieskim. Stwierdzono mianowicie wysokość roślin zmniejszoną o 21,7 %, podstawę łodygi grubszą o 4,5 % i międzywęzła krótsze o 22,9 % (tab. 2).

Tabela 2

Table 2

Cechy morfologiczne rozsady pomidora w zależności od barwy światła
Morphological traits of tomato transplants according to the light colour

Barwa światła Light colour	Wysokość rośliny Height of plant [cm]	Redukcja wysokości Reduction of height [%]	Długość międzywęzła Length of internodes [mm]	Grubość łodygi Thickness of stem [mm]
'Etna F ₁ '				
dzienne - daylight	20,6	-	29,6	5,1
czerwone - red	6,3	69,4	16,5	1,8
żółte - yellow	23,5	-	29,4	4,1
zielone - green	22,6	-	27,8	4,6
niebieskie - blue	15,0	27,2	21,5	5,3
NIR _{0,05} - LSD _{0,05}	2,9	-	1,8	0,1
'Zorza'				
dzienne - daylight	25,7	-	36,2	4,4
czerwone - red	5,1	80,2	10,3	1,7
żółte - yellow	26,7	-	34,3	3,8
zielone - green	28,3	-	34,7	4,4
niebieskie - blue	20,1	21,8	27,9	4,6
NIR _{0,05} - LSD _{0,05}	2,7	-	1,9	0,1

Rośliny rosnące pod światłem zielonym i żółtym nie ustępowały wysokością roślinom rosnącym pod lampami jarzeniowymi o światło dzienne. Nie różniły się również istotnie długością międzywęzła.

U obydwu odmian najgrubsze łodygi miały rośliny rosnące pod światłem niebieskim, a następnie kolejno rosnące: pod światłem dziennym, zielonym, żółtym i czerwonym.

4. DYSKUSJA

Światło jest bardzo ważnym czynnikiem wpływającym istotnie na wzrost, rozwój i różnicowanie się roślin [7]. Zjawisko to, niezależne od fotosyntezy, określane jest mianem fotomorfogenezy [8].

Ostatnio coraz większe zainteresowanie wywołuje możliwość regulowania wzrostu roślin poprzez światło. W szklarniach jakość światła można zmieniać, stosując spektralne filtry przepuszczające tylko wybrane długości fal światła [15], a w innych pomieszczeniach uprawowych - przez użycie sztucznych źródeł oświetlenia.

Badania nad zastosowaniem w szklarniach filtrów światła z wodnym roztworem CuSO_4 wykazały redukcję wysokości i długości międzywęzła u różnych roślin. Doświadczenia Rajapakse i Kelly oraz Rajapakse i wsp. [14, 16] nad dwiema odmianami chryzantemy pozwoliły uzyskać rośliny o 28 i 21 % niższe od kontrolnych, o krótszych międzywęzłach i wyższej zawartości suchej masy. Autorzy podkreślają, że redukcja wysokości była zauważalna już po tygodniu trwania doświadczenia.

Podobne wyniki uzyskano przy zastosowaniu filtrów z roztworem CuSO_4 w uprawie miniaturowych róż [15], poinsetii [9], pomidora i papyrki [1, 10]. Znamienne jest to, że wszyscy autorzy podkreślają, iż redukcja wysokości była efektem skrócenia międzywęzła, liczba liści bowiem na pędzie pozostawała niezmienniona, a niewysokie i o zwartym pokroju rośliny były podobne do traktowanych chemicznymi regulatorami wzrostu [14, 15, 16]. Rajapakse i Kelly [14, 15] podkreślają, że manipulacja jakością światła może być stosowana do sterowania wysokością roślin jako rozwiązanie alternatywne dla konwencjonalnych metod z użyciem chemicznych regulatorów wzrostu.

Hamowanie wzrostu pędów roślin wyższych, jako efekt działania światła niebieskiego, zostało opisane przez wielu autorów. Britz i Sager [3] prześledzili rolę niebieskiego światła w procesie wzrostu i różnicowania się roślin rosnących pod źródłem światła dziennego, z deficytem barwy niebieskiej. Rosnąca w tych warunkach soja była pod wieloma względami podobna do roślin cieniowanych.

Przeprowadzone doświadczenie z użyciem lamp jarzeniowych o różnych barwach emitowanego światła, wykazało istotną redukcję wysokości roślin i długości międzywęzła w świetle niebieskim i czerwonym (tab. 2).

Natężenie światła ma podstawowe znaczenie w produkcji rozsady pomidorów, które są w tym okresie szczególnie wrażliwe na ograniczający tempo wzrostu i rozwoju niedobór światła [13] i nie powinno być niższe od 3.000 lx [4].

Światło czerwone zastosowane w doświadczeniu (tab.1) miało zbyt niskie natężenie, w związku z tym straty asymilatów w procesach metabolicznych przewyższały zyski z fotosyntezy, rośliny miały zahamowany wzrost i w niektórych aspektach przypominały rośliny etiolowane, o słabo rozwiniętych blaszkach liściowych i ogólnie zahamowanym rozwoju [8].

5. WNIOSKI

1. Barwa światła była czynnikiem regulującym wzrost rozsady gruntowych odmian pomidora.
2. Najwyższą jakość osiągnęły rośliny uprawiane w świetle niebieskim, były niskie i krępe. Ich międzywęzła były krótkie, a łodygi najgrubsze ze wszystkich roślin. W porównaniu z roślinami uprawianymi pod lampami jarzeniowymi o świetle dziennym, rośliny te miały wysokość zredukowaną o ponad jedną czwartą.
3. Rośliny rosnące pod lampami o świetle dziennym najwcześniej zawiązywały pąki kwiatowe i osiągały jakość zbliżoną do jakości roślin uprawianych w świetle zielonym.

4. W świetle żółtym rośliny tworzyły wiotkie pędy i zawiązywały z opóźnieniem pąki kwiatowe. Nie można jednak wykluczyć, że przy natężeniu napromienienia kwantowego zwiększonym do około $50 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ich jakość byłaby lepsza, a kwitnienie wcześniejsze.
5. Rozsada uprawiana w świetle czerwonym rosła najwolniej i najslabiej, osiągając jakość dyskwalifikującą jej przydatność do dalszej uprawy na miejscu stałym. Możliwość uzyskania w świetle czerwonym lepszej jakościowo rozsady nie może być brana pod uwagę, ponieważ zwiększenie natężenia napromienienia kwantowego do poziomu $50 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, nie jest technicznie możliwe przy użyciu lamp jarzeniowych typu TLD o mocy 36 W – red colour 15.

LITERATURA

- [1] Benson J.L., Kelly J.W., 1990: Effects of copper sulfate filters on growth of bedding plants. Hort.Science, 25: 1144.
- [2] Borkowski J., 1992: Wpływ retardantów na rozsadę pomidorów. Biuletyn Warzywniczy, 38: 5-20.
- [3] Britz S.J., Sager J.C., 1990: Photomorphogenesis and photoassimilation in soybean and sorghum grown under broad spectrum or blue-deficient light sources. Plant Physiol., 94: 448-454.
- [4] Gosiewski Wł., Skąpski H., 1988: Pomidory szklarniowe. PWRiL, Warszawa.
- [5] Heins R., Erwin J., 1990: Understanding and applying DIF. Greenhouse Grower, 8(2): 73-78.
- [6] Ibrahim M.A., Abdel-Hamid M.F., El-Saied M.Z., 1979: Tomato growth, yield and chemical composition of plant and fruits as affected by different CCC and B-9 rates. Zagazig Journal of Agri. Res. 3: 349-361.
- [7] Kopcewicz J., Lewak S. (red.), 1998: Podstawy fizjologii roślin. PWN, Warszawa.
- [8] Kopcewicz J., Tretyn A., Cymerski M., 1992: Fitochrom i morfogeneza roślin. PWN, Warszawa.
- [9] McMahon M.J., Kelly J.W., 1990: Control of poinsettia growth and pigmentation by manipulating light quality. Hort.Science, 25: 1068.
- [10] Mortensen L.M., Stromme E., 1987: Effects of light quality on some greenhouse crops. Scientia Hort., 33: 27-36.
- [11] Pisarczyk J.M., Splittstoesser W.E., 1979: Controlling tomato transplant height with chlormequat, daminozide and etephon. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 104: 342-344.
- [12] Piszczek P., Jerzy M., 1987: The response of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) transplants to mechanical stress. Acta Agrobotanica, vol. 40, z. 1-2: 5-14.
- [13] Pudelski T., 1998: Pomidory pod szkłem i folią. PWRiL, Warszawa.
- [14] Rajapakse N.C., Kelly J.W., 1992: Regulation of chrysanthemum growth by spectral filters. J. Am. Soc. Hort. Sci., 117: 481-485.
- [15] Rajapakse N.C., Kelly J.W., 1994: Influence of spectral filters on growth and post-harvest quality of potted miniature roses. Scientia Hort., 56: 245-255.
- [16] Rajapakse N.C., McMahon M.J., Kelly J.W., 1993: End of day far-red light reverses height reduction of chrysanthemum induced by CuSO_4 spectral filters. Scientia Hort., 53: 249-259.

EFFECT OF LIGHT COLOUR ON THE TRANSPLANT GROWTH
OF THE OUTDOOR TOMATO CULTIVARS
(*Lycopersicon esculentum* Mill.)

Summary

Transplants of two tomato cultivars ('Etna F₁' and 'Zorza') were grown being exposed to the artificial red, yellow, green and blue light of the TLD-type fluorescent lamps. Plants exposed to daylight lamps constituted the control here. It was observed that light colour could regulate the growth, habit and flowering of tomato transplants. Blue light reduced the growth of plants and had a positive influence on their habits.

Key words: tomato transplants, artificial light, fluorescent lamps

RELATIONSHIP BETWEEN OPTIMUM YIELD AND QUALITY OF TABLE POTATO TUBERS

Iłona Rogozińska, Mieczysława Pińska

Department of Storage and Processing of Agricultural Products, Faculty of Agriculture
Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz

The 1995-to-1997 strict field experiments investigated the effect of soil fertilisation and top-dressing with magnesium at different doses on the yield of potato tubers and quality of the raw material obtained.

Increasing doses of MgO enhanced the total yield significantly, while the relationship between the yield (economic importance) and quality of the raw material (processing value) demonstrated a positive effect of the factors studied, especially under favourable weather conditions throughout the vegetation period. The quality of crisps and chips obtained from potato tubers stored for 6 months was enhanced by higher MgO doses; however, the tubers of the objects of the highest yield did not always show the highest processing value.

Key words: magnesium, yield, crisps, chips, and storage

1. INTRODUCTION

The effect of mineral fertilisation on potato tuber quality has been discussed by many Polish and foreign authors who are almost unanimous in defining its effects on the yield, however they disagree about its impact on the quality [1, 3, 4, 5].

From planting up to their full maturity, potato tubers are subject to much stress, hence a decrease in their quality [8]. To maintain and improve the quality, the plants should be supplied with proper nutrients, not only to obtain high yields but also to be used for various processing lines. The potato is the most universal plant cultivated in Poland on soils of different quality; light, mostly [8], with a low content of magnesium being prone to leaching. Magnesium is of high importance in activating many enzymatic processes, in carbohydrate synthesis and change, and therefore magnesium content can be crucial for the accumulation of starch, other carbohydrates and organic acids in the tubers [6]. The content of these nutrients and their relationships are very important for tuber processing, i.e. chips, crisps [6, 7].

The present study was to determine whether an increase in yield due to magnesium fertilisation was effective enough to be factored in for processing purposes.

2. MATERIALS AND METHODS

Field experiments were carried out for three years at the Mochełek Experimental Station in the complete randomised sub-block, with four replications, using Mila, a medium-early maturing cultivar. Soil nutrient content and weather conditions are presented in Table 1 and Fig. 1, respectively.

Table 1
Tabela 1

Soil chemical analysis
Właściwości gleby

Chemical analysis Właściwości gleby	Year - Rok		
	1995	1996	1997
C mg /100 g of the soil	768.0	624.0	672.0
Mg mg /100 g of the soil	6.4	7.0	6.9
K mg /100 g of the soil	13.4	9.5	14.6
P mg /100 g of the soil	3.8	6.5	8.1
N mg /100 g of the soil	80.6	58.8	82.9
pH in H ₂ O - pH w H ₂ O	6.5	6.3	5.7
pH in KCl - pH w KCl	6.2	5.1	5.1

The first factor concerned soil fertilisation: 0, 35, 70 kg MgO ha⁻¹ [kieserite], while the second one - top-dressing: 0 and 15 kg MgO ha⁻¹ [bitter salts], a 5% solution, 2 sprays during flowering.

The doses of other fertilisers were fixed: namely N - 120 kg ha⁻¹ (ammonium nitrate 34%), P₂O₅ - 120 kg ha⁻¹ (triple superphosphate 46%), and K₂O - 180 kg ha⁻¹ (potassium sulphate 50%).

The tillage, nurturing and plant protection treatments were carried out in compliance with the rules of the best farming practices adjusted to changing weather conditions.

Having harvested fully mature tubers, samples were taken from each object; 10 kg for post-harvest (the first date) and storage (the second date) analyses. Potato tubers were stored for 6 months at 4 to 6°C and a relative air humidity level of 95%.

The Łódź Central Laboratory of Refrigeration production technology of chips and their organoleptic assessment were applied with the quality coefficient, while the technology of crisps and their assessment were conducted in compliance with the Methods of Assessment for Potatoes and Potato Products (Wageningen, the Netherlands).

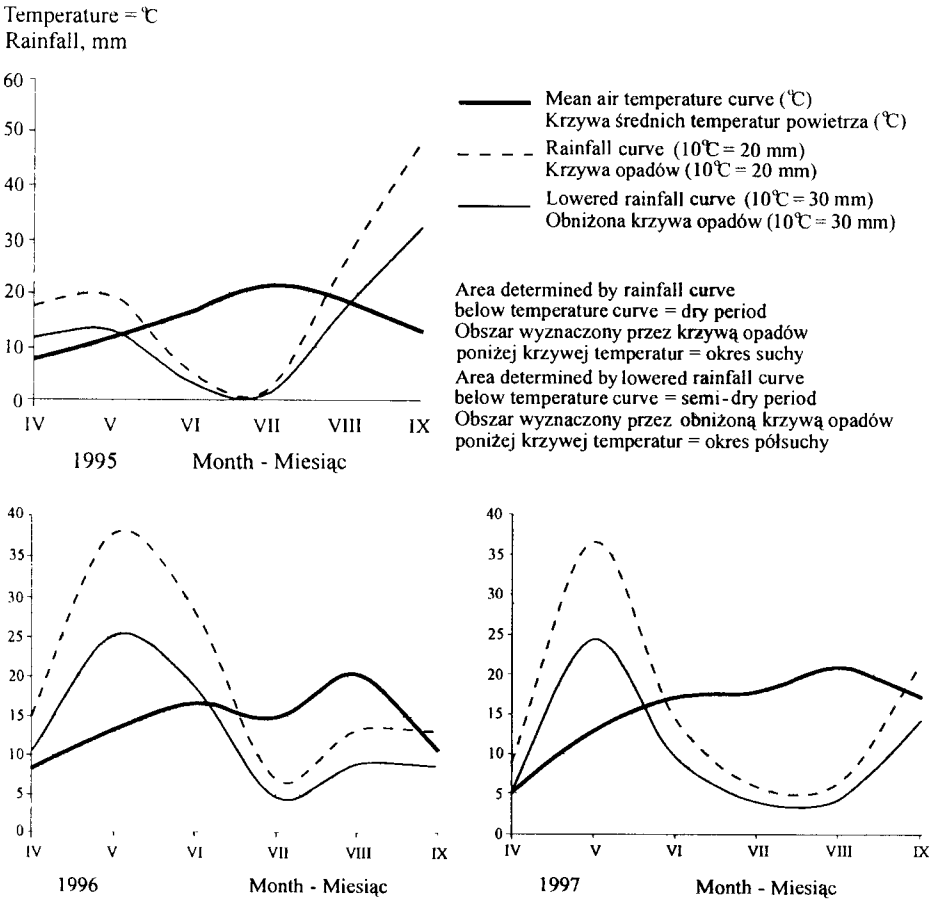


Fig. 1. Weather conditions

Rys.1. Warunki meteorologiczne

3. RESULTS AND DISCUSSION

The studies demonstrated a considerable variability of the features researched which depended on the form of the fertiliser, its application method and climatic conditions over the vegetation period. The fertilisation applied resulted in a significant increase in yields, which was accompanied by a slightly different plant reaction to the MgO application method as well as the yields obtained in respective years (Table 2).

Table 2
Tabela 2

Effect of fertilisation with magnesium on the yield of potato tubers [dt ha⁻¹]
Wpływ nawożenia magnezowego na plon bulw ziemniaków w dt ha⁻¹

Method of application and MgO doses - Sposób zastosowania i dawka MgO, kg·ha ⁻¹		Research years - Lata badań			Mean - Średnia
Soil fertilisation Nawożenie doglebowe	Top-dressing Dokarmianie dolistne	1995	1996	1997	
0	0	160.9	256.7	363.8	260.5
	15	160.7	264.5	388.0	271.1
35	0	164.2	269.5	358.8	264.2
	15	165.8	273.4	371.1	270.1
70	0	177.3	271.8	359.4	269.1
	15	178.5	277.3	407.7	287.8
Mean - Średnia		167.9	268.9	374.8	270.5

LSD - NIR (p=0.05)

Top-dressing - I factor

Soil fertilisation - II factor

	1995	1996	1997
I factor	ni - ns	3.948*	12.881*
II factor	2.837*	5.895*	ni - ns

The least favourable weather conditions for potato development were observed in 1995 (Fig. 1); at the end of June and beginning of July, the tuber initiation time, a minimum rainfall and a very high air temperature were noted. There is an extensive literary coverage on the factors limiting plant production; rainfall deficit being one of most essential [2].

In order to calculate the quality of the raw material, a yield quality coefficient was created,

$$W_p = \frac{P_1 \times J_1}{P \times J}$$

The corresponding data are presented in Fig. 2.

At the first research date, straight after the harvest, it was observed that the yield quality improved due to simultaneous application of two forms of magnesium fertiliser (35 kg plus 15 kg MgO·ha⁻¹); higher magnesium doses enhanced the quality of the raw material to be processed into chips. Tuber storage showed a more favourable effect of additional top-dressing, while the quality coefficient calculated was highest for the highest MgO doses. The value of the quality coefficient for potato tubers to be processed into crisps calculated after autumn and winter storage differed slightly. The quality coefficient of the raw material for crisp production, at the dose of 70 kg MgO·ha⁻¹ applied as a soil fertiliser, almost reached the maximum value.

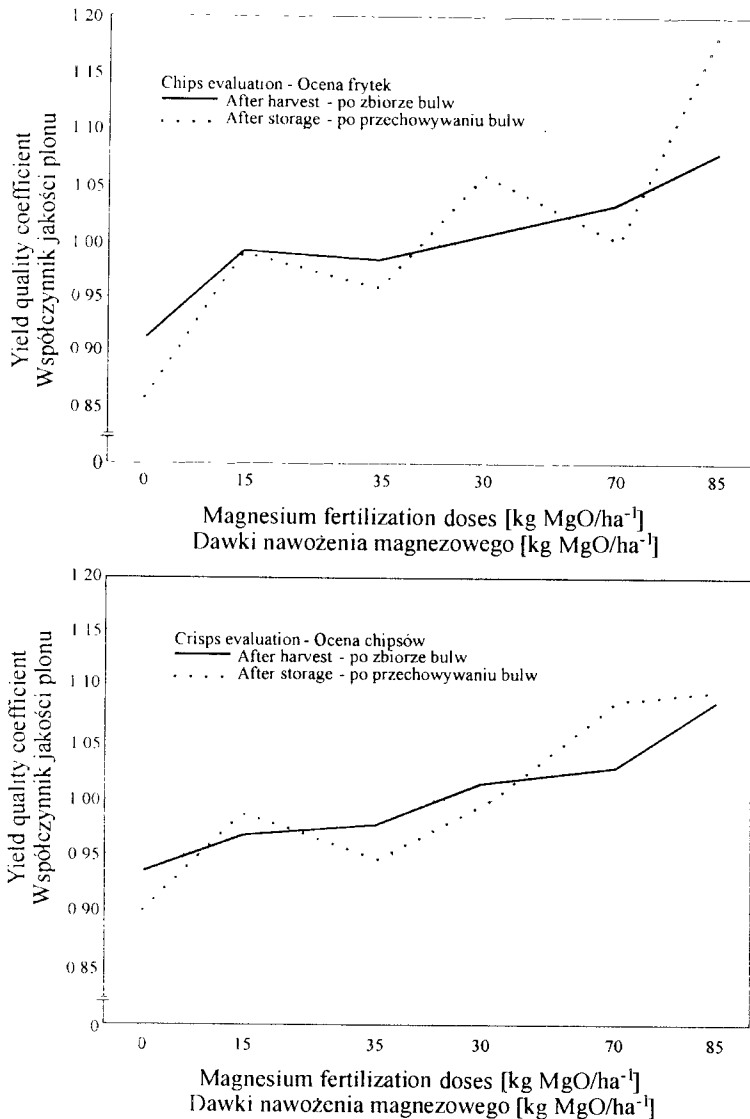


Fig.2. Yield quality coefficients of the raw material to be processed

Rys.2. Charakterystyka jakości uzyskanego surowca dla produkcji wyrobów uszlachetnionych

To illustrate the relationship between the yield and its quality, multiple regression analysis was applied, (Fig. 3 and 4); there was a positive correlation between the tuber yield and the quality of chips at increased MgO doses as long as the yield did not exceed about 310 dt.ha⁻¹. The impact of fertilisation with MgO on potato yielding was more substantial, especially in 1997 under the most favourable weather conditions.

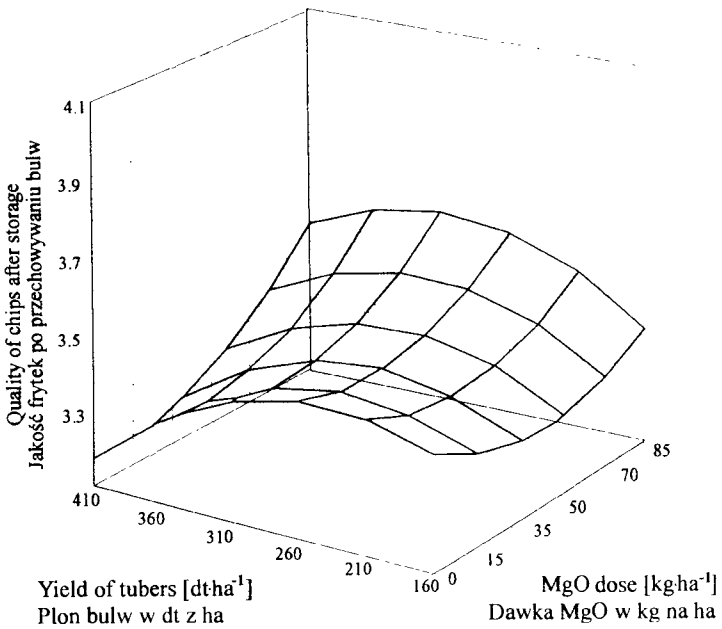
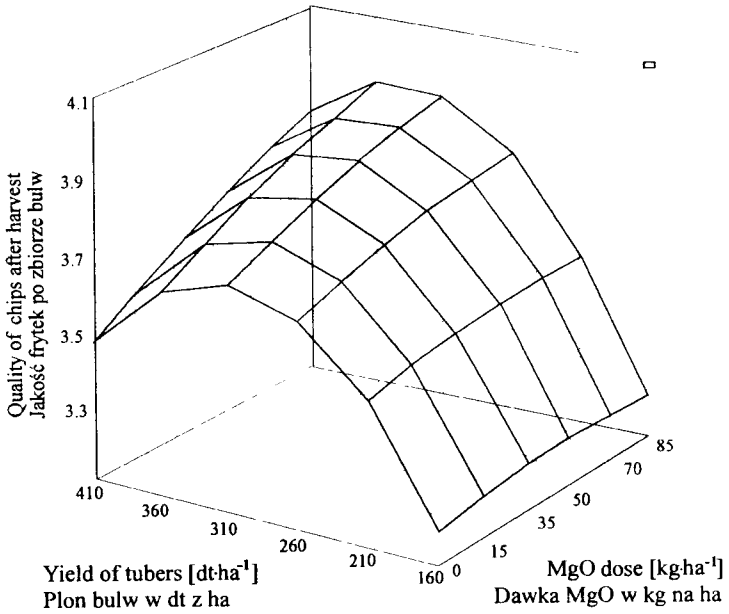


Fig.3. Impact of MgO dose and potato tuber yield on the quality of chips

Rys.3. Wpływ dawek nawożenia MgO i plonu bulw ziemniaka na jakość frytek

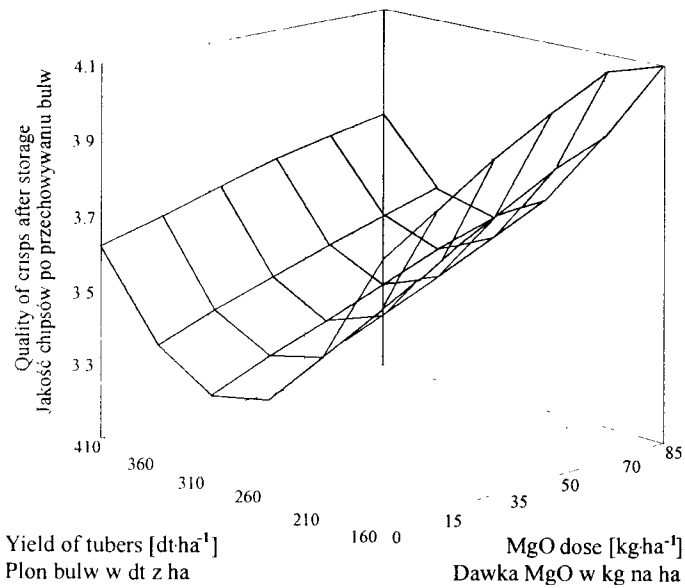
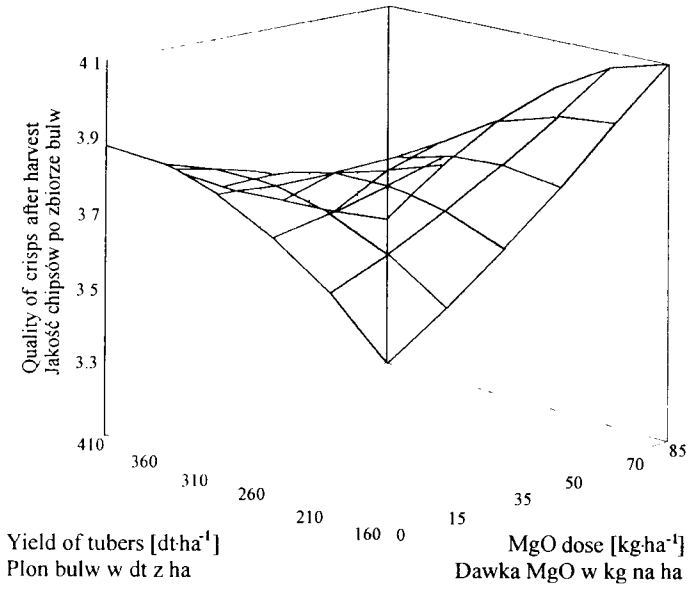


Fig.4. Impact of MgO dose and potato tuber yield on the quality of crisps

Rys.4. Wpływ dawek nawożenia MgO i plonu bulw ziemniaka na jakość chipsów

The storage decreased the quality of the raw material to be processed into chips; however it was enhanced by higher MgO doses.

After the harvest, it was observed that the higher the yield, due to higher MgO doses being applied, the higher the quality of the crisps (an almost linear correlation) (Fig. 4), while no such relationship was noted for yields higher than 360 dt·ha⁻¹.

The storage of tubers did not have a significant influence on the quality of crisps; however the relationships remained unchanged, as compared with the post-harvest results (Fig. 4).

A positive effect of magnesium on tuber chemical composition which modifies their applicability for various industrial processing profiles, including final processing, has recently been reported by Hundt [1], Mica [3] and Rogozińska [6, 7].

The results obtained confirm the essential role of magnesium, as a basic nutrient in potato development which enhances quality and processing value despite the economic implications.

4. CONCLUSIONS

The relationship between the total yield and the quality of the raw material demonstrated the effectiveness of magnesium fertilisation, especially under good weather conditions during the vegetation period.

REFERENCES

- [1] Hundt J., Kerschberger M., 1991: Magnesium und Pflanzenwachstum. Kali - Briefe (Büntenhof) 20(7/8), 539-552.
- [2] Kołodziej J., 1996: Wpływ opadów atmosferycznych na plonowanie ziemniaków. Fragmenta Agronomica, nr 4 (XIII), 100-105.
- [3] Mica B.: Einfluss von Magnesium und Calcium auf Ertrag und bedeutende Inhaltsstoffe von Kartoffelknollen. Potato Research, Vol. 26, 383-391.
- [4] Moll A., 1985: Der Einfluss des physiologischen Alters der Pflanzknollen auf die Ertragsbildung von Kartoffelsorten verschiedener Reifezeit. Potato Research, Vol. 28, 233-250.
- [5] Müller K., 1998: Zur Frage der Kalidüngung zu Kartoffeln. Kartoffelbau 3, Sonderdruck.
- [6] Rogozińska I., 1991: Einfluss der Magnesiumdüngung auf die Güteermkmale der Kartoffel. Kartoffelbau 42 Jg. 6, 257-259.
- [7] Rogozińska I., 1993: Die Rolle des Magnesiums bei der Kartoffeldüngung. Abstr. 12th Conf. Trienn. E.A.P.R. - Paris - 18-23 J., 45-46.
- [8] Rogozińska I., Jaworski R., 1997: Kształtowanie jakości ziemniaka. International Potash Institute, Coordinator Eastern Europe, CH - 4001 Basel /Switzerland, 1-8.

The authors wish to express their gratitude to Dr. Ewa Jendrzyczak and Prof. Dr. Franciszek Rudnicki for their assistance in statistical analysis.

WSPÓLZALEŻNOŚĆ MIĘDZY UZYSKANYM OPTYMALNYM PLONEM A JAKOŚCIĄ BULW ZIEMNIAKA JADALNEGO

Streszczenie

W przeprowadzonych w latach 1995-1997 ścisłych badaniach polowych określono wpływ nawożenia magnezowego, zastosowanego w dwóch odmiennych formach, sposobach dokarmiania rośliny (doglebowo i dolistnie) i w zróżnicowanych dawkach na wielkość plonów bulw ziemniaków i wartość uzyskanego z nich surowca.

Stosowane wzrastające dawki MgO wpłynęły istotnie na zwiększenie plonu ogólnego, jednocześnie zależność między wielkością uzyskanego plonu (mającego wymiar w sferze ekonomicznej) a jakością uzyskanego surowca (wartością przetwórczą) wykazała pozytywne oddziaływanie między tymi czynnikami, szczególnie w sprzyjających w okresie wegetacji warunkach meteorologicznych.

Na jakość otrzymanych z bulw ziemniaków (przechowywanych przez okres 6 miesięcy) czipsów i frytek wpłynęły pozytywnie wyraźnie wyższe dawki MgO. Natomiast bulwy ziemniaków pochodzące z obiektów o najwyższym plonie nie zawsze modyfikowały ten układ.

Słowa kluczowe: magnez, plon, chipsy, frytki, przechowywanie

COST-EFFECTIVENESS OF OVERHEAD IRRIGATION OF VEGETABLES CULTIVATED IN THE VICINITY OF BYDGOSZCZ

Stanisław Rolbiecki, Czesław Rzekanowski, Jacek Żarski, Roman Rolbiecki

Department of Land Reclamation and Agrometeorology, Faculty of Agriculture
Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz

The present paper concerns the results of 24 one-year field experiments on sprinkler irrigation of 7 species of vegetable crops, carried out from 1975 to 1998 in the vicinity of Bydgoszcz. Mean irrigation effectiveness was, as follows: 200 % - carrot, 176 % - red beet, 119 % - snap bean, 39 % - squash, 34 % - cucumber, 27 % - zucchini and 15 % - tomato. The irrigation of squash and zucchini (agricultural income about 13000 zł/ha) as well as carrot (about 7000 zł/ha) appeared most cost-effective. The lowest income (less than 600 zł/ha) was calculated for cucumber.

Key words: sprinkler irrigation, vegetable crops, cost-effectiveness, the vicinity of Bydgoszcz

1. INTRODUCTION

At the 7th International Conference on 'Water and Irrigation' the following opinion was expressed, 'Irrigation has proved to be one of the most efficient means for increasing the output from a given area of agricultural land and minimising damage to the environment. The shift from rain-fed to irrigated agriculture significantly increases agricultural produce not only in arid regions. Also in humid conditions, where rainfall is sufficient in ordinary years, irrigation may safeguard produce in years of drought' [22].

Polish authors agree that, almost all the vegetable crops cultivated in the open field should be treated with sprinkling machines [2, 6, 11]. Generally, multi-year yield increases ranged from 10 % to 100 %, depending on the species, cultivars, soil and rainfall distribution [11, 12, 13, 14, 15, 16]. The sprinkling facilities should be installed, first of all, in central Poland, the region of the highest rainfall deficiency, on very light soils [3, 4, 5, 6, 7, 8, 19]. The economic results of vegetable sprinkler irrigation have been estimated by numerous authors [1, 2, 5, 10, 19, 20, 21] concerned about a difficulty in defining irrigation costs and market prices of the horticultural products changing rapidly due to the unbalanced agricultural policy.

The aim of the present study was an attempt to calculate the cost-effectiveness of vegetable sprinkler irrigation in the vicinity of Bydgoszcz.

2. MATERIAL AND METHODS

The results of 24 one-year field experiments on overhead sprinkler irrigation of 7 vegetable crop species, carried out throughout 1975-1998 at three villages of: Kruszyn Krajeński (carrot, red beet, snap bean, squash, zucchini), Mochełek (cucumber) and Wierzchucinek (tomato) in the vicinity of Bydgoszcz were investigated in the zone of the largest precipitation deficiency in the country [7, 18]. The experiments at Kruszyn Krajeński were conducted on a very light soil with a low ability of water retention (in the topsoil, 0-100 cm, it amounted to 86-88 mm, whereas the experiments at Mochełek and Wierzchucinek were carried out on medium soils with a higher ability of water retention (from 270 to 193 mm, accordingly).

The sprinkling system economic calculation was conducted following the methodology suggested by Grabarczyk [5] yet with some updated indexes. The produce value increase was calculated with local wholesale prices of horticultural products in 1998 [17]. Sprinkler irrigation costs were calculated for four variants, i.e. for two types of irrigation facilities (portable sprinkling machine and hose-reel irrigation machine) and two irrigated areas (8 and 30 ha), depending on the specially-designed location of the irrigation facilities. The irrigation costs were estimated depending on current prices of the irrigation facilities and their costs of operation [9]. An increase in agricultural costs resulting from additional produce was defined with an index (30% of the produce increase value). Due to the same mineral fertilisation rates, the increase in agricultural costs included mainly higher costs of chemical pesticides, services and farm machinery operation.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Sprinkler irrigation caused an increase in marketable yields of all the vegetable crops investigated (Table 1).

The highest productivity was observed on a very light soil for carrot (200 %), red beet (176 %) and snap bean (119 %), lower for squash and zucchini, under the same soil conditions, (39 and 27 %, respectively) could have been due to a relatively high rainfall during the vegetation period of 1998. Also lower yield increases due to overhead irrigation were typical for the vegetables grown on higher quality soils (cucumber and tomato); here the effectiveness of irrigation was 34 and 15 % higher, as compared with non-irrigated plots. The results obtained were similar to those reported by other authors [2, 11, 12, 13, 14, 15, 16].

Similarly, the maximum productivity due to sprinkler irrigation was observed on a very light soil for carrot and red beet. In the dry vegetation season of 1992 marketable yield of these vegetables on non-irrigated plots was very low or none; hence the total yield from irrigated plots can be treated as an increase in marketable yield due to irrigation, which means an effectiveness of irrigation. Out of the squash cultivars, the highest increases in yield were observed for 'Melonowa Żółta', zucchini - 'Astra', and 'Najwcześniejszy' for tomato. However there are no such reports on cucurbit plants available, yet Kaniszewski [11] observed high water demands of squash crops and suggested that relatively low irrigation needs of squash plants arise from their relatively deep root system.

Table 1

Tabela 1

Effectiveness of sprinkler irrigation of vegetables in the vicinity of Bydgoszcz
 Produkcyjne efekty deszczowania warzyw w okolicy Bydgoszczy

Species Gatunek	Mean multi-year results of irrigation Średnie wieloletnie efekty deszczowania					Maximum effectiveness of irrigation Maksymalne produkcyjne efekty deszczowania				
	No*	Yield - Plon [t/ha]			d [mm]	Year Rok	Yield - Plon [t/ha]			d [mm]
		O	W	Δ			O	W	Δ	
Carrot Marchew	4	11.27	33.85	22.58	161	1992	0	37.27	37.27	230
Cucumber Ogórek	4	15.15	20.24	5.10	77	1983	16.05	33.25	17.20	140
Red beet Burak ćwikłowy	4	8.42	23.27	14.85	161	1992	0.87	21.04	20.17	230
Snap bean Fasola szparagowa	3	2.96	6.49	3.53	95	1991	2.29	7.54	5.25	135
Tomato Pomidor	3	38.59	44.40	5.82	132	1975	54.93	74.69	19.76*	175
Squash Dynia	3	51.25	71.03	19.78	215	1998	63.90	115.70	51.80**	215
Zucchini Cukinia	3	49.10	62.42	13.32	200	1998	42.57	73.16	30.59***	200

O – non-irrigated plots - poletka nie deszczowane,

W – irrigated plots - poletka deszczowane,

Δ – yield increase due to irrigation - przyrost plonu spowodowany deszczowaniem,

d – seasonal irrigation rate - sezonowa dawka deszczowniana,

No* – number of one-year experiments - liczba doświadczeń jednorocznych,

*, **, *** – max. values for 'Najwcześniejszy', 'Melonowa Żółta' and 'Astra' cultivars, respectively - maksymalne wartości, odpowiednio dla odmian: 'Najwcześniejszy', 'Melonowa Żółta' i 'Astra'

The costs of irrigation system are presented in Table 2. Out of the two portable sprinkling machines investigated, the one designed for a larger area (30 ha) appeared the cheapest; similarly, the hose-reel irrigation machine, based on the 'ODRA' sprinkling machines made in the Czech Republic. Sprinkling machines of corresponding parameters produced in the EU were much more expensive [9]. The annual costs of the hose-reel machines operating on 30 ha ranged, depending on the species, from 482 (cucumber) to 679 zł/ha (squash).

The economic analysis proved that the use of sprinkler irrigation was cost-effective (Table 3), which confirmed previous opinions and reports of other authors [1, 2, 4, 5, 6, 7, 19, 20, 21]. The highest cost-effectiveness of sprinkler irrigation was obtained for zucchini grown on a very light soil. The agricultural income ranged from 12908 to 13328 zł/ha, depending on irrigation costs.

Table 2

Tabela 2

Sprinkler irrigation costs of vegetable crops (zł/ha)
Koszty deszczowania upraw warzywnych (zł/ha)

Specification Wyszczególnienie	Portable sprinkling machine Deszczownia przenośna		Hose-reel irrigation machine Deszczownia szpulowa	
	8 ha	30 ha	8 ha	30 ha
Investment costs Koszty inwestycyjne	3632	3444	4232	2189
Depreciation (10 %) Amortyzacja (10 %)	363	344	423	219
Interest on capital (5 %) Oprocentowanie kapitału (5 %)	182	172	212	109
Costs of repairs and perishable materials and spare parts (2 %) Koszty napraw i materiałów (2 %)	73	69	85	44
Costs of fuel (zł/mm) Koszty paliwa (zł/mm)	1.79	1.43	1.79	1.43
Total ^x – Razem ^x	138 – 385	110 - 307	138 - 385	110 – 307
Total costs of irrigation ^x Razem koszty deszczowania ^x	756 – 1003	695 - 892	858 - 1105	482 – 679

^x – depending on species - zależnie od gatunku

Table 3

Tabela 3

Economic results of sprinkler irrigation of vegetables in the vicinity of Bydgoszcz
Efekty ekonomiczne deszczowania warzyw w okolicy Bydgoszczy

Species Gatunek	Produce Produkcja		Irrigation costs (zł/ha) Koszty deszczowania				ΔKr zł/ha	Agricultural income* Dochód rolniczy zł/ha	R
	price cena zł/t	ΔP zł/ha	A		B				
			8 ha	30 ha	8 ha	30 ha			
Carrot Marchew	500	11290	906	815	1008	602	3387	7301 ÷ 6895	3
Cucumber Ogórek	300	1530	756	695	858	482	459	589 ÷ 213	7
Red beet Burak ćwikłowy	400	5940	906	815	1008	602	1782	3556 ÷ 3150	4
Snap bean Fasola szparagowa	1500	5295	788	721	890	508	1588	3199 ÷ 2817	6
Tomato Pomidor	1000	5820	854	774	956	561	1746	3513 ÷ 3118	5
Squash Dydia	1000	19780	1003	892	1105	679	5934	13167 ÷ 12741	2
Zucchini Cukinia	1500	19980	976	871	1078	658	5994	13328 : 12908	1

ΔP – increase in produce value - przyrost wartości produkcji.

A – portable sprinkling machine - deszczownia przenośna.

B – hose-reel irrigation machine - deszczownia szpulowa.

ΔKr – increase in agricultural costs - przyrost kosztów rolniczych.

* – depending on irrigation costs - w zależności od kosztów deszczowania.

R – ranking - lokata

4. CONCLUSIONS

1. The effectiveness of sprinkler irrigation (ranging from 119 to 200 %) was the highest for carrot, red beet and snap bean grown on a very light soil. Cucurbit plants (cucumber, squash and zucchini) gave an increase in marketable yield of 27-39 % due to irrigation. The lowest productive effect of sprinkler irrigation was observed for tomato (15 %).
2. Economic results of the sprinkler irrigation, depending on the increase in produce value and assumed sprinkler irrigation costs were positive. The irrigation of squash and zucchini crops turned out most cost-effective (agricultural income around 13000 zł/ha); also carrot scored high (7000 zł/ha). A lower agricultural income (3000 zł/ha) was observed for red beet, snap bean and tomato crops, whereas the lowest (under 600 zł/ha) for cucumber.

REFERENCES

- [1] Buczak E., 1986: Efektywność ekonomiczna deszczowania porów, selerów, cebuli i ogórków w warunkach klimatycznych niżu dolnośląskiego. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 268, 583-592.
- [2] Dzieżyc J., 1988: Rolnictwo w warunkach nawadniania. PWN, Warszawa.
- [3] Grabarczyk S., 1986: Kryteria lokalizacji deszczowni. Fragmenta Agronomica, 1(9), 15-28.
- [4] Grabarczyk S., 1987: Efekty, potrzeby i możliwości nawodnień deszczownianych w różnych regionach kraju. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 314, 46-64.
- [5] Grabarczyk S., 1987: Opłacalność inwestycji deszczownianych w gospodarstwach indywidualnych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 326, 213-226.
- [6] Grabarczyk S., 1992: Stan i perspektywy deszczowania roślin w Polsce. Zesz. Nauk. nr 180 ATR Bydgoszcz, Rolnictwo 32, 7-14.
- [7] Grabarczyk S., Peszek J., Rzekanowski C., Żarski J., 1990: Rejonizacja potrzeb deszczowania w Krainie Wielkich Dolin. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 387, 73-88.
- [8] Grabarczyk S., Dudek S., Rzekanowski C., Żarski J., 1997: Effects of irrigation of plants in central Poland with special emphasis on very light soils. Proc. Poland – Israel Conf. „Water requirements and irrigation effects of plants cultivated in arid and semiarid climates”. Tel Aviv, vol. II, 139-147.
- [9] Informator o cenach sprzętu nawodnieniowego firmy „Łukomet” (maszynopis), „Polagra 1998”.
- [10] Jankowiak J., Kostewicz J., 1987: Intensywność produkcji w gospodarstwach rolnych użytkujących deszczownie. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 326, 199-211.
- [11] Kaniszewski S., 1987: Nawadnianie warzyw. PWRiL, Warszawa.
- [12] Kaniszewski S., 1986: Wpływ typu gleby i nawadniania na plonowanie roślin warzywnych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 327, 11-18.
- [13] Kaniszewski S., Knaflowski M., Pacholak E., 1987: Efektywność produkcyjna nawadniania upraw ogrodniczych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 326, 11-25.
- [14] Kaniszewski S., Knaflowski M., 1997: The results of studies on water requirement and productivity of the irrigation of vegetable crops in Poland. Proc. Poland – Israel

- Conf. „Water requirements and irrigation effects of plants cultivated in arid and semiarid climates”. Tel Aviv, vol. II, 103-110.
- [15] Knaflowski M., 1987: Potrzeby i efekty nawadniania roślin warzywnych w doświadczeniach Katedry Warzywnictwa w Poznaniu w latach 1972-1982. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 314, 159-171.
- [16] Kryńska W., Martyniak-Przybyszewska B., 1986: Efektywność nawodnień deszczownianych roślin warzywnych uprawianych w Polsce północno-wschodniej w świetle wieloletnich badań. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 268, 565-581.
- [17] Nowacki M., 1998: Kalkulacje rolnicze. Biuletyny ODR w Minikowie.
- [18] Peszek J., 1987: Podstawy klimatyczne nawadniania roślin w regionie bydgoskim. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 314, 65-80.
- [19] Rolbiecki S., 1995: Efekty nawadniania wybranych roślin ogrodniczych na glebie bardzo lekkiej. Rozprawa doktorska (maszynopis), ATR Bydgoszcz, 1-97.
- [20] Rutkowski M., 1987: Opłacalność deszczowania roślin rolniczych i ogrodniczych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 326, 165-198.
- [21] Rutkowski M., Małecka I., 1986: Efektywność ekonomiczna deszczowania niektórych roślin uprawnych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 268, 535-540.
- [22] Sneh M., 1996: Opening address. Proc. of the 7th Inter. Conf. „Water and Irrigation”, Tel Aviv, VII–VIII.

PRODUKCYJNE I EKONOMICZNE EFEKTY DESZCZOWANIA UPRAW WARZYWNYCH W OKOLICY BYDGOSZCZY

Streszczenie

W opracowaniu wykorzystano wyniki 24 jednorocznych doświadczeń z nawadnianiem deszczownianym 7 gatunków warzyw, przeprowadzonych w latach 1975-1998 w rejonie Bydgoszczy. Średnie wieloletnie efekty produkcyjne deszczowania były następujące: 200 % - marchew, 176 % - burak ćwikłowy, 119 % - fasola szparagowa, 39 % - dynia, 34 % - ogórek, 27 % - cukinia i 15 % - pomidor. Najbardziej opłacalne było deszczowanie dyni i cukinii (dochód rolniczy około 13 tys. zł/ha) oraz marchwi (około 7 tys. zł/ha). Najniższy dochód (poniżej 600 zł/ha) otrzymano z ogórka.

Słowa kluczowe: nawadnianie deszczowniane, plony warzyw, efekty produkcyjne, efekty ekonomiczne, okolica Bydgoszczy

ZALEŻNOŚĆ PŁONU PSZENŻYTA JAREGO OD TERMINU SIEWU, NAWOŻENIA AZOTEM I ILOŚCI OPADÓW

Franciszek Rudnicki, Piotr Wasilewski, Dariusz Jaskulski, Karol Kotwica

Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin, Wydział Rolniczy ATR
ul. Ks. A. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz

Na podstawie wyników 10-letnich doświadczeń badano zależność plonu ziarna pszenżyta jarego od współdziałającego wpływu terminu siewu, nawożenia azotem i sumy opadów w okresie wegetacji tego zboża. Stwierdzono współzależny wpływ tych czynników na wielkość plonu i elementy kształtujące plon ziarna. Okazało się, że znaczenie dostatecznej ilości opadów jest tym większe, im późniejszy jest wysiew pszenżyta i obfitsze nawożenie azotem. Utrata plonu wskutek opóźnienia siewu była duża w warunkach posusznych i przy wysokich dawkach azotu, a nieznaczna w odwrotnych warunkach. Maksimum plonu przypadało przy nawożeniu w zakresie od 65 do 105 kg N/ha. Nawożenie przekraczające 65 kg N/ha okazało się zasadne tylko przy wczesnym wysiewie i sumie opadów nie mniejszej niż 180 mm od kwietnia do lipca.

Słowa kluczowe: pszenżyto jare, termin siewu, nawożenie azotem, opady, plon.

1. WSTĘP

Uprawa pszenżyta jarego ma dotychczas w Polsce niewielkie rozmiary, pomimo dużych walorów użytkowych tej formy uprawowej [2, 3]. W znacznej mierze wynika to z wyraźnej jego reakcji na warunki przyrodnicze i agrotechniczne. Potrzeby opadowe oraz pokarmowe pszenżyta jarego, jego reakcje na deszczowanie, nawożenie azotem, na termin, gęstość i głębokość siewu były już badane [1-12] i zostały w znacznym stopniu poznane. W literaturze natomiast mało jest informacji o współdziałającym wpływie tych czynników na efekty uprawy pszenżyta jarego. Nie znane dotychczas skutki opóźnienia siewu, zależnie od warunków wodnych, efektywności nawożenia azotem od ilości opadów i terminu siewu, stanowiły inspirację do podjęcia tych zagadnień w niniejszej pracy. W hipotezie roboczej zakładano, że wymienione czynniki działają współzależnie i reakcja pszenżyta na każdy z czynników zmienia się wraz z poziomem pozostałych, a nadto możliwe jest określenie optymalnego układu tych czynników dla pszenżyta jarego i skutków odstępstwa od warunków optymalnych.

2. MATERIAŁ I METODY

Materiał źródłowy do badań stanowiły wyniki doświadczeń polowych, wykonane w latach 1988-1997 w Stacji Badawczej WR ATR Mochełek k/Bydgoszczy, w których jako czynniki występowały terminy siewu i poziomy nawożenia azotem pszenżyta jarego.

Wszystkie doświadczenia były zlokalizowane na glebie kompleksu żytniego dobrego, po dobrych przedplonach (buraku cukrowym lub kukurydzy na oborniku). W latach realizacji doświadczeń wystąpiła duża zmienność sum opadów w okresie od kwietnia do lipca, z rozpiętością od 95 do 266 mm.

W opracowaniu danych z 10 lat doświadczeń zastosowano analizę regresji wielozmiennej, wielomianowej, ze współdziałaniami zmiennych. Zmiennymi niezależnymi były: termin siewu określony liczbą dni po 15 marca, dawki nawożenia azotem oraz sumy opadów od kwietnia do lipca, a zmienną zależną był plon ziarna lub strukturalne elementy plonowania pszenżyta.

Na podstawie oszacowanych z regresji plonów ziarna obliczono jednostkową efektywność produkcyjną opadów atmosferycznych, nawożenia azotem oraz skutki opóźnienia terminu siewu pszenżyta. Wyliczono także wartość plonu (zł/ha), zależnie od poziomu badanych czynników.

3. WYNIKI

Plony ziarna pszenżyta jarego wykazały istotną zależność od współdziałającego wpływu terminu siewu, poziomu nawożenia azotem i ilości opadów ($R = 0,85$). Spośród tych trzech czynników najsilniej na wielkość plonu wpływała ilość opadów (tab. 1), zwłaszcza w lipcu. Potwierdziły się więc stosunkowo duże potrzeby wodne pszenżyta jarego [1 - 5, 7, 8].

Tabela 1

Table 1

Zależność plonu ziarna pszenżyta jarego (t/ha) od sumy opadów (kwiecień - lipiec), terminu siewu oraz dawki nawożenia azotem*

Relationship between grain yield of spring triticale and rainfall from April to July, sowing date and nitrogen fertilization*

Suma opadów Rainfall (mm)	Termin siewu Sowing date	Nawożenie azotem (kg N/ha) Nitrogen fertilization dose (kg N/ha)				Ekstremum Maximum values	
		40	65	90	115	kg N/ha	t/ha
140	05.04.	3,41	4,00	4,18	3,97	90	4,18
	15.04.	3,13	3,48	3,42	2,94	75	3,50
	25.04.	2,89	3,04	2,79	2,13	62	3,04
180	05.04.	4,33	5,03	5,34	5,24	96	5,35
	15.04.	4,17	4,64	4,71	4,37	82	4,73
	25.04.	4,04	4,31	4,18	3,64	70	4,32
220	05.04.	4,42	5,25	5,67	5,68	105	5,73
	15.04.	4,40	4,99	5,17	4,95	90	5,17
	25.04.	4,38	4,77	4,75	4,33	78	4,81

$$*y = 0,0944x_1 - 0,000257x_1^2 - 0,0588x_2 + 0,000429x_2^2 + 0,0582x_3 - 0,000324x_3^2 + 0,0003x_1 \cdot x_2 + 0,000119x_1 \cdot x_3 - 0,000875x_2 \cdot x_3 - 6,377 \quad (R = 0,85)$$

gdzie:

y -- plon pszenżyta (t/ha) - yield of triticale (t/ha),

x₁ -- suma opadów (mm) - rainfall (mm),

x₂ -- termin siewu (dni po 15 marca) - sowing date (days off 15 March),

x₃ -- kg N/ha.

Okazało się, że znaczenie dostatecznej ilości opadów jest tym większe, im późniejszy wysiew pszenżyta i obfitsze jego nawożenie azotem. W takich warunkach efektywność jednostkowa opadów była największa (tab. 2).

Tabela 2

Table 2

Efektywność ($\text{kg ziarna} \times \text{ha}^{-1} \times \text{mm opadów}^{-1}$) opadów atmosferycznych, (kwiecień - lipiec), w zależności od terminu siewu i nawożenia azotem pszenżyta jarego
Effectiveness of rainfall (from April to July), depending on the sowing date and nitrogen fertilization dose of spring triticale ($\text{kg of grain} \times \text{ha}^{-1} \times \text{mm of rainfall}^{-1}$)

Termin siewu Sowing date	Przedział sumy opadów Range of rainfall (mm)	Nawożenie azotem – Nitrogen fertilization dose ($\text{kg} \times \text{ha}^{-1}$)			
		40	65	90	115
05.04.	140 – 180	22,9	25,8	28,8	31,7
	180 – 220	2,4	5,3	8,3	11,2
25.04.	140 – 180	29,0	31,9	34,8	37,8
	180 – 220	8,4	11,4	14,4	17,2

Opóźnienie siewu pszenżyta jarego wywoływało znaczącą redukcję plonu ziarna (tab. 1). Każde 10 dni opóźnienia siewu w kwietniu powodowało zmniejszenie plonu o 0,5-23,1 %. Utrata plonu wskutek opóźnienia siewu była duża w latach posusznych i jednocześnie przy obfitym nawożeniu azotem, a nieznaczna w odwrotnych warunkach opadowo-nawozowych (tab. 1). W skrajnym przypadku, tj. przy sumie opadów 140 mm i nawożeniu na poziomie 115 kg N/ha , opóźnienie siewu o 20 dni powodowało zmniejszenie plonu sięgające 46 % (tab. 3).

Tabela 3

Table 3

Zmniejszenie plonu ziarna pszenżyta jarego wskutek opóźnienia terminu siewu między 5 a 25 kwietnia w zależności od sumy opadów (kwiecień - lipiec) i poziomu nawożenia azotem

Decrease in grain yield of spring triticale due to a delayed sowing (from 5 to 25 April) depending on the rainfall and nitrogen fertilization dose

Suma opadów Rainfall (mm)	Parametr Parameter	Nawożenie azotem - Nitrogen fertilization ($\text{kg} \times \text{ha}^{-1}$)			
		40	65	90	115
140	$\text{t} \times \text{ha}^{-1}$	0,53	0,96	1,40	1,84
	%	15,4	24,3	33,4	46,2
180	$\text{t} \times \text{ha}^{-1}$	0,28	0,72	1,16	1,59
	%	6,6	14,3	21,7	30,4
220	$\text{t} \times \text{ha}^{-1}$	0,04	0,48	0,91	1,35
	%	1,0	9,1	16,1	23,8

Pszenżyto jare wysiewane po dobrych przedplonach stosunkowo słabo reagowało na wzrastające (od 30 do 120 kg N/ha) dawki azotu. Efektywność produkcyjna nawożenia okazała się tym mniejsza, im bardziej posuszny był okres wegetacji i im bardziej

opóźniony termin siewu (tab. 4). Zależnie od tych warunków maksimum wielkości plonu ziarna przypadało między 65 a 105 kg N/ha (tab. 1). Nawożenie przekraczające te ilości okazało się zbędne, ponieważ wywoływało redukcję plonu ziarna (tab. 4).

Tabela 4

Table 4

Efektywność produkcyjna ($\text{kg ziarna} \times \text{kg N}^{-1} \times \text{ha}^{-1}$) nawożenia azotem pszenżyta jarego w zależności od terminu siewu i sumy opadów (kwiecień - lipiec)
 Production effectiveness of nitrogen fertilization dose applied on spring triticale depending on the sowing date and rainfall (from April to July) (kg of grain per kg of N per ha)

Termin siewu Sowing date	Suma opadów Rainfall (mm)	Przedział nawożenia azotem Nitrogen fertilization range ($\text{kg N} \times \text{ha}^{-1}$)		
		40 - 65	65 - 90	90 - 115
05.04.	140	23,4	7,4	- 8,7
	180	28,2	12,1	- 4,0
	220	32,8	16,8	0,7
25.04.	140	6,0	- 10,0	- 26,1
	180	10,7	- 5,4	- 21,4
	220	15,4	- 0,6	- 16,8

Uwzględniając nakłady na stosowany nawóz azotowy stwierdzono, że na glebie klasy bonitacyjnej IVa i po dobrym przedplonie nie znajduje uzasadnienia produkcyjno-ekonomicznego nawożenie powyżej 90 kg N/ha przy siewie pszenżyta w początku kwietnia oraz powyżej 65 kg N/ha przy siewie w końcu kwietnia (tab. 5).

Tabela 5

Table 5

Wartość ($\text{zł} \times \text{ha}^{-1}$) plonu ziarna pszenżyta jarego (pomniejszona o koszt nawozu azotowego) w zależności od terminu siewu, nawożenia azotem i sumy opadów (IV - VII)

Value ($\text{zł} \times \text{ha}^{-1}$) of grain yield of spring triticale (minus the cost of nitrogen fertilizer) depending on the sowing date, nitrogen fertilization dose and rainfall

Suma opadów Rainfall (mm)	Data siewu Sowing date	Dawka nawożenia azotem - Nitrogen fertilization dose ($\text{kg N} \times \text{ha}^{-1}$)			
		40	65	90	115
140	05.04.	1313	1513	1554	1434
	25.04.	1102	1128	994	700
180	05.04.	1679	1926	2014	1941
	25.04.	1565	1638	1551	1304
220	05.04.	1717	2011	2146	2121
	25.04.	1700	1820	1781	1580

Przyjęto ceny: ziarna pszenżyta - 400 zł/t, azotu w saetrze amonowej - 1,33 zł/kg N

Simulated prices: grain of triticale - 400 zł per 1 t, nitrogen in ammonium nitrate - 1.33 zł for 1 kg N

W badaniach innych autorów znajdujemy zarówno wyniki zbieżne z niniejszymi, odnośnie niskiej efektywności obfitego nawożenia pszenżyta jarego przy niedoborze

opadów [2, 3, 4], jak też stwierdzenia o braku interakcji między warunkami opadowymi w latach a efektywnością nawożenia azotem [10, 11, 12]. W tym drugim przypadku porównywalność wyników jest jednak ograniczona, z uwagi na nie podawany przez autorów zakres ilości opadów w latach ich realizacji.

Kształtowanie się elementów plonowania pszenżyta jarego wskazuje na sposób jego reakcji na badane czynniki (tab. 6).

Tabela 6

Table 6

Strukturalne elementy plonowania pszenżyta w zależności od terminu siewu, nawożenia azotem i sumy opadów (kwiecień - lipiec)
Yielding structure components of spring triticale as affected by the sowing date, nitrogen fertilization dose and rainfall from April to July

Suma opadów Rainfall (mm)	Data siewu Sowing date	Nawożenie azotem – Nitrogen fertilization dose (kg N × ha ⁻¹)			
		40	65	90	115
Obsada kłosów (szt/m ²) – Number of ears per sq.m.					
140	05.04.	405	406	414	406
	25.04.	450	449	448	436
220	05.04.	459	478	500	498
	25.04.	530	516	494	473
Liczba ziaren w kłosie – Number of grains per ear					
140	05.04.	24,6	27,5	28,3	28,8
	25.04.	21,9	22,3	21,0	18,0
220	05.04.	28,0	29,5	29,6	30,3
	25.04.	27,4	28,1	28,3	27,5
Masa 1000 ziaren (g) – Weight of 1000 grains (g)					
140	05.04.	34,3	35,8	35,7	33,9
	25.04.	29,3	30,3	29,6	27,2
220	05.04.	34,4	37,2	38,3	37,7
	25.04.	30,2	32,9	34,0	33,3
Masa ziarna z kłosa (g) – Weight of grains per ear					
140	05.04.	0,84	0,98	1,01	0,98
	25.04.	0,64	0,68	0,62	0,49
220	05.04.	0,96	1,10	1,13	1,14
	25.04.	0,83	0,92	0,96	0,92

Otóż dostatek opadów sprzyja plonowaniu poprzez zwiększenie wartości wszystkich elementów plonowania (obsady kłosów, liczby ziaren w kłosie, masy 1000 ziaren). Zmniejszanie plonów wraz z opóźnieniem siewu wiąże się z silną redukcją liczby ziaren w kłosie i dorodności ziarna, a nie jest powodowane obsadą kłosów. Można to wiązać z faktem silniejszego krzewienia pszenżyta później wysiewanego, co wykazał Nieróbca [6]. Poziomy nawożenia azotem różnicują wyraźnie dorodność ziarna i liczbę ziaren w kłosie, a w mniejszym stopniu obsadę kłosów. Toteż wraz z wyższym poziomem nawożenia azotem, plon pszenżyta jarego coraz silniej koreluje z masą 1000 ziaren, następnie z liczbą ziaren w kłosie, a w coraz mniejszym z obsadą kłosów, jak to wykazał Koziara [2].

4. WNIOSKI

1. Plon pszenżyta jarego wykazał silną zależność od współdziałającego wpływu terminu siewu, nawożenia azotem i ilości opadów w okresie od kwietnia do lipca.
2. Na wielkość plonu oraz na poszczególne elementy plonowania najsilniej wpływa ilość opadów, a ich plonotwórcza efektywność zwiększa się wraz z opóźnieniem siewu i obfitym nawożeniem azotowym.
3. Opóźnienie siewu o 10 dni w kwietniu prowadziło do redukcji plonu o 0,5-23,1 %. Utrata plonu wskutek opóźnienia siewu okazała się tym większa, im mniejsze były sumy opadów i wyższe poziomy nawożenia azotem.
4. Maksimum plonowania pszenżyta przypadło przy nawożeniu między 65 a 105 kg N/ha. Efektywność nawożenia okazała się tym mniejsza, im warunki bardziej piosusne, a siew pszenżyta opóźniony.
5. Na glebie kompleksu żytniego dobrego pszenżyto jare wymaga wczesnego siewu i sumy opadów 200-220 mm od kwietnia do lipca. W takich warunkach obfityse nawożenie azotem jest skutecznym czynnikiem plonotwórczym, natomiast w znikomym stopniu łagodzi skutki opóźnienia siewu i niedoboru opadów.

LITERATURA

- [1] Koc J., 1996: Wpływ wilgotności gleby na efektywność nawożenia azotem pszenżyta jarego. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 438, 77-81.
- [2] Koziara W., 1996: Wzrost, rozwój oraz plonowanie pszenżyta jarego i ozimego w zależności od czynników meteorologicznych i agrotechnicznych. Roczn. AR Poznań, Rozprawy, 269.
- [3] Koziara W., 1997: Plonowanie i wartość pokarmowa pszenżyta jarego w zależności od deszczowania i nawożenia azotem. Zesz. Nauk. AR Szczecin, 175 (Rol. 65), 207-212.
- [4] Koziara W., Czajka M., Sobiech S., 1994: Wpływ deszczowania, nawożenia azotowego i stosowania Bercemy CCC na plonowanie pszenżyta jarego. Zesz. Nauk. AR Szczecin, 162 (Rol. 58), 107-110.
- [5] Michalski T., Sulewska H., Waligóra H., 1994: Reakcja odmian pszenżyta jarego i pszenicy jarej na przebieg pogody. Zesz. Nauk. AR Szczecin, 162 (Rol. 58), 175-178.
- [6] Nieróbcza P., 1997: Tworzenie się pędów bocznych pszenżyta jarego w zależności od wybranych czynników agrotechnicznych. Zesz. Nauk. AR Szczecin, 175 (Rol. 65), 293-297.
- [7] Rudnicki F., Wasilewski P., 1993: Zależność plonów zbóż jarych i ich mieszanek od warunków hydrotermicznych w okresie wegetacji. Szczec. Roczn. Nauk. -- Ann. Sci. Stetin, VIII (1), 7-21.
- [8] Rudnicki F., Jaskulski D., Kotwica K., 1997: Zależność plonu pszenżyta jarego od gęstości siewu i ilości opadów. Zesz. Nauk. AR Szczecin, 175 (Rol. 65), 379- 385.
- [9] Stankowski S., 1994: Reakcja pszenżyta jarego na termin siewu, ilość wysiewu, rozstawę rzędów i głębokość siewu w uprawie na glebie lekkiej. AR Szczecin, Rozprawy, 159.

- [10] Wojnowska T., Budzyński W., Koc J., Szymczyk S., Pilejczyk D., 1997: Rola czynników agrotechnicznych w kształtowaniu plonu i jego struktury oraz cech biometrycznych pszenżyta jarego. Cz. I i II. Zesz. Nauk. AR Szczecin, 175 (Rol. 65), 481-493.
- [11] Wróbel E., Budzyński W., 1994: Plonowanie i jakość białka ziarna pszenżyta jarego nawożonego zróżnicowanymi dawkami azotu. Zesz. Nauk. AR Szczecin, 162 (Rol. 58), 287-292.
- [12] Wróbel E., 1997: Reakcja pszenżyta jarego na zróżnicowane nawożenie azotem. Zesz. Nauk. AR Szczecin, 175 (Rol. 65), 503-508.

IMPACT OF SOWING DATE, NITROGEN FERTILISATION AND RAINFALL ON SPRING TRITICALE GRAIN YIELD

Summary

The total impact of the sowing date, nitrogen fertilisation and rainfall on the grain yield of spring triticale was studied with the results obtained from ten-year experiments. There was observed a total impact of these factors on the yield and grain yield components. It was found that the later the sowing date and the higher nitrogen fertilisation dose, the more important the sufficient rainfall. The yield loss due to a delayed sowing date was high under dry conditions and at high nitrogen doses, while such loss was inconsiderable under opposite conditions. The highest yield was observed for the fertilisation dose ranging from 65 to 105 kg N·ha⁻¹. The fertilisation dose exceeding 65 kg N per ha was justifiable only at early sowing and the rainfall not lower than 180 mm from April to July.

Key words: spring triticale, sowing date, nitrogen fertilisation, rainfall, yield

WPŁYW INSEKTYCYDÓW NA JAKOŚĆ INKRUSTOWANYCH NASION BURAKA CUKROWEGO

Henryk Sadowski

Katedra Genetyki i Hodowli Roślin, Wydział Rolniczy ATR
ul. Prof. S. Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz

W latach 1995-97 przeprowadzono laboratoryjne i polowe badania, mające na celu określenie wpływu insektycydów, zastosowanych metodą inkrustacji, na jakość nasion buraków cukrowych. W procesie inkrustacji wykorzystano następujące insektycydy: Promet 400CS, Furadan 480FS, Marshal 250DS, Force 20CS i Gaucho 70WS. Insektycydy Gaucho i Furadan obniżały istotnie energię i wigor nasion buraków cukrowych oraz dynamikę wschodów polowych. Z tego względu powinny być stosowane raczej jako zewnętrzna warstwa do nasion otoczkowanych, a nie do inkrustowanych.

Słowa kluczowe: nasiona, burak cukrowy, insektycydy, inkrustacja, jakość

1. WSTĘP

Polowe wschody, a następnie końcowa obsada i plony buraka cukrowego, uwarunkowane są nie tylko przez właściwości genetyczne odmian oraz czynniki agroekologiczne, lecz w znacznym stopniu przez jakość nasion determinowaną w dużym stopniu zabiegami technologicznymi, stosowanymi podczas przygotowania materiału siewnego [9]. Stosowane powszechnie zabiegi, polegające na kondycjonowaniu, inkrustacji i otoczkowaniu, wywierają zróżnicowany wpływ na jakość nasion. Jest ona także uzależniona od zastosowanych insektycydów, ich dawki oraz sposobu przygotowania nasion.

Jednocześnie stosowanie insektycydów w formie zapraw jest ważnym i opłacalnym zabiegiem ochrony roślin, pozwalającym na znaczne obniżenie dawek preparatów przy tej samej skuteczności, w porównaniu z preparatami granulowanymi stosowanymi do gleby [4]. Gama insektycydów w formie zapraw polecanych do zwalczania szkodników buraków cukrowych z każdym rokiem jest większa.

Insektycydem nowej generacji na polskim rynku jest Gaucho 70WS - preparat o bardzo szerokim spektrum działania na szkodniki - [3] oraz, jak dotąd nie zarejestrowany w Polsce, insektycyd Force 20CS.

2. MATERIAŁ I METODY

Do badań użyto nasion odmiany 'Maria', o kalibrzu 3,50-4,75 mm, udostępnionych przez Hodowlę Buraka Cukrowego w Ostrowcu Świętokrzyskim. Wykonano ich analizę laboratoryjną zgodnie z Polską Normą 94/R-65950, oznaczając następujące parametry:

- a) energię kiełkowania (LEK) po 4 dniach,
- b) zdolność kiełkowania (LZK) po 14 dniach,
- c) udział nasion nienormalnie kiełkujących,
- d) udział nasion nieskiełkowanych, w tym pełnych i pustych,
- e) suchą masę 100 kiełków po 7 dniach od nastawienia nasion,
- f) wigor nasion metodą „WS”, według Wiśniewskiego i Sadowskiego [9].

Do zaprawiania nasion zastosowano następujące fungicydy i insektycydy w formie zapraw: Oxafun T (tiuram + karboksyna), Tachigaren 70WP (hymexazol), Furadan 480FS (carbofuran), Promet 400CS (furatiokarb), Marshal 250DS (carbosulfan), Gaucho 70WS (imidacloprid) i Force 20CS (tefluthrine). Wymienione pestycydy nanoszono na nasiona metodą inkrustacji, według technologii stosowanej w Kutnowskiej Hodowli Buraka Cukrowego.

Dodatkowo wykonano badania porównawcze, oceniając kiełkowanie nasion w glebie. Podłoże stanowiła mieszanina torfu z glebą gliniastą i żwirem w proporcji 1:1:1; pH wynosiło 7,1; zasolenie 0,25 g/l gleby; zasobność w składniki pokarmowe była dobra; wilgotność gleby osiągnęła 70 % pełnej pojemności wodnej; temperatura kiełkowania 20°C. Kuwety z glebą umieszczono w kabinie fitotronowej. Kiełkujące nasiona liczono codziennie, a po 14 dniach od siewu określono świeżą masę siewek.

Doświadczenie polowe przeprowadzono w Stacji Hodowli Roślin Polanowice - na glebie klasy I, kompleksu pszennego bardzo dobrego, o dobrej zasobności w składniki pokarmowe. Doświadczenie założono metodą losowanych bloków, w 4 powtórzeniach, wysiewając punktowo po 100 nasion co 12 cm. Oznaczono:

- połową energię wschodów (PEW) - procentowy udział siewek wzeszłych po 3 dniach od rozpoczęcia wschodów w stosunku do liczby wysianych nasion,
- połową zdolność wschodów (PZW) - procentowy udział siewek wzeszłych po 21 dniach od rozpoczęcia wschodów w stosunku do liczby wysianych nasion.

Wyniki opracowano statystycznie, stosując analizę wariancji.

3. WYNIKI

Wyniki laboratoryjnej i polowej oceny inkrustowanych nasion buraka cukrowego przedstawiono w tabelach 1 - 4.

Insektocydy użyte do inkrustowania nasion buraka cukrowego w 1995 roku obniżyły (w porównaniu z kombinacją kontrolną) energię, zdolność kiełkowania i wigor (tab. 1). Istotny negatywny wpływ na badane parametry miały insektycydy Gaucho 70WS i Furadan 480FS. Pozostałe insektycydy, takie jak Marshal 250DS, Promet 400CS i Force 20CS, tylko nieznacznie obniżyły jakość nasion buraków.

Po przechowywaniu inkrustowanych nasion obniżka jakości uzależniona była od zastosowanych insektycydów - najwyższa w wariantach z Gaucho 70WS i Furadanem 480FS, najniższa w kombinacji kontrolnej i w wariantach z zastosowaniem do inkrustacji nasion Marshalu 250DS i Prometu 400CS.

W przeprowadzonych w 1996 roku badaniach laboratoryjnych i polowych z zestawem tych samych insektycydów (tab. 2) potwierdziło się niekorzystne oddziaływanie na jakość nasion insektycydów Gaucho 70WS i Furadanu 480FS. Zmniejszyły one także dynamikę wschodów polowych, nie wpływając jednak istotnie na połowę zdolność wschodów (tab. 2).

W 1997 roku przeprowadzono dodatkowo w laboratorium badania nasion buraków cukrowych inkrustowanych insektycydami Gaucho 70WS i Furadanem 480FS. Uzyskane wyniki zestawiono w tabelach 3 - 4.

Podobnie jak w poprzednich latach, insektycydy Gaucho 70WS i Furadan 480FS istotnie obniżały energię i wigor nasion (tab. 3). W porównaniu z kombinacją kontrolną i Furadanem 480FS, najbardziej niekorzystny do inkrustowania okazał się insektycyd Gaucho 70WS, który istotnie obniżał badane w laboratorium parametry (tab. 3).

Dane dotyczące kiełkowania inkrustowanych nasion buraka cukrowego w glebie przedstawia tabela 4. Insektycydy Gaucho 70WS i Furadan 480FS, zastosowane w procesie inkrustacji, w porównaniu z kontrolą istotnie zmniejszyły dynamikę kiełkowania nasion oraz masę siewek. Obniżenie dynamiki kiełkowania nasion w glebie było znacznie niższe niż na bibule. Nie stwierdzono nasion nienormalnie kiełkujących.

Tabela 1

Table 1

Wpływ inkrustacji nasion buraka cukrowego insektycydami
na laboratoryjną energię i zdolność kiełkowania oraz wigor (ATR, Bydgoszcz, 1995)
Effect of sugar beet seed film-coating with insecticides on their vigour and germination
(University of Technology and Agriculture, Bydgoszcz, 1995)

Warianty Variants	Bezpośrednio po inkrustacji Directly after film-coating			22 tygodnie po inkrustacji 22 weeks after film-coating			46 tygodni po inkrustacji 46 weeks after film-coating		
	LEK ¹⁾ %	WS ²⁾ %	LZK ³⁾ %	LEK %	WS %	LZK %	LEK %	WS %	LZK %
Kontrola – bez insektycydów Control – no insecticides	84	32	90	77	25	92	78	27	87
Gaucho 70WS 86 g/kg	76	20	86	76	22	88	73	12	84
Gaucho 70WS 130 g/kg	66	15	80	62	12	80	54	6	76
Marshal 250DS 100 g/kg	83	28	88	78	33	88	75	29	86
Promet 400CS 65 ml/kg	80	30	87	77	27	88	78	24	88
Force 20FS 60 ml/kg	79	30	85	82	34	90	75	15	84
Furadan 480FS 45 ml/kg	74	21	84	72	16	85	68	15	85
NIR ($\alpha = 0,05$) LSD ($\alpha = 0,05$)	2,89	4,80	2,30	3,78	2,95	2,72	3,70	3,76	3,51

¹⁾ Germination after 4 days

²⁾ Seedling length vigour index

³⁾ Germination after 14 days

Tabela 2
Table 2

Wpływ inkrustacji nasion buraka cukrowego insektycydami na laboratoryjną energię i zdolność kiełkowania, wigor i wschody polowe
(ATR Bydgoszcz i SHR Polanowice, 1996)

Effect of sugar beet seed film-coating with insecticides the speed of germination and germination, vigour and field emergence (University of Technology and Agriculture, Bydgoszcz and the Polanowice Plant Breeding Station, 1996)

Warianty Variants	LEK % Germination after 4 days	WS % Seedling length vigour index	LZK % Germina- tion after 14 days	PEW % Field emergence - first count	PZW % Field emergence - final count
Kontrola - bez insektycydów Control - no insecticides	80	39	86	32	54
Gaucht 70 WS, 86 g/kg	74	24	84	22	57
Marshal 250 DS, 100 g/kg	81	39	85	34	55
Promet 400 CS, 60 ml/kg	80	47	87	31	56
Force 20 FS, 60 ml/kg	81	41	87	30	54
Furadan 480FS, 45 ml/kg	71	32	81	26	54
NIR ($\alpha = 0,05$) - LSD ($\alpha = 0,05$)	2,87	5,19	2,91	4,26	ni - ns

ni - różnica nieistotna; ns - non-significant

Tabela 3
Table 3

Wpływ insektycydów na jakość inkrustowanych nasion buraków cukrowych
(ATR, Bydgoszcz, 1997)

Effect of insecticides on the quality of film coated sugar-beet seeds
(University of Technology and Agriculture, Bydgoszcz, 1997)

Warianty Variants	Zdolność kiełkowania Germination (%)			WS Seedling length vigour index (%)	Sucha masa 100 kielków Dry weight of 100 seed- lings (g)	Nienor- malnie kiełkujące Abnormal seedlings (%)	Udział nasion nieskiełkowanych Share of non- germinated seeds (%)	
	dni - days						pełne full	puste empty
	4	7	14					
Kontrola - bez insektycydów Control - no insecticides	94	98	98	38	0,209	0	1,25	0,75
Furadan 480FS 45 ml/kg	86	96	98	19	0,202	0	1,50	0,75
Gaucht 70WS 130 g/kg	71	86	90	6	0,186	2,75	6,50	0,50
NIR ($\alpha = 0,05$) LSD ($\alpha = 0,05$)	3,07	2,30	1,53	2,84	0,007	0,87	1,22	ni - ns

ni - różnica nieistotna; ns - non-significant

Tabela 4

Table 4

Wpływ insektycydów na kiełkowanie w glebie inkrustowanych nasion buraka cukrowego
(ATR, Bydgoszcz, 1997)

Effect of insecticides on germination in soil of film coated sugar-beet seeds
(University of Technology and Agriculture, Bydgoszcz, 1997)

Warianty Variants	Laboratoryjna zdolność kiełkowania po: Germination after:				Świeża masa siewek po 14 dniach Fresh weight of seedlings after 14 days (g)
	(%)				
	4 dniach 4 days	7 dniach 7 days	10 dniach 10 days	14 dniach 14 days	
Kontrola - bez insektycydów Control - no insecticides	74	90	94	94	9,72
Furadan 480 FS 45 ml/kg	69	88	92	93	9,55
Gaucha 70 WS 130 g/kg	54	81	89	91	9,32
NIR ($\alpha = 0,05$) LSD ($\alpha = 0,05$)	4,95	2,20	2,76	1,85	0,28

4. Dyskusja i podsumowanie

Doskonalenie materiału siewnego buraków cukrowych przebiega na etapie hodowli, agrotechniki i podczas obróbki technologicznej nasion. Jednym z zabiegów technologicznych jest inkrustowanie nasion z zastosowaniem pestycydów.

Wyniki uzyskane w badaniach własnych wskazują na niekorzystne oddziaływanie insektycydów zastosowanych do inkrustacji na badane parametry, co potwierdzają doświadczenia innych autorów [1, 5, 7, 10]. Pomimo niekwestionowanego negatywnego wpływu insektycydów zastosowanych metodą inkrustacji na podstawowe parametry określające wartość materiału siewnego w ocenie laboratoryjnej, preparaty te są i będą stosowane. Mają one na celu przede wszystkim ochronę roślin we wczesnych fazach rozwojowych przed szkodnikami [2, 8].

Niekorzystne efekty w procesie inkrustacji nasion insektycydami mogą być w znacznym stopniu zniwelowane przez kondycjonowanie i otoczkowanie [10]. Z badanych wariantów, po przechowywaniu do siewu można przeznaczyć nasiona buraków cukrowych inkrustowane z dodatkiem insektycydów Marshal 250DS i Promet 400CS. Otrzymane wyniki potwierdzają dane uzyskane przez innych autorów [6, 11], że nasion inkrustowanych insektycydem Gaucha 70WS nie można przechowywać.

Z uwagi na wysokie wymagania jakościowe wobec materiału siewnego buraków cukrowych, zwłaszcza stosowanych do siewów docelowych, wskazane byłoby kondycjonowanie nasion oraz ich warstwowe otoczkowanie. Insektycydy Gaucha 70WS i Furadan 480FS powinny być umieszczone nie w bezpośrednim sąsiedztwie nasienia, jak to ma miejsce przy inkrustacji, ale w peryferyjnych warstwach otoczki.

LITERATURA

- [1] Augustowski M., 1987: Stosowanie nasion zaprawianych Furadanem 35 ST i Prometem 666 SCO w PP Cukrownie Lubelskie. *Gaz. Cukr.* 10, 185-186.
- [2] Dewar A.M., 1992: The effect of imidacloprid on aphids and virus Yellows in sugar beet. *Pflanzenschutz Nachrichten Bayer* 45, 423-442.
- [3] Dewar A. M., Asher M.J.C., 1994: A European perspective on pesticide seed treatments in sugar beet. *Pesticide Outlook*, 11-14.
- [4] Ignaszak H., 1992: Ocena przydatności wybranych insektycydów granulowanych i zapraw nasiennych do ochrony plantacji produkcyjnych buraka cukrowego. Praca doktorska, ATR Bydgoszcz (maszynopis).
- [5] Konecny I., 1988: Stanoveni fitotoxicity pesticidu, ponzivanych k moreni osiva cukurovky na zaklade klicivosta pru behu vschazeni. *Rosti Vyroba* 34, 1-4.
- [6] Kotliński S., 1996: Wpływ różnych zestawów zapraw na dynamikę kiełkowania nasion cebuli. [W]: *Poprawa jakości nasion. Międzynarodowe Sympozjum ISK Skierniewice*, 69.
- [7] Kubacka-Szmidtgal M., Urbanowicz L., 1988: Zaprawy nasienne insektycydowe w uprawie buraków cukrowych. *Informator STC* 762, 9-19.
- [8] Muchembled C., 1991: Development of insecticidal treatments in beet. *Pflanzenschutz Nachrichten Bayer* 44, 175-182.
- [9] Sadowski H., 1991: Poprawa jakości nasion buraka cukrowego metodami chemicznymi. *Biul. IHAR* 177, 71-82.
- [10] Sadowski H., 1993: Wpływ zabiegów technologicznych na wigor nasion buraka cukrowego. [W]: *Znaczenie jakości materiału siewnego w produkcji roślinnej. Konf. Nauk. PAN-SGGW, Warszawa*, 302-309.
- [11] Sadowski H., 1997: Dynamika kiełkowania przechowywanych inkrustowanych i otoczkowanych nasion cebuli. *Mat. VII Zjazdu Hod. Rośl. Ogród., Szczecin*, 403-406.

EFFECT OF INSECTICIDES ON THE QUALITY OF FILM-COATED SUGAR BEET SEEDS

Summary

The influence of several insecticides applied as a film-coat for sugar beet seed was investigated from 1995 to 1997, both in the laboratory and in the field. The insecticides tested were as follows: Promet 400CS, Furadan 480FS, Marshal 250DS, Force 20CS and Gaucho 70NS. Gaucho and Furadan decreased the speed of germination and emergence, as well as seed vigour significantly and as such they should be recommended as an outer layer for the pelleted rather than for film-coated seed.

Key words: sugar beet, seed quality, insecticides, film-coating

INFLUENCE OF SOME SOIL CHEMICAL AND PHYSICAL PROPERTIES ON THE AMMONIUM NITROGEN LEACHING AND AMMONIA VOLATILIZATION IN THE LABORATORY EXPERIMENT

Ewa Spychaj-Fabisiak, Barbara Murawska

Department of Soil Chemistry, Faculty of Agriculture
Seminaryjna 5, 85-326 Bydgoszcz

The laboratory experiment researched into N-NH₄ leaching and ammonia volatilization depending on some soil chemical and physical properties. It was observed that the losses depended on different soil properties considerably. The N-NH₄ leaching was negatively correlated with fraction <0.02mm contents, CEC value, C₁ and N₁. The ammonia volatilization was positively correlated with soil pH and CaCO₃ content.

Key words: leaching, ammonium nitrogen, ammonia volatilization, nitrogen losses, and correlation coefficients

1. INTRODUCTION

The ammonium nitrogen appears in the soil due to a decomposition of proteins, a fertiliser component, and due to hydrolysis when applied as a urea fertiliser. At the ratio of C:N being lower than 20:1 and the N content being higher than 1.8%, a net mineralization effect remains positive and the NH₄⁺ ions accumulate in the soil [4] to undergo different transformations, very often associated with nitrogen losses as an effect of leaching [1,5,9,10] or due to ammonia volatilization [2, 3, 11].

Such losses, with their considerable fluctuations arising mainly from varied climatic and soil conditions, can be as high as 30% of the nitrogen applied, particularly due to an intense calcium fertilisation.

The aim of the present laboratory experiment was to determine the main soil physical and chemical properties on the leaching of N-NH₄ process and ammonia volatilization.

2. EXPERIMENT

The experiments on the ammonium nitrogen leaching (A) and the ammonia volatilization (B) were performed with 24 and 28 soil samples, respectively, taken from farms of the Pomorze and Kujawy Province. The main soil properties are presented in Table 1.

Physical and chemical properties of the soils studied
Właściwości fizyko-chemiczne badanych gleb

Parameter – Parametr		Experiment - Doświadczenie			
		A (n = 24)		B (n = 28)	
		range zakres	mean średnia	range zakres	mean średnia
C _t	g/kg	1.41 - 61.50	17.95	7.67 - 32.58	20.28
N _t		0.17 - 5.47	1.65	0.76 - 2.62	1.87
pH	in H ₂ O	4.7 - 7.5		5.3 - 7.4	
Hh	cmol (+)/kg	0.6 - 2.91	1.77	2.1 - 3.5	2.3
CEC		5.05 - 21.76	15.78	6.7 - 26.3	16.4
CaCO ₃	%	0.1 - 3.97	0.91	0.1 - 4.51	0.86
P	mg/100 g	2.50 - 14.8	7.93	0.65 - 9.03	4.48
K		2.9 - 25.1	16.04	1.58 - 36.9	11.74
Available - Dostępne					
Fraction - Frakcja < 0.02 mm	%	3 - 36	15.0	9 - 38	19.0

The soil samples were dried and then filtered through a 1mm-mesh sieve and placed in the PCV columns, 45 cm high and 8 cm in internal diameter (Experiment A). In order to moisten the soil samples, redistilled water was introduced with a dropper, at the amounts corresponding to full water capacity. Then a nitrogen solution, 5 cm³ of NH₄NO₃, was applied. In the soils investigated, under controlled (18°C) conditions, the same amount of water leached out in each case, and corresponded to 200 mm of rainfall, at 24-hour leaching time. The amount of the nitrogen leached out was determined with the filtrates obtained using the distilled method. Experiment B was conducted with 3 dm³ glass-vessels with a hermetic cover; 1.5 kg of soil samples were placed and brought to full water capacity. The soil samples were mixed with additional nitrogen, NH₄NO₃. The vessel, just above the soil surface, was supplied with an absorption cell containing 25 cm³ of the 0.025 mol dm⁻³ of the H₂SO₄ water solution. The chemically bonded ammonia were determined acidimetrically after 7 days; the measurements being taken over 3 weeks.

The additional N in Experiment A and B amounted to 100 mg N-NO₃, the equivalent of 50 mg N-NH₄ and 50 mg N-NO₃.

A more detailed methodology can be found in earlier papers [10, 11].

3. RESULTS AND DISCUSSION

The nitrogen leaching and ammonia volatilization investigated ranged from 1.64 to 29.71, with an average of 10.88 mg N·kg⁻¹ and from 2.89 to 19.5 at an average of 6.67 mg N·kg⁻¹, respectively. Both in Experiment A and B nitrogen losses were observed.

Correlation coefficients were calculated to define the relationship between the ammonium nitrogen leaching, ammonia volatilization and basic soil properties (Table 2).

Table 2
Tabela 2

Correlation coefficients calculated to define N-NH₄ leaching,
NH₃ volatilization and basic soil properties
Współczynniki korelacji dla zależności pomiędzy wymywaniem N-NH₄,
ulatnianiem NH₃ a podstawowymi właściwościami gleby

N losses Utrata N	Parameter – Parametr								
	C _t	N _t	pH	CaCO ₃	Hh	P	K	CEC	fraction frakcja < 0.02 mm
N-NH ₄ Leaching Wymywanie	-0.56	-0.56	ns - ni	ns - ni	ns - ni	ns - ni	-0.48	-0.59	-0.70
NH ₃ Volatilization Ulatnianie	ns - ni	ns - ni	0.57	0.73	ns - ni	-0.47	ns - ni	ns - ni	ns - ni

Significant correlation at $\alpha = 0.05$; Korelacja istotna przy $\alpha = 0.05$

ns - non-significant

ni - różnica nicistotna

It was observed that the ammonium nitrogen leaching depended on other soil properties than the ammonia volatilization did. The nitrogen leaching was essentially yet negatively correlated with the fraction <0.02 mm, CEC and with the content of C_t, N_t and K; $r = -0.70$, $r = -0.59$, $r = -0.56$, $r = -0.56$ and $r = -0.48$ respectively.

The linear regression equations are presented graphically for coefficients higher than 30%, only. It may be concluded that with an increase in the fraction <0.02 mm, C_t, N_t and the value of CEC, ammonium nitrogen losses caused by leaching can be significantly limited.

According to Nye [8], the soils with a high fraction <0.02 mm content show a weak cation desorption due to a strong bonding of the cation-colloidal soil system as well as ammonium ion which, according to Lax [6], is a strong adsorption center and creates a bond with silty particles; hence a limit to an ammonium nitrogen leaching from soils after N application.

The analyses of regression equations show that N content in soil influences N-NH₄ leaching most considerably.

The value of the CEC limits the ammonium ions leaching less considerably than the content of the fraction <0.02 mm. The weakest dependence was observed between the ammonium nitrogen leaching and the C_t content. The slope of the regression line has the lowest value, as compared with other regression coefficients (Fig.1), which indicates that the unit increase in the soil carbon content causes an increase in the amount of ammonium ions leaching by 0.22 mg N kg⁻¹ soil.

Since the C_t content in Polish soils ranges, on average, from 0.2 to 45 g kg⁻¹ of the soil, one can calculate that an increase in the C_t content by 2 units limits the losses due to N-NH₄ leaching by 0.44 mg N kg⁻¹ which is similar to the impact of the C_t

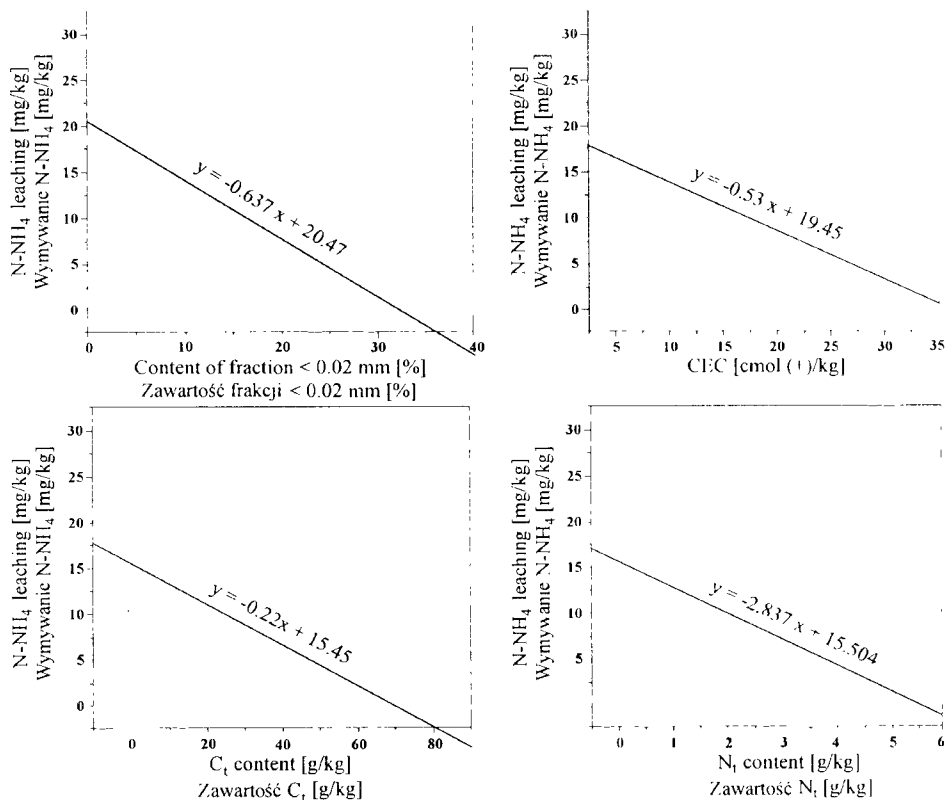


Fig.1. Relationship between N-NH₄ leaching from soils due to N application and the fraction <0.02 mm, CEC, C₁ and N₁

Rys.1. Zależności pomiędzy wymywaniem N-NH₄ z gleb po zastosowaniu N a frakcją <0.02 mm, PWK, C₁ i N₁

However the ammonia volatilization depended on the soil reaction as well as on the P and CaCO₃ content. It was observed that ammonia volatilization was essentially, positively correlated with pH of the soil and the CaCO₃ content ($r = 0.57$, $r = 0.73$, respectively) but negatively correlated with the P ($r = -0.48$) (determined with the Egner-Riehm method) content.

The relationship where determination coefficients were higher than 30% are presented in Fig.2.

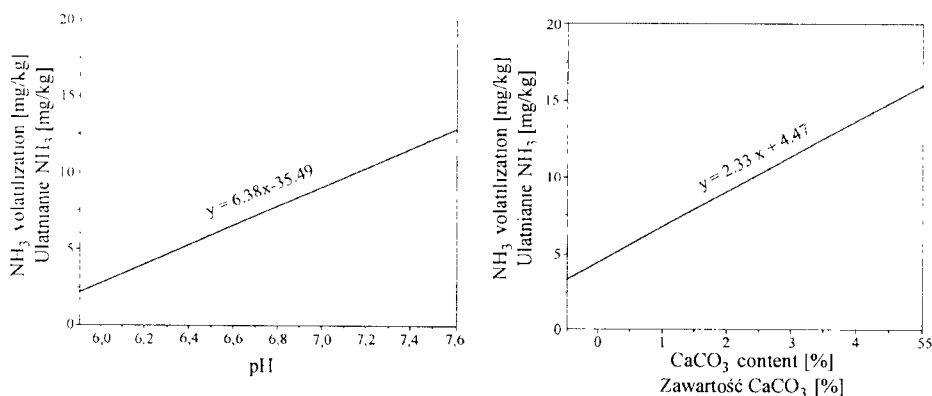


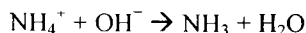
Fig.2. Relationship between ammonia volatilization from soils and their pH and CaCO₃ content
 Rys.2. Zależność pomiędzy ulatnianiem amoniaku z gleb a ich odczynem i zawartością CaCO₃

It may be then expected that with an increase in the soil reaction and CaCO₃ content, the N losses due to volatilization can be higher. The laboratory experiments showed that ammonia volatilization was observed in soils of 5.3-7.4 reaction. The lowest volatilization was observed in the acid soils (pH = 5.3 and 6.3) and amounted to 7% of the N dose, on average. Whereas typically alkaline soils (pH = 7.2 and 7.4) showed higher losses than 12% of the N dose.

Similar relationships were reported by Mills and V. Barker [7] observed in model experiments.

The present investigation showed that the increase in CaCO₃ in the soil by one unit caused the increase of the ammonia volatilization by 2.3 mg N·kg⁻¹ of the soil.

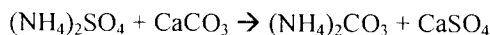
According to Wanhaba [14], the NH₃ losses are due to changes in the reaction equilibrium, namely:



in the soil.

The soil liming causes an increase in OH⁻ ions activity and a simultaneous increase in the NH₃ mobility; hence an increase in losses due to volatilization.

Yet Termann and Hunt [12] as well as Fenn and Kissel [2] have shown that an increase in the NH₃ volatilization can be due to a chemical mechanism and an unstable ammonium carbonate via a binary exchange reaction:



4. CONCLUSIONS

1. The nitrogen losses due to leaching and ammonia volatilization depended on soil properties considerably.

2. The nitrogen leaching from soils due to N application was correlated with fraction $<0.02\text{mm}$ ($r = -0.70$), CEC value ($r = -0.59$), C_1 ($r = -0.56$) and N_1 ($r = -0.56$) and K ($r = -0.48$) content.
3. The ammonia volatilization from the soil after N application was positively correlated with the pH ($r = 0.57$) and the CaCO_3 content ($r = 0.73$) yet negatively with the P content ($r = -0.47$).

REFERENCES

- [1] Borowiec S., Zabłocki Z., 1996: Wpływ rolniczego użytkowania i okrywy roślinnej na stężenie azotanów w odciekach drenarskich północno-zachodniej Polski. *Zesz. Mod. Nauk Roln.*, 440, 19-25.
- [2] Fenn L.B., Kissel D.E., 1975: Ammonia volatilization from surface application of ammonium compounds on calcareous soil. Effect of Calcium Carbonate Content., *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 39/4, 633-636.
- [3] Fenn L.B., Miymoto S., 1981: Ammonia loss and associated reactions of urea in calca-cerous soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 145, 537-540.
- [4] Fotyma M., Mercik S., 1995: *Chemia Rolna*. PWN, Warszawa.
- [5] Kopeć S., Nowak K., Smoroń S., 1991: Straty składników nawozowych przez wymywanie w zależności od nawożenia i uprawianej rośliny. *Rocz. Gleboz.* XLII, 3/4, 109-114.
- [6] Lax A., 1991: Cation exchange capacity induced in calcareous soils by fertilisation with manure. *Soil Sci.*, 151, 2, 174-178.
- [7] Mills H.A., Barker A.V., 1974: Ammonia volatilization from soils., *Soc. J. of Agron.*, 66/3, 355-672.
- [8] Nye P.H., Tinker P.B., 1977: Solute movement in the soil-root system. *Studies in Ecology*, 4, 33-68.
- [9] Ruskowska M., Rębowska Z., Sykut S., Kusio M., 1988: Bilans składników pokarmowych w doświadczeniu lizymetrycznym (1981-1995). I. Bilans azotu, fosforu i potasu. *Pam. Puł.*, 91, 216-233.
- [10] Spychaj-Fabisiak E., Loginow W., 1990: A model experiment with ammonium nitrate leaching of different soils. *Polish J. Soil Sci.*, XXIII/1, 25-30.
- [11] Spychaj-Fabisiak E., Loginow W., 1992: Ulatnianie się amoniaku z gleb w warunkach doświadczeń wazonowych i polowych. *Rocz. Glebozn.*, XLII, 1/2, 23-30.
- [12] Termann G.L., Hunt D.H., 1964: Volatilization losses of nitrogen from surface applied fertiliser as measured by crop response., *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 28, 667-672.
- [13] Toth B., 1984: Effect of various N-fertilisation on the microbiological transformation of organic matter. 9th World Fertiliser Congress Proc., 2, 247-250.
- [14] Wanhaba A., Randhawa M.S., Alan S.W., 1957: Loss of ammonia from ammonium sulphate under different conditions when applied to soils. *Soil Sci.*, 84, 249-255.

WPLYW WYBRANYCH FIZYCZNYCH I CHEMICZNYCH
WŁAŚCIWOŚCI GLEBY NA WYMYWANIE AZOTU AMONOWEGO
I ULATNIANIE AMONIAKU W DOŚWIADCZENIU LABORATORYJNYM

Streszczenie

W warunkach doświadczeń laboratoryjnych przeprowadzono badania wpływu właściwości fizykochemicznych gleb na proces wymywania $N-NH_4$ i ulatniania amoniaku do atmosfery. Stwierdzono, że straty te zależały zdecydowanie od różnych właściwości gleb. Okazało się, że wymywanie $N-NH_4$ było ujemnie skorelowane z zawartością frakcji <0.02 mm, wartością pojemności wymiennej kationów, z zawartością C i N ogółem, natomiast ulatnianie amoniaku z gleb dodatnio korelowało z odczynem gleb i zawartością węgla wapnia.

Słowa kluczowe: wymywanie, azot amonowy, ulatnianie amoniaku, straty azotu, współczynniki korelacji

PLONOWANIE JĘCZMIENIA JAREGO W ZMIANOWANIACH I MONOKULTURZE

Stanisław Urbanowski, Mariusz Piekarczyk, Teresa Rajs

Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin, Wydział Rolniczy ATR
ul. Ks. A. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz

W pracy przedstawiono wyniki dziesięcioletnich badań (1989-1998) nad plonowaniem jęczmienia jarego w zmianowaniu: tradycyjnym 6-półowym (kontrola) i uproszczonym 3-półowym oraz w monokulturze, na glebie płowej kompleksu żytniego dobrego.

Skrócenie zmianowania z 6 do 3 lat spowodowało obniżenie plonu ziarna średnio o 14,1%. Jęczmień jary uprawiany przez 10 lat w monokulturze (15-25 rok badań) plonował niżej o 41,9%, natomiast w okresie 25 lat o 33,8%, w porównaniu ze zmianowaniem tradycyjnym 6-półowym.

Słowa kluczowe: jęczmień jary, płodozmiany, uproszczenia zmianowań, monokultura

1. WSTĘP

Wzrost globalny produkcji zbóż może odbywać się na drodze podniesienia wydajności jednostkowej, zwiększenia powierzchni ich uprawy, bądź obu działań jednocześnie. W naszych warunkach należy przyjąć ten ostatni wariant.

Zdaniem wielu autorów, udział zbóż w strukturze zasiewów w Polsce nie powinien przekraczać 65% [2, 4, 6, 10]. Konsekwencją przekroczenia tej granicy jest zmiana konstrukcji zmianowań, w których uprawa poszczególnych zbóż następuje po sobie przez dwa, trzy, a nawet cztery kolejne lata [1, 2, 3, 7, 8, 10]. Takie następstwo prowadzi do spadku plonów. Z licznych badań wynika, że poszczególne gatunki roślin reagują na zwiększenie ich udziału w zmianowaniu zależnie od takich czynników, jak: klimat, gleba czy nawożenie [2, 3, 5, 8, 10, 11, 12, 14]. W ostatnich latach można odnotować w kraju, a zwłaszcza w niektórych regionach, duży wzrost udziału zbóż w strukturze zasiewów.

2. METODYKA BADAŃ

Doświadczenie prowadzone jest od 1974 r. w RZD Mochełek należącym do ATR w Bydgoszczy. Założono je na glebie płowej typowej kompleksu żytniego dobrego, w czterech powtórzeniach dla wszystkich płodozmianów i monokultury. Zawartość części splawialnych w warstwie ornej wynosiła 14-16%. Zasobność w makroskładniki przyswajalne była średnia, a odczyn w 1n KCl wahał się od 5,2 do 5,8 pH. Mochełek

120 kg P₂O₅, potasem w formie soli potasowej 180 kg K₂O, a azotem w postaci saletry amonowej 80 kg na ha.

Stosowano typową uprawę roli i pielęgnację. Siew jęczmienia jarego odmiany 'Lot' lub 'Dema' wykonano siewnikiem rzędownym w rozstawie 12,5 cm, między 2 a 18 kwietnia, zależnie od roku. Zabiegi agrotechniczne stosowano zgodnie z zasadami poprawnej uprawy. Choroby i szkodniki nie wyrządzały większych strat. Zbioru dokonywano kosiarką i po dosuszeniu młócono zboże z każdego poletka osobno. W ostatnich latach zbiuru dokonywano kombajnem do doświadczeń marki Wintersteinger. Plon ziarna przeliczono na 15% wilgotności. W próbach ziarna oznaczono zawartość białka ogólnego. Wykonano również pomiary biometryczne: obsady roślin, długości źdźbeł i kłosów, ilości ziaren w kłosie i MTZ.

3. WYNIKI BADAŃ

Plony ziarna jęczmienia jarego zależały w dużym stopniu od rozkładu i sumy opadów. Najniższe plony na wszystkich obiektach uzyskano w roku posuszonym 1992, w którym suma opadów wynosiła niewiele ponad 300 mm, a w okresie wegetacji 118,1 mm.

Tabela 2

Table 2

Plon ziarna jęczmienia jarego w t z ha i w % do kontroli w latach 1989-1998
Yield of spring barley grain yield (t·ha⁻¹) and percentage against 100 % of the control

Rok Year	Zmianowanie - Crop rotation			Monokultura Monoculture	
	6-połowe 6-year = 100%	3-połowe 3-year		t	%
	t	t	%		
1989	2,13	2,06	96,7	1,65	77,5
1990	4,39	4,37	99,5	3,78	86,1
1991	4,21	3,90	92,6	3,33	79,1
1992	1,94	1,93	99,5	1,13	58,2
1993	3,10	2,79	90,0	1,68	54,2
1994	4,29	3,47	80,9	1,65	38,5
1995	4,59	3,80	82,8	2,14	46,6
1996	4,66	2,82	60,5	1,93	41,4
1997	4,98	4,79	96,2	2,61	52,4
1998	4,60	3,50	76,1	2,73	59,3
Najniższy plon - Lowest yield	1,94	1,93	99,5	1,13	58,2
Najwyższy plon - Highest yield	4,98	4,79	96,2	3,78	75,9
Średnia - Mean 1989-1998	3,89	3,34	85,9	2,26	58,1
Współczynnik zmienności w latach, % Variability coefficient for respective years (%)	28,2	28,1	-	36,9	-
Średnia - Mean 1974-1998	3,37	3,09	91,7	2,23	66,2

NIK_(0,05) = LSD_(0,05)

Lata - Years = 0,73;

Obiekty - Objects = 0,30;

Obiekty × Lata - Objects × Years = 0,93;

Lata × Obiekty - Years × Objects = 1,27

Współczynnik zmienności plonów w poszczególnych latach był taki sam w przypadku obu zmianowań, natomiast różnice w zbiorach w uprawie monokulturowej były o 8,8% wyższe, co świadczy o mniejszej wierności plonowania przy uprawie ciągłej.

Średnie plony z ostatnich 10 lat badań wykazały ich spadek w zmianowaniu 3-letnim wynoszący 14,1%, w stosunku do zmianowania 6-letniego, podczas gdy obniżka w okresie 25 lat wyniosła 8,3%. W kolejnych latach trwania doświadczenia różnice te pogłębiały się. Podobne wyniki uzyskali w swych pracach Niewiadomski i Zawisłak [7], Vymetal [13], Zawisłak [14].

Uprawa w monokulturze powodowała obniżenie plonów o 41,9% w stosunku do zmianowania 6-letniego, podczas gdy w ciągu całego okresu 25 lat trwania doświadczenia spadek wynosił średnio 33,8%. Brak zmianowania powodował więc coraz większe straty w kolejnych rotacjach.

Niektóre określone elementy struktury plonu jęczmienia jarego (tab. 3) ujawniły pewne różnice w zależności od zastosowanych zmianowań. Liczba roślin w fazie 3 listka była nieznacznie wyższa w zmianowaniu 6-półowym. W uprawie ciągłej odnotowano wyraźny spadek obsady roślin. Liczba pędów kłosonośnych przed zbiorem wykazała duże zróżnicowanie. Najwięcej stwierdzono w zmianowaniu 6-półowym, następnie w 3-półowce, a zdecydowanie mniej w monokulturze (około 30%). Liczba ziarn w kłosie również wykazała tendencję spadkową przy uprawie ciągłej. Masa 1000 ziarn to kolejna cecha struktury plonu, która wyraźnie reagowała spadkiem wartości w uprawie monokulturowej. Podobne wyniki uzyskali w swych badaniach Gawrońska-Kulesza i inni [2], Gonetowie [3], Niewiadomski, Zawisłak [7], Zawisłak [14].

Tabela 3

Table 3

Niektóre cechy struktury plonu jęczmienia jarego, średnie z lat 1989-1998
Some elements of spring barley yield structure (means for 1989-1998)

Wyszczególnienie Specification	Zmianowanie - Crop rotation		Monokultura Monoculture
	6-półowe (kontrola) 6-year (control)	3-półowe 3-year	
Liczba roślin na 1m ² w fazie 3 liści Number of plants per sq.m. in the phase of 3 leaves	268.6	258.3	249.5
Liczba pędów kłosonośnych na 1m ² Number of ear shoots per sq.m.	548.7	470.6	373.8
Masa 1000 ziaren w g Weight of 1000 grains (g)	43.0	42.3	40.1
Liczba ziaren w kłosie Number of grains per ear	18.1	17.8	16.7

Dorodność ziarna frakcji o średnicy 2,8-2,5 mm korzystniej układała się w zmianowaniu 6-półowym, natomiast udział pośladu wykazał tendencję wzrostu w monokulturze (tab. 4). Zawartość białka ogólnego w ziarnie różniła się nieznacznie.

Tabela 4

Table 4

Celność ziarna jęczmienia jarego i zawartość białka w s.m. (średnie z lat 1989-1998)
Spring barley grain fraction and content of protein in d.m. (means for 1989-1998)

Wyszczególnienie Specification	Zmianowanie - Crop rotation		Monokultura Monoculture %
	6-półowe (kontrola) 6-year (control) %	3-półowe 3-year %	
Frakcja w mm - Fraction (mm)			
powyżej 2,8 - above 2,8	39,05	41,67	38,63
2,8 - 2,5	43,07	40,17	39,40
2,5 - 2,2	9,73	9,84	11,78
poślad < 2,2 - grain waste < 2,2	8,15	8,32	10,19
Białko w % - Protein (%)	12,43	12,24	12,56

4. WNIOSKI

1. Uproszczenie zmianowania 6-półowego do 3-półowego po kilkunastu latach obniżyło plon ziarna jęczmienia jarego.
2. Uprawa jęczmienia jarego w monokulturze w dłuższym okresie czasu powodowała wysoki spadek plonu ziarna.
3. Obniżeniu wydajności ziarna, stwierdzonemu głównie w monokulturze, towarzyszyły także negatywne zmiany w strukturze plonu, jak: redukcja obsady roślin, zmniejszenie liczby ziarn w kłosie oraz MTZ.

LITERATURA

- [1] Adamiak J., 1980: Studia nad uprawą roślin w monokulturze. Zesz. Nauk. AR-T Olsztyn, Rolnictwo 30, 87-107.
- [2] Gawrońska-Kulesza A., Roszak W., Kowalski S., Lenart S., 1980: Produkcyjność zmianowań o uproszczonej strukturze zasiewów. Zesz. Nauk. AR-T Olsztyn, Rolnictwo 29, 207-217.
- [3] Gonet I., Gonet Z., 1979: Reakcje zbóż na uprawę w narastającej monokulturze. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 218, 123-131.
- [4] Krześlak S., Niewiadomski W., Sadowski T., 1984: Produkcyjność jęczmienia jarego w specjalistycznych zmianowaniach zbożowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 105, 317-320.
- [5] Krześlak S., Sadowski T., 1991: Reakcja jęczmienia jarego na narastający udział zbóż w płodozmianach na glebie lekkiej. Materiały z V Seminarium Płodozmianowego. Zbiór prac źródłowych, cz. III, AR-T Olsztyn, 25-26 IX 1991 r., 55-61.
- [6] Krzymuski J., 1980: Próba optymalizacji zasiewów zbóż. Pam. Puł., 72, 19-34.
- [7] Niewiadomski W., Zawisłak K., 1978: Produktywność jęczmienia jarego w zmianowaniu tradycyjnym, uproszczonym i w monokulturze. Acta Univer. Agricul. Sbornik Vys. Skoly Zemied. v Brne, Rocnik XXVI, Cislo 1, 31-37.

- [8] Niewiadomski W., Zawiślak K., 1979: Tolerancja jęczmienia jarego na uproszczenie zmianowania. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 218, 13-21.
- [9] Rudnicki F., Rajs T., Urbanowski S., 1994: Wpływ ilości opadów na efekty uprawy roślin w wieloletnich monokulturach. III. Jęczmień jary. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Rolnictwo 35, 21-26.
- [10] Urbanowski S., 1984: Dobór, udział i miejsce zbóż w zmianowaniu. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Rozprawy nr 16, 5-64.
- [11] Urbanowski S., 1991: Plonowanie zbóż w zmianowaniach i monokulturze. [W]: Synteza i perspektywa nauki o płodozmianach. V sem. płodozmianowe, AR-T Olsztyn – VSZ Brno, cz. III, Olsztyn, 205-211.
- [12] Urbanowski S., Rajs T., Rogowski J., 1993: Wpływ zmianowań i głębokości orki na plony jęczmienia jarego. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Rolnictwo 33, 25-31.
- [13] Vymetal V., 1980: Dotychczasowe wyniki monokulturowej uprawy jęczmienia jarego w południowych Morawach. Zesz. Nauk. AR-T Olsztyn, Rolnictwo 29, 33-40.
- [14] Zawiślak K., 1983: Stopień specjalizacji i zmianowań a wydajność roślin i zmiany w glebie. Zesz. Nauk. AR-T Olsztyn, Rolnictwo 37, 3-47.

YIELDING OF SPRING BARLEY IN CROP ROTATIONS AND MONOCULTURE

Summary

The paper presents the results on the yielding of spring barley from 1989 to 1998 in traditional 6-year crop rotation (control), simplified 3-year crop rotation and monoculture on the lessive soil of a good rye soil suitability complex. The shortening of the rotation to three years resulted in the spring barley grain yield decrease by 14.1%, on average. Continuous cultivation for 10 years (between the 15th and 25th year of experiment) reduced the yield by 41.9%, while for 25 years by 33.8% as compared with the control.

Key words: spring barley, crop rotation, simplified crop rotation, monoculture

PROCES PODEJMOWANIA DECYZJI PRODUKCYJNYCH PRZEZ ROLNIKÓW W SYSTEMIE DORADZTWA ROLNICZEGO

Bogdan Marian Wawrzyniak

Zakład Doradztwa Rolniczego, Wydział Rolniczy ATR
ul. Prof. S. Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz

Podjęcie decyzji produkcyjnych przez rolników należy do podstawowych kanonów gospodarki rynkowej. Rolnik jako właściciel gospodarstwa rolnego staje codziennie przed wieloma dylematami o różnej skali trudności, które przybierają postać decyzji. W procesie tym pomagają służby doradcze, odpowiedzialne za dostarczenie informacji rynkowej, niezbędnej do wyboru wariantu optymalnego.

Podstawowym celem badań było poznanie mechanizmu podejmowania decyzji przez rolników. Badania przeprowadzono w latach 1995-1997 na terenie makroregionu środkowo-zachodniego, obejmując nimi 467 właścicieli gospodarstw rodzinnych oraz 207 doradców terenowych z ODR.

W wyniku badań stwierdzono, że w warunkach gospodarki rynkowej rolnicy nie są w stanie racjonalnie działać bez pomocy z zewnątrz. Wiedza na temat mechanizmów podejmowania i kształtowania decyzji produkcyjnych nie jest im znana. Ich działalność obciążona była błędami, co skutkowało spadkiem poziomu produkcji i opłacalności.

Słowa kluczowe: proces decyzyjny, informacje rynkowe, doradca terenowy

1. WSTĘP

Na proces decyzyjny w rolnictwie należy spojrzeć poprzez pryzmat odmienności systemowej zarządzania w tej gałęzi. Na tę odmienność składa się biologiczny charakter produkcji rolniczej i bezpośredni związek z przyrodą oraz wielkość agregatu wytwórczego w postaci ziemi i innych środków produkcji [1]. W rolnictwie proces podejmowania decyzji odbywa się w małym gronie uczestników (rodziny) oraz w określonym otoczeniu (sąsiedzi). Ponadto rolnik ma ograniczony dostęp do informacji rynkowych, które mogłyby kształtować jego pogląd na temat racjonalności działania.

Nośnikiem informacji rynkowych dla rolnika, a jednocześnie jego powiernikiem w sprawach decyzyjnych, jest doradca. Z racji wykształcenia i kompetencji zawodowych doradca może wpływać na zjawiska występujące na wsi i w rolnictwie [6, 8].

2. METODY I ORGANIZACJA BADAŃ

Badania terenowe przeprowadzono w latach 1995-1997 w makroregionie środkowo-zachodnim. Ogółem objęto nimi 467 gospodarstw indywidualnych, typowanych

wspólnie ze służbą doradcą ODR, która ponadto pomagała w zbieraniu danych w oparciu o specjalnie przygotowany kwestionariusz ankiety.

Stosowano różne metody badawcze, poczynając od metody ankiety i sondażu diagnostycznego, poprzez obserwacje, dyskusje i rozmowy kierowane. Obok właścicieli gospodarstw rodzinnych, drugim poziomem badań byli doradcy terenowi ODR w liczbie 207 z danego terenu.

3. WYNIKI BADAŃ

3.1. Fazy podejmowania decyzji produkcyjnych w gospodarstwie

Wiedzę potrzebną do podejmowania decyzji gospodarczych rolnicy czerpią z różnych źródeł o charakterze wewnętrznym i zewnętrznym. Źródłem wewnętrznym jest najbliższe otoczenie - żona, rodzina, sąsiedzi, grupy producenckie itp. Natomiast źródła zewnętrzne to osobiste kontakty z doradcą, z rynkiem, publikacjami, prasą lokalną oraz innymi mediami. Sygnały o sposobach zachowania się na rynku przesyłają agendy rządowe w postaci kwot skupu, kredytów preferencyjnych, charakteru polityki celnej, dotacji do eksportu i innych instrumentów oddziaływania celowego.

Jednakże dla podejmowania decyzji konieczna jest wiedza nie tylko o bieżących zdarzeniach, ale też o przyszłych tendencjach rozwoju rolnictwa. Z uwagi na długi cykl produkcyjny w rolnictwie, rolnik podejmuje nie tylko decyzje bieżące, ale coraz częściej decyzje o dłuższym horyzoncie czasowym.

Proces podejmowania decyzji jest działalnością złożoną, a ponadto można w nim wyróżnić kilka etapów lub faz. Badacze na ogół wyróżniają 5 następujących faz [2, 3]:

- 1) krystalizacji koncepcji i dokonywania obserwacji zjawisk,
- 2) analizy faktów na tle sformułowanych koncepcji i weryfikacji problemów do rozwiązania,
- 3) podejmowania właściwych decyzji,
- 4) realizacji decyzji,
- 5) ponoszenia pełnej odpowiedzialności za podjęte działania.

Każdą fazę procesu decyzyjnego można określić mianem pewnego mikroprocesu, który jest wypadkową różnych przemyśleń i cząstkowych decyzji członków rodziny. Każdą fazę można scharakteryzować przy pomocy przynajmniej dwóch pojęć, tj. „rozpiętości” , na którą składa się zakres działań w określonej fazie, i „głębokości” fazy (szczegółowości), wyznaczonej ilością informacji branych pod uwagę w funkcjonowaniu danej fazy i pozwalających docierać do sedna sprawy [4, 5].

Niezmiernie ważne było ustalenie, w jakiej fazie rolnik oczekuje, aby ktoś pomógł mu w podjęciu decyzji. Jest to wręcz kluczowy problem dla zagadnienia teorii decyzji i wskazówka dla służb doradczych, kiedy wkraczać w proces decyzyjny [7, 8].

Zjawisko występowania faz, jak również te czynności, które rolnik podejmuje codziennie, a które my określamy jako procesy decyzyjne, nie jest procesem przez nich uświadomionym. Jak wiadomo, każda decyzja ma wymiar subiektywny, ale skutki mają już charakter obiektywny. Decyzję bowiem podejmuje rolnik według na ogół swego uznania i ponosi konsekwencje jej realizacji. Stąd dla jednego gospodarstwa czy rolnika dana decyzja może być prawidłowa, dla innych zaś zła. Bezkrytyczne zatem naśladownictwo może być niebezpieczne i przynosić w konsekwencji określone straty.

Podjęcie decyzji przez producentów rolnych przebiegało według określonych faz, chociaż nie w każdym przypadku występowały one według klasycznych reguł.

Zarówno czas trwania poszczególnych faz, jak i płynność przechodzenia jednych w drugie były zdeterminowane osobistymi cechami badanego rolnika, jego dotychczasowym doświadczeniem i stopniem wykształcenia. Stwierdzono, że rolnicy mają tendencję dostosowywania swojej decyzji do funkcji informacji oraz struktury otoczenia rolniczego. Struktury nieformalne w ramach wsi (sąsiedzkie, krewniacze) w jakimś stopniu kompensowały niedostatek informacji napływających z oficjalnych źródeł.

W odniesieniu do 5 faz podejmowania decyzji produkcyjnych rolnicy najwięcej pomocy oczekiwali w początkowej fazie (61,2 %), która jest dla producentów zarówno początkiem procesu decyzyjnego, jak i początkiem zmierzenia się z nowym problemem. We wstępnej fazie w zakresie produkcji roślinnej i zwierzęcej rolnik oczekuje pomocy głównie od członków rodziny (44,4 %), doradców (34,0 %) oraz od osób kontraktujących (16,8 %).

Ważność pierwszej fazy procesu decyzyjnego wynika z faktu, że ważyły się losy gospodarstwa domowego i rolnego. Mniejsze znaczenie miały informacje w przypadku decyzji bieżących, natomiast większe w przypadku decyzji o skutkach długofalowych. Decyzje o znaczeniu bieżącym są podejmowane niejako automatycznie, z dnia na dzień, bez większej refleksji, a więc niemal rutynowo. Trudno tutaj nawet mówić o występowaniu klasycznych pięciu faz procesu decyzyjnego. Zupełnie inaczej mają się sprawy w przypadku zadań długookresowych (np. inwestycji), gdzie decyzje mają charakter strategiczny, zaś skutki mogą być odczuwane nawet przez następne pokolenie.

Założono hipotetycznie, że w pierwszej fazie procesu decyzyjnego prymat będzie miała rodzina i to przypuszczenie badawcze zostało potwierdzone. Jest to logiczne z socjologicznego punktu widzenia. Rodzina wiejska jako grupa społeczna pełni zupełnie swobodną rolę integracyjną i funkcję wychowawczą. Wysoka pozycja doradców - specjalistów nie może dziwić, ponieważ zdobyli oni już zaufanie w środowisku wiejskim, a ponadto są w opinii rolników fachowcami wysokiej klasy, którym można zaufać i powierzyć część decyzji.

Kolejna grupa pytań zmierzała do ustalenia, jakie muszą być przesłanki podejmowania decyzji i uwarunkowania ekonomiczno-organizacyjne sprzyjające temu procesowi. Bieżącej sytuacji produkcyjnej w rolnictwie nie sprzyja zła koniunktura gospodarcza. Stąd ostrożność rolników w podejmowaniu wyzwań przyszłościowych i występuje raczej zjawisko koncentracji uwagi na bieżących sprawach gospodarczych. Nauczeni doświadczeniem, że nie wszystkie wyprodukowane towary i surowce uda się sprzedać na pniu, szukają gwarancji zbytu poprzez roczne (34,9 %), a najlepiej wieloletnie (39,7 %) umowy kontraktacyjne. Przy czym w badanych rejonach i te niegdyś niepodważalne filary produkcji zaczynają upadać. Z wieloma rolnikami nie podpisały lub nie przedłużyły umowy kontraktacyjnej cukrownie, zakłady przemysłu ziemniaczanego, zakłady zbożowe, a nawet zakłady przemysłu olejarskiego. Brak również jasnych perspektyw na zbyt trzody chlewnej i żywca wołowego, zaś koniunktura gospodarcza raz wykazuje opłacalność produkcji, by w krótkim czasie zanotować jej spadek.

Tylko 22,4 % badanych rolników uzyskiwało dane o cenie zbytu na swoje produkty rolne przed podjęciem decyzji produkcyjnych, 26,7% w trakcie trwania cyklu produkcyjnego, zaś aż 43,5% po jego zakończeniu. Jeśli wziąć pod uwagę, że cena ma wpływ na koszt produkcji i obrazuje opłacalność, uzyskiwanie tak późno informacji o cenie zbytu nie sprzyja podejmowaniu racjonalnych decyzji.

Badani rolnicy wskazywali w sposób niedwuznaczny na bariery utrudniające podejmowanie racjonalnych decyzji produkcyjnych. Bariery te miały charakter zewnętrzny

i wewnętrzny, tkwiący w samych rolnikach. Zahamowania wewnętrzne miały charakter psychologiczny, a ich objaśnienie wymagałoby odrębnych badań. Z kolei bariery zewnętrzne sprowadzały się głównie do zbyt wysokich cen środków produkcji (57,8 %), nazbyt wysokiego oprocentowania kredytów (45,3 %), trudności ze zbytym płodów rolnych (26,3 %) oraz istotnych opóźnień w płatnościach za sprzedane produkty rolne (34,5 %).

Badani rolnicy najmniej uwagi przywiązywali do piątej fazy, czyli brania odpowiedzialności za skutki podjętej decyzji. Po prostu nie oglądali się wstecz, nie dyskutowali na temat wówczas podjętych decyzji oraz wykazywali determinację, ponieważ już stało się i nie ma odwrotu.

Procesy decyzyjne w badanych gospodarstwach nie zawsze przebiegały w ramach klasycznych pięciu faz. Różnice te wynikały głównie z pomijania niektórych faz procesu, które w ramach badań terenowych trudno było wyizolować i wyraźnie określić. O liczbie faz oraz ich charakterystyce w konkretnym procesie decydowały następujące uwarunkowania:

- 1) rodzaj zadania decyzyjnego,
- 2) czas, jaki upłynął od podjęcia decyzji,
- 3) skutki decyzji dla gospodarstwa,
- 4) czas trwania procesu decyzyjnego,
- 5) doświadczenie rolnika,
- 6) cechy intelektualne decydenta i członków rodziny.

3.2. Struktura procesu decyzyjnego w gospodarstwach rodzinnych

Analizując zarządzanie w indywidualnych gospodarstwach rolnych, dostrzec można kilka podziałów zadań decyzyjnych. Kryteriami takiego podziału mogą być między innymi:

- 1) ważność zadań,
- 2) częstotliwość,
- 3) terminowość,
- 4) odwołalność (zmiana decyzji),
- 5) alternatywność.

Wiadomo powszechnie, że decyzje różnią się między sobą pod względem ważności. Miarą ważności decyzji może być wielkość potencjalnej korzyści lub straty, jaką decyzja pociąga za sobą. Decyzje różnią się także pod względem częstotliwości ich podejmowania. Są decyzje o długim horyzoncie czasowym, które podejmuje się ze szczególną rozważą, raz na całe życie (np. inwestycje) i decyzje podejmowane codziennie w zależności od rytmu przyrody. Wiele decyzji z zakresu zarządzania gospodarstwem w istocie nie posiada dużego znaczenia. Ale ponieważ są one powtarzalne, ważny jest ich łączny efekt.

Wśród odpowiedzi na pytanie „Czy decyzje produkcyjne podejmuje Pan(i) z określonymi osobami?” zdecydowanie pierwsze miejsce zajmuje odpowiedź: z żoną (mężem) - 65,9 %, następne zaś z rodzicami (teściami) - 17,3 % oraz z dziećmi - 4,7 %, co łącznie daje 87,9 %. Pozostawanie w kręgu rodzinnym nie dziwi, ponieważ z samej istoty gospodarstwa rodzinnego wynika, że wyznaczanie sobie celów bieżących i strategicznych odbywa się jako wypadkowa ścierania się różnych poglądów tradycyjnych i nowoczesnych, osobistych i zbiorowych. Udział osób z zewnątrz w procesach wyboru nie miał istotnego wpływu w odniesieniu do sąsiadów (6,9 %) i doradców (2,2 %). Im rol-

nik miał do czynienia z bardziej skomplikowaną decyzją, tym faza wstępna trwała dłużej i tym chętniej sięgał do porady fachowca lub sąsiada.

Istotne było pytanie na temat sfery produkcji, które wymagało konsultacji. Rolnik w oparciu o napływające informacje musiał dokonać wyboru jednej alternatywy, przystającej do wymogów produkcyjnych i uwarunkowań ekonomicznych. Stwierdzono, że strumień jednostkowych decyzji od najbliższej rodziny i od doradców nie zawsze dawał się przetworzyć na określony wybór i zawsze powstawał problem: co wybrać, a co odrzucić. Dalszy problem powstaje przy rozpatrywaniu skuteczności decyzji. Z reguły decyzję powziętą w ramach gospodarstwa wykonuje ten, kto ją podjął. Dlatego decyzja będzie wykonana tym lepiej i tym zgodnie z jej celem, im dokładniej wykonawca będzie wiedział o tym celu i im bardziej ten cel będzie odpowiadał jego własnemu przekonaniu. Wykonanie decyzji, której wykonawca nie rozumie, z reguły pozostawia wiele do życzenia.

Każda decyzja organizacyjna dotyczy nie tylko rzeczy materialnych, ale także procesów produkcyjnych, które w ramach gospodarstwa są skomplikowane. Rutynowe wykonawstwo ulega deformacji w przypadku nadzwyczajnych sytuacji (klęsk żywiołowych, chorób zwierząt, wypadków przy pracy), które wprowadzają niepokój do standardowych zachowań. Sytuacja ta wpływa na psychikę ludzi, na ich postawy i postępowanie, a więc decyzje ulegają deformacji.

Działom produkcji roślinnej i zwierzęcej przyporządkowano odpowiednio 31,7 % i 30,7 % decyzji podlegających konsultacji. Z kim przeprowadzano i jakim sprawom te konsultacje były podporządkowane, trudno jednoznacznie odpowiedzieć. Rolnicy przytaczali setki szczegółowych decyzji: od spraw błażych i jednostkowych do spraw o większym ciężarze gatunkowym i dość skomplikowanych, które dyskutowano w rodzinie, a które nie dają się w sposób jednoznaczny zakwalifikować. Sfera konsultacji zależała od rytmu przyrody i terminów wegetacyjnych, pory dnia i roku, gatunku roślin i zwierząt, fazy prac i stopnia złożoności.

W związku z regulacjami rynkowymi coraz więcej uwagi poświęcano sprawom ekonomiki (19,3 %) oraz mechanizacji (11,4 %). Sprawy budownictwa (6,4 %) w kontekście trudności kredytowych były w mniejszym zakresie konsultowane.

Ogólnie biorąc, procesy decyzyjne przebiegały w warunkach niepewności i ryzyka, przy czym rolnik pozostawał sam ze swoimi problemami, zaś doradca wobec dużej liczby gospodarstw w swoim rejonie, nie mógł efektywnie uczestniczyć w tym procesie.

4. PODSUMOWANIE

W niniejszym opracowaniu postawiono do rozwiązania dwie grupy celów, a mianowicie: jak przebiega proces podejmowania decyzji produkcyjnych przez rolników oraz jakie znaczenie dla tego procesu ma istniejący system informacji rynkowej, kreowany głównie przez ośrodki doradztwa rolniczego.

Oba cele zostały - jak się wydaje - osiągnięte poprzez dotarcie do dużej grupy rolników (467), którzy poddani zostali wieloczynnikowym badaniom w oparciu o kwestionariusz ankiety, dyskusje i rozmowy kierowane, w trakcie których mogli wyrazić swoje opinie na temat wieloaspektowych mechanizmów procesu decyzyjnego.

Teoretyczna wiedza o mechanizmach podejmowania i kształtowania decyzji produkcyjnych nie jest znana rolnikom. Działają raczej w oparciu o wycucie i rutynę, metodą prób i błędów, a nie na podstawie naukowych zasad organizacji pracy, ponieważ tych zasad nikt ich nie uczy! Stąd stwierdzono wiele nieprawidłowości w dokonywa-

nych wyborach, które w przypadku decyzji bieżących miały mniejszy ciężar gatunkowy, zaś w przypadku decyzji średnio- i długoterminowych w skrajnych przypadkach doprowadzały do upadku gospodarstwa.

Procesy decyzyjne badanych rolników miały przebieg fazowy. Przy realizacji zadań długofalowych stwierdzić można było występowanie wszystkich faz. Natomiast w procesach decyzyjnych o charakterze bieżącym i krótkofalowym często miało miejsce zjawisko pomijania fazy drugiej, dotyczącej zbierania informacji i analizy oraz fazy piątej, obejmującej ustalanie skutków decyzji i ponoszenie za nie odpowiedzialności.

Analiza procesów decyzyjnych rolników wskazuje, że na przebieg czynności miały wpływ takie czynniki, jak rodzaj zadania decyzyjnego, doświadczenie rolnika, czas trwania procesu decyzyjnego oraz cechy intelektualne rolnika i jego rodziny.

LITERATURA

- [1] Bradford L.A., Johnson G.L., 1963: Farm Management Analysis. John Wiley and Sons. New York.
- [2] Castle E.N., Becker M.H., 1994: Zasady podejmowania decyzji w gospodarstwie rolniczym. PWRiL, Warszawa 1971.
- [3] Drücker P.F.: Praktyka zarządzania, Czytelnik Nowoczesność. Akademia Ekonomiczna w Krakowie, Kraków.
- [4] Griffin R.W., 1996: Podstawy zarządzania organizacjami. PWN, Warszawa.
- [5] Penc J., 1996: Decyzje w zarządzaniu. Biblioteka Menedżera, Kraków.
- [6] Wawrzyniak B., 1977: Decyzje kierownicze w teorii i praktyce. PWE, Warszawa.
- [7] Wawrzyniak B., 1996: Proces podejmowania decyzji produkcyjnych w strukturze doradztwa rolniczego. Zagadnienia Doradztwa Rolniczego, 1.
- [8] Zegar J.S., 1985: Rachunek ekonomiczny i podejmowanie decyzji w gospodarstwie chłopskim. Wydawnictwo Spółdzielcze, Warszawa.

FARMERS AND AGRICULTURAL COUNSELLING IN PRODUCTION DECISION-MAKING

Summary

Market economy involves farmers to participate in the production decision-making. The farmer, being the owner of his farm, faces challenges of different kind and has to take decisions. Decision-making is supported by the counselling bodies responsible for providing market updates for the best decision to be made. The present research aimed at defining the farmers' decision-making mechanisms. The research of 1995-1997 covered the mid-western macro-region, including 467 family farm owners as well as 207 local counsellors representing Agricultural Counselling Centres (ODR). The results showed that market economy makes it impossible for the farmers not to look for assistance; farmers are not familiar with production decision-making. They committed many mistakes which, in turn, decreased the produce volume and cost-effectiveness.

Key words: decision-making, market updates, local counsellor

REAKCJA BIELINKA KAPUSTNIKA I JEGO ENDOPASOŻYTA BARYŁKARZA BIELINIAKA NA WYBRANE EKSTRAKTY ROŚLINNE

Maria Wawrzyniak

Katedra Entomologii Stosowanej, Wydział Rolniczy ATR
ul. Ks. A. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz

Celem podjętych badań była ocena działania na szkodniki wyciągów z kilku wybranych roślin rosnących w naszych warunkach klimatyczno-glebowych. Przedstawiono rezultaty testów nad aktywnością antyfidantną wodnych i alkoholowych wyciągów roślinnych w stosunku do bielinka kapustnika. Badano także wpływ testowanych ekstraktów na endopasożyta bielinka - baryłkarza bieliniaka. Badania prowadzono w warunkach laboratoryjnych i polowych. Uzyskane wyniki wykazały, że najsilniejszą aktywnością antyfidantną wyróżniał się wodny wyciąg z liści czarnego bzu oraz alkoholowe ekstrakty z ziela dziurawca zwyczajnego i owocu czarnego bzu. Testowane wyciągi nie wpływały redukująco na populację baryłkarza bieliniaka. W warunkach polowych motyle nie składały jaj na rośliny traktowane wodnymi wyciągami z testowanych roślin.

Słowa kluczowe: wyciągi roślinne, bielinek kapustnik, baryłkarz bieliniak

1. WSTĘP

Wprowadzanie pestycydów do środowiska naturalnego podczas zabiegów chemicznego zwalczania szkodników roślin powoduje zachwianie równowagi naturalnych układów ekologicznych. Zmniejszanie tych ujemnych skutków polegać może na zastępowaniu środków chemicznych przez biopestycydy, do których zaliczane są m.in. preparaty pochodzenia roślinnego. Szerokie nadzieje wiąże się z biologiczną aktywnością wtórnych metabolitów roślinnych - alkaloidów, glikozydów, fenoli, terpenów, saponin, kukurbitacyn itp., które ujemnie wpływają na rozwój owadów [1, 2, 3].

Celem podjętych badań była ocena działania wyciągów z kilku wybranych roślin rosnących w naszych warunkach klimatyczno-glebowych na bielinka kapustnika (*Pieris brassicae* L.) i jego endopasożyta - baryłkarza bieliniaka (*Apanteles glomeratus* L.).

2. MATERIAŁ I METODY

Obserwacje prowadzono w warunkach laboratoryjnych i polowych. W badaniach laboratoryjnych testowano alkoholowe i wodne wyciągi z następujących gatunków roślin:

- bez czarny - *Sambucus nigra* L. (kwiat, owoc, liść, kora), rodzina Przewiertniowate
- *Caprifoliaceae*,

- porzeczka czarna - *Ribes nigrum* L. (liść, owoc), rodzina Skalnicowate - *Saxifragaceae*,
- dziurawiec zwyczajny - *Hypericum perforatum* (ziele), rodzina Dziurawcowate - *Hypericaceae*,

Wyciągi wodne przygotowywano wg metody podanej przez Wyrostkiewicz [14], a ekstrakty alkoholowe - wg Kiełczewskiego i wsp. [6]. Obserwowano wpływ wyciągów na żerowanie i rozwój testowanych owadów. Przeprowadzono również wstępną ocenę działania wpływu testowanych wyciągów roślinnych na endopasożyta bielinka kapustnika. Przeżywalność barylkarza określano poprzez porównywanie liczby jego kokonów, obserwowanych wokół gąsienic w poszczególnych kombinacjach doświadczalnych. Intensywność żerowania gąsienic określano przy pomocy bezwzględnego wskaźnika deterentności [6], który ustalano na podstawie różnic wagowych pokarmu zjedzonego przez gąsienice w kombinacjach kontrolnych i testowych. Określano również ilość pokarmu zużywanego przez gąsienice na przyrost 1 mg masy ich ciała.

W warunkach polowych testowano wyciągi wodne. Przeprowadzono dwa doświadczenia. Pierwsze wykonano tuż przed okresem masowego składania jaj przez motyle bielinka kapustnika. Po 2 i 6 dniach od zastosowania wyciągów notowano liczbę złoż jaj na poszczególnych roślinach. Drugie doświadczenie polegało na traktowaniu roślin ze złożami jaj bielinka testowanymi wyciągami. Analizowano wpływ wyciągów na ich rozwój, określając po 2 i 4 dniach liczbę zamierających jaj (nie rozwijających się, ściemniałych, zaszuszonych) i wylęgających się larw.

3. WYNIKI

3.1. Doświadczenia laboratoryjne

3.1.1. Wpływ ekstraktów roślinnych na żerowanie gąsienic

Wśród przebadanych roślin znaleziono gatunki, które wykazują aktywność biologiczną, ograniczając żerowanie gąsienic bielinka lub ujemnie wpływając na ich metabolizm (tab. 1).

Do najskuteczniej działających można zaliczyć wyciąg wodny z liści czarnego bzu oraz ekstrakty alkoholowe z zieleńca dziurawca zwyczajnego, a także z liści i owocu czarnego bzu. Wyciągi z tych roślin silnie hamowały żerowanie larw bielinka kapustnika, natomiast oba rodzaje wyciągów z owocu czarnej porzeczki i wyciąg wodny z kwiatu czarnego bzu wykazały działanie stymulujące żerowanie gąsienic.

Analiza ilości pokarmu zużywanego przez gąsienice bielinka na przyrost 1 mg masy ich ciała wykazała, że większość stosowanych wyciągów roślinnych powodowało wysokie zużycie pokarmu, kilkakrotnie wyższe niż w kombinacjach kontrolnych. Wyróżniają się tu oba rodzaje wyciągów z liści czarnej porzeczki i czarnego bzu oraz alkoholowy wyciąg z zieleńca dziurawca zwyczajnego. Wskazuje to na możliwość powodowania zaburzeń w metabolizmie owadów przez testowane wyciągi.

Tabela 1
Table 1

Wpływ wyciągów roślinnych na zerowanie gąsienic bielinka kapustnika
Effect of plant extracts on feeding larvae of cabbage butterfly

Roślina Plant	Bezwzględny wskaźnik deterentności Absolute coefficient of deterrence		Zużycie pokarmu na przyrost 1 mg masy ciała gąsienic (w % do kontroli) Food consumption per 1 mg of the larva body weight increase (percent against the 100 % control)	
	wyciągi alkoholowe alcohol extracts	wyciągi wodne water extracts	wyciągi alkoholowe alcohol extracts	wyciągi wodne water extracts
<i>Sambucus nigra</i> flos	6,2	-12,0	94,2	84,
<i>Sambucus nigra</i> fructus	32,8	9,1	-	-
<i>Sambucus nigra</i> - folium	45,2	37,3	318,9	346,3
<i>Sambucus nigra</i> - cortex	7,6	11,1	87,9	109,8
<i>Ribes nigrum</i> - folium	0,7	14,3	355,9	656,2
<i>Ribes nigrum</i> - fructus	-3,1	-7,2	97,6	126,7
<i>Hypericum perforatum</i> - herba	36,9	26,7	287,0	221,7

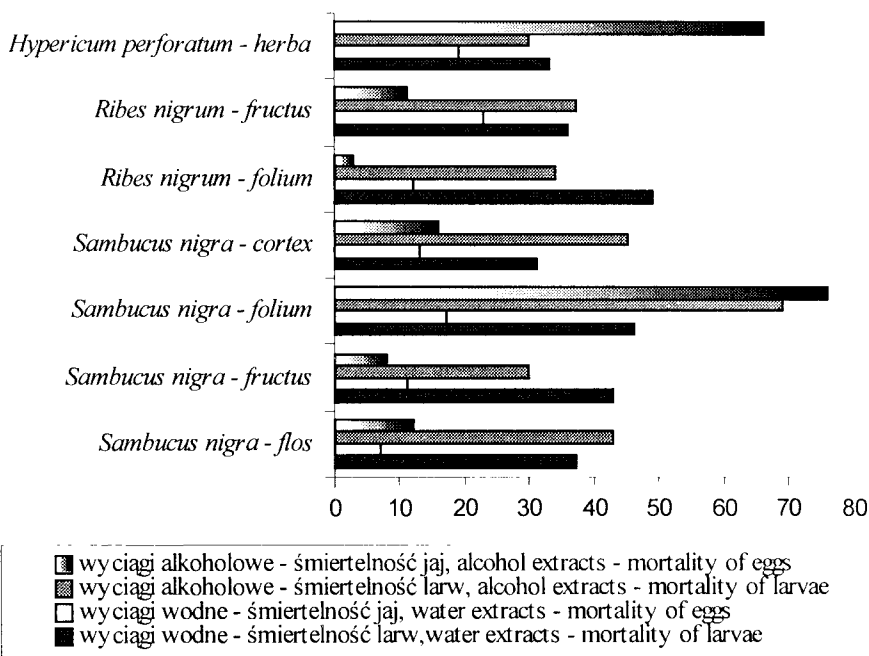
3.1.2. Działanie wyciągów na rozwój jaj i żywotność larw bielinka

Testowane wyciągi roślinne różnie wpływały na jaja bielinka kapustnika (rys. 1). W przypadku aktywnego redukującego działania, obserwowano na ogół zamieranie jaj lub larw w trakcie opuszczania osłon jajowych. Bardzo wysoką śmiertelność jaj powodowały alkoholowe wyciągi z liścia czarnego bzu i z ziela dziurawca zwyczajnego.

Analiza śmiertelności gąsienic stadium L2/L3, przeprowadzona po 48 godzinach ich ekspozycji na liściach pokrytych badanymi wyciągami, wykazała zamieranie larw w granicach 30-69 % (rys. 1). Najwięcej martwych gąsienic obserwowano po zastosowaniu alkoholowego ekstraktu z liścia czarnego bzu.

3.1.3. Ocena działania wyciągów na barylkarza bieliniaka

W większości kombinacji doświadczalnych nie stwierdzono wyraźnej reakcji endopasożyta na spożywanie przez gąsienice pokarmu z wyciągami (tab. 2). Najwięcej gąsienic, wokół których obserwowano kokony barylkarza, stwierdzono w testach, w których były one karmione liśćmi z dodatkiem wodnych wyciągów z liścia i kwiatu czarnego bzu, owocu czarnej porzeczki oraz alkoholowych ekstraktów z kwiatu, owocu i kory czarnego bzu. Znacznie mniej gąsienic, których ciała opuszczały larwy barylkarza, notowano po stosowaniu alkoholowych wyciągów z liścia czarnej porzeczki i dziurawca zwyczajnego.



Rys.1. Efektywność działania wyciągów roślinnych na jaja i larwy bielinka kapustnika
 Fig.1. Effectiveness of plant extracts on eggs and larvae of *Pieris brassicae*

Tabela 2
 Table 2

Działanie wyciągów roślinnych na barylkarza bieliniaka
 Effect of plant extracts on *Apanteles glomeratus*

Roślina – Plant	Gąsienice wokół których obserwowano kokony barylkarza (w % do kontroli) Larvae around which <i>Apanteles glomeratus</i> cocoons were observed (percentage against the 100 % control)	
	wyciągi alkoholowe alcohol extracts	wyciągi wodne water extracts
<i>Sambucus nigra</i> – flos	98	98
<i>Sambucus nigra</i> – fructus	103	93
<i>Sambucus nigra</i> – folium	78	104
<i>Sambucus nigra</i> – cortex	96	89
<i>Ribes nigrum</i> – folium	63	79
<i>Ribes nigrum</i> – fructus	90	95
<i>Hypericum perforatum</i> – herba	68	77

3.2. Badania polowe

Testowane wyciągi wykazały znaczący wpływ na przebieg składania jaj przez samice bielinka kapustnika (tab.3).

Tabela 3

Table 3

Wpływ wyciągów roślinnych na składanie jaj i śmiertelność jaj bielinka w warunkach polowych
Influence of plant extracts on laying eggs and *Apanteles glomeratus* in field conditions

Roślina – Plant	Liczba złożeń Number of eggs laid		Śmiertelność jaj Mortality of eggs	
	po 2 dniach after 2 days	po 6 dniach after 6 days	po 2 dniach after 2 days	po 4 dniach after 4 days
<i>Sambucus nigra</i> – flos	3	5	0	25
<i>Sambucus nigra</i> – fructus	2	4	0	11
<i>Sambucus nigra</i> – folium	0	0	0	15
<i>Sambucus nigra</i> – cortex	0	0	0	8
<i>Ribes nigrum</i> – folium	0	0	0	29
<i>Ribes nigrum</i> – fructus	2	3	0	13
<i>Hypericum perforatum</i> – herba	0	6	0	19
Kontrola + Sandowit Control + Sandowit	3	4	0	12
Kontrola sucha Dry control	3	5	0	14

Wyciągi z liści i kory czarnego bzu oraz z liści czarnej porzeczki wykazały korzystne działanie, chroniąc rośliny kapusty przed składaniem jaj przez bielinka. Na roślinach, na których stosowano te wyciągi, zarówno po 2, jak i po 6 dniach od zabiegu, nie stwierdzano złożeń jaj bielinka. W tym czasie na roślinach stanowiących kontrole oraz w pozostałych kombinacjach doświadczalnych obserwowano składanie jaj przez motyle.

Analiza śmiertelności jaj na roślinach traktowanych po upływie 2 dni od zabiegu wykazała brak zamierających jaj we wszystkich kombinacjach doświadczalnych, natomiast po 4 dniach notowano śmiertelność w granicach 8-25 %.

4. Dyskusja

Wykonane testy pozwoliły na wyłonienie roślin, których wyciągi wykazały aktywne działanie w stosunku do bielinka kapustnika. Aktywność ta charakteryzowała się silnym działaniem ograniczającym żerowanie i rozwój tego szkodnika. Wyróżniały się tu zwłaszcza wyciągi uzyskane z liścia i owocu czarnego bzu oraz z ziela dziurawca zwyczajnego. Podobne wyniki dotyczące deterentnego działania liścia czarnego bzu uzyskał Jermy [4] oraz Wawrzyniak [13] w stosunku do owocu czarnego bzu.

Zarówno w liściach, jak i owocach czarnego bzu występuje glikozyd cyjanogeny - sambunigrina. Rola fizjologiczna glikozydów cyjanogennych polega głównie na chronieniu tkanek przed żeraniem przez zwierzęta roślinozerne oraz zaatakowaniem przez patogeny. Wydzielany podczas rozkładu tych związków HCN jest szkodliwy dla wy-

mienionych organizmów. W przypadku ziela dziurawca zwyczajnego aktywnie działały: olejek eteryczny hiperezyrna oraz barwnik chinonowy - hipercyna. Barwniki chinonowe odgrywają istotną rolę w życiu roślin, a także wpływają na inne organizmy. Mogą działać ochronnie przeciwko organizmom uszkadzającym rośliny [5, 9].

Wyciągi zastosowane w badaniach polowych, chroniły rośliny przed składaniem jaj przez samice bielinka kapustnika. Na zachowanie się motyli wpłynęły zapewne wtórne metabolity roślinne, które spowodowały ograniczenie składania jaj. Potwierdzają to badania Lundgrena [7], Tabashnika [11] i Wawrzyniak [12]. Działania mające na celu ograniczanie składania jaj przez szkodniki mogą mieć znaczące skutki w ochronie roślin przed ich masowymi pojawami.

Wyciągi z testowanych roślin nie powodowały znacznej redukcji populacji barylkarza. W dostępnej literaturze jest niewiele danych na temat wpływu wyciągów roślinnych na tego endopasożyta. Osman i Bradley [8] stwierdzili, że ekstrakt metanolowy z nasion drzewa *Azadirachta indica* wpływa ograniczająco na jego populację. Natomiast Wawrzyniak [13] wykazała, że wyciągi uzyskane z kory kasztanowca, hyzopu lekarskiego i mącznicy lekarskiej nie wpływały na redukcję populacji barylkarza.

Przedstawione badania, których celem była analiza wpływu ekstraktów z wybranych roślin na żerowanie i rozwój bielinka kapustnika, stanowiąc mogą zapewne etap na drodze do ich praktycznego poznania i wykorzystania. Stosowanie wyciągów w praktyce powinno być jednak poprzedzone określeniem i wyizolowaniem zawartych w nich substancji aktywnych.

5. WNIOSKI

Przeprowadzone badania pozwoliły na wytypowanie roślin, których wyciągi wykazały aktywność w stosunku do bielinka kapustnika.

1. Bardzo silnym działaniem antyfidantnym wyróżniały się wyciągi uzyskane z liścia czarnego bzu.
2. Rozwój bielinka kapustnika najsilniej ograniczały (wykazując toksyczne działanie w stosunku do jaj) alkoholowe wyciągi z liścia czarnego bzu i ziela dziurawca zwyczajnego.
3. Analizowane wyciągi nie wpływały redukująco na populację endopasożyta bielinka - barylkarza bieliniaka.
4. W warunkach polowych, wyciągi wodne z liścia i kory czarnego bzu oraz z owocu czarnej porzeczki wykazywały działanie repelentne w stosunku do samic bielinka kapustnika, chroniąc rośliny kapusty przed składaniem jaj przez bielinka.

LITERATURA

- [1] Beek van T.A., de Groot Ae., 1986: Terpenoid antifeedants. Part. I. An overview of terpenoid antifeedants of natural origin. Rec. Trav. Chim., Pays-Bas, 105, 513
- [2] Groot de Ae., van Beek T.A., 1987: The synthesis of drimane and clerodane insect antifeedants. Rec. Trav. Chim., Pays-Bas, 106, 1
- [3] Nawrot J., Błoszyk E., Harmatha J., Novotny I., Drożdż B., 1986: Action of antifeedants of plant origin on beetles infesting stored products. Acta ent. bohemoslov., 83, 327-335

- [4] Jermy T., 1966: Feeding inhibitors and food preference in chewing phytophagous insects. *Ent. Exp. Appl.*, 9, 1-12.
- [5] Kączkowski J., 1993: *Biochemia roślin*. PWN, Warszawa.
- [6] Kielczewski M., Drożdż B., Nawrot J., 1979: Badania nad repelentami pokarmowymi trójczyka ulca (*Tribolium confusum* Duv.). *Mat. XIX Sesji Nauk. IOR*, 367-376.
- [7] Lundgren L., 1975: Natural plant chemicals acting as 42 oviposition deterrents on cabbage butterflies (*Pieris brassicae* L., *P. rapae* L., *P. napi* L.). *Zool. Scr.*, 4, 253-258.
- [8] Osman M.Z., Bradley J., 1993: Effects of neem seed extracts on *Pholeastor (Apanteles) glomeratus* L. (*Hym. Braconidae*), a parasitoid of *Pieris brassicae* L. (*Lep., Pieridae*). *J. of Applied Entomol.*, 115, 3, 259-265.
- [9] Ożarowski A., Jaroniewski W., 1987: *Rośliny lecznicze i ich praktyczne zastosowanie*. Instytut Wyd. Zw. Zaw., Warszawa.
- [10] Renwick J.A.A., Radke C.D., 1985: Constituents of host and nonhost plants deterring oviposition by the cabbage butterfly, *Pieris rapae*. *Entomol. Exp. et Appl.*, 39, 21-26.
- [11] Tabashnik B.E., 1987: Plant secondary compounds as oviposition deterrents for cabbage butterfly, *Pieris rapae* (*Lepidoptera: Pieridae*). *J. of Chem. Ecol.*, 13, 2, 309-316.
- [12] Wawrzyniak M., 1993: Antyfidantna aktywność wyciągów z wybranych roślin dziko rosnących w stosunku do gąsienic bielinka kapustnika - *Pieris brassicae* L. (*Lepidoptera, Pieridae*). *Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Rolnictwo* 34, 103-111.
- [13] Wawrzyniak M., 1997: Reaction of *Pieris brassicae* L. and its endoparasitoid *Apanteles glomeratus* L. to extracts from selected medicinal plants. *Biul. Wawrzyn. XLVII*, 63-70.
- [14] Wyrostkiewicz K., 1989: Wpływ wyciągów wodnych z wybranych gatunków roślin na larwy L3 bielinka kapustnika (*Pieris brassicae* L.). *Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Rolnictwo* 29, 13-20.

REACTION OF LARGE WHITE BUTTERFLY AND ITS ENDOPARASITE ON SELECTED PLANT EXTRACTS

Summary

The aim of the presented research was to evaluate the effect of extracts obtained from a few selected plants growing in our soil and climatic conditions on pests. The results obtained cover the antifeedant activity of water and alcohol plant extracts towards the *Pieris brassicae* L. and *Apanteles glomeratus* L., its endoparasite. The research were carried out under both laboratory and field conditions. The results showed that the strongest antifeedant action was observed for the water extract obtained from *Sambucus nigra* leaves as well as for the alcohol extracts from *Hypericum perforatum* herb and *Sambucus nigra* fruit. The extracts tested did not reduce the population of *Apanteles glomeratus*. Under field conditions, the butterflies did not lay eggs on the plants treated with water extracts obtained from them.

Key words: plant extracts, *Pieris brassicae*, *Apanteles glomeratus*

WYSTĘPOWANIE I SZKODLIWOŚĆ ENTOMOFAUNY ZASIEDLAJĄCEJ LIŚCIE DRZEW W ZADRZEWIENIACH ŚRÓDMIEJSKICH W BYDGOSZCZY W LATACH 1997-1998

Maria Wawrzyniak, Danuta Wrześcińska, Dariusz Piesik, Robert Lamparski

Katedra Entomologii Stosowanej, Wydział Rolniczy ATR
ul. Ks. A. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz

Celem podjętych badań było poznanie entomofauny zasiedlającej liście na drzewach dębu, lipy i topoli oraz ocena szkód powodowanych przez te foliofagi. Najgroźniejszym szkodnikiem lip w Bydgoszczy okazała się śluzownica lipowa (*Caliroa annulipes* L.). Na dębach dominowała susówka dębówka (*Altica quercusfolii* Foudr.), a na topolach - jątrewka wiklinówka (*Phyllodecta vulgatissima* L.).

Słowa kluczowe: lipa, dąb, topola czarna, topola szara, topola biała, osika, śluzownica lipowa, susówka dębówka, jątrewka wiklinówka

1. WSTĘP

Tereny zielone w miastach, a szczególnie drzewa liściaste pełnią ważną rolę w tworzeniu odpowiedniego środowiska dla człowieka. Polega to głównie na zdolności do zatrzymywania części substancji gazowych i pyłowych. Drzewa mogą osłaniać przed nadmiernym hałasem, produkują tlen i redukują dwutlenek węgla, magazynują także parę wodną, która zwiększa wilgotność względną powietrza; ważne są także ich walory estetyczne [1].

Wzrastające ciągle skażenie powietrza miast przez gazowe zanieczyszczenia chemiczne powoduje między innymi wzrost uszkodzeń drzew przez szkodniki o aparacie gębowym kłująco-ssącym, maleje natomiast liczba agrofagów o aparacie gryzącym.

W związku z obserwowanym w ostatnich latach gwałtownym wzrostem porażenia zadrzewień śródmiejskich przez szkodniki, podjęto badania, których celem było oznaczenie ilościowego i jakościowego składu gatunkowego owadów foliofagów - uszkodzających blaszki liściowe na drzewach dębu, lipy i topoli oraz ocena powodowanych szkód. Przedstawione badania miały charakter obserwacji wstępnych i będą kontynuowane w następnych latach, z uwzględnieniem poszczególnych gatunków obserwowanych drzew oraz biologii, szkodliwości i sposobów zwalczania szkodników, powodujących najwyższe straty powierzchni asymilacyjnej liści, a także określeniem wpływu natężenia ruchu samochodowego i przemysłu na stopień uszkodzenia drzew. Dzięki tym badaniom można będzie opracować metody ograniczania liczebności szkodników, co powinno uchronić drzewa przed zahamowaniem przyrostów rocznych oraz przed ewentualnym ich zaatakowaniem przez szkodniki wtórne.

2. MATERIAŁ I METODY

Obserwacje nad występowaniem foliofagów oparte zostały głównie na systematycznych (od ruszenia wegetacji aż do jesieni) makroskopowych obserwacjach drzew i blaszek liściowych wykonanych w latach 1997-1998 w kilkunastu rejonach Bydgoszczy.

Stopień uszkodzenia koron drzew ustalano metodą szacunkową wg następującej skali:

- stopień 0 – brak uszkodzeń korony,
- stopień 1 – do 20 % uszkodzenia korony drzew,
- stopień 2 – 20-60 % uszkodzenia korony drzew,
- stopień 3 – powyżej 60 % uszkodzenia korony drzew.

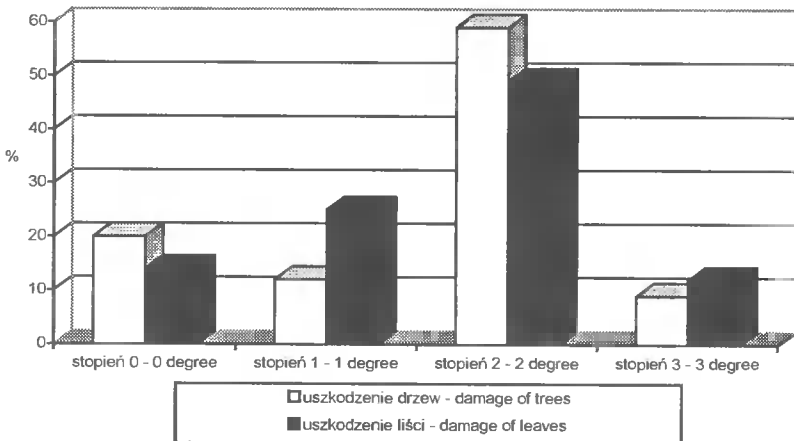
Do określenia stopnia uszkodzenia liści stosowano następującą skalę:

- stopień 0 – liście bez uszkodzeń,
- stopień 1 – do 25 % uszkodzonej powierzchni liści,
- stopień 2 – 25-75 % uszkodzonej powierzchni liści,
- stopień 3 – powyżej 75 % uszkodzonej powierzchni liści.

3. WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

3.1. Uszkodzenia koron i liści lip przez szkodniki

Z ogólnej liczby przebadanych 190 drzew, na 159 stwierdzono żerowanie szkodników, co stanowi 83,68 %. Uszkodzenia korony drzewa oceniono jako średnie (20-60 % uszkodzenia korony) na 57% spośród nich - rysunek 1.



Rys. 1. Defoliacja liści lipy w 1998

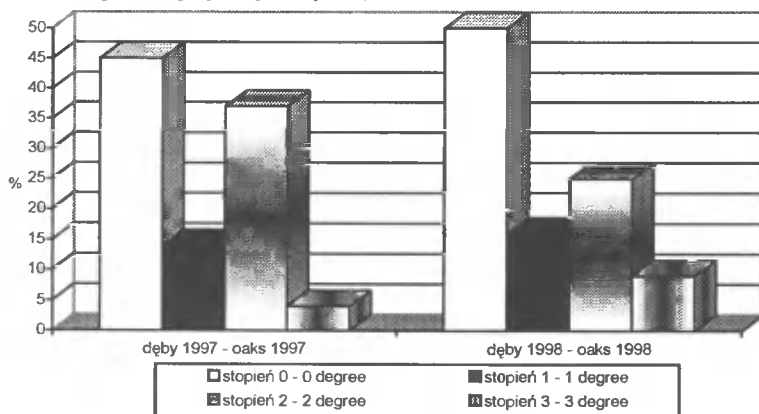
Fig. 1. Defoliation of linden leaves in 1998

Obserwacje dotyczące składu gatunkowego szkodników na lipach wykazały, że gatunkiem dominującym była śluzownica lipowa (*Caliroa annulipes* L.), powodująca około 88 % uszkodzeń. Ocena stopnia uszkodzenia liści przez śluzownicę lipową wykazała, że większość spośród analizowanych liści miała blaszkę liściową zniszczoną w granicach 25-75 % (2 stopień porażenia). Uszkodzenia spowodowane przez inne

owady stanowiły około 1%. Na jednym ze stanowisk na obrzeżach miasta zauważono ozimnicę lipówkę (*Cirrhia citrigo* L.), której uszkodzenia określono jako nieznaczne. Liczebność roztoczy, takich jak szpiciel lipowy (*Eriophyes tiliae* Pgst.) czy pilśniowiec lipowy (*Phytoptus tetratrichus* Nal.) nie przekroczyła progu 8 %.

3.2. Uszkodzenia koron i liści dębów przez szkodniki

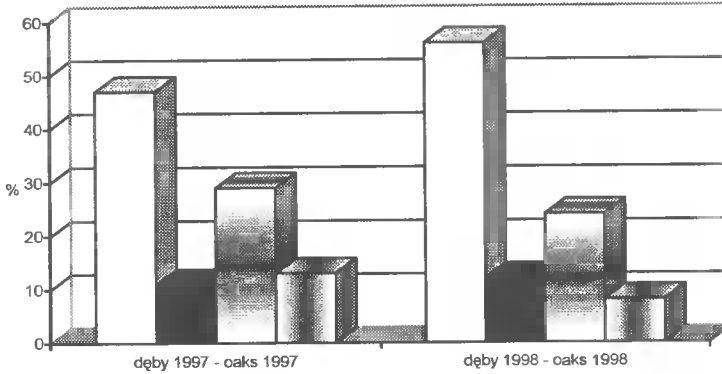
Na dębach obserwowano masowe występowanie szkodników. Szczególnie dotkliwe szkody wyrządzane przez foliofagi obserwowano na dębach kilku- i kilkunastoletnich oraz samosiewach dębowych. Ocena stopnia uszkodzenia koron drzew wykazała, że najczęściej było dębów uszkodzonych w stopniu średnim (20-60 % korony drzew), a najmniej w stopniu najwyższym (rys. 2).



Rys.2. Uszkodzenie korony dębów przez fitofagi
Fig.2. Phytophagi inflicted oak tree-crown damage

Najwięcej szkód - 93,7 % - powodowała susówka dębówka (*Altica quercetorum* Foudr.). Pozostałe obserwowane uszkodzenia spowodowane były żerem zwójkowatych (*Tortricidae*) - 3,19 % i galasówki dębianki (*Cynips quercus - folii* L.) - 2,11 %. Objawy uszkodzeń powodowanych przez inne szkodniki nie przekraczały 1 %. W przypadku susówki dębówki i galasówki dębianki notowano wystąpienie dwóch pokoleń w okresie wegetacji, natomiast u zwójkowatych (wśród których najliczniej wystąpiły: zwójka dębóweczka - *Cacoecia xylosteana* L. oraz zwójka zieloneczka - *Tortrix viridana* L.) zaobserwowano tylko 1 pokolenie.

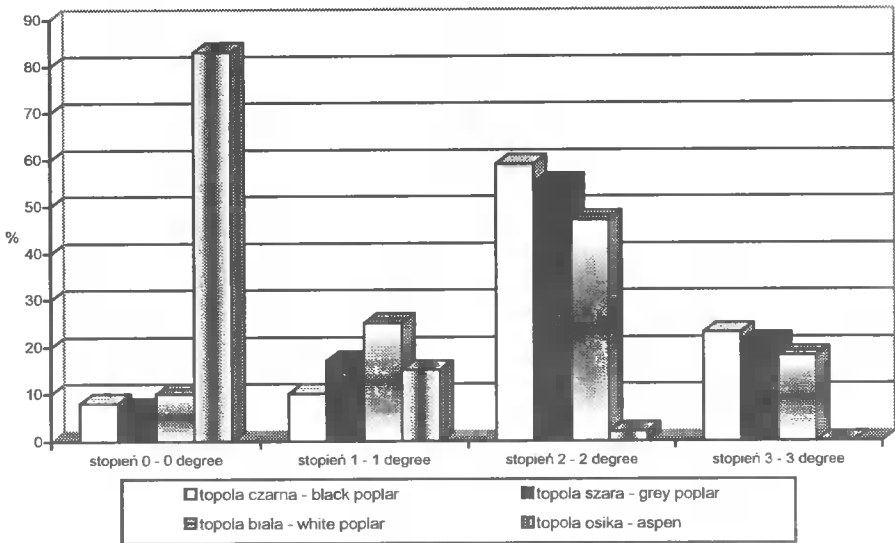
Ocena stopnia uszkodzenia liści przez chrząszcze i larwy susówki dębówki wykazała, że większość spośród liści miała zniszczoną blaszkę liściową w granicach 25-75 % (średni stopień) - rysunek 3.



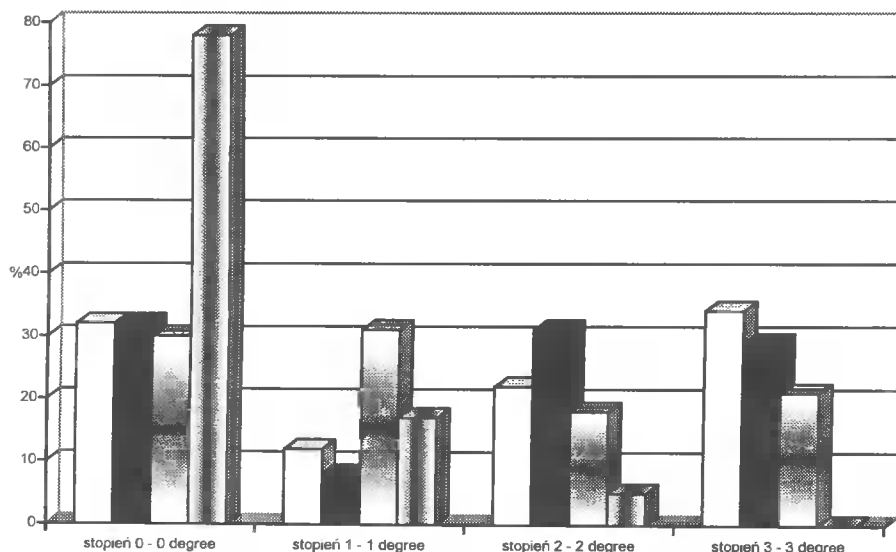
Rys.3. Uszkodzenia liści dębu przez suszówkę dębówkę (objaśnienia jak na rys. 2)
Fig.3. Damage of oak leaves by *Altica quercetorum* (see Fig. 2)

3.3. Uszkodzenia koron i liści topoli przez szkodniki

Obserwacje przeprowadzono na czterech gatunkach topoli (rys. 4 i 5). W latach 1997 i 1998 najniższe uszkodzenia korony drzew stwierdzono w przypadku topoli osiki (na 70 % drzew nie obserwowano uszkodzeń). Pozostałe drzewa tego gatunku były na ogół słabo uszkodzane przez szkodniki. Tylko kilka procent drzew było porażonych w stopniu średnim.



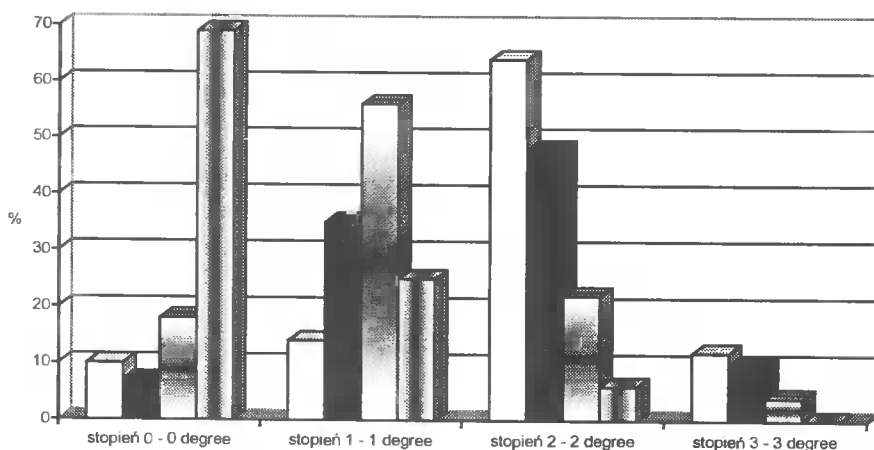
Rys.4. Uszkodzenia korony drzew topoli w 1997
Fig.4. Poplar tree-crown damage in 1997



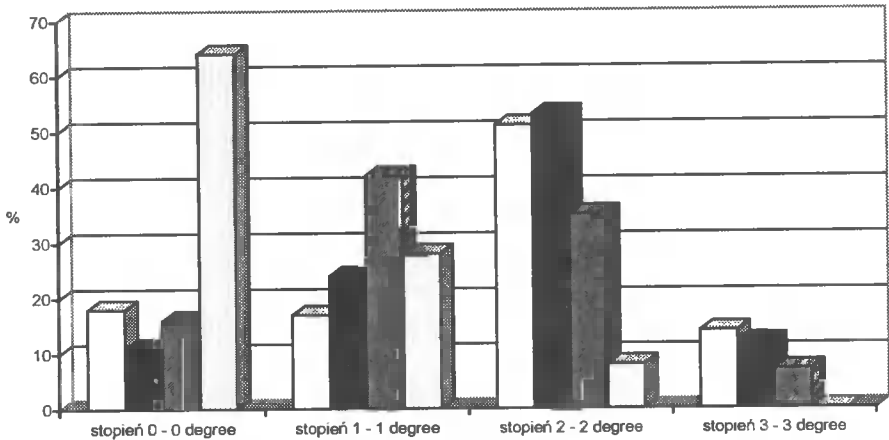
Rys.5. Uszkodzenia korony drzew topoli w 1998 (objaśnienia jak na rys.4)
 Fig.5. Poplar tree-crown damage in 1998 (see Fig.4)

Korony drzew pozostałych gatunków topoli były uszkodzane znacznie silniej. Większość obserwowanych drzew była porażona w stopniu średnim (20-60 % korony drzew). Najsilniejsze uszkodzenia notowano na topoli czarnej w 1997 roku.

Na podstawie analizy uszkodzonych blaszek liściowych (rys.6 i 7) stwierdzono, że w najmniejszym stopniu były porażane liście osiki, natomiast liście pozostałych gatunków topoli miały na ogół blaszki zniszczone w granicach 25-75 %, przy czym w roku 1998 porażenie było wyższe.



Rys.6. Uszkodzenia liści topoli w 1997 (objaśnienia jak na rys. 4)
 Fig.6. Poplar leaf-damage in 1997 (see Fig. 4)



Rys.7. Uszkodzenia liści topoli w 1998 (objaśnienia jak na rys. 4)

Fig.7. Poplar leaf-damage in 1998 (see Fig. 4)

Dominującym gatunkiem zasiedlającym drzewa topoli była jątrewka pospolita – *Phyllosecta vulgatissima* L (99% odławianych owadów). Poza tym obserwowano nieznaczne mszyce.

4. DYSKUSJA

Wyniki przeprowadzonych badań wykazały, że każde z obserwowanych drzew zasiedlane było przez jeden dominujący gatunek szkodnika. Na lipach była to śluzownica lipowa, na dębach susówka dębówka, a na topolach jątrewka wiklinówka.

Śluzownicę lipową (*Caliroa annulipes*) jako ważnego szkodnika wymienia Bogatko [2]. Również Czerniakowski [3] wskazuje ten gatunek jako jeden z najgroźniejszych dla drzew lipy. Jankowicz [4] stwierdził, że nasilenie występowania larw tej błonkówki na roślinach wikliny może być lokalnie bardzo duże. Ponad 50 % liści na pędzie może być uszkodzonych. Innym ważnym szkodnikiem lip - przędziorkiem lipowcem w nasadzeniach miejskich zajmował się Marchetti i wsp. [5], stwierdzając, że liczebność tego roztocza w pewnych okresach może nawet przekroczyć 500 osobników na 1 liść. Ma to miejsce szczególnie w suche gorące lata. Schoenrogge [6] badał biologię i fenologię *Caliroa cinxia* i *Caliroa annulipes*. Przeprowadzone testy na żerowanie wykazały, że pierwszy z wymienionych gatunków jest monofagiem na lipach, podczas gdy drugi wykazuje cechy polifagiczne.

5. WNIOSKI

1. W wyniku przeprowadzonych obserwacji stwierdzono masowe występowanie foliofagów na drzewach parkowych.
2. Najgroźniejszym szkodnikiem lip w Bydgoszczy okazała się śluzownica lipowa.
3. Szpiciel lipowy występował na określonych partiach drzewa, natomiast piłśniowca lipowego obserwowano sporadycznie w niewielkim nasileniu.

4. Na dębach najpoważniejsze straty powierzchni asymilacyjnej liści powodowała susówka dębówka .
5. Na topoli białej i czarnej największe szkody były spowodowane przez jątrewkę wiklinówkę. Topola osika okazała się gatunkiem najmniej uszkodzonym spośród pozostałych gatunków tego rodzaju.

LITERATURA

- [1] Baranowski T., 1997: Problem ochrony zieleni miejskiej przed szkodnikami. *Progres in Plant Protection*, 37(1), 210-213.
- [2] Bogatko W., 1990: Przędziorek lipowiec - groźny szkodnik lip w nasadzeniach miejskich. *Ochrona Roślin Miesięcznik MriGŻ Warszawa*, Rok XXXIV, 15-17.
- [3] Czerniakowski Z., 1997: Uszkodzenia roślin spowodowane żerowaniem larw śluzownicy lipowej - *Caliroa annulipes* Klug. (*Hym. Tenthredinidae*) na plantacjach wikliny. *Progres in Plant Protection*, 37(1), 214-217.
- [4] Jankovic M., 1991: The importance of the morphological and anatomical changes on the foliage of certain significant foliaceous trees (oak, linden, maple) in the process of forest drying in Serbia [Yugoslavia]. *Ekologija (Yugoslavia)*, 26(1), 1-5.
- [5] Marchetti L., Nanni C., Vai N., 1997: Main problems of plant protection in public parks - gardens and avenues and respective control guidelines [planetree - linden - horse chestnut tree - maple - nut pine - maritime pine - Emilia Romagna]. *Informatore-Fitopatologico (Italy)*, 47(4), 23-27.
- [6] Schoenrogge K., 1991: Biology of the oak-sawflies *Caliroa cinxia* Klug and *Coairoa annulipes* Klug (*Hym., Tenthredinidae*) and of their larval parasitoides. *Journal of Applied Entomology (Germany F.R.)*, 111(4), 365-379.

OCCURRENCE AND HARMFULNESS OF INSECTS ON THE LEAVES OF TREES IN THE PLANTINGS OF THE BYDGOSZCZ CITY CENTRE 1997-1998

Summary

The aim of this investigation was to determine the occurrence of defoliating arthropods on oak, linden, poplar and to estimate arthropod-inflicted damage. The most serious pest occurring on linden in Bydgoszcz was *Caliroa annulipes*, on oaks - *Altica quercetorum* Foudr. and on poplar - *Phyllodecta vulgatissima* L.

Key words: linden, oak, black poplar, grey poplar, white poplar, aspen, *Caliroa annulipes*, *Altica quercusfolii*, *Phyllodecta vulgatissima*

ROLA ANALIZ FINANSOWYCH W ZARZĄDZANIU PRZEDSIĘBIORSTWAMI ROLNICZYMI

Zofia Wyszowska

Katedra Ekonomiki i Informatyki Rolnictwa, Wydział Rolniczy ATR
ul. Prof. S. Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz

Celem opracowania było wskazanie zasadności przeprowadzania analiz finansowych w procesie zarządzania przedsiębiorstwami rolniczymi. Z zakresu analiz finansowych w wynikach badań przedstawiono poziom płynności finansowej ogólnej i bieżącej (szybkiej) na przykładzie siedemnastu przedsiębiorstw rolniczych kończących rok kalendarzowy zyskiem bilansowym.

Słowa kluczowe: zarządzanie, przedsiębiorstwo rolnicze, analizy finansowe, wskaźniki

1. WSTĘP

Analizy finansowe w systemie zarządzania w różnych sektorach gospodarki naszego kraju zaczęły być uwzględniane dopiero po wprowadzeniu zasad gospodarki rynkowej, a więc zaledwie od kilku lat. W systemie nakazowo-rozdziałczym przedsiębiorstwa były przede wszystkim ośrodkami produkcyjnymi i realizowały cele społeczne. Jednocześnie z przydzielanymi środkami rzeczowymi niezbędnymi do produkcji, niejako automatycznie, z banków państwowych zawsze na te środki przydzielany był kredyt. Funkcjonował tzw. automatyzm kredytowy.

Nie była w procesie zarządzania potrzebna wiedza o kredycie, zdolności przedsiębiorstw do regulowania swoich zobowiązań, ryzyku produkcyjnym i finansowym, źródłach kapitałów, ich strukturze i kosztach ich pozyskiwania. Wprost z definicji starego systemu wynikało, że wykluczone jest bankructwo, bezrobocie lub brak pieniędzy na wynagrodzenia. W takiej sytuacji księgowi pełnili jedynie funkcję służb ewidencyjno-kontrolnych, a finansści nie byli potrzebni.

Dynamiczny rozwój warunków gospodarki rynkowej spowodował powstanie konkurencji i systematyczny jej wzrost oraz konieczność uwzględniania w zarządzaniu aspektów związanych z oceną sytuacji finansowej przedsiębiorstw. Ponadto szybko okazało się, że precyzyjne i trafne określanie celów przedsiębiorstw, kierowanie procesem ich realizacji oraz ciągle dostosowywanie się do szybko zmieniających się warunków otoczenia w rozwijającej się gospodarce rynkowej staje się dla zarządów przedsiębiorstw coraz bardziej skomplikowane. Ponadto, wraz z rozwojem gospodarki rynkowej, w procesie zarządzania wystąpiła w praktyce konieczność realizowania takich niektórych funkcji, do których w przeszłości nie przywiązywano wagi. Do najważniejszych z nich zaliczamy [3, 8]:

- analizę warunków zewnętrznych i zmian w otoczeniu organizacji,
- formułowanie strategii działania przedsiębiorstwa,
- planowanie wytyczające drogi i sposoby realizacji przyjętych celów i strategii,
- organizowanie, czyli rozmieszczanie zasobów przedsiębiorstwa, organizowanie pracy, tworzenie struktury organizacyjnej i systemu informacyjno-decyzyjnego,
- pobudzanie ludzi do działania zgodnego z celami przedsiębiorstwa,
- kontrolowanie przebiegu procesów wewnątrz przedsiębiorstwa i na jego styku z otoczeniem (rynkem, Urzędem Skarbowym, bankami, podmiotami ubezpieczającymi zatrudnionych i majątek organizacji),
- usprawnianie organizacji polegające na wprowadzaniu zmian przystosowujących przedsiębiorstwo do ciągle zmieniających się warunków zewnętrznych i wewnętrznych.

Niezależnie od wymienionych funkcji zarządzania w gospodarce rynkowej w procesie skutecznego zarządzania muszą być uwzględniane co najmniej następujące obszary działania: zarządzanie strategiczne, marketing, zarządzanie finansami przedsiębiorstwa wraz z księgowością i rachunkowością zarządzającą, kierowanie ludźmi w przedsiębiorstwie oraz zarządzanie operacyjne.

W opracowaniu analiza uwzględnia wybrane elementy obszaru zarządzania finansowego. Uzasadnieniem takiego wyboru było przyjęcie założenia stwierdzającego, że w efektach finansowych rejestrowanych w ujęciu wartościowym w działach księgowości i prezentowanych w postaci podstawowych sprawozdań finansowych, umożliwiających wykonanie obliczeń pozwalających na określenie podstawowych wskaźników z zakresu analiz finansowych, odzwierciedlone są skutki realizacji wszystkich funkcji i obszarów zarządzania.

Analiza finansowa oparta na wzorcach już sprawdzonych w gospodarce rynkowej, a w szczególności wskaźnikowa analiza finansowa, jest jednym z najczęściej wymienianych narzędzi pomocnych w podejmowaniu decyzji z zakresu zarządzania [5, 9, 10].

Autorzy zajmujący się wspomnianą problematyką podkreślają, że wskaźnikowa analiza finansowa umożliwia między innymi szybkie i tanie dokonanie oceny poziomu osiągniętych zysków finansowych w przedsiębiorstwach, określenie wzajemnych relacji, zachodzących pomiędzy głównymi składnikami majątku i źródłami jego finansowania, poznanie poziomu płynności finansowej oraz zweryfikowanie opłacalności zaangażowania kapitałów. Wymieniają wiele wskaźników, grupują je i wskazują na najważniejsze z punktu widzenia przydatności w zarządzaniu i możliwości oceny sytuacji finansowej przedsiębiorstwa [1, 4, 5, 10].

W opracowaniu w wynikach badań prezentowane są wielkości wskaźników oceniające poziom płynności finansowej. Wskaźniki te, z punktu widzenia oceny sytuacji finansowej podmiotów gospodarczych, zaliczane są do podstawowych, korzystają z nich przede wszystkim zarządy firm, rady nadzorcze, banki. Jeżeli firmy występują na giełdzie, to informacje te są ważnym elementem uwzględnianym w tzw. analizie fundamentalnej.

2. CEL, ŹRÓDŁO DANYCH, METODA BADAN

Głównym celem pracy było wskazanie znaczenia płynności finansowej w zarządzaniu w warunkach gospodarki rynkowej analizy finansowej w szczególności wskaźnikowej analizy finansowej. Zweryfikowano też hipotezę zakładającą, że pod-

mioty gospodarcze, prowadzące produkcję rolniczą i uzyskujące zysk bilansowy, znacznie różnią się między sobą kondycją finansową, mierzoną wybranymi wskaźnikami z zakresu wskaźnikowej analizy finansowej. Opracowanie posiada również aspekt poznawczy, gdyż prezentuje kształtujący się poziom wskaźników finansowych w przedsiębiorstwach rolniczych w okresie procesów transformacji własnościowej.

Źródło danych stanowiły podstawowe sprawozdania finansowe przedsiębiorstw oraz wybrane informacje znajdujące się w sprawozdaniach rzeczowych (powierzchnia gospodarstw, poziom zatrudnienia, struktura produkcji). Analizą objęto siedemnaście gospodarstw znajdujących się na terenie działania Agencji Własności Rolnej Skarbu Państwa Oddziału Terenowego w Bydgoszczy. Podstawowym kryterium doboru gospodarstw do badań było prowadzenie systemu rachunkowości, zgodnie z obowiązującą Ustawą o Rachunkowości, generowanie zysku bilansowego, poprawność merytoryczna i rachunkowa sprawozdań finansowych oraz prowadzenie typowej produkcji rolniczej tzn. tylko roślinnej i zwierzęcej.

Dla wszystkich obiektów zostały wykonane podstawowe obliczenia statystyczne przy pomocy programu „Statystyka” oraz z zakresu analizy finansowej, ze szczególnym uwzględnieniem struktury składników aktywnych, pasywnych, rachunku wyników oraz wielu wskaźników wymienianych w literaturze z zakresu wskaźnikowej analizy finansowej. W wynikach badań prezentowanych w pracy, głównie ze względu na ograniczoną objętość, w zestawieniach tabelarycznych posłużono się wskaźnikami płynności uwzględnianymi zawsze podczas oceny sytuacji finansowej przedsiębiorstw.

3. WYNIKI BADAŃ

W charakteryzowanej grupie przedsiębiorstw w czterech największych obszarowo (3427, 4347, 3134 i 2811 ha UR) zatrudniano powyżej 200 osób (283, 369, 286, 270). Razem w analizowanych gospodarstwach zatrudniano 2023 osoby. Liczba zatrudnionych na 100 hektarów użytków rolnych w całej grupie ukształtowała się średnio na poziomie 8,2 osób, a w poszczególnych podmiotach gospodarczych oscylowała od 14,9 do 5,3 osoby. Wszystkie gospodarstwa rok obrachunkowy zakończyły zyskiem bilansowym. W poszczególnych obiektach roczna wysokość zysku, która mogła być przypisana 1 ha użytków rolnych lub jednemu zatrudnionemu, była zróżnicowana. Zysk przypadający na 1 ha wynosił w grupie średnio 140 zł, a w poszczególnych obiektach wahał się od 20 zł do 670 zł. Roczny zysk bilansowy, wygenerowany przez jednego zatrudnionego, w całej grupie gospodarstw wynosił średnio 1650 zł, natomiast w poszczególnych gospodarstwach liczył od 290 zł do 7430 zł (tab.1).

W prawidłowo funkcjonującym przedsiębiorstwie, pomiędzy majątkiem obrotowym a zobowiązaniami bieżącymi zachodzi odpowiednia korelacja. Dotyczy to zarówno sum, jak i terminów upływniania niektórych pozycji aktywów oraz spłaty poszczególnych zobowiązań. W ocenie majątku krótkoterminowego i źródeł jego finansowania stosuje się wypracowane w wieloletniej praktyce i teorii wskaźniki płynności. Wyrażają one stosunek środków o określonej płynności do zobowiązań krótkoterminowych. Ustalenie wielkości wskaźników wymaga dokonania klasyfikacji składników majątku obrotowego w zależności od stopnia płynności. Jednakże wśród proponowanych w literaturze wskaźników na uwagę zasługuje wskaźnik płynności ogólnej i wskaźnik płynności bieżącej. Można się spotkać zarówno w praktyce, jak i wśród teoretyków z innymi na-

zwami tych wskaźników, jednak w sposobie obliczania większość autorów przyjmuje te same pozycje majątku i źródła jego finansowania.

Tabela 1

Table 1

Informacje ogólne o przedsiębiorstwach
General information about corporate farms

Lp. No	Zatrudnienie (liczba osób) Employment	Zatrudnienie na 100 ha UR Employment (per 100 ha of farmland)	Powierzchnia użytków rolnych w ha Farmland (ha)	Zysk w złotych na 1 zatrudnionego Profit (zł) per employee	Zysk w złotych na 1 ha użytków rolnych Profit (zł) per ha of farmland
1	283	8,6	3427	830	150
2	369	8,5	4347	290	20
3	286	9,1	3134	1520	140
4	270	9,6	2811	290	30
5	60	6,6	915	2190	70
6	67	6,8	1051	4650	30
7	95	9,4	1013	1870	180
8	110	8,1	1365	1720	140
9	52	7,2	727	5140	370
10	65	6,3	1030	1640	100
11	64	9,0	714	7430	670
12	75	11,6	644	4890	570
13	70	7,5	936	1490	110
14	31	5,5	561	4600	250
15	43	5,3	816	1660	90
16	50	6,4	779	2140	140
17	33	14,9	221	890	130

Źródło: opracowanie własne na podstawie sprawozdań GUS

Source: own calculations based on the reports of the Central Statistical Office (GUS)

Wskaźnik płynności ogólnej jest stosunkiem wartości majątku obrotowego do wartości bieżących zobowiązań. Wskaźnik ten określa zdolność przedsiębiorstwa do pokrycia bieżących zobowiązań, a zatem im jest wyższy, tym korzystniejsza jest ocena stopnia wypłacalności. W praktyce zakłada się, że poziom tego wskaźnika powinien być wyższy od liczby 2. Stosunek uwzględnianych wielkości jako 2:1 określa się często za normę stanowiącą granicę bezpieczeństwa dla przedsiębiorstw i uważa się, iż jest to minimum zapewniające bezpieczną ich działalność. W praktyce bankowej przyjmuje się, że wskaźnik płynności ogólnej powinien mieścić się w przedziale od 1,2 do 2,0, a w przypadku wysokich wymagań ze strony banku może on wynosić nawet 2,5. Relacje takie oznaczają, że na 1 zł zobowiązań bieżących powinno znajdować się w przedsiębiorstwie 1,2 zł, a w przypadku wysokich wymagań ze strony banku, 2,5 zł środków obrotowych. Zarządy banków uważają, że w przypadku ewentualnego bankructwa firmy, poziom wskaźnika 2,5 gwarantuje bankowi zwrot zaciągniętych zobowiązań z aktywów bieżących [7].

Obecnie już wiadomo, że żadna prosta i sztywna zasada, taka na przykład jak stosunek 2:1, nie powinna być bezkrytycznie przestrzegana. Dla oceny płynności finanso-

wej i wypłacalności przedsiębiorstw niezbędne są dodatkowe informacje. W przypadku prowadzenia sprzedaży głównie za gotówkę poziom należności może być bardzo niski. Jedną z technik zwiększania poziomu tego wskaźnika jest dokonywanie sprzedaży na kredyt, w wyniku czego powstają należności. Jeżeli należności byłyby finansowane za pomocą długu długoterminowego wskaźnik wzrośnie, co nie jest równoznaczne ze wzrostem wiarygodności i wypłacalności [2, 6].

Zarówno zbyt wysoka, jak i zbyt niska wielkość wskaźnika powinna skłaniać kierownictwo przedsiębiorstw do zbadania przyczyn kształtujących się relacji. Zbyt niski poziom wskaźnika wskazuje na niewystarczający stan środków koniecznych do pokrycia bieżących zobowiązań, zbyt wysoki może mieć wpływ na obniżenie rentowności przedsiębiorstwa w przyszłości.

W analizowanej grupie przedsiębiorstw rolniczych wskaźnik płynności ogólnej wahał się od 1,4 do 20,6. Średnia wielkość wskaźnika w opisywanych siedemnastu obiektach ukształtowała się na poziomie 8,4.

Wskaźnik płynności bieżącej (szybkiej, podwyższonej) jest stosunkiem aktywów płynnych do bieżących zobowiązań. Aktywami płynnymi określane są aktywa obrotowe pomniejszone o zapasy i ewentualnie o występujące w przedsiębiorstwie rozliczenia międzyokresowe kosztów. W praktyce wskaźnik płynności bieżącej oblicza się jako relację majątku obrotowego, pomniejszonego o zapasy, do zobowiązań bieżących. Majątek obrotowy pomniejszony o zapasy zawiera środki, które są łatwe i możliwe do szybkiego upłynnienia, można więc nimi szybko pokryć zobowiązania.

Przy dużym tempie rotacji zapasów wskaźnik płynności szybkiej może być niższy od 1. W takiej sytuacji zakładamy, że płynność zapasów jest porównywalna z płynnością innych aktywów.

W rolnictwie w gospodarstwach prowadzących połową produkcję roślinną i produkcję zwierzęcą, ukierunkowaną na wykorzystywanie głównie pasz treściwych i objętościowych pochodzących z produkcji własnej, tempo rotacji zapasów jest bardzo niskie.

Wskaźnik bieżący (szybki, podwyższony) przekonuje analityków, że zapasy i nakłady przyszłych okresów nie mogą być podstawą do realizacji zobowiązań krótkoterminowych. Miara płynności bieżącej jest miarą bardziej wymagającą, dlatego opiera się na aktywach łatwych do zamiany na gotówkę. Wymaga dodatkowego uzasadnienia, które zapasy mogą lub nie mogą być uwzględniane jako zapasy płynne, co z kolei może być ustalone tylko podczas analizy wewnętrznej.

Postępowanie się wielkością normatywną dla wskaźnika płynności szybkiej, najczęściej określaną w literaturze jako relacja 1:1, jest w praktyce trudne do zaakceptowania. Zdaniem niektórych autorów, nie istnieje dotychczas w praktyce idealny wskaźnik płynności szybkiej. Przedsiębiorstwa dla sprawnego funkcjonowania potrzebują różnej wielkości wskaźników, a ich wartość zależy głównie od branży i jakości zarządzania. Firmy dokonujące większości transakcji sprzedaży za gotówkę zwykle dobrze funkcjonują przy wskaźniku niskim. W większości przypadków zarówno zbyt wysoka, jak i zbyt niska płynność jest niekorzystna.

W praktyce wyróżnia się kilka stopni płynności bieżącej, uzależnionych od uwzględnienia w liczniku wskaźnika następujących składników:

- wyłącznie środków pieniężnych,
- środków pieniężnych powiększonych o należności,
- środków pieniężnych wraz z należnościami i łatwo zbywalnych wyrobów.

W analizowanej grupie przedsiębiorstw, ze względu na prowadzenie zasad księgowości uproszczonej i korzystanie z danych sprawozdawczych zawartych w bilansach,

wskaźnik płynności bieżącej policzono jako relację pomiędzy majątkiem obrotowym pomniejszonym o zapasy. Wskaźnik płynności bieżącej w charakteryzowanej grupie gospodarstw, jest w porównaniu ze wskaźnikiem płynności ogólnej 4,6 razy niższy (tab. 2). Sytuacja taka jest charakterystyczna dla gospodarstw rolniczych, w których ze względu na specyfikę produkcji utrzymuje jest tradycyjnie wysoki stan zapasów.

W tabeli 2 zamieszczono w formie syntetycznego zestawienia informacje o poziomie wskaźników płynności i zysku w wyodrębnionych trzech grupach gospodarstw. Jako kryterium podziału przyjęto liczbę zatrudnianych osób i wartość majątku prezentowaną w bilansach.

Tabela 2

Table 2

Informacje o wyodrębnionych grupach gospodarstw
Information on selected groups of corporate farms

Wyszczególnienie Specification	Wskaźnik płynności ogólnej Ratio of general liquidity	Wskaźnik płynności bieżącej Ratio of current liquidity	Zysk roczny w zł na za- trudnionego Annual profit (zł) per one employee	Zysk roczny w zł na 1 ha UR Profit (zł) per 1 ha of farmland
Gospodarstwa posiadające wartość majątku powyżej 10 mln zł, zatrudniające powyżej 270 osób (4 przedsiębiorstwa) Corporate farms with their equity over 10 m. zł, with more than 270 employees (4 corporate farms)	4,2	0,7	5,5	0,8
Gospodarstwa posiadające wartość majątku od 3 do 4 mln zł, zatrudniające średnio 80 osób (4 przedsiębiorstwa) Corporate farms with their equity over 3-4 m. zł, with an average of 80 employees (4 corporate farms)	9,5	2,2	26,1	1,7
Gospodarstwa posiadające wartość majątku mniejszą od 3 mln zł, zatrudniające średnio 50 osób (9 przedsiębiorstw) Corporate farms with their equity below 3 m. zł, with an average of 50 employees (9 corporate farms)	9,7	2,0	33,2	2,7

Źródło: opracowanie własne na podstawie sprawozdań GUS

Source: own calculations based on the reports of the Central Statistical Office (GUS)

4. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Wymagania stawiane przez niektórych ekonomistów prowadzeniu analiz finansowych, szczególnie dotyczące uwzględnienia okresów kilkuletnich dla tych samych przedsiębiorstw, przekreślają możliwość dokonywania analiz finansowych w tak szybko zmieniającym się otoczeniu. Wydaje się jednak uzasadnione prowadzenie analiz finansowych właśnie w tych nietypowych warunkach dotyczących procesów transformacji własnościowej i rozwijającej się gospodarki rynkowej. Odłożenie tego zakresu badań na okres późniejszy, bardziej ustabilizowany, spowoduje brak oceny procesu dostosowywania się przedsiębiorstw do nowych warunków funkcjonowania i przyczyni się do utworzenia luki informacyjnej w tym zakresie.

Informacje charakteryzujące sytuację finansową przedsiębiorstw, głównie z zakresu płynności finansowej, poziomu należności i zobowiązań oraz stanu zapasów, zgodnie z nowoczesną teorią zarządzania, są konieczne do bieżącego podejmowania decyzji dotyczących na przykład sposobów windykacji należności, zawierania umów zakupów i sprzedaży, przyjmowania określonych strategii marketingowych.

Na podstawie analizy wyników przeprowadzonych badań można sformułować następujące wnioski:

1. W analizowanej grupie przedsiębiorstw najkorzystniejszą sytuację finansową, ocenianą poziomem zysku osiąganym z 1 hektara użytków rolnych i przeliczonym na jednego zatrudnionego, miały gospodarstwa zaliczane do najmniejszych. Gospodarstwa zatrudniające najmniej osób, posiadające w dyspozycji mniej majątku i gruntów, gospodarstwa tzw. jednoobiektowe o prostej strukturze organizacyjnej, uzyskiwały najkorzystniejsze wyniki finansowe. Wysokość zysku przypadająca na jednego zatrudnionego w gospodarstwach największych była sześć razy niższa od poziomu zysku osiąganego w gospodarstwach najlepszych (tab. 2).
2. Wskaźniki płynności na najniższym poziomie również uzyskały gospodarstwa największe (tab. 2). Wskaźnik płynności ogólnej w gospodarstwach największych był dwukrotnie niższy aniżeli w gospodarstwach mniejszych, co oznacza, że w gospodarstwach dużych, wieloobiektowych o złożonej strukturze organizacyjnej, stan zobowiązań bieżących w stosunku do posiadanego majątku obrotowego był 2,3 razy większy w porównaniu z sytuacją w gospodarstwach mniejszych. Wskaźnik płynności szybkiej w gospodarstwach największych był niemal trzykrotnie niższy od poziomu tego wskaźnika w gospodarstwach mniejszych.
3. Różnica pomiędzy poziomem wskaźnika płynności ogólnej i bieżącej powodowana jest głównie udziałem zapasów w majątku obrotowym. W strukturze majątku obrotowego w przedsiębiorstwach rolniczych zapasy posiadają bardzo duży udział, co związane jest z utrzymywaniem zapasów niezbędnych w żywieniu w produkcji zwierzęcej. Generalnie, na podstawie szczegółowych obliczeń prowadzonych dla każdego z przedsiębiorstw, można stwierdzić, że w przedsiębiorstwach rolniczych poziom płynności bieżącej jest niepokojący. W analizowanej grupie liczącej siedemnaście obiektów, w sześciu gospodarstwach wskaźnik ten uzyskał wartość niższą od jedności.

LITERATURA

- [1] Davies D., 1993: Sztuka zarządzania finansami. PWN, Warszawa-Londyn, 47-55.
- [2] Dobija M., 1994: Rachunkowość zarządcza. PWN, Warszawa, 244-255.
- [3] Drucker Peter F., 1994: Praktyka zarządzania. Akademia Ekonomiczna, Kraków, 49-59.
- [4] Duraj J., 1994: Analiza ekonomiczna przedsiębiorstwa. PWE, Warszawa, 20-52.
- [5] Gołębiowski T., 1994: Przedsiębiorstwo na rynku międzynarodowym, PWN, Warszawa, 197-205.
- [6] Jog V., Suszyński C., 1993: Zarządzanie finansami przedsiębiorstwa. Centrum Informacji Menedżera, Warszawa, 36-37.
- [7] Nasiłowski M., 1993: System rynkowy, Instytut Kształcenia Ekonomicznego PTE, Wydawnictwo Key Text, 110-111.
- [8] Stoner J. A.F., Wankel Ch., 1992: Kierowanie. PWE, Warszawa, 33-34.
- [9] Świdarska G.K. i inni, 1997: Rachunkowość zarządcza. Poltext, Warszawa, 133-135.
- [10] Wyszowska Z., 1996: Wybrane elementy wskaźnikowej analizy finansowej na przykładzie przedsiębiorstw rolniczych. ATR Bydgoszcz, 41-47.

ROLE OF FINANCIAL ANALYSIS IN THE MANAGEMENT OF CORPORATE FARMS

Summary

The present research studied the applicability of financial analysis for corporate farm management. The results obtained allowed for defining the general and current financial liquidity calculating the values for 17 corporate farms which completed their calendar year with a clean surplus.

Key words: management, corporate farm, financial analysis, indices

COST-EFFECTIVENESS OF OVERHEAD IRRIGATION OF FIELD CROPS CULTIVATED IN THE VICINITY OF BYDGOSZCZ

Jacek Źarski, Czesław Rzekanowski, Stanisław Dudek, Stanisław Rolbiecki

Department of Land Reclamation and Agrometeorology, Faculty of Agriculture
Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz

The present paper concerns the results of 72 one-year field experiments on overhead irrigation of 8 field crop species, carried out from 1986 to 1998 on a very light soil in the vicinity of Bydgoszcz. The investigation confirmed that the use of sprinkler irrigation under such conditions contributed to a very high multi-year productivity which ranged from 72 to 188 %, depending on the species. Economic results of sprinkler irrigation depended on the value of produce increase and sprinkling irrigation costs. With the agricultural income of over 3 000 zł/ha, the sprinkler irrigation of the table potato appeared most cost-effective, whereas sugar beet and faba bean as well as some cereals less.

Key words: sprinkler irrigation, field crops, effectiveness, economic results, vicinity of Bydgoszcz

1. INTRODUCTION

The research into the effectiveness of sprinkler irrigation of field crops in Poland has had a long tradition and major achievements. The studies carried out in the sixties by the Agricultural University of Wrocław and co-ordinated by prof. Józef Dzieżyc, gave rise to many field experiments. The results helped to scrutinise the justification of sprinkler irrigation of field crops, depending on natural, mainly climatic and soil, criterions [1, 2, 3, 6].

As for the cost-effectiveness of sprinkler irrigation of field crops, Polish literary coverage is very limited while the methodology is not homogenous [4, 7, 9, 12], esp. as regards factoring in sprinkler irrigation costs and calculating prices of agricultural produce, due to the unbalanced agricultural policy. Most of the authors concluded that the cost-effectiveness of sprinkler irrigation depended predominantly on increases in yield due to efficient usage of sprinkling systems.

The purpose of the present research was define cost-effectiveness of the system in field crop cultivation, drawing on the results of multi-year field experiments carried out in the vicinity of Bydgoszcz and the market value of the produce as well as real sprinkler irrigation costs.

2. MATERIAL AND METHODS

The results of 72 one-year field experiments on sprinkler irrigation of 8 field crops species, carried out throughout 1986-1998 in the village of Kruszyn Krajeński, the vicinity of Bydgoszcz, were investigated in the zone of the largest precipitation deficiency in the country as well as on a very light soil with a low ability of water retention and insufficient coverage of plant water demands [15].

Sprinkling economic calculation was followed the methodology suggested by Grabarczyk [4], yet with some updated indexes. The produce value increase was calculated with local prices of agricultural products in 1998 [11]. Sprinkler irrigation costs were calculated for two types of irrigation facilities (portable sprinkling machine and hose-reel irrigation machine) and two irrigated areas (8 and 30 ha), depending on a specially-designed location of the irrigation facilities. The irrigation costs were estimated depending on current prices of the irrigation facilities and their costs of operation [8]. An increase in agricultural costs resulting from additional produce was defined with an index (30% of the produce increase value). Due to the same mineral fertilisation rates, the increase in agricultural costs included mainly higher costs of chemical pesticides, services and farm machinery operation.

3. RESULTS

The sprinkler irrigation in field crop growing on a very light soil in the vicinity of Bydgoszcz gave very high increases in yield, ranging from 72 to 188%, depending on the species (Table 1). Mean multi-year increases in yield (t/ha) due to sprinkler irrigation were, as follows: 2.14-2.52 (grains), 16.0 (roots of sugar beets), 14.9 (table potatoes), and 3.07 (seeds of faba bean). Yellow lupin showed a very limited response to sprinkler irrigation.

The maximum effectiveness of field crops sprinkler irrigation over dry growing seasons (or during the vegetation seasons with longer 0 mm-precipitation periods) noted for winter triticale, sugar beet, table potato was twice as large as the mean values. Some of them were due to lower seasonal water rates for irrigation, as compared with mean multi-year irrigation rates.

The costs of irrigation facilities purchases in 1998 ranged from 2189 to 4232 zł/ha, depending on the irrigation machine and the area irrigated (Table 2). For a smaller area (8 ha), the portable sprinkling machine turned out cheaper, whereas for the area of 30 ha, the hose-reel irrigation machine was the cheapest. Total costs of purchase of the hose-reel irrigation machines for 30 ha amounted to 65670 zł and the portable sprinkling machine for the same area - to 103320 zł/ha.

Estimating cost-effectiveness of sprinkler irrigation, also annual costs of irrigation practices are factored in; the costs ranged from 541 to 1003 zł/ha, depending on the sprinkling machine and the area irrigated as well as plant species. Investment costs (depreciation, interest on capital) accounted for the greatest share in the cost structure. The costs of operation, including costs of fuel, costs of perishable materials and spare parts and repair, did not exceed 45% and in some cases amounted to 32% of the total annual costs.

Table 1
Tabela 1Effectiveness of sprinkler irrigation of field crops at Kruszyn Krajeński
Produkcyjne efekty deszczowania upraw polowych w Kruszynie Krajeńskim

Species Gatunek	Mean multi-year results of irrigation Średnie wieloletnie efekty deszczowania					Maximum effectiveness of irrigation Maksymalne produkcyjne efekty deszczowania				
	No*	Yield - Plon (t/ha)			d (mm)	Year Rok	Yield - Plon (t/ha)			d (mm)
		O	W	Δ			O	W	Δ	
Spring barley Jęczmień jary	12	2.01	4.38	2.37	118	1989	0.19	3.92	3.73	191
Spring wheat Pszenica jara	12	1.73	4.08	2.35	121	1998	0.93	4.16	3.23	85
Winter wheat Pszenica ozima	5	1.14	3.28	2.14	136	1995	2.65	5.55	2.90	145
Winter triticale Pszenżyto ozime	5	1.65	4.17	2.52	136	1996	0.74	5.74	5.00	90
Sugar beet Burak cukrowy	13	22.3	38.3	16.0	158	1989	10.6	48.0	37.4	268
Potato Ziemniak	13	19.9	34.8	14.9	128	1989	8.2	36.3	28.1	225
Faba bean Bobik	8	1.65	4.72	3.07	138	1996	1.80	6.00	4.20	120
Yellow lupin Łubin żółty	4	1.09	1.97	0.88	145	1993	1.81	3.30	1.49	87

O – non-irrigated plots - poletka nie deszczowane,

W – irrigated plots - poletka deszczowane,

Δ – yield increase due to irrigation - przyrost plonu spowodowany deszczowaniem,

d – seasonal irrigation rate - sezonowa dawka deszczowniana,

No* – number of one-year experiments - liczba doświadczeń jednorocznych

Table 2
Tabela 2Sprinkler irrigation costs for field crops (zł/ha)
Koszty deszczowania upraw polowych (zł/ha)

Specification Wyszczególnienie	Portable sprinkling machine Deszczownia przenośna		Hose-reel irrigation machine Deszczownia szpulowa	
	8 ha	30 ha	8 ha	30 ha
Investment costs Koszty inwestycyjne	3632	3444	4232	2189
Depreciation (10 %) Amortyzacja (10 %)	363	344	423	219
Interest on capital (5 %) Oprocentowanie kapitału (5 %)	18	172	212	109
Costs of perishable materials, spare parts and repairs (2 %) Koszty napraw i materiałów (2 %)	73	69	85	44
Costs of fuel (zł/mm) Koszty paliwa (zł/mm)	1.79	1.43	1.79	1.43
Total ^x - Razem ^x	211 - 283	169 - 226	211 - 283	169 - 226
Total costs of irrigation ^x Razem koszty deszczowania ^x	829 - 901	754 - 811	931 - 1003	541 - 598

^x depending on species – zależnie od gatunku

The highest cost-effectiveness was observed for irrigating table potatoes, ranging from 3014 to 3408 zł/ha, depending on the system of sprinkler irrigation (Table 3), which amounted to, approximately, the costs of purchase of the hose-reel irrigation machinery for 30 ha. The irrigation of sugar beet and of faba bean was less profitable, as compared with potatoes. A positive agricultural income was obtained for these crops for each variant of the sprinkler irrigation.

Table 3
Tabela 3

Economic results of sprinkler irrigation of field crops at Kruszyn Krajeński
Efekty ekonomiczne deszczowania upraw polowych w Kruszynie Krajeńskim

Species Gatunek	Produce Produkcja		Irrigation costs [zł/ha] Koszty deszczowania				ΔKr zł/ha	Agricultural income* Dochód rolniczy (zł/ha)	R
	price cena (zł/t)	ΔP (zł/ha)	A		B				
			8 ha	30 ha	8 ha	30 ha			
Spring barley Jęczmień jary	330	782	829	754	931	541	235	+8 ÷ -384	7
Spring wheat Pszemica jara	460	1081	835	758	937	545	324	+212 ÷ -180	4
Winter wheat Pszemica ozima	460	984	861	779	963	566	295	+123 ÷ -274	5
Winter triticale Pszemczyto ozime	330	832	861	779	963	566	250	+16 ÷ -381	6
Sugar beet Burak cukrowy	105	1680	901	811	1003	598	504	+578 ÷ +173	2
Table potato Ziemniak jadalny	380	5662	847	768	949	555	1699	+3408 ÷ +3014	1
Faba bean Bobik	520	1596	865	782	967	569	479	+548 ÷ +150	3
Yellow lupin Lubin żółty	600	528	878	792	980	579	158	-209 ÷ -610	8

ΔP – increase in produce value - przyrost wartości produkcji,

A – portable sprinkling machine - deszczownia przenośna,

B – hose-reel irrigation machine - deszczownia szpulowa,

ΔKr – increase in agricultural costs - przyrost kosztów rolniczych,

* – depending on irrigation costs - w zależności od kosztów deszczowania,

R – ranking - lokata

Economic results calculated for cereals depended on both the species and the costs of sprinkler irrigation. The sprinkling irrigation of bread wheat was more effective than that of fodder cereals which gave a negative agricultural income when sprinkling machines were applied for the area of 8 ha. Interestingly, low economic results of sprinkler irrigation of cereals, especially fodder cereals, were due to a low price per unit in 1988, being 460 zł/t of grains for consumption and 330 zł/t for fodder grains, only. In the latter case, it was less than the price of one ton of table potatoes.

The sprinkler irrigation of yellow lupin, the species recommended by most of the authors for growing on very light soils, turned out completely unprofitable in both cases. Due to a low effectiveness of lupine sprinkler irrigation, the agricultural income was negative here and ranged from -610 to -209 zł/ha, depending on irrigation costs.

4. DISCUSSION

The effectiveness of sprinkler irrigation of 8 species of field crops on a very light soil in the vicinity of Bydgoszcz presented in the present paper was considerably higher than the results reported by other authors [1, 2, 7, 9], which resulted from the sprinkling irrigation soil quality. Previous papers [3, 5, 6, 15] have shown that the soil quality most considerably influences the increases in yields due to the sprinkler irrigation. In general, the lower water capacity of the soil, the higher the yield increases due to irrigation.

A comparison of the economic results obtained for field crops sprinkler irrigation with the results reported by other authors is difficult due to its limited literary coverage. Yet the results obtained proved that sprinkler irrigation of some plants on a very light soil is cost-effective, which was true for table potatoes and less cost-effective for sugar beet and faba bean. The cost-effectiveness of these crops was previously confirmed by Grabarczyk [4]. As for cereals, however, Źarski [16], showed that their irrigation was cost-effective, whereas Rutkowski [13, 14] reported otherwise. Similarly, the results of the present study did not confirm the profitability of sprinkler irrigation of cereals, which was a result of lower cereal prices in 1998.

According to Nyc [12], the reason of a decreasing popularity of sprinkler irrigation in Poland is its low cost-effectiveness and limited water resources. The results of the present study show that sprinkling systems can be cost-effective in root crops and faba bean cultivation as well as bread cereals, however on very light soils, only.

5. CONCLUSIONS

1. The overhead irrigation of field crops on a very light soil in the vicinity of Bydgoszcz gave a very high effectiveness, on average, ranging from 72 to 188 %, depending on the species.
2. The economic results of sprinkler irrigation depended on the increase in produce market value as well as the assumed irrigation costs. Sprinkler irrigation in table potato growing was most cost-effective; a positive agricultural income was observed also as a result of sprinkling sugar beet and faba bean. As for cereals, it was cost-effective only when the hose-reel irrigation machines were used on the area of 30 ha.

REFERENCES

- [1] Dzieżyc J., 1988: Rolnictwo w warunkach nawadniania. PWN, Warszawa.
- [2] Dzieżyc J., Nowak L., 1993: Czynniki plonotwórcze - Plonowanie roślin. PWN, Warszawa.
- [3] Grabarczyk S., 1987: Efekty, potrzeby i możliwości nawodnień deszczownianych w różnych regionach kraju. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 314, 46-64.
- [4] Grabarczyk S., 1987: Opłacalność inwestycji deszczownianych w gospodarstwach indywidualnych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 326, 213-226.
- [5] Grabarczyk S., Dudek S., Grzelak B., Peszek J., Rzekanowski Cz., Źarski J., 1994: Możliwości produkcyjne gleby bardzo lekkiej w warunkach deszczowania. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 414, 145-152.

- [6] Grabarczyk S., Dudek S., Rzekanowski C., Żarski J., 1997: Effects of irrigation of plants in central Poland with special emphasis on very light soils. Proc. Poland - Israel Conf. „Water requirements and irrigation effects of plants cultivated in arid and semiarid climates”. Tel Aviv, vol. II, 139-147.
- [7] Gruszka J., 1996: Produkcyjne i ekonomiczne efekty deszczowania roślin pastewnych i pastwisk w regionie Kujaw. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 438, 111-116.
- [8] Informator o cenach sprzętu nawodnieniowego firmy „Łukomet” (maszynopis), „Polagra 1998”.
- [9] Jankowiak J., 1991: Efektywność produkcyjna i ekonomiczna oraz optymalizacja nawożenia azotem pszenicy ozimej i ziemniaka w zależności od deszczowania. IUNG Puławy.
- [10] Łuszczek K., 1997: Nakłady na nawadnianie plantacji ziemniaków. Ziemniak Polski, 1, 10-20.
- [11] Nowacki M., 1998: Kalkulacje rolnicze. Biuletyny ODR w Minikowie.
- [12] Nyc K., 1996: Ekonomiczne systemy nawadniające. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 438, 125-132.
- [13] Rutkowski M., 1987: Opłacalność deszczowania roślin rolniczych i ogrodniczych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 326, 165-198.
- [14] Rutkowski M., Małecka I., 1986: Efektywność ekonomiczna deszczowania niektórych roślin uprawnych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 268, 535-540.
- [15] Rzekanowski Cz., Żarski J., 1998: Rola kryterium glebowego w kształtowaniu efektów produkcyjnych deszczowania roślin okopowych i zbożowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 458, 307-315.
- [16] Żarski J., 1993: Reakcja zbóż jarych na deszczowanie i nawożenie azotowe w warunkach gleby bardzo lekkiej. Rozprawy nr 59, ATR Bydgoszcz, 1-72.

PRODUKCYJNE I EKONOMICZNE EFEKTY DESZCZOWANIA UPRAW POŁOWYCH W OKOLICY BYDGOSZCZY

Streszczenie

W pracy wykorzystano wyniki 72 jednorocznych eksperymentów połowych z deszczowaniem 8 gatunków roślin połowych, prowadzonych w latach 1986-1998 na glebie bardzo lekkiej w okolicy Bydgoszczy. Stwierdzono, iż zastosowanie w tych warunkach deszczowania spowodowało uzyskanie wysokich efektów produkcyjnych; które wynosiły od 72 do 188 %, w zależności od gatunku uprawianej rośliny. Efekty ekonomiczne zastosowania deszczowni zależały od wartości przyrostu produkcji i przyjętych wariantów kosztów deszczowania. Wysoce dochodowe (dochód rolniczy powyżej 3000 zł/ha) było deszczowanie ziemniaka jadalnego, w mniejszym stopniu buraka cukrowego i bobiku oraz w niektórych przypadkach zbóż konsumpcyjnych.

Słowa kluczowe: nawadnianie deszczowniane, plonowanie roślin, efekty produkcyjne, efekty ekonomiczne, okolice Bydgoszczy

ISSN 0208-6344