

**ZESZYTY NAUKOWE  
UNIwersYTETU  
PRZYRODNICZEGO  
WE WROCŁAWIU**

**NR 588**

**ROLNICTWO**

**AGRONOMY**

**CII**



**ZESZYTY NAUKOWE  
UNIwersytetu  
PRZYRODNICZEGO  
WE WROCŁAWIU**

**NR 588**

**ROLNICTWO**

**AGRONOMY**

**CII**



**WROCŁAW 2012**

*Redaktor merytoryczny*  
prof. dr hab. Zofia Spiak

*Redakcja i korekta*  
Magdalena Kozińska

*Łamanie*  
Halina Sebzda

*Projekt okładki*  
Grażyna Kwiatkowska

*Weryfikacja tekstów w języku angielskim*  
Cathy Baldysz

**Covered by: Agro, Ulrich's Database, Copernicus Index, EBSCOhost**

Publikacja dofinansowana ze środków PAN (Komitet Gleboznawstwa i Chemii Rolnej)

© Copyright by Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wrocław 2012

Print edition is an original (reference) edition

ISSN 1897-2098  
ISSN 1897-208X

**WYDAWNICTWO UNIWERSYTETU PRZYRODNICZEGO WE WROCŁAWIU**

**Redaktor Naczelny – prof. dr hab. Andrzej Kotecki**  
**ul. Sopotka 23, 50–344 Wrocław, tel./fax 71 328–12–77**  
**e-mail: [wyd@up.wroc.pl](mailto:wyd@up.wroc.pl)**

---

Nakład 100 + 16 egz. Ark. wyd. 11,75. Ark. druk. 12,25  
Druk i oprawa: EXPOL, P. Rybiński, J. Dąbek, Spółka Jawna  
ul. Brzeska 4, 87-800 Włocławek

## SPIS TREŚCI

1. T. Berbeka – Wybrane aspekty siły ekonomicznej gospodarstw rolnych na Dolnym Śląsku .....	7
2. R. Dębicz, K. Wróblewska – Wpływ preparatu Actisil na wzrost i kwitnienie wybranych roślin kwiatnikowych .....	15
3. A. Dradrach, A. Bogacz – Właściwości poziomów powierzchniowych gleb wybranych trawników na obszarach parków miejskich Wrocławia .....	23
4. A. Dradrach, K. Szopka, A. Karczewska, A. Bogacz – Zróżnicowanie całkowitej zawartości miedzi w warstwie wegetacyjnej wybranych trawników miejskich Wrocławia .....	35
5. A. Gieruła, A. Wasilewska – Analiza zastosowania ozdobnych roślin zielnych w zagospodarowaniu przestrzeni podwórkowych na osiedlach mieszkaniowych z lat 60.–90. XX. W. we Wrocławiu.....	43
6. M. Golinowska, F. Walczak, A. Tratwal – Oplacalność zwalczania szkodników pszenicy ozimej w Polsce w latach 2006–2009 .....	53
7. E. Grzyś, A. Demczuk, E. Sacała, G. Kulczycki – Wpływ retardantów na wzrost źdźbła i zawartość mikroelementów (Fe, Mn, Zn, Cu) w ziarnie i słomie odmian pszenicy jarej .....	65
8. F. Kapusta – Burak cukrowy w rolnictwie i gospodarce Polski .....	75
9. F. Kapusta – Przemysł spożywczy Polski w pierwszej dekadzie XXI wieku....	91
10. F. Kapusta – Samowystarczalność zbożowa Polski w pierwszej dekadzie XXI wieku.....	107
11. J. Kucińska, T. Lewicka, S.J. Pietr – Uniwersalne primery dla genów <i>cry</i> do wykrywania entomopatogenicznych szczepów <i>bacillus thuringiensis</i> w glebie z uprawą ziemniaka.....	119
12. M. Paluch, D. Parylak – Wpływ zabiegów regeneracyjnych na zachwaszczenie pszenżyta ozimego uprawianego w monokulturze .....	127
13. M. Paluch, D. Parylak, R. Ogórek, E. Tendziagolska – Ograniczanie porażenia rdzą brunatną ( <i>puccinia recondita</i> ) pszenżyta ozimego uprawianego w monokulturze .....	137
14. D. Parylak, M. Paluch, L. Wojtala-Łozowska – Znaczenie uproszczonej uprawy i następstwa roślin w kształtowaniu właściwości gleby .....	145
15. P. Sobkowicz, A. Lejman – Zachwaszczenie wtórne wieloskładnikowych mieszanek zbóż jarych na tle zasiewów czystych.....	155
16. J. Spiak – Dochody i obciążenia podatkowe gospodarstw rolnych z osobowością prawną.....	165
17. R. Waclawowicz, L. Zimny, D. Malak, P. Kuc – Wpływ nawożenia wermikompostem oraz azotem na plonowanie buraka cukrowego .....	177
18. R. Weber, A. Biskupski – Wpływ sposobu uprawy roli i odmiany pszenicy ozimej na zwężłość, gęstość i wilgotność gleby.....	187

---

## CONTENTS

1.	T. Berbeka – Selected aspects of the profitability of farms in Lower Silesia ....	7
2.	R. Dębicz, K. Wróblewska – Effect of actisil preparation on growth and flowering of selected bedding plants .....	15
3.	A. Dradrach, A. Bogacz – Properties of surface soils of selected lawns within the urban parks of Wrocław .....	23
4.	A. Dradrach, K. Szopka, A. Karczewska, A. Bogacz – Diversity of total copper content in the vegetation layer of urban lawns in Wrocław .....	35
5.	A. Gierula, A. Wasilewska – Analysis of the use of ornamental herbaceous plants in lawn areas of housing estate developments in Wrocław from 1960 to 1990 .....	43
6.	M. Golinowska, F. Walczak, A. Tratwal – Cost-effectiveness of winter wheat pest control in Poland in 2006–2009 .....	53
7.	E. Grzyś, A. Demczuk, E. Sacała, G. Kulczycki – Effect of retardants on the stem growth and content of microelements (Fe, Mn, Zn, Cu) in grain and straw of spring wheat cultivars .....	65
8.	F. Kapusta – Sugar beet in the agriculture and economy of Poland .....	75
9.	F. Kapusta – Food industry in Poland in the first decade of the 21st century ....	91
10.	F. Kapusta – Grain self-sufficiency of Poland in the first decade of the 21st century .....	107
11.	J. Kucińska, T. Lewicka, S.J. Pietr – Using <i>cry</i> -gene universal primers for detecting entomopathogenic strains of <i>Bacillus thuringiensis</i> in potato field crops .....	119
12.	M. Paluch, D. Parylak – The influence of regenerative treatments on weed infestation of winter triticale continuous crop .....	127
13.	M. Paluch, D. Parylak, R. Ogórek, E. Tendziagolska – The possibility of reducing the incidence of brown rust ( <i>Puccinia recondita</i> ) infection on winter triticale grown as a continuous crop by applying soil conditioners and effective microorganisms .....	137
14.	D. Parylak, M. Paluch, L. Wojtala-Łozowska – Significance of reduced tillage and crop sequence in shaping soil properties .....	145
15.	P. Sobkowicz, A. Lejman – Secondary weed infestation of multispecies mixtures of spring cereals compared to pure stands .....	155
16.	J. Spiak – Revenues and tax burdens of rural farms with legal entity status .....	165
17.	R. Waclawowicz, L. Zimny, D. Malak, P. Kuc – The effect of vermicompost and nitrogen fertilization on yields of sugar beets .....	177
18.	R. Weber, A. Biskupski – Effect of different tillage and cultivars of winter wheat on compactness, bulk density and humidity of soil .....	187

**Tomasz Berbeka**

**WYBRANE ASPEKTY SIŁY EKONOMICZNEJ GOSPODARSTW  
ROLNYCH NA DOLNYM ŚLĄSKU**

**SELECTED ASPECTS OF ECONOMIC SIZE OF FARMS  
FUNCTIONING ON LOWER SILESIA**

*Institut Nauk Ekonomicznych i Społecznych, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu*  
*Institute of Economic and Social Sciences, Wrocław University of Environmental*  
*and Life Sciences*

Możliwość wsparcia finansowego gospodarstw indywidualnych w ramach Wspólnej Polityki Rolnej, w tym poszczególnych działań w zakresie Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich, determinuje również ich poziom siły ekonomicznej. Z uwagi na specyfikę produkcji rolniczej oraz szereg innych uwarunkowań wielkość ta ulega zmianom w poszczególnych latach w tych samych gospodarstwach. Celem badań była identyfikacja głównych determinant zmian w sile ekonomicznej gospodarstw w opinii producentów rolnych na Dolnym Śląsku. Badaniu poddano beneficjentów pomocy finansowej ze środków PROW, którzy we wniosku aplikacyjnym zobowiązani byli do sporządzenia planu rozwoju gospodarstwa. Ponadto producenci rolni określili udział dopłat bezpośrednich w dochodzie, a także wpływ reformy KRUS oraz składek zdrowotnych na siłę ekonomiczną ich gospodarstw. W opinii producentów rolnych najistotniejszą rolę we wzroście siły ekonomicznej gospodarstw odegrały przychody ze sprzedaży wynikające przede wszystkim ze wzrostu powierzchni gospodarstwa, zmiany w strukturze zasiewów oraz zmian w poziomie kosztów bezpośrednich.

SŁOWA KLUCZOWE: gospodarstwo indywidualne, siła ekonomiczna, dochodowość

### **WSTĘP**

Siłę ekonomiczną gospodarstwa rolnego określa się na podstawie sumy nadwyżek bezpośrednich wszystkich działalności rolniczych w tej jednostce produkcyjnej obliczonej

---

Do cytowania – For citation: Berbeka T., 2012. Wybrane aspekty siły ekonomicznej gospodarstw rolnych na Dolnym Śląsku. Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol. CII, 588: 7–14.

na podstawie Standardowych Nadwyżek Bezpośrednich (SGM) ustalonych dla poszczególnych rodzajów produkcji rolniczej i regionów. Wielkość ekonomiczna gospodarstwa wyrażana jest w ESU (Europejska Jednostka Wielkości) odpowiadającej standardowej nadwyżce bezpośredniej równej 1200 euro. Według danych GUS oraz Eurostat polskie gospodarstwa rolne charakteryzują się niską siłą ekonomiczną (Goraj 2006). W strukturze dominują gospodarstwa najmniejsze 0–2 ESU (ponad 68%), natomiast największe (powyżej 250 ESU) stanowią zaledwie 0,06% populacji. Z kolei województwo dolnośląskie obok zachodniopomorskiego i kujawsko-pomorskiego charakteryzuje się jednym z największych udziałów gospodarstw najsilniejszych ekonomicznie (powyżej 100 ESU). Jednostki poniżej 4 ESU uważa się za zbyt słabe ekonomicznie, nietrwałe oraz niebędące w stanie podjąć ważniejszych inwestycji (Zegar 2007). W warunkach Polski decydujące znaczenie w kształtowaniu pozycji ekonomicznej gospodarstw odgrywają zasoby ziemi (Czudec 2008). W trakcie funkcjonowania w UE gospodarstwa rolne w istotny sposób zmieniły poziom siły ekonomicznej. Badania przeprowadzone przy wykorzystaniu materiałów statystyki publicznej dowodzą, że istnieje tendencja wzrostu siły ekonomicznej gospodarstw. Decydujące w tym zakresie są przemiany obszarowe (proces koncentracji ziemi w gospodarstwach). W relacji do krajów UE gospodarstwa o najwyższej wartości ESU (powyżej 100) stanowiły 9-krotnie mniejszy udział aniżeli w kraju. Szanse rozwoju mają jedynie te gospodarstwa, które zapewniają opłatę materialnych czynników produkcji (Jóźwiak 1997). Dane FADN potwierdziły ścisły związek procesów inwestycyjnych i siły ekonomicznej jednostek produkcyjnych. Na podstawie danych publikowanych przez ARiMR O/T we Wrocławiu w regionie badań funkcjonuje około 58 000 gospodarstw rolnych – beneficjentów dopłat bezpośrednich.

## MATERIAŁ I METODY

W opracowaniu przedstawiono częściowe wyniki badań ankietowych uzyskanych w gospodarstwach indywidualnych na Dolnym Śląsku. Badaniu poddano 60 gospodarstw o powierzchni do 100 ha UR, prowadzących typową produkcję rolniczą oraz deklarujących w planie rozwoju gospodarstwa wzrost lub stabilną pozycję siły ekonomicznej. Gospodarstwa podzielono na 4 grupy obszarowe: do 15 ha, 15–30 ha, 30–50 ha, 50–100 ha. Zakres czasowy obejmował wyniki z roku gospodarczego 2010/2011 oraz wybrane elementy w latach 2004–2011. Dobór celowy uwzględnił również kryterium dostępności. W opracowaniu materiałów posłużono się metodą opisową i porównawczą (Kopeć 1981). Do prezentacji wyników wykorzystano technikę tabelaryczną.

## WYNIKI I OMÓWIENIE

Gospodarstwa przedziału obszarowego do 15 ha oraz 15–30 ha reprezentowało po 20 gospodarstw, natomiast powyżej 30–50 ha oraz 50–100 ha po 10 obiektów. Zgodnie z danymi zawartymi w tabeli 1 gospodarstwa z grupy obszarowej 1–15 ha stanowiły ponad 33%, zajmując jedynie niespełna 10,9% powierzchni ogólnej badanych obiektów.



Tabela 1  
Table 1Struktura badanych gospodarstw według grup obszarowych  
Structure of farms under investigation due to area groups of UAA

Lp. No.	Grupa obszarowa w ha UR Area group in ha of UAA	Gospodarstwa Farms	
		Liczba (%) Number	Razem powierzchnia (%) Total area
1.			
2.	do 14,99	33,3	10,88
3.	15,00–29,99	33,3	25,00
4.	30,00–49,99	16,7	20,98
5.	50,00–100,00	16,7	43,14
6.	Razem – Total	100	100,00

Źródło: Badania własne  
Source: Own researches

W przedziale obszarowym powyżej 30 ha znalazło się ponad 33% jednostek zajmujących jednocześnie 64% całkowitej powierzchni będącej przedmiotem analizy.

W strukturze własnościowej ziemi badanych obiektów udział dzierżaw był niewielki i stanowił 21% (tab. 2). W miarę wzrostu powierzchni gospodarstwa udział gruntów własnych malał. Na Dolnym Śląsku taka tendencja utrzymuje się od kilkunastu lat, przy czym dotyczy głównie obrotu międzysąsiedzkiego, gdyż grunty Skarbu Państwa są sukcesywnie wykupywane (najczęściej jest to pierwokup). Użytkowanie ziemi w drodze dzierżawy w gospodarstwach najmniejszych odgrywa niewielką rolę (2,2%).

Tabela 2  
Table 2Struktura własnościowa badanych gospodarstw według grup obszarowych  
Structure of farms ownership under investigation due to area groups of UAA

Grupa obszarowa Area group	Powierzchnia średnia Average size		Forma władania (%) Ownership (% share)	
	UR/UAA	GO/AL	Własność Own property	Dzierżawa Leased
do 14,99	10,83	10,42	97,8	2,2
15,00–29,99	24,87	24,19	86,2	13,8
30,00–49,99	41,76	40,52	77,1	22,9
50,00–100,00	85,84	83,86	70,4	29,6
Razem – Total	33,2	32,3	78,7	21,3

Źródło: Badania własne  
Source: Own researches

W pracy podjęto próbę identyfikacji czynników wpływających na zmiany siły ekonomicznej gospodarstw. W początkowym etapie badań sporządzono ankietę wstępną, w której producenci rolni sami wyłonili najistotniejsze aspekty. W efekcie badania wstępnego zagadnienie zostało szerzej przeanalizowane. Przyjęto na tym etapie, że SGM dla makroregionu Wielkopolska i Śląsk nie będą miały zastosowania. W opinii badanych producentów wzrost siły ekonomicznej odbył się przede wszystkim z powodu zwiększonych

przychodów ze sprzedaży. Bardziej szczegółowe badania dowiodły, że decydujący w tym zakresie był wzrost powierzchni UR gospodarstwa oraz wzrost cen surowców rolnych w relacji do roku ubiegłego (wynikający również z wahań rocznych). Redukcja kosztów bezpośrednich znalazła się na drugim miejscu. Można domniemywać, że producenci ocenili sami, iż na podstawie doświadczenia zawodowego zwiększanie kosztów bezpośrednich nie przyniesie oczekiwanego i zadowalającego efektu ekonomicznego. Ważne jest, że wskazano na to działanie zarówno w gospodarstwach najmniejszych, jak i największych (tab. 3). Na uwagę zasługuje fakt, że zmiana struktury zasiewów może w równym stopniu wpłynąć na żywotność ekonomiczną gospodarstwa oraz zwiększenie powierzchni zasiewów (najczęściej wprowadzanie upraw o większych wartościach SGM).

Tabela 3

Table 3

Czynniki wzrostu nadwyżek bezpośrednich w badanych gospodarstwach w opinii producentów rolnych (ranga 0–1)

Factors of gross margins increasing in investigated objects in farmers opinion (rangs 0–1)

Wyszczególnienie Specification	Wzrost nadwyżki bezpośredniej – Gross margin increasing			
	Zwiększone przychody ze sprzedaży Increased market sales cash flow	Zmiana struktury zasiewów Sowing structure change	Zwiększenie powierzchni zasiewów Increasing of sowing area	Redukcja kosztów bezpośrednich Direct costs reduction
do 14,99	6*	6	0	10
15,00–29,99	0	2	0	0
30,00–49,99	8	3	8	2
50,00–100,00	11	4	7	6
Razem – Total	25	15	15	18

\*suma ocen w skali 0–1 dla poszczególnych czynników  
total number for 0–1 scale evaluation for selected factors

Źródło: Badania własne  
Source: Own researches

Tabela 3

Table 3

Dodatnie efekty wzrostu nakładów środków obrotowych i nadwyżki bezpośredniej w zakresie zwiększania kosztów bezpośrednich (ranga 0–1)

Positive effects of gross margin increasing in range of direct costs (rangs 0–1)

Wyszczególnienie Specification	Kategoria kosztu Cost category		
	Nawozy Fertilizers	Materiał siewny Sowing seeds	Pestycydy Pesticides
do 14,99	2*	5	2
15,00–29,99	12	11	8
30,00–49,99	8	8	9
50,00–100,00	7	10	6
Razem – Total	29	34	25

\*suma ocen w skali 0–1 dla poszczególnych czynników  
total number for 0–1 scale evaluation for selected factors

Źródło: Badania własne  
Source: Own researches

W grupie gospodarstw, które jednoznacznie wskazały na związek wzrostu siły ekonomicznej ze wzrostem kosztów bezpośrednich, najistotniejszą rolę odegrał materiał siewny, następnie nawożenie oraz stosowanie środków ochrony roślin.

Powyższe zróżnicowanie i odmienna ocena w poszczególnych obiektach badawczych jest odzwierciedleniem zmian cen zarówno surowców rolnych, jak i środków do produkcji. Gospodarstwa, które uzyskały relatywnie wyższą cenę sprzedaży ziemiopłodów skłonne były do zwiększania koperty środków pieniężnych przeznaczonych na bezpośrednie środki do produkcji rolniczej (nasiona, nawozy, środki ochrony roślin).

Pośrednim odzwierciedleniem siły ekonomicznej gospodarstw rolnych są między innymi: realizowane inwestycje, zadłużenie krótkoterminowe, a także opinia samych zarządzających. Podmioty gospodarcze o dobrym wyposażeniu technicznym, nowoczesnej organizacji i zarządzaniu prorynkowym nastawieniu i konkurencyjności oraz korzystające z kredytów uznaje się za gospodarstwa rozwojowe (Woś 1996). Z tabeli 4 wynika, że najwięcej inwestycji na jednostkę produkcyjną realizowano w gospodarstwach średnich i największych. Podobna sytuacja dotyczyła poziomu zobowiązań krótkoterminowych. W badanej populacji gospodarstw jedynie 5 obiektów zmniejszyło swoją siłę ekonomiczną (gospodarstwa najmniejsze), w 16 przypadkach sytuacja była stabilna, natomiast najistotniej zwiększyły ją jednostki największe (powyżej 50 ha) oraz średnie (30–50 ha). Wzrost ten osiągnął odpowiednio 29 i 24%. Cele inwestycyjne mogą wynikać również z faktu sukcesji, gdyż w gospodarstwach najmniejszych następcę posiadało jedynie 40% rolników. Problem ten jest istotny, zaś szczególnie w niektórych krajach UE (Musiał 2009).

Tabela 4

Table 4

Siła ekonomiczna badanych gospodarstw – wybrane charakterystyki (ranga 0–1)

Economic size of farms under investigation – selected characteristics (rangs 0–1)

Grupa obszarowa Area group	Inwestycje udział Investments share	Inwestycje Investments	Kredyt obrotowy Short term loan	Zmiana siły ekonomicznej Economic size changes		
				Zmniejszenie (%) Decreasing	Bez zmian (%) Stable	Zwiększenie (%) Increasing
do 14,99	0	0	4	5	10	0
15,00–29,99	46	12	9	0	4	13,1
30,00–49,99	27	7	6	0	2	24
50,00–100,00	27	7	7	0	0	29
Razem Total	100	26	26	5	16	13,2

\*suma ocen w skali 0–1 dla poszczególnych czynników  
total number for 0–1 scale evaluation for selected factors

Źródło: Badania własne  
Source: Own researches

Wzrost dochodowości i siły ekonomicznej gospodarstw rolnych począwszy od roku 2008 oraz orzeczenie<sup>1</sup> Trybunału Konstytucyjnego z zakresu ubezpieczeń zdrowotnych rolników wpłynęły na wzrost obciążeń składkowych w Kasie Rolniczego Ubezpieczenia Społecznego. Producenci rolni uznali za najbardziej istotne zmiany w KRUS-ie na rok przed ich wprowadzeniem. Pomimo że reforma dotyczy przede wszystkim gospodarstw powyżej 50 ha przeliczeniowych, to jednostki mniejsze wskazały na potencjalny negatywny wpływ na siłę ekonomiczną. Uzasadnienie może znaleźć natomiast obawa przed wzrostem wymiaru podatku rolnego, który w wielu przypadkach osiągnął 100% (w tym również w przyszłości). Tradycyjnie czynnik ten wpłynie mniej istotnie na gospodarstwa o niższym wskaźniku jakości gleb. W badanych obiektach udział dopłat bezpośrednich w dochodzie wyniósł średnio 50% (tab. 5), a z punktu widzenia siły ekonomicznej niższy udział jest bardziej korzystny. Korzystanie z kapitału obcego w działalności rolniczej w długim okresie może przyczynić się do stabilnego rozwoju działalności w gospodarstwie (Daniłowska 2007). Na uwagę zasługuje grupa obszarowa 30–50 ha, która spełnia to kryterium oraz wskazała na najwyższy procentowy wzrost dochodów od roku 2004 (55%), podobnie było w przypadku gospodarstw największych.

Tabela 5

Table 5

Wybrane obciążenia składkowe oraz dochody badanych gospodarstw  
Selected social security and tax obligations versus income situation in farms under investigation

Wyszczególnienie Specification	% wzrost dochodów od 2004 r. Increased farm income Since 2004	Udział dopłat bezpośr. w dochodzie Share of direct pay- ments in farm income	Obciążenia gospodarstw (ranga 0–1) Farms obligations (rangs 0–1)		
			Podatek rolny Land tax	KRUS Social secu- rity	Składka zdrowotna Health insu- rance fee
do 14,99	31	57,5	2,7	2,9	2,7
15,00–29,99	37,3	45	3,7	3,6	3
30,00–49,99	55	39	4,2	5,2	4
50,00–100,00	54	57	4,8	5	3,4
Razem Total	40,9	50,2	3,6	3,9	3,1

Źródło: Badania własne

Source: Own researches

Dochody uzyskiwane w gospodarstwach to jedne z najbardziej podstawowych mierników efektywności ekonomicznej i są integralną częścią ich ekonomicznej żywotności. Na ich poziom wpływają również obciążenia podatkowe oraz z tytułu ubezpieczenia społecznego. Największe obawy wyrażono w zakresie składek KRUS i podatku rolnego (tab. 5).

<sup>1</sup> Orzeczenie Trybunału Konstytucyjnego wydane w październiku 2010 r. o niezgodności z ustawą zasadniczą kwestii finansowania z budżetu państwa składek na ubezpieczenie zdrowotne rolników.

## WNIOSKI

Przeprowadzone badania na obszarze Dolnego Śląska potwierdziły ścisłą zależność pomiędzy siłą ekonomiczną gospodarstw a ich obszarem UR. Na wzrost nadwyżki bezpośredniej wpłynęły przede wszystkim przychody ze sprzedaży i dotyczyło to gospodarstw największych. W jednostkach mniejszych obszarowo dobre efekty uzyskiwano poprzez zmianę struktury zasiewów, natomiast w większych za sprawą wzrostu areалу ziemi pozyskiwanej najczęściej w drodze dzierżawy. Szansą na utrzymanie żywotności ekonomicznej w przypadku gospodarstw najmniejszych okazało się zmniejszenie kosztów bezpośrednich. Zdecydowana większość rolników wskazała jednak na wzrost kosztów bezpośrednich jako szansę na zwiększenie siły ekonomicznej poprzez wzrost SGM. Inwestycje podejmowane były głównie w gospodarstwach powyżej 30 ha UR. W tej grupie w 65% przypadków korzystano również z kredytów. Zmniejszenie wartości siły ekonomicznej dotyczyło jedynie niespełna 9% obiektów badawczych. Najsilniejszymi ekonomicznie w przeliczeniu na jednostkę powierzchni okazały się gospodarstwa z przedziału obszarowego 30–50 ha. W opinii ponad 70% respondentów zmiana w rolniczym systemie ubezpieczenia społecznego oraz ubezpieczenia zdrowotnego wpłynie niekorzystnie na żywotność ekonomiczną gospodarstw. Największe obawy w tym zakresie wyrazili właściciele gospodarstw o obszarze powyżej 50 ha przeliczeniowych oraz gospodarstw położonych w rejonach gleb dobrych i bardzo dobrych.

## PIŚMIENNICTWO

- Czudec A., 2008. Czynniki kształtujące siłę ekonomiczną gospodarstw rolnych w regionie górskim, *Problemy Zagospodarowania Ziemi Górskich*, z. 55.
- Daniłowska A., 2007. Regionalne zróżnicowanie zadłużenia gospodarstw rolniczych w Polsce. *Roczniki Naukowe SERiA*, t. IX z. 1
- Goraj L., Osuch D., Płonka R., 2006. Wyniki standardowe uzyskane przez gospodarstwa rolne uczestniczące w polskim systemie FADN w 2006 roku. Wydawnictwo IERiGŻ-PiB, Warszawa.
- Jóźwiak W., 1997. Procesy dostosowawcze gospodarstw rolniczych w perspektywie stowarzyszenia z Unią Europejską. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Kopeć B., 1983. *Metodyka badań ekonomicznych w gospodarstwach rolnych*. Skrypt AR Wrocław: 166–199.
- Musiał W., 2009. Rozważania nad upadłością gospodarstw rodzinnych w Polsce. *Wię i Rolnictwo* 1 (142).
- Woś A., 1996. Drogi restrukturyzacji rolnictwa. Rada Strategii Społeczno-Gospodarczej przy Radzie Ministrów. Raport 17, Warszawa.
- Zegar J., 2007. Kwestia gospodarstw samozaopatrzeniowych w Polsce, *Wię i Rolnictwo*, 1 (134).

## **SELECTED ASPECTS OF THE PROFITABILITY OF FARMS IN LOWER SILESIA**

### **S u m m a r y**

The aim of the study was to identify the main factors that determine the profitability of farms located in the Lower Silesia region. The research showed that farm size had a direct impact on standard gross margins. Moreover, farmers surveyed from 60 farms stated that cash flows from the sales of agricultural products, larger acreage, the method of sowing or changes in direct costs had the greatest impact on the economic stability of the farms. The direct costs of larger farms have increased and a reduction of the direct costs for smaller scale farms was seen as critical, too. Over 70% of respondents stated that changes in the social security system have decreased the commercial strength of their farm. The opportunity of having a short term loan could stabilize the economic health of the farm in the long term. Medium size farms seem to be the most efficient (30–50 ha) in terms of standard gross margin.

KEY WORDS: individual farm, economic stability, profitability

**Regina Dębicz, Katarzyna Wróblewska**

**WPLYW PREPARATU ACTISIL NA WZROST I KWITNIENIE  
WYBRANYCH ROŚLIN KWIETNIKOWYCH**

**EFFECT OF ACTISIL PREPARATION ON GROWTH  
AND FLOWERING OF SELECTED BEDDING PLANTS**

*Katedra Ogrodnictwa, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu*

*Department of Horticulture, Wrocław University of Environmental and Life Sciences*

Wyniki wielu badań pokazują, że krzem ma korzystne działanie na wzrost, rozwój i odporność roślin na różne czynniki stresowe. Celem pracy było określenie wpływu krzemu zawartego w preparacie Actisil, podawanego na początku okresu wegetacyjnego w szklarni, na ich dalszy wzrost i kwitnienie w gruncie. Doświadczenie przeprowadzono od wiosny do lata w roku 2010 i 2011. Obiektem badań były rośliny kwietnikowe: gaura Lindheimera *Gaura lindheimeri* 'Corinas Choice', kocanki ogrodowe *Xerochrysum bracteatum* 'Gold' i werbena ogrodowa *Verbena* 'Patio Blue'. Rośliny opryskiwano trzykrotnie w marcu roztworem Actisilu w stężeniu: 0,1; 0,2 i 0,3%, a w połowie maja posadzono je do gruntu. W okresie pełnego kwitnienia przeprowadzono pomiary roślin. Stwierdzono korzystny wpływ preparatu Actisil na wzrost i kwitnienie każdej z testowanych odmian. Krzem zawarty w tym nawozie stymulował krzewienie się roślin, wyrażone liczbą pędów bocznych, oraz wpłynął na kwitnienie, wyrażone liczbą kwiatostanów i średnicą kwiatów/kwiatostanów. Wartość każdej z tych cech morfologicznych zależała od stężenia roztworu Actisilu; była tym większa, im wyższe było stężenie tego preparatu. Wyjątek stanowiła tylko gaura, u której więcej pędów bocznych i kwiatostanów miały rośliny opryskiwane 0,2% roztworem nawozowym.

SŁOWA KLUCZOWE: *Gaura Lindheimera*, kocanki ogrodowe, werbena ogrodowa, cechy morfologiczne, wartość dekoracyjna

## WSTĘP

Ostatnie badania udowadniają, że dokarmianie roślin krzemem pozytywnie wpływa na wiele czynników związanych z ich rozwojem. W wielu doświadczeniach wykazano korzystne działanie tego pierwiastka na procesy metaboliczne i fizjologiczne, uodporniające na różne czynniki stresowe (Durlak 2006, Gunes i wsp. 2007, Janas, Borkowski 2009, Sacała 2009). Dobrze znana jest rola krzemu w tworzeniu mechanicznej lub fizycznej bariery w ścianach komórkowych, przestrzeniach międzykomórkowych oraz wewnątrz komórek, dzięki czemu rośliny stają się odporniejsze na uszkodzenia mechaniczne, infekcje patogenów, np. mączniaka na dębach (Blaich, Grundhofer 1998) i mają mniejsze zapotrzebowanie na wodę, gdyż ograniczone są jej straty w wyniku parowania (Grenda, Skowrońska 2004). Udowodniono także, że krzem pozytywnie wpływa na procesy regeneracji tkanek po uszkodzeniach mrozowych róż (Hetman i wsp. 2007) oraz różaneczników (Falkowski, Matysiak 2008). Krzem poprawia również plonowanie niektórych gatunków roślin, np. ogórka szklarniowego (Górecki, Danielski-Busch 2009), pomidorów (Górecki i wsp. 2004, Stamatakis i wsp. 2004) i wpływa na wzrost oraz wygląd roślin (Startek i wsp. 2006), co jest szczególnie istotne w produkcji roślin ozdobnych. Celem doświadczenia było określenie wpływu krzemu zawartego w preparacie Actisil, podawanego roślinom w szklarni na początku okresu wegetacyjnego, na ich dalszy wzrost i kwitnienie po posadzeniu w gruncie.

## MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie z trzema taksonami roślin kwiatnikowych rozmnożonych za pomocą sadzonek pędowych: gaurą Lindheimera *Gaura lindheimeri* Engelm. et A.Gray ‘Corinas Choice’, kocankami ogrodowymi *Xerochrysum bracteatum* (Vent.) Tzvelev ‘Gold’ i werbeną ogrodową *Verbena* L ‘Patio Blue’ przeprowadzono od wiosny do lata w roku 2009 i 2010 w Stacji Badawczo-Dydaktycznej Roślin Warzywnych i Ozdobnych w Psarach, należącej do Katedry Ogrodnictwa. Czynnikiem doświadczenia było stężenie roztworu preparatu Actisilu (zawierającego 0,6% Si w formie  $H_4SiO_4$ ): 0,1; 0,2; i 0,3%, co odpowiadało stężeniu krzemu, odpowiednio: 60, 120 i 180 mg Si · dm<sup>-3</sup> roztworu, aplikowanego w formie oprysku. Rośliny kontrolne opryskiwano czystą wodą. Zabieg ten przeprowadzono w szklarni w początkowej fazie rozwoju wegetatywnego (w marcu) trzykrotnie w odstępach tygodniowych. W połowie maja rośliny posadzono do gruntu w rozstawie 0,3 x 0,3 m. Doświadczenie obejmowało 4 kombinacje w trzech powtórzeniach. W każdej kombinacji było 30 roślin, po 10 z każdego taksonu. Miesiąc po sadzeniu do gruntu rośliny zasilono nawozem YaraMila Complex (bezhlorkowy nawóz NPK 12-11-18 z dodatkiem mikroelementów) w dawce 30 g m<sup>-2</sup>. Na początku sierpnia oceniono wzrost i kwitnienie roślin opartych na pomiarach: wysokości i średnicy roślin, długości i liczby pędów bocznych oraz średnicy i liczby kwiatów lub kwiatostanów. Charakterystykę warunków klimatycznych w Psarach w latach 2009–2010 przedstawiono w tabeli 1.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji dla doświadczenia dwuczynnikowego. Do oceny istotności różnic między średnimi użyto testu Tukeya dla  $\alpha=0,05$ .



Tabela 1

Table 1

Charakterystyka warunków pogodowych wiosną i latem 2009–2010 w Psarach na tle średnich wieloletnich (1970–2000)  
 Characteristics of climate conditions of spring and summer 2009–2010 in Psary against long term average (1970–2000)

Rok Year	Miesięczna suma opadów (mm) Total rainfall in month					Średnia miesięczna temperatura powietrza (°C) The mean air temperature				
	IV	V	VI	VII	VIII	IV	V	VI	VII	VIII
2009	4.2	54.2	79.39	115.9	94.0	13.9	15.8	17.0	21.0	21.3
2010	26.4	134.5	24.8	79.1	74.0	10.8	13.3	17.5	21.0	18.8
1970–2000	Średnie z wielolecia Long term average total rainfall					Średnie z wielolecia Long term average air temperature				
	31.9	49.9	64.9	75.4	63.5	8.1	13.9	16.7	18.5	17.7

## WYNIKI I OMÓWIENIE

Krzem jest pierwiastkiem powszechnie występującym w przyrodzie, jednak w większości w formach nieprzyswajalnych przez rośliny (Brogowski 2000). Bezpośrednim źródłem krzemu dla roślin jest kwas ortokrzemowy zawarty między innymi w preparacie Actisil. Jego działanie związane jest z regulowaniem procesów metabolicznych rośliny, poprawą jej stanu odżywienia oraz stymulacją roślin do tworzenia naturalnych procesów odpornościowych na niekorzystne warunki środowiska (Sacała 2009). W dotychczasowych badaniach potwierdzono skuteczność tego preparatu w kształtowaniu pożądanego pokroju chryzantem (Startek i wsp. 2006), podnoszeniu odporności na przezimowanie niektórych odmian chryzantem (Durlak 2006), tworzeniu dobrej jakości ukorzenionych sadzonek jałowca nadbrzeżnego i luskowatego (Bąbalewski 2008), zaś Hetman i wsp. (2007) wykazały pozytywne działanie Actisilu na wzrost róży wielokwiatowej w uprawie jednorocznej.

W omawianym doświadczeniu stwierdzono również korzystny wpływ preparatu Actisil, zwłaszcza stosowanego w wyższych stężeniach, na rozwój wegetatywny badanych roślin. Wpływ ten najbardziej się uwidocznił u gaury Lindheimera. Rośliny tego gatunku dokarmiane krzemem w początkowej fazie rozwoju wegetatywnego osiągały później większą wysokość i średnicę niż rośliny kontrolne. Tworzyły też dłuższe pędy boczne (tab. 2). Wartości tych cech były tym większe, im wyższe było stężenie roztworu krzemowego. Natomiast największą liczbę pędów bocznych (najlepsze rozkrzewienie) odnotowano u roślin traktowanych 0,2% roztworem Actisilu. Analiza statystyczna wykazała też istotny wpływ roztworu preparatu zawierającego krzem na liczbę i długość pędów kocanki ogrodowej 'Gold' i werbeny ogrodowej 'Patio Blue'. Okazało się, że było ich najwięcej i były one najdłuższe u tych roślin, które opryskiwano 0,3% roztworem preparatu (tab. 3 i 4). Podobne rezultaty uzyskano w doświadczeniu z sanwitalią okazałą 'Sunbini' i portulaką cieniolubną 'Duna Red' (Dębicz, Wróblewska 2011). Wyniki zamieszczone w tabelach 3 i 4 pokazują także, że Actisil nie wpływał na wysokość i średnicę kocanek ogrodowych oraz wysokość werbeny 'Patio Blue', co w przypadku tych roślin nie jest najważniejszą cechą użytkową. Natomiast średnica roślin tej samej odmiany była tym większa, im zastosowany roztwór Actisilu miał większe stężenie. Pozytywny wpływ Actisilu w stężeniu 0,2% na średnicę bratka ogrodowego *Viola x victroekiana* wykazali Wraga i Dobrowolska (2007).

Tabela 2  
Table 2Cechy morfologiczne gaury *Lindheimera* 'Corinas Choice' w zależności od stężenia Actisilu  
Morphological features of *Gaura lindheimeri* 'Corinas Choice' depending on Actisil concentration

Stężenie (%) Concentration (A)	Cecha rośliny Feature of the plant											
	Wysokość roślin (cm) Height of plants			Średnica roślin (cm) Diameter of plants			Liczba pędów bocznych Number of lateral shoots			Długość pędów bocznych (cm) Length of lateral shoots		
	Rok – Year (B)			Rok – Year (B)			Rok – Year (B)			Rok – Year (B)		
	2009	2010	Średnia Mean	2009	2010	Średnia Mean	2009	2010	Średnia Mean	2009	2010	Średnia Mean
Kontrola Control	43,6	25,0	34,3	39,8	18,0	28,9	24,5	6,7	16,1	40,8	13,5	27,2
0.1%	48,7	29,8	39,3	44,6	20,5	32,6	30,6	7,5	19,1	45,8	14,0	29,9
0.2%	52,0	33,0	42,5	52,8	21,0	36,9	41,1	8,3	24,7	47,5	14,5	31,0
0.3%	55,7	35,0	45,4	59,7	22,0	40,9	28,0	9,0	14,5	50,8	15,6	33,2
Średnia Mean	<b>50,0</b>	<b>30,7</b>		<b>49,2</b>	<b>20,4</b>		<b>31,1</b>	<b>7,9</b>		<b>46,2</b>	<b>14,4</b>	
NIR <sub>0.05</sub> LSD <sub>0.05</sub>	A = 0,9 B = 0,7 AxB = n.s.; r.n.			A = 2,3 B = 1,6 AxB = 3.2			A = 5,9 B = 4,2 AxB = n.s.; r.n.			A = 3,1 B = 2,2 AxB = n.s.; r.n.		

Tabela 3  
Table 3Cechy morfologiczne kocanek ogrodowych 'Gold' w zależności od stężenia Actisilu  
Morphological features of *Xerochrysum bracteatum* 'Gold' depending on Actisil concentration

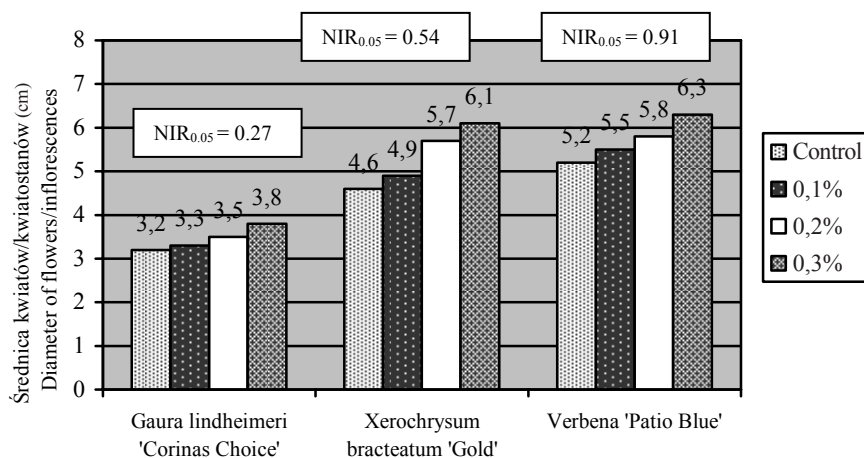
Stężenie (%) Concentration (A)	Cecha rośliny Feature of the plant											
	Wysokość roślin (cm) Height of plants			Średnica roślin (cm) Diameter of plants			Liczba pędów bocznych Number of lateral shoots			Długość pędów bocznych (cm) Length of lateral shoots		
	Rok – Year (B)			Rok – Year (B)			Rok – Year (B)			Rok – Year (B)		
	2009	2010	Średnia Mean	2009	2010	Średnia Mean	2009	2010	Średnia Mean	2009	2010	Średnia Mean
Kontrola Control	30,0	15,5	23,0	19,7	19,3	19,5	13,4	12,0	12,7	13,5	10,1	11,8
0.1%	29,3	15,9	22,6	21,3	23,6	22,5	14,0	12,5	13,3	17,0	13,0	15,0
0.2%	29,2	16,1	22,7	23,6	25,5	24,6	17,8	13,0	15,4	20,6	17,4	19,0
0.3%	24,3	18,4	21,4	28,6	26,8	27,7	21,6	15,5	18,6	22,9	18,9	20,9
Średnia Mean	28,2	16,5		23,3	23,8		16,7	13,3		18,5	14,9	
NIR <sub>0.05</sub> LSD <sub>0.05</sub>	A = n.s.; r.n. B = n.s.; r.n. AxB = 4,6			A = n.s.; r.n. B = n.s.; r.n. AxB = n.s.; r.n.			A = 2,6 B = 1,9 AxB = n.s.; r.n.			A = 2,2 B = 1,5 AxB = n.s.; r.n.		

Tabela 4

Table 4

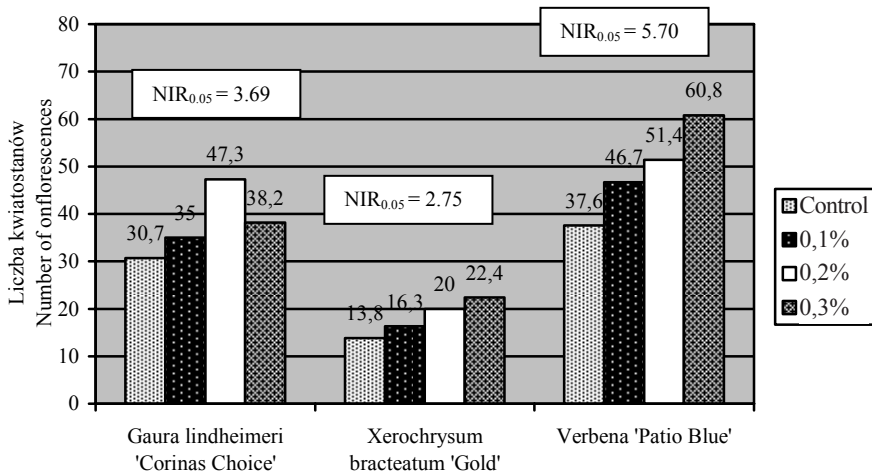
Cechy morfologiczne werbeny ogrodowej 'Patio Blue' w zależności od stężenia Actisilu  
Morphological features of *Verbena* 'Patio Blue' depending on Actisil concentration

Stężenie (%) Concentration (A)	Cecha rośliny Feature of the plant											
	Wysokość roślin (cm) Height of plants			Średnica roślin (cm) Diameter of plants			Liczba pędów bocznych Number of lateral shoots			Długość pędów bocznych Length of lateral shoots (cm)		
	Rok – Year (B)			Rok – Year (B)			Rok – Year (B)			Rok – Year (B)		
	2009	2010	Średnia Mean	2009	2010	Średnia Mean	2009	2010	Średnia Mean	2009	2010	Średnia Mean
Kontrola Control	36,5	21,9	29,2	49,3	61,0	55,2	28,4	27,0	27,7	29,0	24,2	26,6
0.1%	31,4	26,3	28,9	50,5	65,0	57,8	28,9	30,0	29,5	27,6	27,4	27,5
0.2%	32,8	28,0	30,4	52,0	67,0	60,0	33,3	35,0	34,2	31,8	33,8	32,8
0.3%	34,2	30,0	32,1	55,3	72,0	63,7	36,4	45,0	40,7	36,9	38,9	37,9
Średnia Mean	33,7	26,6		51,8	66,3		31,8	34,3		31,3	31,1	
NIR <sub>0.05</sub> LSD <sub>0.05</sub>	A = n.s.; r.n. B = 2,3 AxB = n.s.; r.n.			A = 4,8 B = 3.4 AxB = n.s.; r.n.			A = 4,1 B = n.s.; r.n. AxB = n.s.; r.n.			A = 4,7 B = n.s.; r.n. AxB = n.s.; r.n.		



Rys. 1. Wpływ stężenia Actisilu na średnicę kwiatostanów kocanek ogrodowych *Xerochrysum bracteatum* 'Gold' i werbeny ogrodowej *Verbena* 'Patio Blue' oraz kwiatów gaury Lindheimera *Gaura lindheimeri* 'Corinas Choice' (średnie z dwóch lat) (cm)

Fig. 1. The influence of Actisil concentration on the diameter of inflorescences of *Xerochrysum bracteatum* 'Gold' and *Verbena* 'Patio Blue' and flowers of *Gaura lindheimeri* 'Corinas Choice' (means of two years) (cm)



Rys. 2. Wpływ stężenia Actisilu na liczbę kwiatostanów gaury Lindheimera *Gaura lindheimeri* 'Corinas Choice', kocanek ogrodowych *Xerochrysum bracteatum* 'Gold' i werbeny ogrodowej *Verbena* 'Patio Blue' (średnie z dwóch lat)

Fig. 2. Influence of Actisil concentration on the number of inflorescences of *Gaura lindheimeri* 'Corinas Choice', *Xerochrysum bracteatum* 'Gold' and *Verbena* 'Patio Blue' (means of two years)

Wykazano również korzystny wpływ preparatu Actisil na średnicę kwiatów/kwiatostanów każdego z badanych taksonów roślin. Była ona tym większa, im więcej dostarczono roślinom krzemu (rys. 1). Podobną zależność odnotowano w odniesieniu do liczby kwiatostanów testowanych roślin (rys. 2). Wyjątkiem była gaura: najwięcej kwiatostanów wytworzyły te rośliny, którym podano nieco mniej krzemu (0,2% roztwór nawozowy).

Dane zamieszczone w tabeli pierwszej mogą sugerować, że rośliny uprawiane w gruncie narażone były na stres wodny (duża różnica opadów między majem a lipcem 2009 r. i między majem a czerwcem 2010 r.). W takich warunkach lepiej rosły i kwitły rośliny dokarmiane większą dawką krzemu (0,3 i 0,2% roztworem nawozowym). Zatem wyniki doświadczenia mogą być potwierdzeniem tezy, że w warunkach stresu wodnego krzem zwiększa odporność roślin oraz poprawia ich wzrost (Sacała 2009) albo łagodzi niepożądane efekty takiego stresu (Mieszkańska, Łukaszewska 2011).

## WNIOSKI

W doświadczeniu stwierdzono korzystny wpływ preparatu Actisil, którym opryskiwano gaurę Lindheimera 'Corinas Choice', kocanki ogrodowe 'Gold' i werbenę ogrodową 'Patio Blue' w początkowym okresie wzrostu wegetatywnego na ich dalszy wzrost i kwitnienie. Krzem zawarty w tym nawozie pozytywnie oddziaływał na krzewienie się roślin wyrażone liczbą pędów bocznych oraz na kwitnienie wyrażone liczbą kwiatostanów i średnicą kwiatów/kwiatostanów, wpływając tym samym pozytywnie na ich wartość dekoracyjną i użytkową. Wartość każdej z tych cech morfologicznych zależała od

stężenia roztworu Actisilu; była tym większa, im wyższe było stężenie tego preparatu. Wyjątek stanowiła tylko gaura. U tego gatunku najwięcej pędów bocznych i kwiatostanów wytworzyły rośliny opryskiwane 0,2% roztworem nawozowym.

## PIŚMIENNICTWO

- Bąbalewski P., 2008. Wpływ preparatu Actisil na jakość ukorzenionych sadzonek wybranych taksonów jałowca (*Juniperus* sp.). Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 525: 27–32.
- Bleich R., Grundhofer H., 1998. Silicate incrust induced by powdery mildew in cell walls of different plant species. Zeitschrift für Pflanzenkrankh. und Pflanzensch. 105(2): 105–120.
- Brogowski Z., 2000. Krzem w glebie i jego rola w żywieniu roślin. Post. Nauk Rol. 6: 9–16.
- Dębicz R., Wróblewska K., 2011. The effect silicon foliar application on the development of season ornamental plants. Part I: *Sanvitalia speciosa* ‘Sunbini’ *Verbena* ‘Patio Blue’ and *Portulaca umbraticola* ‘Duna Red’. Acta Agrobotanica 64(4): 99–106.
- Durlak W., 2006. Wpływ Actisil Hydro Plus na wzrost i rozwój chryzantemy ogrodowej *Chrysanthemum x grandiflorum*. Mat. konf. „Nowości w uprawie chryzantem”. Poznań, 15–16 XI 2006: 29–40.
- Falkowski G., Matysiak B., 2008. Wpływ kwasu absycynowego, hydrazynu kwasu maleinowego oraz krzemu na uszkodzenia mrozowe cyprysika Lawsona, różanecznika i żywotnika olbrzymiego. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 525: 105–111.
- Grenda G., Skowrońska M., 2004. Nowe trendy w badaniach nad biogeochemią krzemu. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 502: 781–789.
- Górecki R., Borkowski J., Stępowski J., Danielski-Busch W., Kowalczyk W., 2004. Wpływ krzemu na wzrost i plonowanie oberżyny i pomidora w substracie torfowym. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 502: 483–489.
- Górecki S.R., Danielski-Busch W., 2009. Effect of silicate fertilizers on yielding of greenhouse cucumber (*Cucumis sativus* L.) in container cultivation. J. Elementol. 14(1): 71–78.
- Gunes A., Inal A., Bagei E.G., Coban S., Pilbeam D.J., 2007. Silicon mediates changes to some physiological and enzymatic parameters symptomatic for oxidative stress in spinach (*Spinacia oleracea* L.) grown under B toxicity. Scientia Horticulture 113(2): 113–119.
- Hetman J., Maliborska M., Iwanow T., 2007. Wpływ Actisilu i sposobu uprawy na wzrost róży wielokwiatowej *Rosa multiflora*. Mat. konf. nauk. „Problemy i perspektywy produkcji szkółkarskiej roślin ozdobnych”. Skierniewice. 20-21 II 2007: 53–64.
- Janas R., Borkowski J., 2009. The use silicon in lettuce cultivation for seeds. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 541: 141–145.
- Mieszkalska K., Łukaszewska A., 2011. Effect of silicon and phosphorus – containing fertilizer on geranium (*Pelargonium hortorum* L.H. Bailey) response to water stress. Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus 10(3): 113–121.
- Sacała E., 2009. Role of silicon in plant resistance to water stress. J. Elementol. 14(3): 619–630.
- Stamatakis A., Papadantonakis N., Lydakis-Simanstiris N., Kefalas P., Savvas D., 2004. Effect of silicon and salinity on fruit yield and quality of tomato grown hydroponically. Acta Horticulturae 603: 141–147.
- Startek L., Placek M., Wraga K., 2006. Wpływ preparatu Hydro Plus Actisil na niektóre cechy chryzantem uprawianych w doniczkach. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 510: 619–626.

Wraga K., Dobrowolska D., 2007. Ocena preparatu Actisil na cechy morfologiczne i wartość dekoracyjną rozsąd dwóch odmian bratka ogrodowego z grupy Fancy. Część I. Wzrost roślin i wielkość liści. Roczn. AR Pozn. CCCLXXXIII, Ogrodn. 41: 229–233.

## **EFFECT OF ACTISIL PREPARATION ON GROWTH AND FLOWERING OF SELECTED BEDDING PLANTS**

### **S u m m a r y**

Results of numerous studies prove that silicon beneficially affects plant growth, development and resistance to different stress factors. The aim of the work was to determine the effect of silicon, contained in an Actisil preparation that was administered at the beginning of a growing period in a greenhouse, on further plant growth and flowering in the field. The experiments were conducted in the spring and summer of 2009 and 2010. The following bedding plants were used: gaura *Lindheimera Gaura lindheimeri* 'Corinas Choice', strawflowers *Xerochrysum bracteatum* 'Gold' and hybrid vervain *Verbena* 'Patio Blue'. Plants were sprayed with the Actisil solution of 0.1; 0.2 and 0.3% concentrations, three times in March and planted in mid May in open ground. During the flowering period plant measurements were taken. In each of the examined varieties there was a favorable effect from the Actisil preparation observed in plant growth and development. The silicon contained in the fertilizer stimulated the branching of the plants as expressed by the number of lateral shoots, and flowering, as expressed by the number and diameter of inflorescences. The value of each morphological character depended on the concentration of the Actisil preparation. The impact was more pronounced when a higher concentration was applied. The only exception was gaura, which had a higher number of lateral shoots and inflorescences when plants were sprayed with a 0.2% solution of silicon fertilizer.

KEY WORDS: *Gaura lindheimeri*, *Xerochrysum bracteatum*, *Verbena*, morphological features, decorative value

**Agnieszka Dradrach<sup>1</sup>, Adam Bogacz<sup>2</sup>**

**WŁAŚCIWOŚCI POZIOMÓW POWIERZCHNIOWYCH GLEB  
WYBRANYCH TRAWNIKÓW NA OBSZARACH PARKÓW  
MIEJSKICH WROCLAWIA**

**PROPERTIES LEVELS OF SURFACE SOILS OF SELECTED  
LAWNS WITHIN THE URBAN PARKS OF WROCLAW**

*<sup>1</sup>Katedra Kształtowania Agroekosystemów i Terenów Zieleni, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu*

*Department of Agroecosystems and Green Areas Management, Wrocław University of Environmental and Life Science*

*<sup>2</sup>Instytut Nauk o Glebie i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu  
Institute of Soil Science and Environmental Protection, Wrocław University of Environmental and Life Science*

Celem badań była charakterystyka właściwości gleb trawników, występujących na terenie parków Wrocławia. Analizowane gleby reprezentowane były przez 12 profili – 4 z terenu Parku Południowego, 4 z Parku Szczytnickiego, 4 z Parku Zachodniego. Łącznie przeanalizowano 24 próbki glebowe o składzie granulometrycznym piasku i gliny. W pobranym materiale glebowym oznaczono: skład granulometryczny, gęstość właściwą i objętościową, pH gleby, zawartość węgla ogólnego, zawartość azotu ogólnego oraz zasobność gleb w makroelementy (P, K, Mg). W opisywanych profilach glebowych występują dużej miąższości poziomy próchniczne i stosunkowo niewielka zawartość frakcji szkieletowej. W składzie granulometrycznym dominowała frakcja piaszczysta, przy bardzo niewielkim udziale frakcji ilastej. Odczyn kształtował się od lekko kwaśnego do obojętnego. Gleby trawników wrocławskich parków wykazywały wysoką i bardzo wysoką zasobność w magnez oraz potas, przy silnie zróżnicowanej zasobności w fosfor.

SŁOWA KLUCZOWE: właściwości fizyczne, właściwości chemiczne, gleby trawników, parki miejskie

---

Do cytowania – For citation: Dradrach A., Bogacz A., 2012. Właściwości poziomów powierzchniowych gleb wybranych trawników na obszarach parków miejskich Wrocławia. Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol. CII, 588: 23–34.

## WSTĘP

Charakterystyka gleb jako podłoża dla trawników i zieleńców w wielu przypadkach jest trudniejsza do wykonania niż gleb użytkowanych rolniczo. Wiąże się to często z przebudową profilu glebowego, będącą wynikiem silnej antropopresji oraz możliwościami wykonania głębokich profilów glebowych (Greinert 2003, Komornicki 1986). Przejawem tego typu zjawisk są silna szkieletowość i warstwowanie poziomów, duża liczba domieszek oraz dominacja frakcji piaszczystej i związana z jej obecnością niska retencyjność, a także zmiany właściwości sorpcyjnych gleb (Meuser, Blume 2001).

Celem badań było porównanie właściwości gleb różnych trawników Wrocławia.

## MATERIAŁY I METODY

Badania terenowe przeprowadzono w 2010 r. na glebach wybranych trawników parków we Wrocławiu. Do badań wytypowano trawniki parków: Szczytnickiego – 4 powierzchnie, Południowego – 4 powierzchnie oraz Zachodniego – 4 powierzchnie. Razem pobrano 24 próbki glebowe. Wydzielono dwie głębokości pobrania: 0–5 cm i 10–15 cm. Próbkę pobierano przy użyciu próbnika glebowego przystosowanego do profilów gleb zadarnionych. Próbką średnią składała się z 5 próbek podstawowych pobieranych z powierzchni 20 m<sup>2</sup>. Próbkę średnią pobierano do plastikowych worków, a następnie suszono w temperaturze pokojowej. Na każdej z badanych powierzchni opisywano profile glebowe do głębokości 100 cm za pomocą laski glebowej, zwracając uwagę na cechy morfologiczne gleb, a szczególnie: miąższość poziomu próchnicznego, rodzaj i ilość domieszek, oglejenie oraz barwę gleby.

Na podstawie obserwacji terenowych całych profilów glebowych oraz badanych cech gleb poziomów powierzchniowych, do głębokości 15 cm p.p.t., gleby sklasyfikowano według nomenklatury Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego (2011) oraz Systemu IUSS-WRB (2007). W pobranym materiale glebowym w próbkach z głębokości 0–5 cm i 10–15 cm oznaczono:

- skład granulometryczny metodą Boyoucosa w modyfikacji Casagrande'a i Prószyńskiego,
- odczyn gleb w H<sub>2</sub>O i KCl metodą potencjometryczną przy relacji gleba – roztwór (1:2,5),
- zawartość węgla ogólnego przy użyciu analizatora gazów CS-MAT,
- zawartość azotu ogólnego przy użyciu aparatu Kiejdahla,
- zawartość CaCO<sub>3</sub> w aparacie Scheiblera,
- zasobność gleb w K i P metodą Egnera-Riehma, zasobność w Mg metodą Schachtschabela,
- określono klasę zasobności gleb w P, K, Mg, stosując normy przyjęte przez IUNG dla gleb uprawnych.



## WYNIKI I OMÓWIENIE

### Morfologia profili glebowych

Gleby znajdujące się na obszarach trawników wybranych parków Wrocławia cechowały się występowaniem mięszszych poziomów próchnicznych mieszczących się w granicach od 17 do 23 cm w glebach Parku Szczytnickiego oraz od 19 do 55 cm w glebach Parku Południowego, a także od 8 do 35 cm w glebach Parku Zachodniego. Odcień barwy i jasność poziomów próchnicznych gleb, opisywana często jako 10YR 2/1 na trawnikach Parku Południowego i Szczytnickiego, wskazują na większą ich zasobność w próchnicę niż Parku Zachodniego. W głębszych poziomach genetycznych gleby wykazywały często obecność domieszek drobnego gruzu i żużla oraz cegieł i zaprawy, stanowiąc niekiedy poziomy piaszczysto-gruzowe bądź gliniasto-gruzowe. Poziomy o cięższym składzie granulometrycznym wykazywały oglejenie marmurkowate lub całkowite. Chociaż trawniki zostały założone na obiektach usytuowanych pierwotnie na obrzeżach miasta będących wcześniej pod użytkowaniem rolniczym, gleby wykazują obecnie duży stopień antropogenezacji (tab. 3).

Szczególnie gleby znajdujące się w brzegowej części parków zawierały znaczny udział domieszek. W niektórych poziomach głębszych obserwowano nagromadzenie się węgla wapnia w postaci białych nalotów i konkrekcji (tab. 2).

Ze względu na wyżej opisywane cechy – a zwłaszcza: miąższość poziomu próchnicznego, zawartość materii organicznej, obecność domieszek glebowych, zawartość  $\text{CaCO}_3$  oraz warunki wodne gleby klasyfikowano jako Mollic Czarnozems lub Mollic Gleysols (IUSS-WRB 2007). W przypadku znacznej zawartości domieszek materiału gruzowego w 100 cm warstwie gleby zaliczano je także do Umbric Technosols (IUSS-WRB 2007). Według Systematyki Gleb Polski (PTG 2011) klasyfikowano je ze względu na dużą miąższość poziomów próchnicznych bogatych w materię organiczną,  $\text{CaCO}_3$  oraz obecność oglejenia jako czarne ziemie właściwe bądź czarne ziemie zdegradowane. Gdy do głębokości 100 cm stwierdzano znaczny udział materiałów antropogenicznych, gleby trawników zaliczano do antropogenicznych próchnicznych.

### Skład granulometryczny gleb

Uziarnienie określane jest jako jeden z najbardziej stałych i najważniejszych parametrów fizycznych gleb. Warunkuje ono zarówno podstawowe, jak i funkcjonalne cechy fizyczne gleb, a także pośrednio determinuje cechy ich chemiczne i biologiczne (Jaworska i wsp. 2008). Różnorodność składu granulometrycznego gleb wiąże się ściśle z procesami genetycznymi, takimi jak: rodzaj wietrzenia, transport materiału glebowego (proces iluwacji i eluwacji), a także z zabiegami agrotechnicznymi (Komisarek 2000). W przypadku gleb trawników szczególnie ważne jest przygotowanie gleby przed jego założeniem – często poprzez wprowadzanie nowego materiału glebowego.

Analizowane gleby zawierały znaczne zawartości frakcji szkieletowej (>2 mm) w postaci domieszek. Ilość szkieletu glebowego nie przekraczała zazwyczaj 10% gleby, w niektórych przypadkach domieszki w postaci żwiru i kamieni osiągały nawet 28% objętości gleby (tab. 1). W badanych glebach zawartość frakcji szkieletowej była istotnie większa w warstwie 5–15 cm niż 0–5 cm (tab. 4). W badaniach prowadzonych przez Jima (2001)

autor stwierdził, że wysoka zawartość frakcji kamieni i piasku jest typowa dla gleb obszarów miejskich. Uważa on, że duża zawartość kamieni jest szczególnie niekorzystna dla gleb w okresie suszy (niedostateczna retencja wodna) oraz intensywnej wegetacji roślin (ograniczone zdolności do gromadzenia składników odżywczych przez frakcję szkieletową). Tę drugą obserwację potwierdzają również badania Meusera i Blume'a (2001).

W grupie części ziemistych analizowanych gleb Parku Szczytnickiego w większości poziomów powierzchniowych dominującą jest frakcja piaszczysta (2–0,5 mm), a w szczególności piasku średniego (0,5–0,25 mm), której udział nie przekraczał 30% masy części ziemistych. Analizowane utwory wykazywały duże zróżnicowanie frakcji pyłowej w obrębie badanych gleb. Dominowała tu z kolei podfrakcja pyłu grubego (0,05–0,02 mm), której udział w obrębie części ziemistych przewyższał 20% i był zazwyczaj nieco większy w warstwie 0–5 cm niż 5–15 cm. Zawartość frakcji ilu nie przekraczała na ogół 5% masy części ziemistych. Opisywane poziomy klasyfikowano zatem jako piaski gliniaste lekkie bądź mocne lub gliny lekkie pyłaste (wg PTG 1978) oraz jako piaski gliniaste i gliny piaszczyste (PTG 2009).

Analiza składu granulometrycznego gleb trawników Parku Południowego wskazuje również na dominację frakcji piaszczystej, a w szczególności piasku bardzo grubego. Poziomy powierzchniowe były mało zróżnicowane pod względem udziału poszczególnych podfrakcji pyłu w stosunku do sumy tej frakcji (0,05–0,002 mm). Zawartość frakcji ilastej nie przekraczała tu 3% objętości frakcji ziemistej (tab. 1). Otrzymane wyniki pozwalały zaklasyfikować badane utwory jako piaski gliniaste pyłaste (wg PTG 1978) lub piaski gliniaste bądź gliny piaszczyste (wg PTG 2009).

Nieco lżejszy skład granulometryczny wykazywały gleby trawników Parku Zachodniego. Dominująca była frakcja piasku średniego, w której udział cząstek o średnicy (0,5–0,25 mm) przekraczał niekiedy 30% masy frakcji ziemistej (tab. 1). Zawartość frakcji ilastej nie przekraczała 1% przy równie niewielkim udziale frakcji pyłowej. Wyniki te pozwoliły zaklasyfikować gleby jako piaski słabo gliniaste (PTG 1978) lub słabo gliniaste i gliniaste (PTG 2009).

Zawartość frakcji ilastej (<0,002 mm) jest pewnym wskaźnikiem różnorodności genetycznej poszczególnych poziomów glebowych. Poziomy powierzchniowe gleb parków Wrocławia nie wykazywały różnorodności genetycznej materiałów glebowych, ze względu na niską zawartość tej frakcji (tab. 1). W pojedynczych przypadkach wysoka próchniczność gleb uniemożliwiała wykonanie prawidłowego oznaczenia składu granulometrycznego gleb. Pod względem kategorii ciężkości badane profile można zaklasyfikować jako bardzo lekkie i lekkie (PTG 2009).

### **Właściwości fizykochemiczne i chemiczne gleb**

Odczyn w literaturze gleboznawczej opisywany jest jako ważny czynnik wpływający na dostępność oraz ruchliwość makro- i mikroelementów dla roślin (Basta i wsp. 2005). Badane gleby trawników Parków Wrocławia wykazywały odczyn: lekko kwaśny ( $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  5,5–6,0) – Park Zachodni, lekko kwaśny do obojętnego ( $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  5,4–6,7) – Park Południowy oraz lekko kwaśny do zasadowego ( $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  5,3–7,5) – Park Szczytnicki. Na silne zróżnicowanie odczynu w glebach Parku Szczytnickiego zwrócili również uwagę w swoich pracach Licznar, Licznar (2005), Licznar i wsp. (2007). Najbardziej zasobne w próchnicę okazały się poziomy powierzchniowe gleb Parku Szczytnickiego, w których zawartość

węgla zawierała się w przedziale od 30 do 87 g C · kg<sup>-1</sup> gleby. Nieco mniej zasobne w próchnicę okazały się poziomy powierzchniowe gleb trawników Parku Południowego. Zawartość węgla mieściła się tu szerokim przedziale od 20 do 80 g C · kg<sup>-1</sup>.

Ilość i jakość próchnicy glebowej są często używanym wskaźnikiem żyzności gleb (Pisarek, Drozd 1996). Najbardziej zasobne w próchnicę okazały się poziomy powierzchniowe gleb Parku Szczytnickiego, w których zawartość węgla zawierała się w przedziale od 30 do 87 g C · kg<sup>-1</sup> gleby. Nieco mniej zasobne w próchnicę były poziomy powierzchniowe gleb trawników Parku Południowego. Zawartość węgla mieściła się tu w szerokim przedziale od 20 do 80 g C · kg<sup>-1</sup> gleby. W poziomach próchnicznych gleb Parku Zachodniego stwierdzono najmniejszą zawartość węgla, wahającą się od 13 do 77 g C · kg<sup>-1</sup> gleby. Z niską zawartością węgla organicznego w glebach tego parku związany jest lekki skład granulometryczny, niesprzyjający procesom humifikacji. Na wszystkich badanych obiektach parkowych zauważono większą zawartość węgla w poziomach 0–5 cm niż 5–15 cm. Potwierdza to również wyliczony współczynnik korelacji zawartości węgla i głębokości wynoszący -0,77\* dla p>0,05 i n=24 (tab. 4). Różnice w zawartości materii organicznej wynosiły na ogół ponad 50% (tab. 2).

Jednym z najważniejszych makroskładników budujących masę organiczną jest azot. Jego zawartość w glebach badanych obiektów jest ściśle związana z zawartością materii organicznej (tab. 2, 4). Najbardziej zasobne w azot okazały się zatem gleby Parku Szczytnickiego, w dalszej kolejności Parku Południowego i Parku Zachodniego. Wartości stosunku C/N, będącego wskaźnikiem warunków przebiegu procesu humifikacji materii organicznej, kształtowały się najczęściej w przedziale od 12:1 do 22:1 (tab. 2). Wartości tego wskaźnika potwierdziły warunki sprzyjające do przebiegu humifikacji materii organicznej. W kilku poziomach powierzchniowych trawników z terenu Parku Południowego stwierdzano stosunek powyżej wartości 30:1, określanej jako graniczna warunków dostępności dla mikroorganizmów materiału organicznego (Kaunisto, Aro 1996). Sytuacja ta może wskazywać na obecność materiałów obcych – nawiezionych, niezwiązanych genetycznie z analizowanymi glebami.

Gleby parków i zieleńców dużych aglomeracji miejskich zawierają często znaczne zawartości węglanu wapnia (Licznar, Licznar 2005). Jego pochodzenie może mieć charakter naturalny – gleby typologicznie zawierające ten składnik – czarnoziem, czarne ziemie, rędziny. Mogą być także wzbogacone poprzez obecność domieszek w postaci gruzu i zaprawy antropogenicznie przekształconych gleb (Czerwiński, Praczk 1990, Greinert 2003, Konecka-Betley 1984). Autorzy ci zauważyli wzrost zawartości CaCO<sub>3</sub> od obrzeży miast ku ich centrom i rejonom zabudowanym. Badane gleby trawników Parków Wrocławia nie zawierały na ogół większych ilości tego składnika w poziomach powierzchniowych do głębokości 15 cm. Wyjątek stanowił jeden punkt na trawniku Parku Szczytnickiego, w którym na głębokości 5–15 cm stwierdzono 0,33% CaCO<sub>3</sub> (tab. 2). Poziomy głębsze badanych gleb często zawierały znaczne ilości węglanu wapnia.

Magnez jest pierwiastkiem wykazującym znaczną ruchliwość w profilu glebowym. Zstępujący ruch wody prowadzi często do utraty tego składnika z poziomów powierzchniowych. Badania prowadzone na trawnikach parków Wrocławia potwierdzają tę obserwację, nawet dla przypowierzchniowych poziomów glebowych (tab. 4). Badane gleby trawników charakteryzowały się najczęściej bardzo wysokimi i wysokimi zawartościami magnezu. Dotyczyło to zwłaszcza poziomów powierzchniowych gleb Parku Południowego oraz Parku Szczytnickiego. Niektóre gleby trawników Parku Zachodniego wykazywały średnią i niską zasobność w analizowany składnik (tab. 2).

Tabela 1  
Table 1Skład granulometryczny gleb parków Wrocławia  
Texture of soil in Wrocław Parks

Numer profilu Profile number	Głębokość pobrania Depth of sampling	% zawartości frakcji o $\phi$ (mm) % content of fraction $\phi$										< 0,002	Grupy granulometryczne wg Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego (2009) Texture classes Polish Soil Society
		>2	2-1	1-0,5	0,5-0,25 0,25	0,25-0,10 0,10	0,10-0,05 0,05	0,05-0,02 0,02	0,02-0,006 0,006	0,006-0,002 0,002			
Park Szczytnicki	0-5	7	17	14	21	14	9	8	9	9	3	5	piasek gliniasty – loamy sand
	5-15	4	17	9	18	17	4	10	11	6	6	8	głina piaszczysta – sandy loam
	0-5	3	13	13	24	20	8	12	9	9	0	3	piasek gliniasty – loamy sand
	5-15	9	16	18	21	19	5	9	8	0	0	4	piasek gliniasty – loamy sand
	0-5	11	12	20	25	15	9	9	6	2	2	2	piasek gliniasty – loamy sand
	5-15	18	15	16	27	16	6	9	7	1	1	3	piasek gliniasty – loamy sand
	0-5	7	13	14	22	19	11	11	5	2	2	3	piasek gliniasty – loamy sand
	5-15	7	13	10	16	16	8	9	8	2	2	4	piasek gliniasty – loamy sand
Park Południowy	0-5	11	22	6	14	12	18	21	6	1	1	1	piasek gliniasty – loamy sand
	5-15	13	22	7	12	12	12	19	9	5	2	2	głina piaszczysta – sandy loam
	0-5	15	29	6	8	8	14	21	9	4	1	1	głina piaszczysta – sandy loam
	5-15	16	27	3	7	6	14	18	12	5	2	2	głina piaszczysta – sandy loam
	0-5	8	17	9	15	14	15	19	8	3	0	0	piasek gliniasty – loamy sand
	5-15	9	18	10	15	13	9	17	10	5	3	3	głina piaszczysta – sandy loam
	0-5	4	5	7	22	24	18	16	3	3	3	2	piasek gliniasty – loamy sand
	5-15	6	11	9	17	17	14	18	10	2	2	2	głina piaszczysta – sandy loam
	0-5	3	5	16	34	24	9	6	5	1	1	0	piasek gliniasty – loamy sand
	5-15	7	11	12	34	24	8	5	5	1	1	0	piasek gliniasty – loamy sand
Park Zachodni	0-5	4	7	16	28	20	12	9	5	2	1	1	piasek gliniasty – loamy sand
	5-15	5	8	13	32	28	4	6	3	5	1	1	piasek gliniasty – loamy sand
	0-5	8	11	12	26	24	10	8	7	2	0	0	piasek gliniasty – loamy sand
	5-15	10	17	11	23	25	11	7	3	2	1	1	piasek gliniasty – loamy sand
	0-5	8	11	9	24	25	14	7	4	3	3	3	piasek gliniasty – loamy sand
	5-15	11	12	14	26	21	13	4	4	4	4	2	piasek gliniasty – loamy sand

Tabela 2  
Table 2Właściwości fizykochemiczne i chemiczne gleb trawników parków Wrocławia  
Physico-chemical and chemical properties of soils

Obiekt badań Research Site	Głębokość poziomu (cm) Depth of horizon	CaCO <sub>3</sub> (%)	pH		C	N	C/N	Zasobność poziomów powierzchniowych badanych gleb Abundance levels of surface soils					
			H <sub>2</sub> O	KCl				g · kg <sup>-1</sup> gleby g kg <sup>-1</sup> soil	klasa zasobności class of abundance	K	klasa zasobności class of abundance	Mg	klasa zasobności class of abundance
Park Szczytnicki	0-5	0	5,3	4,6	49	3,24	15	18,2	11,5	I	144	I	
	5-15	0	5,5	4,5	32	1,61	20	4,20	62,5	II	145	I	
	0-5	0	6,0	5,5	38	2,20	17	112	97,5	I	73,4	I	
	5-15	0	6,5	5,7	30	1,52	20	123	30,0	IV	52,5	II	
	0-5	0	6,7	6,2	87	3,94	22	120	160	I	96,1	I	
	5-15	0,33	7,5	7,0	34	1,93	18	136	45,0	III	43,6	III	
Park Południowy	0-5	0	5,9	5,2	49	2,72	18	55,7	60,0	III	108	I	
	5-15	0	6,2	5,3	30	1,20	25	45,8	25,0	IV	59,7	II	
	0-5	0	5,9	5,3	66	3,69	18	19,2	77,5	II	141	I	
	5-15	0	6,3	5,4	30	1,94	15	12,1	55,0	III	140	I	
	0-5	0	6,5	6,1	80	4,76	17	21,0	100	I	209	I	
	5-15	0	6,9	6,6	41	2,18	19	13,1	65,0	II	135	I	
Park Zachodni	0-5	0	5,4	4,5	30	1,92	16	13,7	105	I	89,6	I	
	5-15	0	5,7	4,5	20	1,20	17	8,5	72,5	II	84,4	I	
	0-5	0	6,0	5,2	46	2,11	22	15,5	75,0	II	197	I	
	5-15	0	6,7	6,1	20	1,66	12	25,1	65,0	II	135	I	
	0-5	0	5,5	4,4	28	0,83	34	30,4	92,5	I	46,1	III	
	5-15	0	5,6	4,6	29	0,21	138	38,0	70,0	II	33,4	III	
Park Zachodni	0-5	0	5,4	4,5	40	1,89	21	57,5	67,5	II	68,3	II	
	5-15	0	6,0	5,0	17	0,82	21	91,2	62,5	II	21,8	IV	
	0-5	0	5,9	5,5	32	1,63	20	23,8	107	I	103	I	
	5-15	0	6,0	5,0	13	0,32	41	15,9	55,0	III	75,8	I	
	0-5	0	6,0	5,3	77	3,44	22	141	95,0	I	54,1	II	
	5-15	0	6,0	5,7	41	1,24	33	232	55,0	III	27,2	IV	

Objaśnienia: Klasy zasobności: I – bardzo wysoka, II – wysoka, III – średnia, IV – niska, V – bardzo niska  
 Explanation: Class of abundance I – very high, II – high, III – meadum, IV – low, V – very low

Tabela 3  
Table 3Cechy morfologiczne poziomów glebowych trawników parków Wrocławia  
Morphological features of soil horizons in grasses of Wrocław parks

Numer profilów Profils No.	Poziomy genetyczne Genetic horizons	Miaższość poziomów (cm) Depth of horizon	Barwa gleby Munsell Soil Color	Domieszki Admixtures	CaCO <sub>3</sub>	Struktura Structure	Rodzaj oglejenia Hydroxymorphic features	Stan uwilgotnienia Moisture
1-4 Park Szczytnicki	A	17-30	10YR3/1-4/1	gruz rubble	+	subangularna subangular	-	świeży fresh
	ABbr	5	10YR 5/3	-	-	subangularna subangular	-	świeży fresh
	Bbr	70	10YR 5/4	-	-	subangularna subangular	-	świeży fresh
	G1	23	10YR 6/2-5Y6/1	gruz + żużel rubble + slag	++	subangularna subangular	plamiste mottled	świeży fresh
	G2	60	10YR 6/2-5Y 6/1	gruz + żużel	++	angularna angular	plamiste mottled	świeży fresh
	C	67-70	5Y 4/2-10YR 5/5	gruz rubble	+++	subangularna subangular	-	świeży fresh
5-8 Park Poludniowy	A	19-55	10YR 2/2-3/1	szkło + łupek glass + schist	++	subang./angularna subangular/angular	-	świeży fresh
	A2	11	10YR 3/1	gruz rubble	++	subangularna subangular	-	świeży fresh
	A/C	10-78	10YR 3/1-7/5	gruz rubble	+	subangularna subangular	-	świeży fresh
	C	35-48	10YR 5/6-7/6 10YR 8/2	-	-	subang./angularna subangular/angular	marmurkowane very macular	świeży fresh
	C1	9-25	10YR 6/5-5Y6/5	gruz rubble	++	subangularna subangular	-	świeży fresh
	C2	9-71	10YR 4/5-7/2	gruz rubble	+	subang./masywna subangular/massive	całkowite total	mokry wet
9-12 Park Zachodni	A	8-35	10YR 2/1-3/1	gruz rubble	++	subangularna subangular	-	świeży fresh
	A1	8	10YR 4/4	-	-	subangularna subangular	-	świeży fresh
	A2	43	10YR 4/4	gruz rubble	++	subangularna subangular	-	świeży fresh
	A3	33	10YR 4/1	gruz rubble	++	subangularna subangular	-	świeży fresh
	ABv	14	10YR 3/2	-	-	subangularna subangular	-	świeży fresh
	BvC	27	10YR 6/4	-	-	subangularna subangular	-	świeży fresh
	C	16-45	10YR 4/4-6/6	-	-	rozdzielnoziarnista do subangulanej separable to subangular	-	świeży fresh
	C1	22-25	10YR 4/2-6/6	-	-	subangularna subangular	-	świeży fresh
	C2	10-20	10YR 7/2-7/6	-	-	rozdzielnoziarnista do subangulanej separable to subangular	-	świeży fresh
	C3	20	10YR 4/4-7/5	-	-	rozdzielnoziarnista do subangulanej separable to subangular	-	świeży fresh
C4	18	10YR 6/5	-	-	subangularna subangular	-	świeży fresh	

Objaśnienia: + zawartość śladowa, ++ zawartość do 5%, +++ zawartość ponad 5%  
 Explanation: + trace contents, ++ < 5% content, +++ > 5% content

Fosfor oprócz azotu jest głównym składnikiem wpływającym na żyzność różnego rodzaju siedlisk oraz wskaźnikiem przebiegu wielu procesów glebotwórczych (Czepińska-Kamińska 1986, Konecka-Betley i wsp. 1985). Jego zawartość w glebach trawników Parków Wrocławia kształtowała się w różnych zakresach i wykazywała wyraźną tendencję do nagromadzania się tego składnika w powierzchniowych poziomach gleb (tab. 4). Najbardziej bogate w fosfor okazały się gleby trawników Parku Szczytnickiego, których zasobność w ten składnik określono najczęściej jako bardzo wysoką. Zawartość w fosforu w glebach Parku Zachodniego była silnie zróżnicowana. Stwierdzano gleby bardzo bogate w fosfor, jak i gleby o jego niskiej zasobności. Gleby lekkie trawników Parku Południowego były najuboższe w ten składnik – odnotowano niską i bardzo niską zasobność w fosfor (tab. 2). Na obszarze trawników parków Wrocławia zachodzi ujemna zależność pomiędzy zawartością fosforu i magnezu, co świadczy o różnej ruchliwości tych makroskładników ( $-0,60^*$ ,  $p<0,05$ ,  $n=24$ ) (tab. 4).

Potas podobnie jak azot jest składnikiem szybko przemieszczającym się w głąb gleby, o czym świadczy wyliczony współczynnik korelacji zawartości potasu i głębokości gleby (tab. 4). Gleby piaszczyste trawników Parków Zachodniego i Południowego w wierzchnich poziomach wykazują bardzo wysoką, wysoką i niekiedy średnią zawartość tego składnika (tab. 2). Bardziej zróżnicowana jest zawartość potasu w wierzchnich poziomach gleb trawników Parku Szczytnickiego. Obserwujemy tu zasobności od bardzo wysokiej do niskiej.

Tabela 4  
Table 4

Współczynniki korelacji pomiędzy niektórymi właściwościami gleb ( $n=24$ ),  $p<0,05$   
Coefficient of correlations between selected properties of soils ( $n=24$ ),  $p<0.05$

Zmienna Variable	Frakcje szkieletowe Stone and gravel	C ogółem TOC	Frakcja piasku Sand fraction	Frakcja pyłu Silt fraction	Frakcja iłu Clay fraction	N	Mg	P	K
TOC	-0,10								
Frakcja piasku Sand fraction	-0,11	-0,04							
Frakcja pyłu Silt Fraction	0,04	0,09	-0,91*						
Frakcja iłu Clay fraction	0,17	0,03	-0,38	0,14					
N	-0,15	0,90*	-0,29	0,38	0,12				
Mg	-0,35	0,37	-0,61*	0,71*	0,16	0,59*			
P	0,42	0,30	0,49*	-0,54*	0,08	0,03	-0,60*		
K	-0,20	0,30	0,14	0,04	0,23	0,55*	0,25	-0,06	
Głębokość Depth	0,47*	-0,77*	-0,97*	0,99*	0,92*	-0,78*	0,51*	-0,60*	-0,94*

## WNIOSKI

1. Opisywane gleby wykazują ślady antropogenicznych przeobrażeń widoczne w ich morfologii. Świadczy o tym znaczna liczba domieszek gruzowych w poziomach powierzchniowych gleb trawników parków Wrocławia.

2. Gleby trawników Parku Szczytnickiego i Południowego zajmują siedliska bardziej wilgotne niż Parku Zachodniego. Wskazuje na ten fakt oględnie poziomów głębiej zalegających.

3. Wyniki badań zasobności gleb w makroelementy oznaczają wysokie i bardzo wysokie zaopatrzenie w magnez, fosfor i potas.

4. Gleby trawników w parkach Wrocławia ze względu na m.in. wysoką zawartość próchnicy oraz znaczną miąższość poziomu akumulacyjnego możemy klasyfikować jako Mollic Czernozems lub Urbic Technosols (IUSS-WRB 2007) – w przypadku obecności znacznych domieszek gruzowych. W Polskiej Systematyce Gleb (PTG 2011) gleby zaliczono do czarnych ziem właściwych, czarnych ziem zdegradowanych lub gleb antropogenicznych próchnicznych.

## PIŚMIENNICTWO

- Basta N.T., Ryan J.A., Chaney R.L., 2005. Trace element chemistry in residual-treated soil: key concepts and metal bioavailability. *Journal Environmental Quality* 34: 49–63.
- BN-78/9180-11, 1978. Podział utworów na frakcje i grupy granulometryczne.
- Czępińska-Kamińska D., 1986. Zależność między rzeźbą terenu a typami gleb obszarów Puszczy Kampinoskiej [w:] Wpływ działalności człowieka na środowisko glebowe w Kampinoskim Parku Narodowym. Wyd. SGGW, Warszawa: 5–72.
- Dobrzański B, Czerwiński Z., Prac J., Mazurek A., 1977. Procesy glebowe i właściwości gleb aglomeracji miejskiej na przykładzie Ogrodu Saskiego w Warszawie. *Człowiek i Środowisko* 1: 33–44.
- Dobrzański B., Borek S. Czarnowska K., Czerwiński Z., Czępińska-Kamińska D., Kępa M., Konecka-Betley K., Kusińska A., Mazurek A., Prac J., 1975. Badania gleboznawcze Parku Łazienkowskiego w Warszawie w nawiązaniu do ochrony środowiska. *Rocz. Nauk. Rol A.* 101: 101–140.
- Greinert A., 2003. Studia nad glebami obszaru zurbanizowanego Zielonej Góry. Oficyna Wydawnicza Uniwersytetu Zielonogórskiego.
- IUSS Working Group WRB, 2006. World Reference Base for Soil Resources. 2<sup>nd</sup>. edition, World Soil Resources Reports No. 103, FAO, Rome.
- Jaworska H., Kobierski M., Dąbkowska-Naskręt H., 2008. Kationowa pojemność wymienna i zawartość kationów wymiennych w glebach pływowych o zróżnicowanym uziarnieniu. *Rocz. Glebozn.* LIX, 1: 84–89.
- Jim C.Y., 2001. Managing Urban Trees and Their Soil Envelopes in a Continuously Developer City Environment. *Environmental Management* 28, 6: 819–832.
- Kaunisto S., Aro L., 1996: Forestry use of cut – away peatlands [in:] Vasander H. (ed) Peatlands in Finland. Finish Peat Society, Helsinki: 130–134.



- Komisarek J., 2000. Kształtowanie się właściwości gleb pływających i czarnych ziem oraz chemizmu wód gruntowych w katenie falistej moreny dennej Pojezierza Poznańskiego. *Rocz. AR, Poznań, Rozp. Nauk*, 307: 1–150.
- Komornicki T., 1986. Gleby Plant Krakowskich *Rocz. Glebozn.* 37, 187–200.
- Konecka-Betley K., Brogowski Z., Okołowicz M., 1985. Rozmieszczenie związków fosforu w kopalnych glebach wytworzonych z późno plejstoceńskich piasków wydmywanych w Ciężkowie. *Rocz. Glebozn.*, 36, 2 supl.: 75–84.
- Konecka-Betley K., Janowska E., Luniewska-Broda J., Szpotkański M., 1984. Wstępna klasyfikacja gleb aglomeracji warszawskiej. *Rocz. Glebozn.* 35: 1151–1163.
- Licznar S.E., Licznar M., 2005. Oddziaływanie aglomeracji miejskiej Wrocławia na poziomy próchniczne Gleb Parku Szczytnickiego. *Rocz. Glebozn.* 56: 113–118.
- Licznar S.E., Licznar M., Licznar P., 2007. Monitoring środowiska: Badania pokrywy glebowej Parku Szczytnickiego we Wrocławiu. *Wyd. Instytutu Badań Systemowych PAN, Warszawa*.
- Meuser H., Blume H.P., 2001. Characteristics and classification of anthropogenic soils in the Osnabrück area, Germany. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 164: 351–358.
- Pisarek I., Drozd J., 1996. The influence of some soil properties on the extractability of humic substances. *Polish Journal of Soil Science*. XXIX, 2: 149–154.
- PTG 2009. Klasyfikacja uziarnienia gleb i utworów mineralnych – PTG – 2008. *Rocz. Glebozn.* 60, 2: 5–16.
- Systematyka Gleb Polski, 2011: *Rocz. Glebozn.* 62, 3: 1–178.

## PROPERTIES OF SURFACE SOILS OF SELECTED LAWNS WITHIN THE URBAN PARKS OF WROCLAW

### Summary

The aim of the study was to characterize the properties of the grass soils in Wrocław area Parks. There were 14 different profiles of analyzed soils (6 from Południowy Park, 4 from Szczytnicki Park area and 4 from the Zachodni Park area). Altogether 24 soils samples with sandy or loamy texture were analyzed. Soil samples were taken from depths of 0–5 cm or 5–15 cm. Tests were done to determine: texture using the Boyoucos aerometric method; the soil pH measured electrometrically; the carbon content with gas analyses, the ammonium content using the Kjedahl method, the content of plant-available forms of P, K, and Mg using the Shachtshabel method.

Soils in the parks revealed a significant level of additives and soil texture was sandy or loamy. The soils were generally rich in nutrients, sometimes showing a deficiency of phosphorus. Identifying the structure and properties of the park soils enabled them to be classified according to the system (WRB 2007) as: Chernozems, Phaeozems or Arenosols.

KEY WORDS: physical properties, chemical properties, lawn soils, parks



**Agnieszka Dradrach<sup>1</sup>, Katarzyna Szopka<sup>2</sup>, Anna Karczewska<sup>2</sup>,  
Adam Bogacz<sup>2</sup>**

**ZRÓŻNICOWANIE CAŁKOWITEJ ZAWARTOŚCI MIEDZI  
W WARSTWIE WEGETACYJNEJ WYBRANYCH TRAWNIKÓW  
MIEJSKICH WROCLAWIA**

**DIVERSITY OF TOTAL COPPER CONTENT IN THE LAYER  
OF VEGETATION URBAN LAWNS IN WROCLAW**

*<sup>1</sup>Katedra Kształtowania Agroekosystemów i Terenów Zieleni, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu*

*Department of Agroecosystems and Green Areas Management, Wrocław University of Environmental and Life Science*

*<sup>2</sup>Instytut Nauk o Glebie i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu  
Institute of Soil Science and Environmental Protection, Wrocław University of Environmental and Life Science*

Badaniami objęto poziomy powierzchniowe gleb darniowych trzech osiedli Wrocławia: Śródmieście, Krzyków, Psiego Pola. Próbkę gleb pobierano przy użyciu laski glebowej z dwóch głębokości: 0–5 cm oraz 5–15 cm. W badanych próbkach glebowych oznaczono podstawowe właściwości gleb metodami ogólnie przyjętymi w gleboznawstwie oraz całkowitą zawartość miedzi metodą AAS. Całkowita zawartość miedzi w badanych glebach wahała się w granicach: 5.88–119 mg·kg<sup>-1</sup>. Miedź w badanych glebach charakteryzuje się dużym zróżnicowaniem zarówno między osiedlami, jak również trawnikami w obrębie jednego osiedla. Zawartość miedzi w analizowanych glebach dzielnicy Śródmieście determinowana jest głównie ich składem granulometrycznym. Uwagę zwraca natomiast brak korelacji między zawartością węgla w związkach organicznych w glebie a całkowitą zawartością miedzi, która należy do metali o dużym powinowactwie z substancją organiczną.

SŁOWA KLUCZOWE: miedź, trawniki miejskie, gleby terenów zurbanizowanych

---

Do cytowania – For citation: Dradrach A., Szopka K., Karczewska A., Bogacz A., 2012. Zróżnicowanie całkowitej zawartości miedzi w warstwie wegetacyjnej wybranych trawników miejskich Wrocławia. Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol. CII, 588: 35–42

## WSTĘP

Tereny zieleni na obszarach miast współtworzą system przestrzeni publicznych, stanowiąc ważny element kształtujący fizjonomię miasta, podlegający zasadom obowiązującym w tworzeniu kompozycji przestrzennej (Nowakowski 1990). Przyjmuje się, że od 50 do 70% powierzchni terenów zieleni zajmują trawniki, które są m.in. nieodzownym elementem każdego osiedla. Stanowią jego użytkowaną część, wykorzystywaną przez mieszkańców aglomeracji miejskich. Oddziaływanie czynników siedliskowych i antropogenicznych bardzo istotnie wpływa na charakter ekosystemów trawiastych (Harkot i wsp. 2005). Często takie czynniki jak zasolenie, braki wody determinują konkurencję między wartościowymi gatunkami traw a roślinnością synantropijną. Jednak trawniki, które stały się ważnym elementem w strukturach miast, dzięki swojej dużej zdolności regeneracyjnej wpływają na ogólną kondycję danego środowiska (Rutkowska, Hempel 1986, Rutkowska, Pawluśkiewicz 1996, Wolski 2002, Wysocki 1994). Pełnią szczególnie ważne funkcje zarówno rekreacyjne, estetyczne, dekoracyjne, zdrowotne, jak i ekologiczne kształtujące lokalny mikroklimat.

Aglomeracje miejskie wskazywane są bardzo często jako rejony, w których występuje problem zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi (Karczevska 2009). Liczne badania wskazują na negatywny wpływ aglomeracji miejskich na gleby tych obszarów, gdzie obok pogorszenia właściwości fizykochemicznych mamy do czynienia ze wzbogaceniem wierzchniej warstwy gleby w metale ciężkie (Biernacka i wsp. 2006, Piaseczna i wsp. 2003).

Wiele badań prowadzonych na obszarach zurbanizowanych wskazuje na duże lokalne zróżnicowanie zanieczyszczenia tych gleb, co przypisywać należy różnym mechanizmom, m.in. wpływowi emisji motoryzacyjnych, stosowaniu farb i tynków zawierających metale ciężkie, emisjom przemysłowym, a wreszcie sytuowaniu miast na terenach poprzemysłowych i wykorzystywaniu różnych materiałów i odpadów budowlanych do niwelacji i zagospodarowania terenu (Carey i wsp. 1980, Kelly i wsp. 1996, Karczevska i wsp. 2009, Kabała i wsp. 2009).

Celem pracy jest analiza zawartości miedzi w warstwie wegetacyjnej trawników miejskich będąca konsekwencją oddziaływania ruchu ulicznego oraz innych źródeł zanieczyszczeń na nawierzchnie trawiaste osiedli miejskich.

## MATERIAŁ I METODY

Badania terenowe przeprowadzono na wybranych trawnikach osiedlowych Wrocławia. Do badań wytypowano trawniki osiedli: Śródmieścia, Krzyków i Fabrycznej.

Wydzielono dwie głębokości pobrania prób: 0–5 cm i 5–15 cm. Próbkę pobierano przy użyciu próbnika glebowego przystosowanego do profilów gleb zadarnionych. Próbka średnia składała się z 5 próbek podstawowych pobieranych z powierzchni 20 m<sup>2</sup>. W każdej dzielnicy pobrano próbki z 4 trawników. Do badań wytypowano 12 trawników, z których pobrano łącznie 24 próbki glebowe.

W zgromadzonym materiale oznaczono skład granulometryczny oraz podstawowe właściwości chemiczne i fizykochemiczne gleb: zawartość węgla w związkach orga-

nicznych  $C_{\text{org}}$ , pH w roztworze  $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  KCl. Analizy wykonano, stosując metody standardowe, przyjęte w badaniach gleboznawczych (Ostrowska i wsp. 1991). Całkowitą zawartość Cu w próbkach oznaczono metodą płomieniową AAS, po mineralizacji mikrofalowej próbek w mieszaninie stężonych kwasów  $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$ : 3:1.

Korelację pomiędzy zawartością miedzi a podstawowymi właściwościami gleb określono, wykorzystując metodę regresji prostej oraz używając programu Statistica 9.

## WYNIKI I OMÓWIENIE

Badane gleby charakteryzowały się zróżnicowanym składem granulometrycznym pomiędzy poszczególnymi obiektami, jak również w tym samym punkcie między materiałem pobieranym z głębokości 0–5 cm i 5–15 cm. W większości badanych próbek glebowych dominowało uziarnienie piasków słabogliniastych i gliniastych, a zawartość części spławialnych wahała się w zakresie od 3 do 15% (tab. 1). Najmniejszym zróżnicowaniem składu granulometrycznego charakteryzowały się gleby badanych trawników osiedla Krzyki. Badane gleby różniły się nieznacznie odczynem pomiędzy poszczególnymi osiedlami.

W glebach osiedli Śródmieście i Krzyki wartość pH w KCl waha się w granicach od 6,2 do 7,3 (średnio 6,7) dla gleb osiedla Śródmieście oraz od 5,6 do 7,3 (średnio 6,7) dla badanych gleb osiedla Krzyki. W dzielnicy Fabryczna w badanych glebach wartości pH w KCl były niższe niż w poprzednich dwóch osiedlach i wynosiły od 4,9 do 6,5 (średnio 5,7).

Zawartość węgla w związkach organicznych była zróżnicowana pomiędzy poszczególnymi obiektami (tab. 1). Większą zawartość węgla stwierdzono w poziomie 0–5 cm niż w poziomie 5–15 cm we wszystkich badanych glebach.

Zawartość miedzi w badanych glebach charakteryzowała się dużym zróżnicowaniem. Koncentracja miedzi wahała się w zakresie od 5,88 do 119,00  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , przy czym w poziomach 0–5 cm wynosiła od 7,69 do 51,7  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  (średnio 36,9  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ), zaś w poziomach głębszych 5–15 cm od 5,88 do 119  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  (średnio 27,4  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ). Uzyskane wyniki zawartości miedzi w poziomach powierzchniowych gleb darniowych wybranych trawników osiedlowych Wrocławia były często mniejsze lub porównywalne z zawartością tego pierwiastka w glebach dużych aglomeracji miejskich w Polsce i Europie (Czar-nowska i wsp. 1991, Karczewska i wsp. 2009, Maliszewska-Kordybach i wsp. 2012, Niedbała, Smolińska 2011).

W żadnym z badanych punktów nie stwierdzono przekroczenia standardów jakości gleb i standardów jakości ziemi dla gleb terenów zurbanizowanych (Rozporządzenie Mi-nistra Środowiska...2002).

W zestawieniu średnich zawartości miedzi dla trzech osiedli Wrocławia (rys. 1) widać wyraźne różnice w glebach trawników osiedlowych. Największe stężenie zanotowano w dzielnicy Śródmieście, gdzie średnia zawartość miedzi wynosiła 40,74  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ . Najmniejsza średnia zawartość wystąpiła w glebach darniowych na terenie dzielnicy Fa-bryczna – 12,66  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ . Podobną zależność zaobserwowała w swoich badaniach gleb Puław Maliszewska-Kordybach i wsp. (2012). Większą koncentrację miedzi w glebach starszych, historycznych części miast w porównaniu z nowymi osiedlami należy wiązać

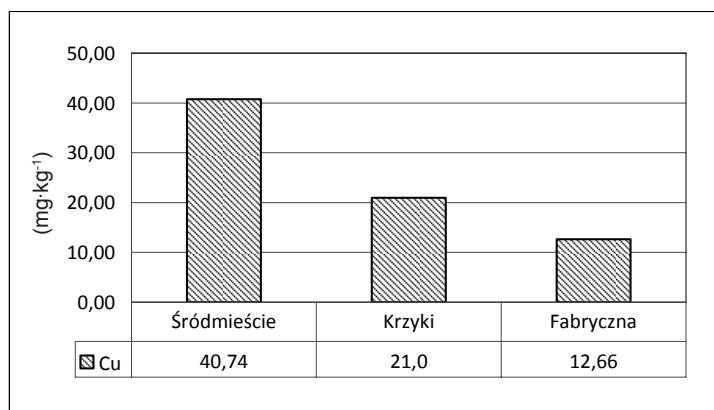
z bardzo długą presją antropogeniczną w tych rejonach oraz intensywnym ruchem komunikacyjnym.

Największym zróżnicowaniem zawartości miedzi pomiędzy poszczególnymi punktami charakteryzowały się gleby darniowe osiedla Śródmieście, najmniejszym gleby osiedla Fabryczna, co pokazują różne wartości odchylenia standardowego dla poszczególnych dzielnic (tab. 2).

Tabela 1  
Table 1

Zawartość miedzi oraz podstawowe właściwości badanych gleb  
Total content of Cu and basic soil properties in examined soils

Miejsce poboru próbek glebowych Location of sampling areas	Głębokość pobrania próbki (cm) Depth of sample	Cu (mg·kg <sup>-1</sup> )	C (%)	pH KCl	frakcja < 0,02 (%) fraction
Osiedle Śródmieście Housing Śródmieście	0–5	47,6	4,6	6,2	3
	5–15	38,6	3,9	6,5	10
	0–5	51,7	6,7	6,7	13
	5–15	119	3,0	7,1	10
	0–5	10,6	4,6	6,2	5
	5–15	5,88	1,5	6,4	5
	0–5	28,6	3,1	7,1	7
	5–15	23,9	2,3	7,3	8
Osiedle Krzyki Housing Krzyki	0–5	13,9	4,1	7,0	8
	5–15	16,9	1,2	7,2	8
	0–5	23,8	4,7	6,4	7
	5–15	22,6	2,2	7,2	8
	0–5	30,5	4,0	6,8	7
	5–15	22,3	2,5	7,3	9
	0–5	18,8	4,1	5,8	9
	5–15	19	2,5	5,6	10
Osiedle Fabryczna Housing Fabryczna	0–5	11,3	3,4	5,5	4
	5–15	9,41	1,8	4,9	12
	0–5	13,9	3,1	6,0	7
	5–15	9,39	2,8	6,3	10
	0–5	7,69	3,4	5,5	7
	5–15	7,59	2,7	5,3	15
	0–5	8,23	2,5	5,8	8
	5–15	33,8	2,6	6,5	8



Rys. 1. Porównanie średnich zawartości miedzi (Cu) w poziomach powierzchniowych badanych gleb trawników osiedlowych trzech dzielnic Wrocławia – Śródmieście, Krzyki oraz Fabryczna

Fig. 1. Comparison of mean concentration of Cu in surface layers of lawn soils in three district of Wrocław: Śródmieście, Krzyki and Fabryczna

Tabela 2

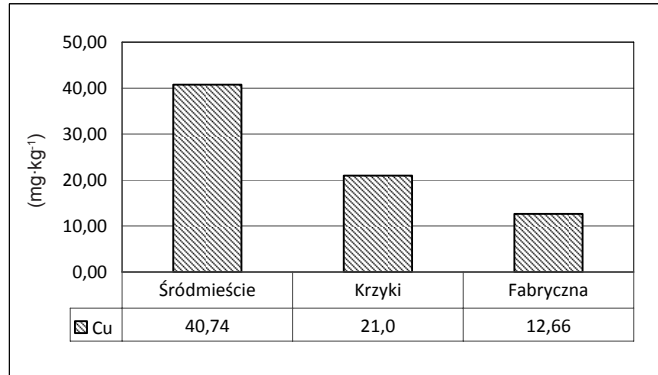
Table 2

Zakres zawartości miedzi, średnie oraz odchylenie standardowe w glebach poziomów powierzchniowych trawników miejskich trzech dzielnic Wrocławia  
Copper range of content, mean concentration, standard deviation in surface soils layers of urban lawn in three districts of Wrocław

Osiedle Housing	Warstwa gleby (cm) Depth of horizon	Cu zakres (mg·kg <sup>-1</sup> ) Cu range	Cu wartości średnie Cu average values	Odchylenie standardowe Standard deviation	Mediana Median
Śródmieście	0–5	10,6–51,7	34,6	35,56	64,8
	5–15	5,88–119	46,85		
Krzyki	0–5	13,9–30,5	21,8	21,0	26,55
	5–15	16,9–22,6	20,2		
Fabryczna	0–5	7,69–13,9	10,28	12,66	17,08
	5–15	7,59–33,8	15,05		

Porównując średnią zawartość miedzi (Cu) w dwóch poziomach badanych gleb (0–5 cm) i (5–15 cm) trawników osiedlowych na terenie trzech dzielnic Wrocławia, można stwierdzić, że w dzielnicach Śródmieście oraz Fabryczna zawartość tego pierwiastka była większa w głębszych warstwach gleby. Na terenie dzielnicy Krzyki większą kumulację miedzi stwierdzono w warstwie gleby 0–5 cm (rys. 2). Brak wyraźnie większej zawartości miedzi w poziomach powierzchniowych niż w warstwach głębszych nie jest zjawiskiem typowym, zazwyczaj bowiem poziomy wierzchnie są bogatsze w metale, co wynika z wielu czynników, między innymi naturalnej bioakumulacji. Większą koncentrację miedzi w poziomach 5–15 cm niż w poziomach 0–5 cm należy wiązać z antropogeniczną genezą tych gleb. Powstały one z przemieszania materiałów różnego pochodzenia i układ poziomów

glebowych jest w tych glebach nienaturalny, mimo że zawartość węgla wykazała typowy układ dla gleb nieprzekształconych – była większa w poziomach wierzchnich (tab. 1). Podobne wyniki uzyskano w badaniach dla gleb Wrocławia (Karczewska i wsp. 2009).



Rys. 2. Porównanie średnich zawartości miedzi (Cu) z dwóch głębokości badanych gleb (0–5 cm i 5–15 cm) trawników osiedlowych na terenie trzech dzielnic Wrocławia – Śródmieście, Krzyki oraz Fabryczna

Fig. 2. Comparison of mean concentration of Cu in two soil layers: 0–5 cm and 5–15 cm in lawn soils in three district of Wrocław: Śródmieście, Krzyki and Fabryczna

Obliczone współczynniki korelacji między całkowitą zawartością miedzi a parametrami charakteryzującymi właściwości gleb (tab. 3) pozwalają stwierdzić, że zawartość miedzi w analizowanych glebach dzielnicy Śródmieście determinowana jest głównie składem granulometrycznym tych gleb. Takiej zależności nie stwierdzono w przypadku gleb w dzielnicach Fabryczna i Krzyki. Uwagę zwraca natomiast brak korelacji między zawartością węgla w związkach organicznych w glebie a całkowitą zawartością miedzi, która należy do metali o dużym powinowactwie z substancjami organicznymi (Kabata-Pendias, Pendias 1999). Może to świadczyć o zróżnicowaniu i przemieszczaniu materiału stanowiącego skały macierzyste tych gleb, jak również być wynikiem antropogenicznego pochodzenia miedzi.

Tabela 3  
Table 3

Korelacje między całkowitą zawartością miedzi w badanych glebach i najważniejszymi parametrami charakteryzującymi właściwości tych gleb  
Correlations between total concentrations of copper in soils and the basic parameters of soil properties

Osiedle – District	Parametr – Parameter	Cu
Śródmieście	C org. (%)	0,155
	Udział procentowy frakcji splotawialnej Percentage participation of clay fraction	0,463*
Krzyki	C org. (%)	0,254
	Udział procentowy frakcji splotawialnej Percentage participation of clay fraction	-0,469
Fabryczna	C org. (%)	-0,082
	Udział procentowy frakcji splotawialnej Percentage participation of clay fraction	-0,219



## WNIOSKI

1. W badanych glebach nie stwierdzono zanieczyszczenia miedzią. Zawartość tego pierwiastka w poziomach powierzchniowych nie przekraczała standardów jakości gleb dla obszaru sozologicznego B.

2. W poziomach powierzchniowych badanych gleb trawników osiedlowych trzech dzielnic Wrocławia stwierdzono lokalne zróżnicowanie zawartości miedzi. Największą średnią zawartością charakteryzują się gleby najstarszej, historycznej części Wrocławia.

3. Całkowite zawartości miedzi w badanych glebach determinowane są głównie ilością części spławialnych.

4. W badanych glebach nie stwierdzono korelacji między zawartością miedzi a zawartością węgla w związkach organicznych, co jest zjawiskiem nietypowym, które należy wiązać z antropogenicznym pochodzeniem miedzi w analizowanych glebach.

## PIŚMIENNICTWO

- Biernacka E., Borowski J., Małuszyńska I., Małuszyński M.J., 2006. Chrom, nikiel i ołów w wierzchniej warstwie gleb aglomeracji warszawskiej. *Przegląd Nauk., Inż. Kształt. Środ.* 15, 2 (34): 41–50.
- Carey A.E., Gowen J.A., Forehand T.J., Tai H., Wiersma G.B., 1980. Heavy metal concentrations in soils of five United States Cities, 1972 Urban Soils Monitoring Program. *Pesticides Monitoring Journal* 13: 150–154.
- Czarnowska K., Gworek B., 1991. Stan zanieczyszczenia cynkiem, ołowiem i miedzią gleb Warszawy. *Roczniki Gleboznawcze* 42, 1/2: 49–56.
- Harkot W., Wyłupek T., Czarniecki Z., 2005. Trawy na poboczach dróg Lubelszczyzny. *Łąkarstwo w Polsce. PTL* 8: 71 – 74.
- Kabata-Pendias A., Pendias H., 1999. *Biogeochemia pierwiastków śladowych*. Wyd. PWN Warszawa.
- Karczewska A., Bogda A., Wolszczak M., Gałka B., Szopka K., Kabała C., 2009. Miedź, ołów i cynk w glebach przemysłowej części osiedla Różanka we Wrocławiu. *Ochr. Środ. Zasob. Natur.*, nr 41: 516-522
- Kabała C., Chodak T., Szerszeń L., Karczewska A., Szopka K., Frątczak U., 2009. Factors influencing the concentration of heavy metals in soils of allotment gardens in the city of Wrocław, Poland. *Fresenius Env. Bullet.* 18 (7): 1118–1124.
- Kelly J., Thornton I., Simpson R., 1996. Urban geochemistry: a study of the influence of anthropogenic activity on the heavy metal content of soils in traditionally industrial and non-industrial areas of Britain. *Applied Geochemistry* 11, 1–3: 363–370.
- Maliszewska-Kordybach B., Gałązka R., Klimkowicz-Pawlas A., Smreczak B., Łysiak M., 2012. Czy gleby w Puławach są zanieczyszczone? *Polish Jour. of Agronomy*, No. 9: 7–16.
- Niedbała M., Smolińska B., 2011. Monitoring zanieczyszczenia gleb miejskich miasta Łodzi wybranymi pierwiastkami śladowymi w latach 2008–2010. *Ochr. Środ. Zasob. Natur.*, z. 49: 247–255.
- Nowakowski M., 1990. *Centrum miasta. Teoria, projekty, realizacje*. Arkady, Warszawa.

- Ostrowska A., Gawliński S., Szczubiałka Z., 1991. Metody analiz i oceny właściwości gleb i roślin – katalog. Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa.
- Pasieczna A., Małecka J., Lipniacka T., 2003. Atlas zanieczyszczeń gleb miejskich w Polsce. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi. Dz.U. Nr 165, poz. 1359.
- Rutkowska B., Hempel A., 1986. Trawniki. PWRiL, Warszawa.
- Rutkowska B., Pawluśkiewicz M., 1996. Trawniki. PWRiL, Warszawa.
- Wolski K., 2002: Możliwości wykorzystania sewru rzutowego i perforacyjnego w zakładaniu sportowych nawierzchni trawiastych. Przegląd Naukowy Inżynieria i Kształtowanie Środowiska, Rocznik XI, Zeszyt 1 (24): 79–82.
- Wysocki C., 1994. Studia nad funkcjonowaniem trawników na obszarach zurbanizowanych (na przykładzie Warszawy). Rozprawa habilitacyjna. Wydaw. SGGW.

## **DIVERSITY OF TOTAL COPPER CONTENT IN THE VEGETATION LAYER OF URBAN LAWNS IN WROCLAW**

### **S u m m a r y**

The concentrations of Cu and Pb in soil layers 0–5 cm and 5–15 cm in urban lawn soils were examined in three different districts of Wrocław: Śródmieście (central part of the town), Krzyki (south part of the town) and Fabryczna (western, industrial part of the town). Analysis was done of the basic soil properties in the tested soils. Total concentration of Cu was examined with the AAS method. There was a wide range of Cu concentration in the soils from 5.88 to 119 mg·kg<sup>-1</sup> and was dependent on the texture of the soil. It was found, however, that soil samples from the 0–5 cm layer did not contain significantly higher concentrations of metals than those taken from the 5–15 cm layer. This may be explained by the anthropogenic origin of soils, developed from various materials, with destroyed sequence of soil horizons.

KEY WORDS: copper, urban lawns, urban soils

**Anna Gierula, Anna Wasilewska**

**ANALIZA ZASTOSOWANIA OZDOBNYCH ROŚLIN ZIELNYCH  
W ZAGOSPODAROWANIU PRZESTRZENI PODWÓRKOWYCH  
NA OSIEDLACH MIESZKANIOWYCH Z LAT 60.–90. XX. W.  
WE WROCLAWIU**

**ANALYSIS OF THE USE OF ORNAMENTAL HERBACEOUS  
PLANTS IN LAWN AREAS OF HOUSING ESTATE  
DEVELOPMENTS IN WROCLAW FROM 1960 TO 1990**

*Katedra Kształtowania Agroekosystemów i Terenów Zieleni, Uniwersytet Przyrodniczy  
we Wrocławiu*

*Department of Agroecosystems and Green Management, Wrocław University  
of Environmental and Life Sciences*

W artykule przedstawiono zróżnicowanie flory zielnej ogródków przyblokowych na czterech wrocławskich osiedlach. Przeprowadzone badania pozwoliły określić stopień bioróżnorodności na długo funkcjonujących terenach zieleni osiedlowej. Uzyskane wyniki posłużyły jako źródło danych odnośnie struktury zieleni osiedli mieszkaniowych, niezbędnych do ich rewitalizacji i przekształcania w dobrze funkcjonujące i atrakcyjne tereny zieleni.

SŁOWA KLUCZOWE: zielenie osiedlowa, ogródki przyblokowe, rośliny jednoroczne, byliny

## WSTĘP

Rola zieleni towarzyszącej osiedlom mieszkaniowym jak również wymagania jej stawiane nieustannie rosną. Zieleń osiedlowa stanowi istotny element postrzegania krajobrazu miejskiego i stwarza możliwość bezpośredniego kontaktu z naturą. Jest miejscem odpoczynku i spotkań mieszkańców oraz izoluje tereny mieszkaniowe od zgiełku panują-

---

Do cytowania – For citation: Gierula A., Wasilewska A., 2012. Analiza zastosowania ozdobnych roślin zielnych w zagospodarowaniu przestrzeni podwórkowych na osiedlach mieszkaniowych z lat 60.–90. XX. w. we Wrocławiu. Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol. CII, 588: 43–52

cego w mieście (Czarnecki 1968). Postrzeganie zieleni jako bardzo ważnego czynnika kształtującego jakość życia mieszkańców zaowocowało powstaniem licznych osiedli, w których zieleni towarzyszy zabudowie w formie przedogródków lub ogródków na tyłach budynków, tworząc wspólną przestrzeń użytkowaną przez wszystkich mieszkańców osiedla (Fabijanowska 1998). Ten rodzaj roślinności stanowi coraz bardziej doceniany i pożądanym elementem kompozycji zespołów mieszkaniowych (Lipińska 1977). Zabudowa zespołów mieszkaniowych, które powstały w latach 60., 70. i 80. ubiegłego wieku, budziła liczne głosy krytyki. Poza narzuconym przez normatywy niskim standardem mieszkań, najbardziej krytykowane były: anonimowa forma ubogiej estetycznie, pozbawionej treści zabudowy, sposób zagospodarowania terenu w zakresie rekreacji, terenu zieleni oraz brak czytelności przestrzennej. Krytyczne opinie dotyczące estetyki osiedli powojennych zwanych powszechnie blokowiskami zazwyczaj odnoszą się do ich stanu zagospodarowania. Duża ich część ma tereny niezagospodarowane lub słabo zagospodarowane, które charakteryzuje monotonia i ubóstwo zieleni (roślinności). Przeważają trawniki, źle pielęgnowane oraz przypadkowo wprowadzane drzewa i krzewy nietworzące czytelnej i spójnej formy przy jednoczesnym braku różnorodności gatunkowej i formalnej. Skutkiem niedostatecznej pielęgnacji są samosiewy drzew i krzewów, które dodatkowo zniekształcają układ zieleni. Taki sposób zagospodarowania cechuje chaotyczność form, wrażenie anonimowości, brak jest właściwości nadających przestrzeni tożsamość i czytelność.

Wady tak kształtowanej przestrzeni mieszkalnej wywoływały niezadowolenie mieszkańców i wzrost patologii. W efekcie podjęto działania humanizujące i modernizujące miejskie środowiska mieszkaniowe (Borowik 2003, Lis 2011).

Powstające projekty zieleni osiedlowej opierają się nie tylko na wykorzystaniu drzew i krzewów, wykorzystują także inne grupy roślin ozdobnych jako elementy wnętrza osiedlowego, które podnoszą bioróżnorodność, estetykę tych miejsc, porządkują układ komunikacyjny oraz tworzą warunki do wypoczynku i rekreacji mieszkańców, sprzyjają kontaktom międzysąsiedzkim.

Celem pracy jest określenie występowania i struktury gatunkowej ozdobnych roślin zielnych stosowanych w ogródkach przybłokowych we Wrocławiu, a także poznanie gustów społecznych wynikających z potrzeby estetyzacji przestrzeni wewnątrz osiedlowych.

## MATERIAŁ I METODY

W roku 2011 przeprowadzono ogólną inwentaryzację struktury zieleni podwórek osiedlowych w zabudowie wielorodzinnej 4 wybranych osiedli mieszkaniowych we Wrocławiu: Popowice, Wrocław – Południe, Biskupin, Ołbin + Plac Grunwaldzki (łącznie). Inwentaryzacja ogólna polegała na określeniu struktury zagospodarowania podwórek pod względem zastosowanych grup zieleni, klasyfikując wnętrza podwórkowe: 1 – bez zieleni, 2 – z trawnikiem, 3 – z zielenią wysoką (drzewa i krzewy), 4 – z zielenią wysoką i trawnikami, 5 – z zielenią wysoką i bylinami (w tym roślinami cebulowymi) i trawnikami, 6 – z zielenią wysoką, bylinami, roślinami sezonowymi (rośliny jednoroczne lub rośliny inne grupy ozdobnych roślin zielnych z upraw pod osłonami), 7 – z zielenią wysoką i placem zabaw dla dzieci.

Wybrano osiedla powojenne, gdzie dominuje zabudowa osiedlowa wielokondygnacyjna i wielorodzinna, zwane blokowiskami. Osiedle Popowice położone w zachodniej części miasta charakteryzuje zabudowa wysoka i bardzo wysoka (od IV do XII kondygnacji), powstała w latach 70.–80. w technologii wielkiej płyty. Osiedla Ołbin i Plac Grunwaldzki to w większości stuletnie kamienice uzupełnione nowoczesną zabudową z lat 50. i późniejszą, położone w centralnej części miasta z budynkami mającymi od V do XII kondygnacji. Osiedle Wrocław – Południe położone w południowych rejonach Wrocławia powstawało po wojnie w latach 60.–70., zabudowano je wielorodzinnymi wysokościami (IV–XI kondygnacji). Osiedle Biskupin to stare obszary osiedlowe powstałe jeszcze przed II wojną światową, cechujące się niską zabudową. Pod koniec lat 50. wolne przestrzenie uzupełniono i przebudowano na II–V kondygnacyjne wielorodzinne budynki z wydzielonymi ogródkami przyblokowymi oraz Rodzinnymi Ogradami Działkowymi (Antkowiak 1973). Na każdym z osiedli wybrano po 3 stanowiska (podwórka), na których wykonano jakościową inwentaryzację poszczególnych grup roślin zielnych. Badania terenowe zrealizowano tradycyjną metodą marszrutową. Stanowiska scharakteryzowano pod względem usłonecznienia: słoneczne, półcieniste oraz zacienione. Sklasyfikowano je z uwagi na wielkość powierzchni jako: bardzo małe – do 100 m<sup>2</sup>, małe 101–200 m<sup>2</sup>, średnie 201–300 m<sup>2</sup> i duże – powyżej 300 m<sup>2</sup>.

W celu scharakteryzowania struktury zielnych roślin ozdobnych przyjęto podział na rośliny jednoroczne, dwuletnie, sezonowe (byliny niezimujące w gruncie i rośliny z upraw pod osłonami), rośliny cebulowe oraz byliny. Jako kryterium przyjęto taksony produkowane w gospodarstwach szkółkarskich w celach dekoracyjnych. Określono liczbę taksonów wyrażoną procentowym ich udziałem w strukturze gatunkowej poszczególnych stanowisk. Częstość występowania taksonów wyrażono procentowym ich udziałem w całkowitej liczbie stanowisk.

## WYNIKI I OMÓWIENIE

We Wrocławiu tereny zieleni osiedlowej zajmują 394,1 ha, czyli 18% całkowitej ich powierzchni (Haladyn 2003). Czynniki w największym stopniu wpływającymi na odbiór estetyczny przestrzeni są: udział zieleni w zagospodarowaniu terenu oraz stan techniczny elementów infrastruktury, a także poziom utrzymania terenu. Na terenie blokowisk widoczne są działania mieszkańców polegające na tworzeniu półprywatnych ogródków przyblokowych, ozdobnych nasadzeń. Wskazują one na potrzebę uatrakcyjnienia wizerunku osiedla, jednocześnie zwracając uwagę na niedostatecznie funkcjonujące elementy przyrodnicze (Lis 2011). W przypadku oceny warunków życia użytkowników osiedli jedną z głównych ról odgrywają dostępność oraz jakość środowiska przyrodniczego. Można to osiągnąć, stosując odpowiednią ilość terenów zieleni, odpowiedni kształt z uwzględnieniem cech siedliska, uprawiając gatunki odporne na presję lokalnych warunków zarówno naturalnych, jak i związanych ze sposobem użytkowania przestrzeni (Rzeszotarska-Pałka 2012).

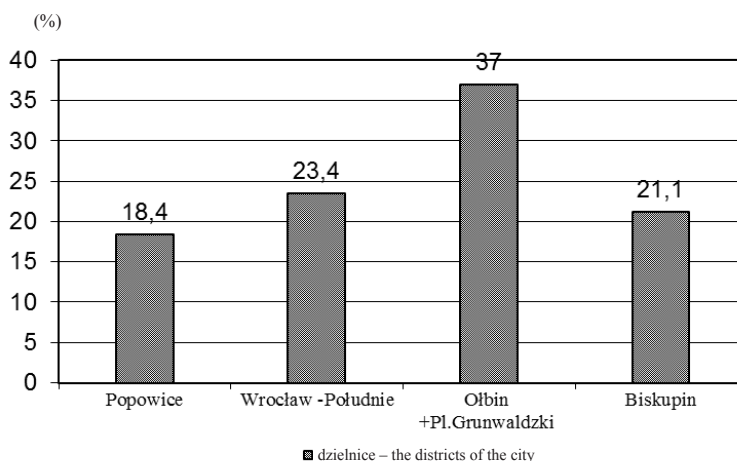
Wyniki inwentaryzacji zieleni osiedlowej we Wrocławiu określające sposób zagospodarowania podwórek poprzez różne elementy zieleni, takie jak trawniki, zieleń wysoką (drzewa i krzewy), rabaty oraz place zabaw wskazują na niedostateczne zazielenienie

oraz wyposażenie w urządzenia rekreacyjne. Potwierdzają to badania prowadzone w Słubicach przez Kubusa (2010), Kimic (2010) na Ursynowie oraz Wycichowską (2010) w Łodzi.

Negatywne cechy wewnątrz podwórek osiedlowych przejawiały się zarówno w postaci niewłaściwego udziału elementów roślinnych w kształtowaniu przestrzeni, jak i w nadmiernej liczbie form i struktur roślinnych bądź w ich niedostatku, lub wręcz pozostawianiu stref i wewnątrzosiedlowych całkowicie bez oprawy roślinnej. Obserwowana była również przypadkowa lokalizacja roślin, powodująca poczucie chaosu, braku uporządkowania, wywołująca konflikty z infrastrukturą techniczną oraz utrudnienia w poruszaniu się ludności. Czynnikiem obniżającym efekty estetyczne była niedostateczna pielęgnacja roślinności.

Analiza zagospodarowania wszystkich podwórek na wybranych osiedlach wykazała 42,6% udział rabat w układzie kompozycyjnym wraz z drzewami, krzewami, trawnikami oraz placami zabaw. Najwięcej takich podwórek – 37% stwierdzono na osiedlach Ołbin i Pl. Grunwaldzkim, czyli w centrum miasta. Odbiegały one wyraźnie od pozostałych (rys. 1). Najmniej, bo 18,4% podwórek z rabatami, było na osiedlu Popowice. Inwentaryzacja szczegółowa roślinności 12 stanowisk wykazała obecność 164 taksonów roślin zielnych o ozdobnych kwiatach lub liściach (tab. 1). Największy udział stanowiły byliny – 68% (113 taksonów). Zdecydowanie mniej zidentyfikowano gatunków roślin jednorocznych – 15% (24 taksony). Najmniej, 5 taksonów (3%), to rośliny cebulowe. Zróżnicowanie gatunkowe roślinności występującej na terenach dużych aglomeracji miejskich uzależnione jest od warunków klimatycznych danego terytorium oraz od wpływu niekorzystnych warunków miejskich, do których rośliny te nie są przystosowane (Zimny 2005). Warunki te ograniczają lub wręcz uniemożliwiają występowanie określonych gatunków roślin. Z drugiej strony istnieją jednak takie gatunki, które wykazują przystosowanie do trudnych warunków panujących w centrach miast. Do tej grupy zaliczają się głównie kenofity (nofity), pojawiające się na siedliskach zmienionych lub nawet stworzonych przez człowieka. Wśród nich duży udział mają rośliny pochodzące z cieplejszych stref klimatycznych (Sudnik-Wójcikowska 2002). Spośród 14 taksonów roślin sezonowych oznaczonych we Wrocławiu większość ma ograniczone zastosowanie w terenach zieleni. W wyniku przeprowadzonych obserwacji znaleziono nietypowe ciepłolubne taksony występujące i zimujące w warunkach ogródków przybłokowych, np. opuncja – *Opuntia sp.* Mill., grubosz – *Crassula sp. L.*, fiołek afrykański – *Saintpaulia ionantha* H.Wendl., aloes zwyczajny – *Aloe vera* L., kalanchoe Blossfelda – *Kalanchoe blossfeldiana* Poelln. Obecność gatunków sezonowych, na 11 spośród 12 stanowisk, potwierdza zaangażowanie mieszkańców w kreowanie wspólnej przestrzeni. Byliny sezonowe wymagają corocznego odtworzenia, zakupienia bądź przechowania, a stosowane są zazwyczaj doraźnie jako gotowy element dekoracyjny. Oferowane są w okresie ich największej dekoracyjności i wykorzystuje się je jako roślinność okolicznościową tworzącą jednorazowy akcent dekoracyjny w ogrodach przydomowych, mieszkaniach, na tarasach i balkonach.

Skład gatunkowy roślinności występującej na terenach mieszkaniowych zmienia się w poszczególnych fazach osadnictwa i stopnia urbanizacji miasta. W strukturze przestrzennej flory osiedli mieszkaniowych odnajduje się zapis kolejnych etapów rozwoju osiedla w postaci nowej organizacji szaty roślinnej (Jackowiak 1998, Sutkowska 2006).



Rys. 1. Udział roślin zielnych we wnętrzach podwórkowych (%)  
 Fig. 1. Percentage of herbaceous plants in backyards

Tabela 1  
 Table 1

Występowanie poszczególnych grup ozdobnych roślin zielnych we wnętrzach podwórek „blokowiskowych” we Wrocławiu  
 Occurrence of individual groups of ornamental herbaceous plants in backyards at housing estates in Wrocław

Osiedle Housing estate	Popowice			Wrocław – Południe			Ołbin + Pl. Grun- waldzki			Biskupin			Liczba taksonów Number of taxons	(%)
	Stanowisko – Site													
Grupa roślin Group of plants	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Byliny Perennials	22*	11	31	28	21	19	39	39	30	35	15	23	113	68
Rośliny sezonowe Seasonal plants	5	0	1	5	4	1	5	3	3	6	1	3	14	9
Rośliny cebulowe Bulbs plants	5	6	3	5	3	4	3	4	5	5	5	3	8	5
Rośliny dwuletnie Biennials	2	0	1	2	3	2	1	0	1	2	1	0	5	3
Rośliny jednoroczne Annuals	3	0	4	6	7	7	6	12	10	5	5	4	24	15
Suma – Total	37	17	40	46	37	33	54	58	49	53	27	33	164 484	100

\* liczba taksonów zidentyfikowanych we wnętrzu podwórkowym  
 number of taxons specific in yards

Stwierdzone różnice w liczebności i różnorodności gatunków występują także pomiędzy poszczególnymi stanowiskami w blokowiskach Wrocławia. Byliny były charakterystyczne dla wszystkich „bogato” urządzonych podwórek, podobnie jak pojawianie się roślin cebulowych, których raz posadzone cebule stanowią trwały element niskiej zieleni,

atrakcyjny zwłaszcza wczesną wiosną. Wykorzystują one wówczas dostateczne warunki świetlne w okresie bezlistnym drzew i krzewów. Rośliny jednoroczne i sezonowe wystąpiły na 11 spośród 12 stanowisk (tab. 1). Są atrakcyjną grupą ze względu na długi okres kwitnienia, a także tzw. bezobsługowość. Niektóre gatunki jednoroczne, np. rudbeckia owłosiona – *Rudbeckia hirta* L., nagietek lekarski – *Calendula officinalis* L. mają zdolność do samoobsiewania się, czyli przetrwania przez kilka sezonów.

Wielkość powierzchni podwórek określa możliwość wykorzystania elementów roślinnych wnętrza. Największy udział dużych i średnich ogródków przybłokowych odnotowano na osiedlach Biskupin i Wrocław – Południe. Ogródki o najmniejszej powierzchni znajdują się na osiedlach Ołbin i Plac Grunwaldzki (tab. 1, 2). Struktura gatunków roślinności spotykanej na osiedlach Wrocław – Południe, Ołbin i Plac Grunwaldzki zdeterminowana jest przez zagęszczenie zabudowy oraz bogatą infrastrukturę miejską. Mała przestrzeń przeznaczona na zieleń nie pozwala na wprowadzanie gatunków strukturalnych, jakimi są drzewa oraz krzewy. Wzrost powierzchni ogródków przybłokowych do 200 m<sup>2</sup> pozwala zwiększyć liczbę taksonów roślin zielnych. Na stanowiskach o najmniejszej powierzchni obserwuje się duży udział niskich roślin dwuletnich oraz niezimujących w gruncie kosztów drzew, krzewów i bylin (tab. 3). Inwentaryzacja wykazała, że spośród 24 jednorocznych gatunków 6 to niewielkich rozmiarów pnącza jednoroczne charakterystyczne w zagospodarowaniu małych przestrzeni, np. nasturcja większa – *Tropeolum majus* L., wilec purpurowy – *Ipomea purpurea* (L.) Roth, groszek pachnący – *Lathyrus odoratus* L., thunbergia oskrzydłona – *Thunbergia alata*, tykwa ogrodowa – *Lagenaria vulgaris* L., dynia ozdobna – *Cucurbita pepo* L. Na stanowiskach o większych powierzchniach nie wzrasta zróżnicowanie struktury gatunkowej roślin zielnych. Jest to skutek mniejszej fragmentaryzacji powierzchni, co powoduje częstsze zastosowanie trawników oraz drzew i krzewów. Na stanowiskach o powierzchni powyżej 201 m<sup>2</sup> (tab. 2) stosowano mniej gatunków dwuletnich i jednorocznych na korzyść powierzchni zadarnionych, drzew i krzewów oraz bylin.

Występowanie i zróżnicowanie gatunkowe roślinności podwórek osiedlowych wynikają z lokalnych warunków siedliskowych – ocena usłonecznienia wykazała, że rośliny zielne pojawiały się na stanowiskach słonecznych i półcienistych. Zacięnienie wnętrza ograniczało zastosowanie tej grupy roślin ozdobnych. Oprócz roślin o dużych lub średnich wymaganiach świetlnych na stanowiskach znaleziono gatunki ciemiolubne, takie jak: parzydło leśne – *Aruncus dioicus* (Walter) Fernald, tojad – *Aconitum napellus* L., konwalia majowa – *Convallaria majalis* L., zawilec ogrodowy – *Anemone hepatica* Lemoine, hosty – *Hosta sp.* Tratt. rosnące w miejscach lokalnie zacięzionych, np. przez roślinność drzewiastą, budynki.

Zidentyfikowanie 164 taksonów ozdobnych roślin zielnych w ogródkach przybłokowych zawdzięcza się ich mieszkańcom, którzy kreują wspólną przestrzeń. Kierują się oni osobistymi gustami, ale preferują popularne oraz sprawdzone rośliny ogrodowe o oryginalnym wyglądzie lub dające trwały efekt dekoracyjny. Na 12 stanowiskach najpopularniejszymi gatunkami były byliny: funkia oraz jukka karolińska – *Yucca filamentosa* L. – 92%. Pomimo egzotycznego wyglądu tej rośliny wydaje się ona wpisana w konwencję polskich ogrodów. Stosowano ją zarówno w nasadzeniach grupowych, jak i pojedynczo. Liliowiec ogrodowy – *Hemerocallis x hybrida* L., piwonie chińska – *Paeonia lactiflora* Pall. i floks wiechowaty – *Phlox paniculata* L. odnotowano na 10 stanowiskach – 83%.



Tabela 2

Table 2

Struktura gatunkowa zielnych roślin ozdobnych we wnętrzach podwórkowych wybranych osiedli wrocławskich w zależności od ich powierzchni

Diversification of ornamental herbaceous plants in yards of estates of blocks in Wrocław according to area theirs

Grupa roślin Group of plants	Powierzchnia stanowiska (m <sup>2</sup> ) – Area of site											
	< 100			101–200			201–300			> 300		
	Stanowisko – Site											
	1	5	6	3	4	9	8	10	11	2	7	12
Byliny Perennials	22*	21	19	31	28	30	39	35	15	11	39	23
Rośliny sezonowe Seasonal plants	5	4	1	1	5	3	3	6	1	x	5	3
Rośliny cebulowe Bulbs plants	5	3	4	3	5	5	4	5	5	6	3	3
Rośliny dwuletnie Biennials	2	3	2	1	2	1	0	2	1	0	1	0
Rośliny jednoroczne Annulas	3	7	7	4	6	10	12	5	5	0	6	4
Suma – Total	37	37	33	40	46	49	58	53	27	17	54	33
Drzewa i krzewy Trees and shrubs	27	10	11	31	36	15	23	17	32	73	36	34

\* liczba taksonów zidentyfikowanych we wnętrzu podwórkowym  
number of taxons specific in yards

Ponadto często na rabatach występowały: rozchodnik okazały – *Sedum spectabile* Boreau – na 9 stanowiskach, bergenia sercolistna – *Bergenia cordifolia* (Haw.) Sternb. – roślina na 8 stanowiskach, a słoneczniczek – *Helianthus helianthoides* L., aster krzaczasty – *Aster dumosus* L. i czyściec wełnisty – *Stachys byzantina* K.Koch – na 7 stanowiskach (tab. 3).

Na połowie stanowisk znaleziono rośliny sezonowe takie jak dalie – *Dalia sp.*, pacioreczniki – *Canna x generalis* L. i pelargonie rabatowe – *Pelargonium zonale* (L.) L'Her. ex Aiton, z gatunków jednorocznych na 11 stanowiskach (92%) wystąpiła aksamitka rozpierzchła – *Tagetes patula* L., w 50% wewnątrz posadzono astry chińskie – *Callistephus chinensis* (L.) Nees, rudbekię owłosioną – *Rudbeckia hirta* L., nagietek lekarski – *Calendula officinalis* L. Popularne były rośliny cebulowe wystąpiły przynajmniej na 8 z 12 przebadanych stanowisk. Najczęściej sadzono tulipany – *Tulipa sp.* L., na 83% stanowisk, często pojawiały się przebiśniegi – *Galanthus sp.* L., krokusy – *Crocus sp.* L. i narcyzy – *Narcissus sp.* L. Z dwuletnich gatunków najczęściej znajdowano malwy na 7 stanowiskach (58%) i bratki w 5 przypadkach (41,6%). Badania dotyczące bogactwa gatunkowego ogródków przybłokowych potwierdzają wyniki uzyskane przez Fabijanowską (1998) w Krakowie i Lipińską (1977) w Warszawie.

Tabela 3

Table 3

Najczęściej występujące gatunki roślin zielnych we florze podwórek „blokowskich” we Wrocławiu  
The most often occurring species of herbaceous plants in flora of housing estate backyards in Wrocław

Rośliny zielne Herbaceous plants	Liczba stanowisk – Numbers of sites						
	5	6	7	8	9	10	11
Jednoroczne Annuals	<i>Dahlia hybrida</i>	<i>Rudbeckia hirta</i>	<i>Callistephus chinensis</i>	x	x	x	<i>Tagetes patula</i>
		<i>Antirrhinum majus</i>					
		<i>Calendula officinalis</i>					
Cebulowe Bulb plants	x	x	x	<i>Crocus vernus</i>	<i>Galanthus nivalis</i>	<i>Tulipa sp.</i>	x
				<i>Narcissus sp.</i>			
Dwuletnie Biennials	<i>Viola ×wittrockiana</i>	x	<i>Alcea rosea</i>	x	x	x	x
Rośliny sezonowe Seasonal plants	x	<i>Dalia ×cultorum</i>	<i>Canna ×generalis</i>	x	<i>Pelargonium zonale</i>	x	x
Byliny Perennials	<i>Primula vulgaris</i>	<i>Pulmonaria officinalis</i>	<i>Heliopsis helianthoides</i>	<i>Bergenia cordifolia</i>	<i>Sedum spectabile</i>	<i>Phlox paniculata</i>	<i>Yucca filamentosa</i>
	<i>Convalaria majalis</i>	<i>Anemone ×hybrida</i>	<i>Aster dumosus</i>			<i>Paeonia lactiflora</i>	<i>Hosta sp.</i>
	<i>Cerastium tomentosum</i>	<i>Heuchera</i>	<i>Stachys byzantina</i>			<i>Hemerocallis ×hybrida</i>	
	<i>Aquilegia ×hybrida</i>	<i>Iris germanica</i>					
		<i>Matteuccia struthiopteris</i>					
	<i>Rudbeckia fulgida</i>	<i>Viola odorata</i>					

## WNIOSKI

1. Rośliny zielne występujące w prawie połowie zinwentaryzowanych podwórek w „blokowskich” świadczą o znacznym zaangażowaniu mieszkańców w kreowanie najbliższego otoczenia i potrzebę jego estetyzacji.

2. Byliny stanowiły najpopularniejszą grupę i wystąpiły na wszystkich stanowiskach, czemu sprzyjało dobre usłonecznienie wnętrza, a ich wielkość nie miała wpływu na liczebność.

3. Występowanie roślin jednorocznych zależało od powierzchni podwórka, są one charakterystyczne dla małych podwórek.

4. Najczęściej sadzone gatunki bylin w ogródkach przybłokowych to jukka karolińska – *Yucca filamentosa*, floks wiechowaty – *Phlox paniculata*, piwonia chińska – *Paeonia lactiflora*, liliowiec ogrodowy – *Hemerocallis x hybrida*, a także bergenia sercolistna – *Bergenia cordifolia*, rozchodnik okazały – *Sedum spectabile*, słoneczniczek – *Helianthus helianthoides* oraz aster krzaczasty – *Aster dumosus*.

5. Spośród roślin jednorocznych najpopularniejsza była aksamitka rozpierzchła – *Tagetes patula*, która wystąpiła na 11 stanowiskach.

6. Aspekt wiosenny wszystkich badanych stanowisk tworzyły rośliny cebulowe, najczęściej tulipany – *Tulipa sp.*, przebiśniegi – *Galanthus sp.*, narcyzy – *Narcissus sp.* i krokusy – *Crocus sp.*

## PIŚMIENNICTWO

- Antkowiak Z., 1973. Stare i nowe osiedla Wrocławia. Zakład Narodowy im. Ossolińskich.
- Borowik I., 2003. Blokowiska: miejski habitat w oglądzie socjologicznym stadium jakości wrocławskich środowisk mieszkaniowych, Wrocław, Arboretum.
- Chmielewski J., 2010. Teoria urbanistyki w projektowaniu i planowaniu miast. Oficyna Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej.
- Czarnecki W., 1968. Planowanie miast i osiedli. Krajobraz i tereny zielone. PWN: 139–151, 571–599.
- Fabijanowska K., 1998. Ogrody podwórkowe i ich znaczenie w systemie zieleni miejskiej (na przykładzie centrum Krakowa). Miasto-ogród. Sto lat rozwoju idei. Problemy ochrony i kształtowania zieleni miejskiej. VII Targi Zieleni Miejskiej i Ogrodnictwa TARGA '98: 35–38.
- Haladyn K., 2003. System przyrodniczy Wrocławia [w:] Zielona Planeta APIS, Wrocław: 15–20.
- Jackowiak B., 1998. Struktura przestrzenna flory dużego miasta. Bogucki Wyd. Nauk. Poznań.
- Kimic K., 2010. Diagnoza stanu zagospodarowania przestrzeni starych osiedli mieszkaniowych. Konferencja NOT: Zieleń osiedlowa – stan obecny i wskazania do poprawy. Materiały konferencyjne, Toruń: 81–92.
- Kubus M., 2010. Stan zieleni osiedlowej miasta Ślubice oraz zalecenia ogólne. Konferencja NOT: Zieleń osiedlowa – stan obecny i wskazania do poprawy. Materiały konferencyjne, Toruń: 168–181.
- Lipińska A., 1977. Rola zieleni w osiedlu mieszkaniowym (na przykładzie wybranych osiedli warszawskich). PWN.
- Lis A., 2011. Struktura przestrzenna i społeczna terenów rekreacyjnych w osiedlach mieszkaniowych Wrocławia z lat 70.–80. ubiegłego stulecia. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego, Wrocław.
- Rzeszotarska-Pałka M., 2012. Rewitalizacja terenów zieleni osiedlowej szansą dla dwudziesto-wiecznych blokowisk? Architektura. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej 1–A/2: 157–164.

- Sudnik-Wójcikowska B., 2002. Flora miasta – chaos i przypadek czy prawidłowości w różnorodności? *Kosmos. Problemy Nauk Biologicznych*. Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika. 51, 2: 213–219.
- Sutkowska E., 2006. Współczesny kształt i znaczenie zieleni miejskiej jako zielonej przestrzeni publicznej w strukturze miasta – przestrzeń dla kreacji. Wydawnictwo AR w Szczecinie: 184–192.
- Wycichowska B., 2010. Wytyczne do programu działania na rzecz poprawy estetyki i funkcjonalności zieleni osiedlowej w Łodzi. Konferencja NOT: Zieleń osiedlowa – stan obecny i wskazania do poprawy. Toruń: 181–192.
- Zimny H., 2005. Ekologia miasta. Agencja Reklamowo-Wydawnicza Arkadiusz Grzegorzcyk.

## **ANALYSIS OF THE USE OF ORNAMENTAL HERBACEOUS PLANTS IN LAWN AREAS OF HOUSING ESTATE DEVELOPMENTS IN WROCLAW FROM 1960 TO 1990**

### **S u m m a r y**

This paper presents a study of the breadth of herbaceous plants in the lawn areas of apartment buildings from four Wrocław housing developments. The study focused on determining the long-term degree of biodiversity on the grounds of the housing estates. The results provide a source of data on the composition of plants that were used on housing estate grounds to revitalize and transform the commons into functional and attractive green areas.

**KEY WORDS:** housing estate greenery, small decorative gardens outside apartment buildings, annuals, perennials

**Maria Golinowska<sup>1</sup>, Felicyta Walczak<sup>2</sup>, Anna Tratwał<sup>2</sup>**

**OPŁACALNOŚĆ ZWALCZANIA SZKODNIKÓW PSZENICY  
OZIMEJ W POLSCE W LATACH 2006–2009**

**COST-EFFECTIVENESS OF WINTER WHEAT PESTS  
CONTROL IN POLAND IN 2006–2009**

*<sup>1</sup>Zakład Ekonomiki Rolnictwa, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu  
Department of Economics Agriculture, Wrocław University of Environmental and Life  
Sciences*

*<sup>2</sup>Instytut Ochrony Roślin – PIB Poznań  
Institute of Plant Protection – National Research Institute, Poznań*

Wieloletnie badania merytoryczne prowadzone w Instytucie Ochrony Roślin – Państwowym Instytucie Badawczym (IOR–PIB) dotyczące nasilenia szkodliwości gospodarczo ważnych szkodników w uprawie pszenicy ozimej pozwoliły na określenie ekonomicznej opłacalności zwalczania szkodników w latach 2006–2009. Badania wykazały, że opłacalność zwalczania szkodników w uprawie pszenicy jest niekorzystna, a wpływ na wielkość orientacyjnego wskaźnika opłacalności mają przede wszystkim ceny środków ochrony roślin i pszenicy oraz wielkość zbioru.

SŁOWA KLUCZOWE: opłacalność ekonomiczna, szkodniki, pszenica ozima

### WSTĘP

Znaczenie gospodarcze pszenicy jest bardzo duże, gdyż ziarno pszenicy jest surowcem przemysłu piekarniczego oraz paszowym, a plon uboczny – słoma w ostatnich latach staje się produktem towarowym. Areal uprawy pszenicy w świecie wynosił wówczas ok. 230 mln hektarów i stanowił ok. 30% powierzchni zajętej przez zboża. W Polsce udział pszenicy w zasiewach zbóż w latach 2006–2009 wahał się od 18,4 do 20,2%, a powierzchnia uprawy pszenicy w 2009 r. wynosiła 2346 tys. ha. Średnie plony pszenicy w Polsce

---

Do cytowania – For citation: Golinowska M., Walczak F., Tratwał A., 2012. Opłacalność zwalczania szkodników pszenicy ozimej w Polsce w latach 2006–2009. Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol. CII, 588: 53–64.

w tym okresie wahały się od 32,4 do 41,7 dt/ha. Najwyższe plony pszenicy uzyskiwano w woj. opolskim, pomorskim i zachodniopomorskim.

Przestrzenne zróżnicowanie powierzchni uprawy pszenicy oraz plonów częściowo pokrywa się z jakością przestrzeni produkcyjnej (tab. 1, rys. 1). W 2009 r. koncentracja uprawy pszenicy w Polsce miała miejsce w województwach zachodnich: dolnośląskim, wielkopolskim, kujawsko-pomorskim, a najwięcej, bo 13% areалу pszenicy uprawiano w woj. lubelskim. Plony pszenicy w latach 2006–2009 wahały się od 32,4 do 48,3 dt/ha. Najniższe plony uzyskano w roku 2006. Wówczas zróżnicowanie plonu pszenicy wahało się od 21,9 do 42,6 dt/ha i było ono najwyższe spośród badanych lat. W następnych latach średni plon pszenicy w Polsce wynosił 39,4 dt/ha, w 2008 r. 40,7 dt/ha, a w 2009 r. 41,7 dt/ha.

Tabela 1

Table 1

Ranking województw wg powierzchni uprawy i plonu pszenicy w latach 2006–2009  
The ranking of voivodeships according to winter wheat area and harvest in 2006–2009

Województwo Voivodeship	Powierzchnia – Area				Plon – Yield			
	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009
Dolnośląskie	2	2	2	2	5	3	3	5
Kujawsko-pomorskie	5	5	4	4	3	5	5	7
Lubelskie	1	1	1	1	12	11	9	11
Lubuskie	14	14	14	15	13	10	15	6
Łódzkie	12	12	12	12	9	9	13	10
Małopolskie	11	11	11	11	14	12	12	15
Mazowieckie	6	8	9	8	11	13	11	12
Opolskie	7	6	6	6	2	1	1	1
Podkarpackie	10	10	8	9	10	14	14	13
Podlaskie	16	16	16	16	15	16	16	16
Pomorskie	8	7	10	10	1	2	2	3
Śląskie	15	15	15	14	8	8	6	9
Świętokrzyskie	13	13	13	13	16	15	10	14
Warmińsko-mazurskie	9	9	7	7	4	6	4	8
Wielkopolskie	4	4	3	3	7	4	8	4
Zachodniopomorskie	3	3	5	5	6	7	7	2

Źródło: badania własne

Source: own studies

Analizując czteroletni okres, zauważa się, że najwyższe plony pszenicy osiągnęte były w woj. opolskim, pomorskim, dolnośląskim, kujawsko-pomorskim, wielkopolskim, zachodnio-pomorskim (zachodnia część kraju), natomiast w centralnej i południowo-wschodniej Polsce osiągnęte plony były poniżej średniej krajowej. Zbiór ziarna pszenicy w latach 2006–2009 wahał się od 7,05 do 9,7 mln t.

Głównymi szkodnikami pszenicy ozimej w latach 2006–2009 były: skrzypionki (*Oulema spp.*), mszyca czeremchowo-zbożowa (*Rhopalosiphum padi L.*), mszyca zbożowa (*Sitotilonavenae F.*), pryszczarek zbożowiec (*Haplodilosisesequestris Wagner*). Szkodniki te mogą przyczynić się do spadku plonu szczególnie w tych regionach, gdzie intensywnie prowadzona jest uprawa pszenicy ozimej, czyli w województwach północno-zachodnich.

Powierzchnia robocza zwalczania szkodników w uprawie zbóż w latach 2001–2004 wzrosła czterokrotnie i w 2004 r. wynosiła 1141,4 tys. ha, a w latach 2006–2009 ok. 1200 tys. ha.

Celem opracowania było określenie opłacalności zwalczania szkodników pszenicy ozimej w latach 2006–2009.



LEGENDA:

181,5	powierzchnia uprawy w tys. ha area of cultivation in thousand ha
909,5	zbiory w tys. t harvest in thousand t

Rys. 1. Powierzchnia uprawy pszenicy i zbiory w 2009 r.

Ryc. 1. Area of cultivation wheat and harvest in 2009

## MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy pochodził ze źródeł wtórnych, jak i pierwotnych. Podstawowym źródłem, według którego ocenia się stan fitosanitarny roślin w Polsce, jest ogólnokrajowe monitorowanie szkodliwości gospodarczo ważnych agrofagów. Polega ono na corocznym prowadzeniu obserwacji agrofagów przez pracowników Państwowej Inspekcji Ochrony Roślin i Nasiennictwa (PIORiN), według metodyk opracowanych przez pracowników naukowych IOR-PIB, w celu dokonania oceny ich szkodliwości na terenie całego kra-

ju (Węgorok red. 1976, 1982, Pruszyński red. 1993, Walczak red. 1998, Tratwal, Walczak, Złotkowski 2007, 2008, 2009, 2010). Dane liczbowe dotyczące powierzchni uprawy pszenicy, zbiorów plonów pochodzą z Głównego Urzędu Statystycznego GUS z lat 2007–2011, a ceny sprzedaży pszenicy ostatej uzyskano z publikacji Rynek Środków Produkcji dla Rolnictwa z lat 2006–2009.

W badaniu wykorzystano celowy dobór szkodników pszenicy oraz dobór insektycydów zalecanych do zwalczania agrofagów. Zastosowano bieżące ceny pszenicy i preparatów owadobójczych.

Materiał badawczy opracowano za pomocą analizy pionowej, poziomej i porównawczej, a opłacalność zwalczania określono według orientacyjnych wskaźników opłacalności (Golinowska 2002). Wskaźnik  $E_1$  określa liczbę dt produktu chronionego równoważącego faktyczne koszty zabiegu. Natomiast wskaźnik  $E_2$  przedstawia procent plonu, który należy przeznaczyć na koszty zabiegu ochrony roślin.

$$E_1 = \frac{K_z}{C} \quad E_2 = \frac{E_1 \cdot 100}{p}$$

gdzie:

$K_z$  – koszty zabiegu (w skład których wchodzi koszt środka i koszt zastosowania),

$C$  – cena 1 dt pszenicy (2006 r. – 44,8 zł; 2007 r. – 70,70 zł; 2008 r. – 64,20 zł; 2009 r. – 48,30 zł),

$p$  – plon pszenicy w dt/ha.

Do zwalczania szkodników w uprawie pszenicy przyjęto następujące insektycydy: Decis 2,5 EC oraz Fastac 100 EC. Ceny tych insektycydów w latach 2006–2009 przedstawia tabela 2. W zależności od zastosowanego środka koszty te wahają się od 14 do 56 zł/ha. Koszt zastosowania środków zwalczających wybrane szkodniki w uprawie pszenicy wyznaczono i przyjęto, że 2006 r. wynosił 45 zł/ha, w 2007 r. – 72 zł/ha, w 2008 r. 64 zł/ha i w ostatnim roku analizy 50 zł/ha.

Efektywnością chemicznych zabiegów zwalczania szkodników i chorób zbóż zajmowali się na skalę produkcyjną w Polsce Jaskulska D., Jaskulska J., Osiński (2001) oraz Kańczuk (2009) i Pisarek (1999).

Tabela 2  
Table 2

Ceny środków ochrony roślin i koszty środków na 1 ha w latach 2006–2009  
Prices of the chemical products and costs of products per 1 ha in 2006–2009

Wyszczególnienie Detailed list	Lata – Years			
	2006	2007	2008	2009
Cena jednostkowa zł/kg Price unit				
Decis 2,5 EC	223,00	145,00	160,00	113,00
Fastac 100 EC	118,00	120,00	124,00	130,00
Koszty insektycydów zł/ha Insecticides costs				
Decis 2,5 EC	56,00	36,00	40,00	28,00
Fastac 100 EC	14,00	14,40	14,90	15,60

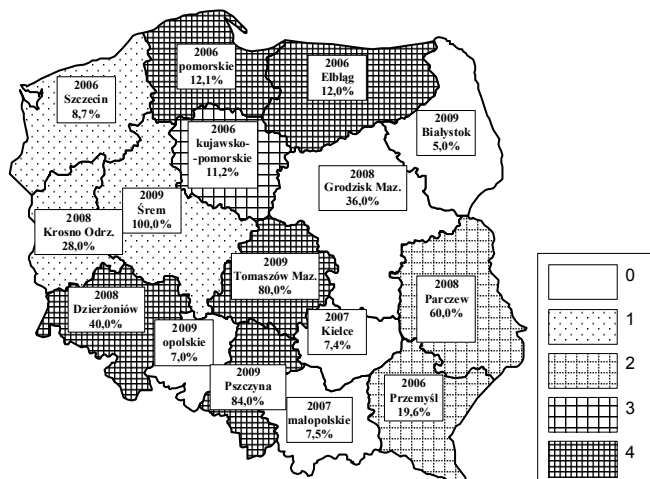
Źródło: badania własne  
Source: own studies



## WYNIKI I OMÓWIENIE

Szkodliwość wybranych do badań szkodników pszenicy ozimej w latach 2006–2009 przedstawia się następująco:

- 1) Skrzypionki (*Oulema* spp.) – ich szkodliwość w nasileniu przekraczającym wartość średnią z lat 2006–2009, która wynosiła 7,73% uszkodzonych źdźbeł pszenicy ozimej, odnotowano na terenie 11 województw (rys. 2). Do rejonów, gdzie stwierdzono szkody kształtujące się powyżej średniej z czterech omawianych lat należały województwa: pomorskie, warmińsko-mazurskie, łódzkie, dolnośląskie i śląskie. Dużą szkodliwość notowano ponadto w województwie kujawsko-pomorskim, gdzie procent uszkodzonych źdźbeł pszenicy ozimej był wyższy od średniej z omawianych 4 lat w ciągu 3 lat oraz w rejonie Polski południowo-wschodniej – w 2 latach. Ponadto największe nasilenie występowania skrzypionek stwierdzono w 2008 r. w takich oddziałach terenowych PIORiN jak: Parczew, gdzie skrzypionki spowodowały uszkodzenie 60% źdźbeł pszenicy ozimej (woj. lubelskie), Dzierżonów – 40% (woj. dolnośląskie), Krosno Odrzańskie – 28% (woj. lubuskie), a także w roku 2009 w Śremie – 100% (woj. wielkopolskie) i Pszczynie 84% (woj. śląskie).

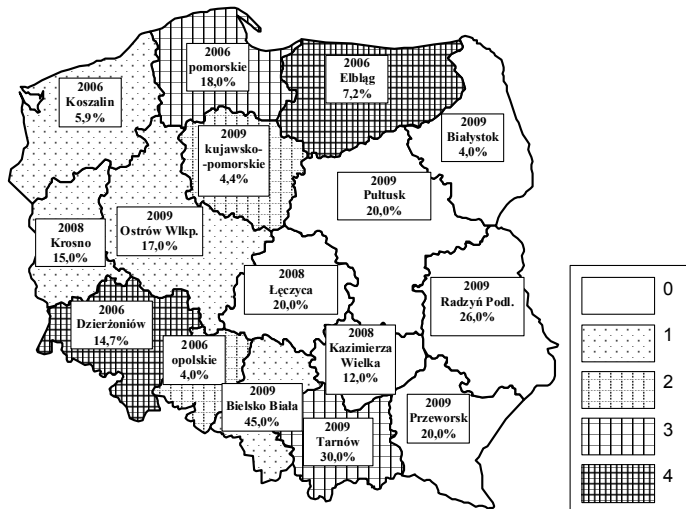


- 0 – szkodliwość poniżej 7,73% uszkodzonych źdźbeł w latach 2006–2009  
harmfulness below 7,73% of damaged stalks in years 2006–2009
- 1 – szkodliwość powyżej 7,73% uszkodzonych źdźbeł w ciągu jednego roku w latach 2006–2009  
harmfulness above 7,73% of damaged stalks one time in years 2006–2009
- 2 – szkodliwość powyżej 7,73% uszkodzonych źdźbeł w ciągu 2 lat w latach 2006–2009  
harmfulness above 7,73% of damaged stalks twice in years 2006–2009
- 3 – szkodliwość powyżej 7,73% uszkodzonych źdźbeł w ciągu 3 lat w latach 2006–2009  
harmfulness above 7,73% of damaged stalks three times in years 2006–2009
- 4 – szkodliwość powyżej 7,73% uszkodzonych źdźbeł w ciągu 4 lat w latach 2006–2009  
harmfulness above 7,73% of damaged stalks four times in years 2006–2009

Rys. 2. Średnia szkodliwość skrzypionek (*Oulema* spp.) w uprawach pszenicy ozimej w latach 2006–2009

Ryc. 2. Average harmfulness of cereal leaf beetles (*Oulema* spp.) in winter wheat in 2006–2009

- 2) Mszyca czeremchowo-zbożowa (*Rhopalosiphum padi* L.) – w latach 2006–2009 szkód przekraczających wartość średnią z 4 lat (3,43% opanowanych źdźbeł pszenicy ozimej) nie stwierdzono na terenie województw wschodnich i częściowo centralnych (rys. 3). Do województw, na terenie których we wszystkich omawianych latach szkody kształtowały się powyżej poziomu średniej wieloletniej, tj. 3,34% opanowanych źdźbeł należały: warmińsko-mazurskie i dolnośląskie, natomiast w pomorskim i małopolskim szkody powyżej tej wartości notowano w okresie 3 lat. Spośród czterech omawianych lat rok 2009 charakteryzował się najwyższym procentem opanowanych źdźbeł pszenicy ozimej przez mszycę czeremchowo-zbożową w oddziałach terenowych PIORiN położonych w dwóch województwach południowych (śląskim i małopolskim). Były to Bielsko Biała, gdzie stwierdzono 45% opanowanych źdźbeł pszenicy ozimej oraz Tarnów – 30%.



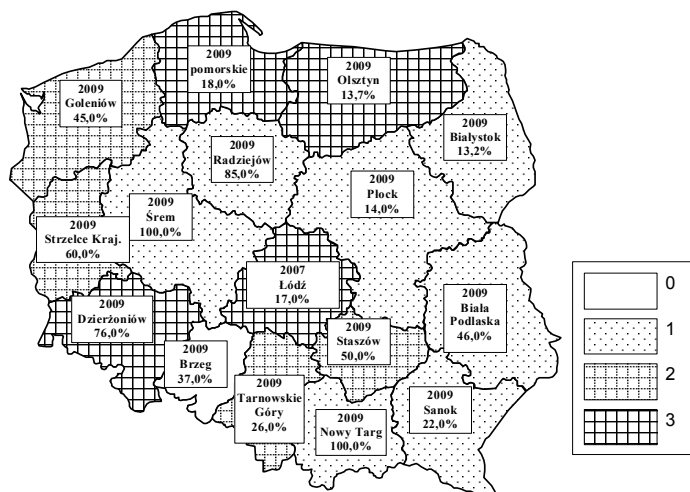
- 0 – szkodliwość poniżej 3,43% uszkodzonych źdźbeł w latach 2006–2009  
harmfulness below 3,43% of damaged stalks in years 2006–2009
- 1 – szkodliwość powyżej 3,43% uszkodzonych źdźbeł w ciągu jednego roku w latach 2006–2009  
harmfulness above 3,43% of damaged stalks one time in years 2006–2009
- 2 – szkodliwość powyżej 3,43% uszkodzonych źdźbeł w ciągu 2 lat w latach 2006–2009  
harmfulness above 3,43% of damaged stalks twice in years 2006–2009
- 3 – szkodliwość powyżej 3,43% uszkodzonych źdźbeł w ciągu 3 lat w latach 2006–2009  
harmfulness above 3,43% of damaged stalks three times in years 2006–2009
- 4 – szkodliwość powyżej 3,43% uszkodzonych źdźbeł w ciągu 4 lat w latach 2006–2009  
harmfulness above 3,43% of damaged stalks four times in years 2006–2009

Rys. 3. Średnia szkodliwość mszyicy czeremchowo-zbożowej (*Rhopalosiphum padi* L.) w uprawach pszenicy ozimej w latach 2006–2009

Ryc. 3. Average harmfulness of birdcherry-oat aphid (*Rhopalosiphum padi* L.) in winter wheat in 2006–2009

- 3) Mszyca zbożowa (*Sitobionavvenae* F.) – szkody wyrządzone w latach 2006–2009, wyrażone procentem opanowanych źdźbeł pszenicy ozimej wynosiły średnio 5,05 (rys. 4). W wymienionych latach wartość średnia trzykrotnie przekroczona została

w województwach północnych (pomorskim, warmińsko-mazurskim) oraz łódzkim i dolnośląskim. Znaczne nasilenie występowania mszycy zbożowej notowano w roku 2009 w takich oddziałach terenowych PIORiN jak: Śrem, gdzie opanowanych zostało 100% źdźbeł pszenicy ozimej (woj. wielkopolskie), Nowy Targ – 100% (woj. małopolskie), Radziejów – 85% (woj. kujawsko-pomorskie), Dzierżoniów – 76% (woj. dolnośląskie) oraz Strzelce Krajeńskie – 60% (woj. lubuskie).

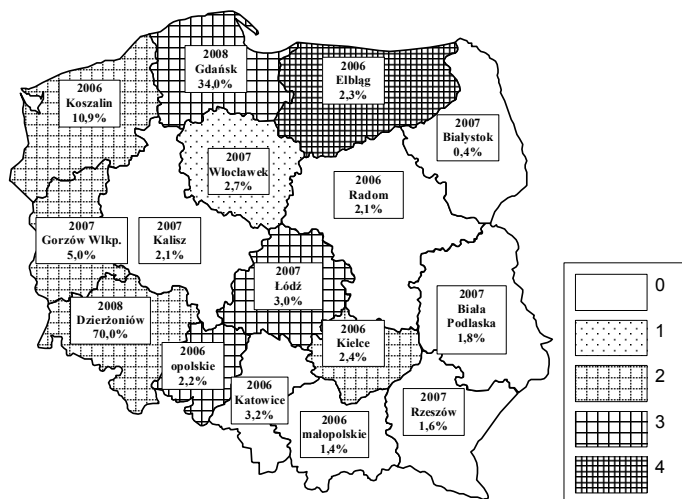


- 0 – szkodliwość poniżej 5,05% uszkodzonych źdźbeł w latach 2006–2009  
harmfulness below 5,05% of damaged stalks in years 2006–2009
- 1 – szkodliwość powyżej 5,05% uszkodzonych źdźbeł w ciągu jednego roku w latach 2006–2009  
harmfulness above 5,05% of damaged stalks one time in years 2006–2009
- 2 – szkodliwość powyżej 5,05% uszkodzonych źdźbeł w ciągu 2 lat w latach 2006–2009  
harmfulness above 5,05% of damaged stalks twice in years 2006–2009
- 3 – szkodliwość powyżej 5,05% uszkodzonych źdźbeł w ciągu 3 lat w latach 2006–2009  
harmfulness above 5,05% of damaged stalks three times in years 2006–2009
- 4 – szkodliwość powyżej 5,05% uszkodzonych źdźbeł w ciągu 4 lat w latach 2006–2009  
harmfulness above 5,05% of damaged stalks four times in years 2006–2009

Rys. 4. Średnia szkodliwość mszycy zbożowej (*Sitobion avenae* F.) w uprawach pszenicy ozimej w latach 2006–2009

Ryc. 4. Average harmfulness of cereal aphid (*Sitobion avenae* F.) in winter wheat in 2006–2009

- 4) Pryszczarek zbożowiec (*Haplodiplosis equestris* Wagn.) – w latach 2006–2009 średnia dla kraju szkodliwość wynosiła 1,40% uszkodzonych źdźbeł pszenicy ozimej (rys. 5). W tym okresie w województwie warmińsko-mazurskim corocznie rejestrowano szkody wyższe od średniej z czterech wymienionych lat. Dużym zagrożeniem dla pszenicy ozimej był pryszczarek zbożowiec w roku 2008 – w takich oddziałach terenowych PIORiN jak Dzierżoniów, gdzie odnotowano 70% uszkodzonych źdźbeł pszenicy ozimej (woj. dolnośląskie) i Gdańsk 34% (woj. pomorskie).



- 0 – szkodliwość poniżej 1,4% uszkodzonych źdźbeł w latach 2006–2009  
harmfulness below 1,4% of damaged stalks in years 2006–2009
- 1 – szkodliwość powyżej 1,04% uszkodzonych źdźbeł w ciągu jednego roku w latach 2006–2009  
harmfulness above 1,04% of damaged stalks one time in years 2006–2009
- 2 – szkodliwość powyżej 5,05% uszkodzonych źdźbeł w ciągu 2 lat w latach 2006–2009  
harmfulness above 1,4% of damaged stalks twice in years 2006–2009
- 3 – szkodliwość powyżej 1,4% uszkodzonych źdźbeł w ciągu 3 lat w latach 2006–2009  
harmfulness above 1,4% of damaged stalks three times in years 2006–2009
- 4 – szkodliwość powyżej 5,05% uszkodzonych źdźbeł w ciągu 4 lat w latach 2006–2009  
harmfulness above 1,4% of damaged stalks four times in years 2006–2009

Rys. 5. Średnia szkodliwość pryszczarka zbożowca (*Haplodiplosis equestris* Wagn.) w uprawach pszenicy ozimej w latach 2006–2009

Ryc. 5. Average harmfulness of saddle-gall midge (*Haplodiplosis equestris* Wagn.) in winter wheat in 2006–2009

Porównując poziom szkodliwości patogenów zilustrowany rysunkami (2, 3, 4, 5) z rysunkiem 1 (przedstawiającym powierzchnię i zbiory pszenicy w 2009 r. i tab. 1), zauważa się, że w rejonach intensywnej produkcji rolniczej (woj. dolnośląskie, wielkopolskie, kujawsko-pomorskie, pomorskie, zachodnio-pomorskie) nasilenie analizowanych szkodników w latach 2006–2009 było wyższe niż średnia. Powierzchnia robocza zwalczania szkodników w uprawie pszenicy ozimej w roku 2001 wynosiła 266,9 tys. ha, w latach następnych wzrastała i w 2009 r. wynosiła 1141,4 tys. ha. Z gospodarczego punktu widzenia są to zadania rzeczowe, które w ostatnich latach nabierają coraz większego znaczenia – zastanawiające jest, jaka była opłacalność zwalczania szkodników w uprawie pszenicy. W tabeli 3 przedstawiono koszty jednokrotnego zabiegu oraz orientacyjny wskaźnik opłacalności zabiegu zwalczającego szkodniki w zależności od zastosowanego insektycydu. Korzystniejsza opłacalność ma miejsce podczas zastosowania insektycydu Fastac 100 EC.

Tabela 3

Table 3

Koszty jednorazowego zabiegu zwalczającego szkodniki oraz opłacalność zabiegu  
Costs of one-time chemical treatment against pests and cost-effectiveness

Wyszczególnienie Detailed list	Lata – Years			
	2006	2007	2008	2009
Koszty jednorazowego zabiegu (zł/ha) One-time treatment cost				
• Decis 2,5 EC	101,00	108,00	104,00	78,00
• Fastac 100 EC	59,00	86,40	78,90	65,60
Orientacyjny wskaźnik opłacalności $E_1$ (dt) Approximate cost-effectiveness index $E_1$				
• Decis 2,5 EC	2,25	1,53	1,62	1,61
• Fastac 100 EC	1,32	1,22	1,23	1,36

Źródło: obliczenia własne

Source: own studies

Tabela 4

Table 4

Procent zbioru pokrywający koszty zabiegu ochronnego w 2009 r.  
Percentage of the yield covering the costs of chemical treatment in 2009

Województwo Voivodeship	Orientacyjny wskaźnik opłacalności $E_2$ (%) Approximate cost-effectiveness index $E_2$			
	Zabieg jednorazowy One-time treatment		Zabieg dwukrotny Two-times treatment	
	Decis 2,5 EC	Fastac 100 EC	Decis 2,5 EC	Fastac 100 EC
Dolnośląskie	3,6	2,9	7,2	5,8
Kujawsko-pomorskie	3,6	2,9	7,2	5,8
Lubelskie	4,6	3,9	9,2	7,8
Lubuskie	3,6	2,9	7,2	5,8
Łódzkie	4,3	3,7	8,6	7,4
Małopolskie	4,9	4,2	9,8	8,4
Mazowieckie	4,6	3,9	9,2	7,8
Opolskie	3,1	2,6	6,2	5,2
Podkarpackie	4,9	4,0	9,8	8,0
Podlaskie	5,2	4,4	10,4	8,8
Pomorskie	3,3	2,7	6,6	5,4
Śląskie	4,2	3,5	8,4	7,0
Świętokrzyskie	4,9	4,0	9,8	8,0
Warmińsko-mazurskie	3,8	3,1	7,6	6,2
Wielkopolskie	3,4	2,9	6,8	5,8
Zachodniopomorskie	3,2	2,6	6,4	5,2
Polska – Poland	3,9	3,1	7,8	6,2

Źródło: obliczenia własne

Source: own studies

W praktyce rolniczej Decis 2,5 EC, jak i Fastac 100 EC zwalczają analizowane szkodniki w uprawie pszenicy i skutecznie obniżają nasilenie ich występowania. Zazwyczaj jeden zabieg stosowany jest w ochronie pszenicy przed szkodnikami. Większej szkodliwości analizowanych gatunków sprzyja uproszczona agrotechnika oraz wysoki udział pszenicy w strukturze zasiewów. Na pokrycie kosztów jedнокrotnego zabiegu zwalczania mszycy, skrzypionek i pryszczarka zbożowego należało przeznaczyć od 1,32 do 2,25 dt pszenicy. Wielkość tego wskaźnika zależna jest od ceny pszenicy, oraz kosztów przeprowadzania zabiegu ochronnego. Podczas dwóch zabiegów orientacyjny wskaźnik opłacalności wzrośnie dwukrotnie i na pokrycie kosztów zwalczania przeznaczyć trzeba będzie od 2,44 do 4,5 dt pszenicy. W zależności od wielkości zbioru z 1 ha w 2009 r. na jeden zabieg należało przeznaczyć od 2,6 do 5,2% plonu, a przy dwukrotnym zabiegu od 5,2 do 10,4% plonu (tab. 4). Na kształtowanie się tego wskaźnika istotny wpływ mają wielkość ceny środków produkcji, jak i ceny produktu chronionego. Analizując koszty bezpośrednie uprawy pszenicy w gospodarstwach wielkoobszarowych (Kucharski, Golinowska 2009) w latach 2004–2007, zauważa się wzrost tych kosztów, a w 2007 r. koszty te wynosiły 1820 zł/ha. Na pokrycie globalnych kosztów chemicznej ochrony pszenicy ozimej przeznaczono w 2008 r. 8,73 dt pszenicy, co stanowiło 17,5% zbioru. Porównując orientacyjne wskaźniki opłacalności zwalczania szkodników do globalnej opłacalności ochrony roślin w uprawie pszenicy, zauważyć można, że zabieg zwalczania szkodników jest mało opłacalny. By przeciwdziałać negatywnym skutkom szkodliwości analizowanych szkodników, należy poprawić warunki fitosanitarne na polach uprawnych poprzez prawidłowe zmianowanie i poprawną agrotechnikę. Zbyt duży udział zbóż w strukturze zasiewów powyżej 50% staje się poważną przyczyną wzrostu nasilenia i szkodliwości występowania analizowanych szkodników. Chemiczne zwalczanie szkodników w pszenicy ozimej, a przede wszystkim mszyc, będzie uzasadnione i opłacalne, gdy pszenica plonować będzie powyżej 60 dt/ha. Tak uważali Sandner (1980) oraz Łęski (1991) i wydaje się, że pomimo upływu ponad 30 lat twierdzenie to jest nadal aktualne.

## WNIOSKI

Przeprowadzone badania dotyczące opłacalności zwalczania szkodników w uprawie pszenicy ozimej pozwoliły na wyciągnięcie następujących wniosków:

1. Szkodliwość szkodników w uprawie pszenicy na terenie kraju była zróżnicowana, a wysoką szkodliwością charakteryzowały się województwa północno-zachodnie;
2. Opłacalność jedнокrotnego zabiegu zwalczającego szkodniki w uprawie pszenicy, mierzona orientacyjnym wskaźnikiem opłacalności  $E_1$ , wahała się od 1,61 do 2,25 dla Decis 2,5 EC, a dla Fastac1000 EC była korzystniejsza i wynosiła od 1,22 do 1,36 dt. Oznacza to, że na pokrycie kosztów chemicznego zwalczania szkodników należało przeznaczyć 3,1 dt pszenicy w 2009 r., stosując Fastac 100 EC;
3. Orientacyjny wskaźnik opłacalności ( $E_2$ ), określający procent plonu jaki należy przeznaczyć na pokrycie kosztów chemicznego zwalczania szkodników, w zależności od zastosowanego środka i wielokrotności zabiegu wyniósł od 3,1 do 7,8%, przy czym zanotowano duże zróżnicowanie w poszczególnych województwach. Najkorzystniejsze

orientacyjne wskaźniki uzyskano w województwach o wysokich plonach pszenicy i korzystnych cenach sprzedaży pszenicy.

## PIŚMIENNICTWO

- Golinowska M., 2002. Efektywność ochrony roślin w indywidualnych gospodarstwach rolnych południowo-zachodniej Polski. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu Nr 433, rozprawy CLXXXV, 199.
- Jaskulska D., Jaskulska J., Osiński G., Pochylski B., 2001. Ochrona pszenicy ozimej przed agrofagami na plantacjach produkcyjnych w regionie Kujawsko-pomorskim. *Freqmenta Agronomica* 28(2): 35–44.
- Kańczuk Z., 2009. Efektywność chemicznych zabiegów zwalczania szkodników i chorób. *Progress in Plant Protection/Post. w Ochr. Roślin* 49(2): 40–50.
- Kucharski K., Golinowska M., 2009. Efektywność ekonomiczna zabiegów ochrony roślin w systemie uprawy bezpłaznej. *Progress in Plant Protection/Post. w Ochronie Roślin* 49(2): 484–492.
- Łęski R., 1991. Mszyce zbożowe. *OPR*: 5–6.
- Pisarek M., 1999. Szkodliwość skrzyponiek (*Oulemaspp*) dla zbóż jarych w siewach czystych i mieszanych. *Progress in Plant Protection/Post. w Ochronie Roślin* 39(2): 413–415.
- Pruszyński S. (red.), 1993. Instrukcja dla służb ochrony roślin z zakresu prognoz, sygnalizacji i rejestracji. Metody sygnalizacji i prognozowania pojawu chorób i szkodników roślin. Cz. II, t. II. Wyd. IOR Poznań.
- Sandner H., 1980. *Entomologia a intensyfikacja rolnictwa*. PWN Warszawa, 243.
- Tratwal H., Walczak F., Złotkowski J., 2007. Choroby i szkodniki roślin zbożowych [w:] Stan fitosanitarny roślin uprawnych w Polsce w roku 2006 i spodziewane występowanie agrofagów w 2007 r. IOR Poznań: 12–21.
- Tratwal A., Walczak F., Złotkowski J., 2008. Choroby i szkodniki roślin zbożowych – pszenica ozima [w:] Stan fitosanitarny roślin uprawnych w Polsce w roku 2007 i spodziewane występowanie agrofagów w 2008 r. IOR Poznań: 15–25.
- Tratwal A., Walczak F., Złotkowski J., 2009. Choroby i szkodniki roślin zbożowych – pszenica ozima [w:] Stan fitosanitarny roślin uprawnych w Polsce w roku 2008 i spodziewane występowanie agrofagów w 2009 r. IOR Poznań: 17–25.
- Tratwal A., Walczak F., Złotkowski J., 2010. Choroby i szkodniki roślin zbożowych – pszenica ozima [w:] Stan fitosanitarny roślin uprawnych w Polsce w roku 2010 i spodziewane występowanie agrofagów w 2011 r. IOR Poznań: 15–25.
- Węgorzek W. (red.), 1982. Instrukcja dla służby ochrony roślin z zakresu prognoz i sygnalizacji. Cz. 1. Wydanie V. IOR. Poznań.

## **COST-EFFECTIVENESS OF WINTER WHEAT PEST CONTROL IN POLAND IN 2006–2009**

### **S u m m a r y**

Multi-year studies were conducted at the Plant Protection Institute – National research Institute (PPI – NRI) concerning the incidence and harmfulness of the more serious pests in winter wheat plantations in order to define the cost-effectiveness of pest control in Poland from 2006 to 2009. According to the results obtained, there was a negative cost-effectiveness of pest control in winter wheat. The prices of chemical products and the yields of winter wheat had the greatest impact on the approximate degree of cost-effectiveness.

KEY WORDS: cost-effectiveness, winter wheat pest control



**Edward Grzyś, Anna Demczuk, Elżbieta Sacala, Grzegorz Kulczycki**

**EFFECT OF RETARDANTS ON BLADE GROWTH  
AND CONTENT OF MICROELEMENTS (Fe, Mn, Zn, Cu)  
IN THE GRAIN AND STALKS OF SPRING WHEAT CULTIVARS**

**WPLYW RETARDANTÓW NA WZROST ŻDŹBŁA  
I ZAWARTOŚĆ MIKROELEMENTÓW (Fe, Mn, Zn, Cu)  
W ZIARNIE I SŁOMIE ODMIAN PSZENICY JAREJ**

*Department of Plant Nutrition, Wrocław University of Environmental and Life Sciences  
Katedra Żywnienia Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu*

Two-year pot experiments (2010–2011) in a greenhouse were conducted to compare the response of 6 cultivars of spring wheat (Bombona, Jasna, Kokska, Nawra, Torka, Żura) to the retardants Anti-lodger liquid 675 SL (chlormequat chloride) and Moddus 250 EC (trinexapac ethyl). The experiment was set up in a complete randomization method with 4 replications. Plastic pots were filled with 5.0 kg of soil. Each pot was fertilized with N – 1.5 g·pot<sup>-1</sup> (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>), P – 0.3 g·pot<sup>-1</sup> and K – 0.75 g·pot<sup>-1</sup> (K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>), Mg – 0.3 g·pot<sup>-1</sup> (MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O). Microelements were used in the following amounts: H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> – 3 mg·pot<sup>-1</sup>, MnSO<sub>4</sub>·4H<sub>2</sub>O – 20 mg·pot<sup>-1</sup>, CuSO<sub>4</sub>·4H<sub>2</sub>O – 3 mg g·pot<sup>-1</sup>, ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O – 5 mg·pot<sup>-1</sup>, MoNH<sub>4</sub> – 1 mg·pot<sup>-1</sup>, FeCl<sub>3</sub> – 30 mg·pot<sup>-1</sup>. Retardants were applied at two growth phases, BBCH 31 and 32, in three combinations: Anti-lodger liquid 675 SL 675 SL – 0.5%, Moddus 250 EC – 0.1%, Anti-lodger liquid 675 SL – 0.25% + Moddus 250 EC – 0.05%. After harvesting, plant heights were measured. The highest reduction in stem growth, as a result of applying the retardants, was observed in the Bombona and Torka cultivars. In contrast, plant growth of the Nawra cultivar was the least affected by the use of retardants. There were no significant differences in the amount of Fe, Mn, Zn, Cu in the grains of spring wheat in the pots treated with retardants, in comparison to the control samples. Only in the wheat stalks did the Fe content increase on average by about 20%.

**KEY WORDS:** retardants, spring wheat, cultivars, stem, microelements

The work supported by the Ministry of Science and Higher Education, research project No NN310 152435.

For citation – Do cytowania: Grzyś E., Demczuk A., Sacala E., Kulczycki G., 2012. Effect of retardants on blade growth and content of microelements (Fe, Mn, Zn, Cu) in grain and straw of spring wheat cultivars. Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol. CII, 588, 65–74.

## INTRODUCTION

The modern technology of wheat cultivation has led to an increase in the use of retardant growth regulators. Their use is recommended especially with intensive wheat nitrogen fertilization, which increases the susceptibility of plants to lodging. The retardants primarily limit the longitudinal growth of the blade, increasing the diameter and the thickness of mechanical tissues, so that it becomes more resistant to lodging. In recent years, retardants have been increasingly used in various combinations. The use of a combined mixture of retardants in cereal crops contributes to a reduction in the amount of active substance preparations per unit area and reduces the cost of use (Stachecki, Praczyk 2004, Matysiak 2006).

There have been numerous reports that, in addition to inhibiting longitudinal growth, the retardants also cause an increase in the content of chlorophyll in the leaves, stimulate the growth of roots, and favorably impact the uptake of nutrients and the transport of assimilates in plants (Rademacher 2000, Rajala, Peltonen-Sainio 2001, McCarty et al., 2002, Kulczycki et al. 2007, Grzyś et al. 2011, Silva et al. 2011). Since cereals varieties have a range of sensitivities to retardants (Berti et al. 2007), it is important to know both how the cereal plant reacts to the growth retardation of the blade and what is the effect of the growth regulator on the mineral content in the grain and stalk. The purpose of the study was to determine the impact of two retardants: liquid Anti-lodger 675 SL (chlormequat chloride) and Moddusa 250 EC (trinexapac-ethyl) on the length of the blades and the content of selected trace elements (iron, manganese, zinc, copper) in the stalk and grain of varieties of wheat spring.

## MATERIALS AND METHODS

From 2010 to 2011 pot experiments were conducted at the greenhouse of the Department of Plant Nutrition of the Wrocław University of Environmental and Life Sciences to study the reaction of varieties of wheat (Bombona, Jasna, Koksa, Nawra, Torcka, Żura), to two retardants, Anti-lodger liquid 675 SL and Moddus 250 EC. The tests were done with the randomized block method with 4 replications. Plastic pots were filled with 5 kg of soil. The soil was loamy sand of medium grain taken from the ploughable-compost level, pH 6.4, 1 M KCl, with an average amount of available phosphorus, potassium and magnesium. One third of the dose of nitrogen was applied before sowing and the remainder in two doses foliar sprayed after four and six weeks after emergence, 1.5 g·pot<sup>-1</sup> (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>) in total. Mineral fertilization with other macro-elements was applied in the following quantities: phosphorus – 0.3 g·vase<sup>-1</sup>, potassium – 0.75 g·vase<sup>-1</sup> (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>), magnesium – 0.3 g·vase<sup>-1</sup> (MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O). Quantities of trace elements used were: H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> – 3 mg·vase<sup>-1</sup>, MnSO<sub>4</sub>·4H<sub>2</sub>O – 20 mg·vase<sup>-1</sup>, CuSO<sub>4</sub>·4H<sub>2</sub>O<sup>-3</sup> mg·vase<sup>-1</sup>, ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O – 5 mg·vase<sup>-1</sup>, MoNH<sub>4</sub> mg·vase<sup>-1</sup>, and FeCl<sub>3</sub> – 30 mg·vase<sup>-1</sup>. Potassium, phosphorus, magnesium and trace elements were used before sowing. Emergence occurred 4 days after sowing. After six days, the plants were thinned to 15 plants per vase. The test solutions were sprayed twice, in the BBCH 31 and 32 phases, using a laboratory sprayer. The two retardants were applied in three combinations: Anti-lodger 675 SL – 0.5%, Moddus 250

EC – 0.1%, Anti-lodger 675 SL 0.25% + Moddus 250 EC – 0.05%. The concentrations of retardants used were those that are commercially recommended for the cultivation of cereals in the field. The impact of growth regulators were compared with a control group of plants not treated with retardants. Throughout the growing season the moisture of the soil in the vases was maintained at 60% of the maximum water capacity. Double-distilled water was used for watering the plants. Plants were given protective treatments as necessary in the case of disease or pests.

In order to determine the content of minerals in the test plants, the plant material was dried and ground. Then, it was subjected to the process of dry mineralization in a muffle furnace at a temperature of 450°C. The ash obtained from the mineralization process was dissolved in concentrated hydrochloric acid and an assay was done of the microelements in the solution. Microelements (iron, manganese, zinc, copper) were assayed with the atomic absorption method with Varian Spectra 220 equipment.

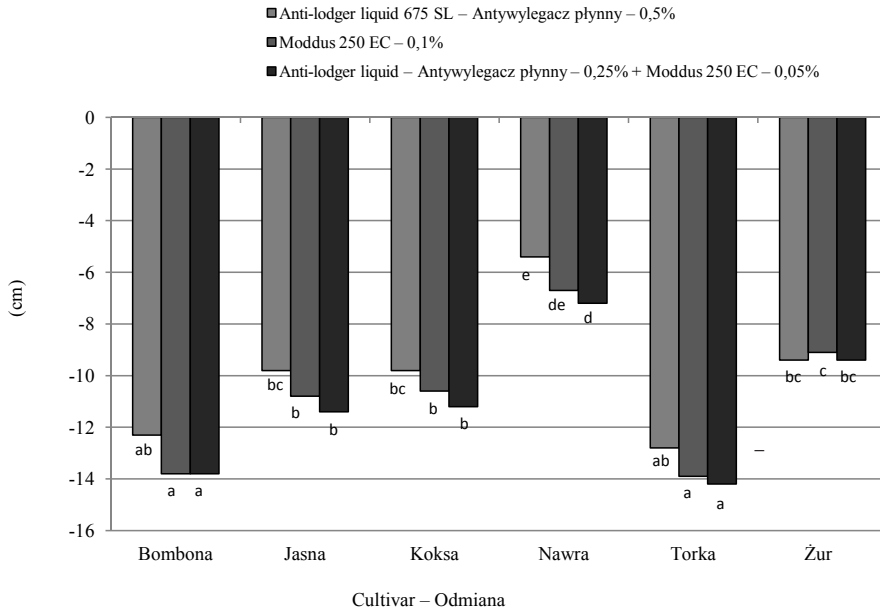
The obtained results were statistically analyzed using the variance analysis method. The data were verified at a significance level of  $\alpha = 0.05$  using the Duncan test.

## RESULTS AND DISCUSSION

In all the varieties of spring wheat tested there was significant retardation of blade growth in plants sprayed with a retardant solution. For most varieties, the degree of blade retardation was similar for each of the retardant solutions used. Only for the Nawra variety was the retardation of the blade growth substantially greater when the liquid 675 SL retardant was used alone (Fig. 1). The greatest degree of blade retardation occurred in the Torka and Bombona varieties. The blade length of these varieties decreased by about 13 cm on average. The variety which was the least vulnerable to blade growth retardation was the Nawra variety, with a reduction in blade length from 5.4 cm (liquid anti-lodger 675 SL) to 7.2 cm (mixture of two retardants).

Synthetic growth retardants are used in cereal crops to inhibit longitudinal blade growth. The active substances in the solutions used (chlormequat chloride and ethyl trinexapac) work by inhibiting the biosynthesis of gibberellins, which stimulate the longitudinal growth of the blade (Goss et al. 2002, Heckman et al. 2002, McCarty et al. 2002). Stachurska (1986) reported that the inhibitory action of growth retardants is the strongest just after application with a gradual decrease as the plant continues to grow. Spraying plants twice with retardants prolonged the inhibitory action in the trials performed. Stachecki and Praczyk (2004) determined that retardation of blade growth was the most pronounced on varieties with a genetically long stalk.

The results obtained in this study agree with the findings previously mentioned. The greatest degree of blade growth retardation was found in long-stalk varieties: Bombona and Torka, whereas the smallest was in the short-stalk variety Nawara. In recent years using retardants in combined solutions has been recommended to, among other things, increase their effectiveness and lower the cost of use. Our research showed that the highest degree of blade shortening was found after applying a mixture of retardants. However, there were no statistically significant differences in the effectiveness of retardants applied singly or in combination.



Values followed by the same letter are not significantly different ( $\alpha \leq 0,05$ )  
 Wartości oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie ( $\alpha \leq 0,05$ )

Fig. 1. Shortening of the stem of spring wheat cultivars with the use of retardants (mean value for 2010–2011)

Rys. 1. Skrócenie źdźbła odmian pszenicy jarej pod wpływem retardantów (średnia z lat 2010–2011)

The content of trace elements analysed in the grain of spring wheat (Tab. 1) was within the range of threshold values for trace elements in agricultural produce proposed by IUNG (Kucharzewski, Dębowski 1996). The highest content of the tested trace elements was the iron content, and by far the lowest was the copper content. The iron content in the grain of varieties of spring wheat was found to be from 33 to 37.5 mg·kg<sup>-1</sup> d.m. No significant differences were found in the content of this element in the grain, in any of the varieties, in the grain of plants collected from control samples or from plants that had been sprayed with retardants. The manganese content in the grain of varieties of spring wheat varied from about 23 to 27 mg·kg<sup>-1</sup> d.m. Also, there were no major differences in the iron content in the grain of wheat harvested from control samples and the plants which had been sprayed with different solutions of retardants.

The copper content in the grain of spring wheat fluctuated around 3 mg·kg<sup>-1</sup> d.m. There were no significant differences in the level of copper in the grain of plants from the control group or the test groups treated with retardants. There were no significant differences in the content of zinc in the grain of the varieties tested collected from control samples in relation to the plants from the sites where retardants had been used. The content of this element in the grain ranged from approximately 18.5 to 24 mg·kg<sup>-1</sup> d.m.

Tabela 1  
Table 1Content of microelements in the grain of spring wheat (mean values for 2010–2011)  
Zawartość mikroelementów w ziarnie pszenicy jarej (średnia z lat 2010–2011)

Cultivar Odmiana	Solution Kombinacja	mg·kg <sup>-1</sup> DW – mg·kg <sup>-1</sup> s.m.			
		Fe	Mn	Zn	Cu
Bom-bona	Control – Kontrola	34.9	24.3	22.8	2.97
	Anti-lodger liquid 675 SL – 0.5% Antywylegacz płynny	36.3	25.1	22.6	3.03
	Moddus 250 EC – 0.1%	34.6	25.8	22.0	3.00
	Anti-lodger liquid 675 SL – 0.25% + Moddus 250 EC – 0.05% Antywylegacz płynny + Moddus	35.8	24.5	22.8	2.95
	Control – Kontrola	35.3	24.4	21.1	3.03
Jasna	Anti-lodger liquid 675 SL – 0.5% Antywylegacz płynny	35.3	25.7	21.4	3.05
	Moddus 250 EC – 0.1%	34.8	26.2	22.6	3.06
	Anti-lodger liquid 675 SL – 0.25% + Moddus 250 EC – 0.05% Antywylegacz płynny + Moddus	35.4	24.8	21.9	3.03
	Control – Kontrola	34.8	24.3	22.8	3.08
	Anti-lodger liquid 675 SL – 0.5% Antywylegacz płynny	36.3	25.6	22.1	3.19
Koksa	Moddus 250 EC – 0.1%	34.4	26.2	22.1	3.10
	Anti-lodger liquid 675 SL – 0.25% + Moddus 250 EC – 0.05% Antywylegacz płynny + Moddus	34.4	24.8	22.9	2.99
	Control – Kontrola	33.8	24.5	22.1	3.07
	Anti-lodger liquid 675 SL – 0.5% Antywylegacz płynny	34.4	25.9	21.8	3.09
	Moddus 250 EC – 0.1%	35.6	26.1	21.9	3.05
Nawra	Anti-lodger liquid 675 SL – 0.25% + Moddus 250 EC – 0.05% Antywylegacz płynny + Moddus	34.7	24.4	21.7	3.11
	Control – Kontrola	34.4	25.0	22.2	3.06
	Anti-lodger liquid 675 SL – 0.5% Antywylegacz płynny	35.3	24.9	21.9	3.02
	Moddus 250 EC – 0.1%	35.8	26.3	22.7	3.07
	Anti-lodger liquid 675 SL – 0.25% + Moddus 250 EC – 0.05% Antywylegacz płynny + Moddus	35.9	25.4	21.9	3.08
Żura	Control – Kontrola	33.4	24.4	22.8	3.11
	Anti-lodger liquid 675 SL – 0.5% Antywylegacz płynny	34.4	24.0	22.1	3.08
	Moddus 250 EC – 0.1%	35.0	25.8	22.5	3.17
	Anti-lodger liquid 675 SL – 0.25% + Moddus 250 EC – 0.05% Antywylegacz płynny + Moddus	34.5	24.5	22.6	3.10
	NIR (0,05)	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
LSD (0.05)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	

n.s. – differences not significant – r.n. – różnice nieistotne

The iron content in the stalk of the wheat varieties tested in the control samples ranged from approximately 56.0 to 58.2 mg·kg<sup>-1</sup> d.m. (Tab. 2); while in the stalks collected from the sites on which plants had been sprayed with retardants, the content of this element increased from approximately 16.3% with the Jasna variety sprayed with liquid anti-lodger 675 SL to 26.1% with the Żura variety sprayed with a mixture of two retardants. There were no differences in the content of this microelement in the stalks that had been sprayed with different solutions of retardants. The manganese content in the stalks of the wheat varieties tested was on average 38.5 mg kg<sup>-1</sup> d.m. No differences in the content of this nutrient were found in the stalks collected from control samples compared with the samples sprayed with retardants. The zinc content in the stalks of the wheat varieties tested was about 29 mg·kg<sup>-1</sup> d.m. There were also no differences in the level of this microelement found in the wheat stalks from control samples compared with samples sprayed with retardants. The copper content fluctuated from around 3.14 to 3.68 mg·kg<sup>-1</sup> d.m. Just as with manganese and zinc, there was no difference in the copper content in the plants from control samples and those sprayed with retardants.

An optimal level of minerals in cereal plants is essential to increase resistance to lodging, because of the impact the minerals have on the chemical composition of the blades, and the stiffness and mechanical strength of the plant tissues (Przeszlakowska 1981). The average content of Fe, Mn, Zn and Cu analyzed by other authors was presented in the work by Kulczycki and Grocholski (in Polish) (2004) and is comparable to the levels analyzed here in the grains of spring wheat. The average iron content in the grain of winter wheat ranged from 32 to 118 mg kg<sup>-1</sup>, manganese 15 to 47 mg·kg<sup>-1</sup>, zinc from 19 to 87 mg·kg<sup>-1</sup> and copper from 2.3 to 4 mg·kg<sup>-1</sup>. In this study the content of micronutrients in the grain of varieties of spring wheat sprayed with retardants did not increase in comparison with the plants from the control samples. In contrast, a higher iron content was found – on average of around 20%. In a study carried out by Kulczycki et al. (2007) on the contents of selected macro-elements in the dry matter of some varieties of spring wheat collected from the above ground part of plants, only a significantly higher nitrogen content was found in plants sprayed with retardants, but no difference at all was found in the content of phosphorus, potassium, calcium and magnesium.

Tabela 2  
Table 2Content of microelements in the stalks of spring wheat (mean values for 2010–2011)  
Zawartość mikroelementów w słomie pszenicy jarej (średnia z lat 2010–2011)

Cultivar Odmiana	Solution Kombinacja	mg·kg <sup>-1</sup> DW – mg·kg <sup>-1</sup> s.m.			
		Fe	Mn	Zn	Cu
Bom-bona	Control – Kontrola	56.6	39.5	28.6	3.19
	Anti-lodger liquid 675 SL – 0.5% Antywylegacz płynny	67.9	38.1	26.9	3.14
	Moddus 250 EC – 0.1%	67.5	37.1	29.3	3.46
	Anti-lodger liquid 675 SL – 0.25% + Moddus 250 EC – 0.05% Antywylegacz płynny + Moddus	68.4	39.3	28.6	3.58
	Control – Kontrola	57.7	38.3	28.8	3.61
Jasna	Anti-lodger liquid 675 SL – 0.5% Antywylegacz płynny	68.9	39.6	29.1	3.22
	Moddus 250 EC – 0.1%	67.1	39.1	28.2	3.48
	Anti-lodger liquid 675 SL – 0.25% + Moddus 250 EC – 0.05% Antywylegacz płynny + Moddus	68.6	38.1	28.4	3.54
	Control – Kontrola	58.2	37.7	28.0	3.42
	Anti-lodger liquid 675 SL – 0.5% Antywylegacz płynny	68.4	37.6	28.9	3.28
Koksa	Moddus 250 EC – 0.1%	69.0	38.3	29.5	3.44
	Anti-lodger liquid 675 SL – 0.25% + Moddus 250 EC – 0.05% Antywylegacz płynny + Moddus	69.8	37.3	28.3	3.43
	Control – Kontrola	57.2	38.2	29.2	3.51
	Anti-lodger liquid 675 SL – 0.5% Antywylegacz płynny	70.5	37.8	29.7	3.45
	Moddus 250 EC – 0.1%	69.0	38.6	28.9	3.56
Nawra	Anti-lodger liquid 675 SL – 0.25% + Moddus 250 EC – 0.05% Antywylegacz płynny + Moddus	71.1	38.9	28.4	3.47
	Control – Kontrola	56.2	38.4	28.2	3.41
	Anti-lodger liquid 675 SL – 0.5% Antywylegacz płynny	69.6	38.7	28.9	3.52
	Moddus 250 EC – 0.1%	68.5	39.6	27.9	3.58
	Anti-lodger liquid 675 SL – 0.25% + Moddus 250 EC – 0.05% Antywylegacz płynny + Moddus	70.6	38.2	28.5	3.59
Żura	Control – Kontrola	55.9	38.0	28.8	3.57
	Anti-lodger liquid 675 SL – 0.5% Antywylegacz płynny	69.5	38.9	29.1	3.68
	Moddus 250 EC – 0.1 %	68.3	38.3	29.3	3.51
	Anti-lodger liquid 675 SL – 0.25% + Moddus 250 EC – 0.05% Antywylegacz płynny + Moddus	70.5	37.9	28.8	3.45
	NIR (0.05) LSD (0.05)	7.8	r.n. n.s.	r.n. n.s.	r.n. n.s.

n.s. – differences not significant – r.n. – różnice nieistotne

## CONCLUSIONS

1. Retardants (liquid Anti-lodger 675 SL and Moddus 250 EC) applied singly and together significantly inhibited the longitudinal blade growth of varieties of spring wheat.
2. The wheat varieties Bombona and Torka showed the largest susceptibility to retardation of the blade after being treated with retardants, while the Nawra variety showed the least susceptibility.
3. There was no impact from the use of retardants on the content of trace elements in the grain of varieties of spring wheat varieties compared to control samples, and the content of iron increased only in the stalks.

## LITERATURE

- Berti M., Zagonel J., Fernandes E.C., 2007. Wheat varieties yield under Trinexapac-ethyl and nitrogen rates. *Scientia Agraria* 8: 127–134.
- Goss R.M., Baird J.H., Kelm S.L., Calhoun R.N., 2002. Trinexapac-ethyl and nitrogen effects on creeping bentgrass grown under reduced light conditions. *Crop Sci.* 42: 472–479.
- Grzyś E., Demczuk A., Sacała E., Grocholski J., 2011. Reakcja odmian pszenicy ozimej na retardanty. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin* 51 (2): 560–564.
- Heckman N.L., Horst G.L., Gausson R.E., Tavener B.T., 2002. Trinexapac-ethyl influence on cell membrane thermostability of Kentucky bluegrass leaf tissue. *Scientia Horticult.* 92: 183–186.
- Kucharzewski A., Dębowski M., 1996. Ocena stopnia skażenia płodów rolnych Dolnego Śląska metalami ciężkimi i siarką. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 434, 777–786.
- Kulczycki G., Grocholski J., 2004. Zawartość mikroelementów w ziarnie i słomie wybranych odmian pszenicy ozimej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 502, 215–221.
- Kulczycki G., Grzyś E., Grocholski J., 2007. Wpływ regulatorów wzrostu na skład chemiczny źdźbeł wybranych odmian pszenicy ozimej. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin* 47 (3): 177–181.
- Matysiak K., 2006. Influence of trinexapac-ethyl on growth and development of winter wheat. *J. Plant Protection Res.* 46 (2): 133–142.
- McCarty L.B., Weinbrecht J.S., Tolerb J.E., Millerc G.L., 2002. St. Augustonegrass response to plant growth retardants. *Crop Sci.* 44: 1323–1327.
- Przeszlakowska M., 1981. Zawartość substancji pektynowych, wapnia, magnezu oraz składników mineralnych w węzłach i międzywęzłach pszenicy wylegającej i niewylegającej w okresie kwitnienia. *Acta Agrobot.* 34 (1): 99–112.
- Rademacher W., 2000. Growth retardants: effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. *Annual Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 51 (1): 501–531.
- Rajala A., Peltonen-Sainio P., 2001. Plant growth regulator effects on spring cereal root and shoot growth. *Agron. J.* 93: 936–943.
- Silva T.R.B., Schmidt R., Silva C.A.T., Nolla A., Favero F., Poletine J.P., 2011. Effect of Trinexapac-ethyl and nitrogen fertilization on wheat growth and yield. *J. Food Agric. Environ.* 9(1): 596–598.
- Stachecki S., Praczyk T., 2004. Biologiczna aktywność chlorku chlormekwatu (CCC) stosowanego z adiuwantami w pszenicy ozimej. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin* 44 (1): 414–422.



Stachurska E., 1986. Wpływ chlorku chlorocholiny na wzrost i rozwój zbóż (przegląd piśmiennictwa).  
Biul. IHAR 160: 89–98.

## **WPŁYW RETARDANTÓW NA WZROST ŻDZBŁA I ZAWARTOŚĆ MIKROELEMENTÓW (FE, MN, ZN, CU) W ZIARNIE I SŁOMIE ODMIAN PSZENICY JAREJ**

### **Streszczenie**

W dwuletnich doświadczeniach wazonowych (2010–2011) prowadzonych w hali wegetacyjnej porównywano reakcję 6 odmian pszenicy jarej (Bombona, Jasna, Kokska, Nawra, Torka, Żura) na retardanty: Antywylegacz płynny 675 SL (chlorek chloromekwatu) i Moddus 250 EC (trineksapak etylu). Doświadczenia założono metodą kompletnej randomizacji w czterech powtórzeniach. Plastikowe wazonu napelniono glebą (5 kg). Każdy wazon nawożono N w dawce  $1,5 \text{ g}\cdot\text{wazon}^{-1}$  ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ), P –  $0,3 \text{ g}\cdot\text{wazon}^{-1}$  i K –  $0,75 \text{ g}\cdot\text{wazon}^{-1}$  ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ), Mg –  $0,3 \text{ g}\cdot\text{wazon}^{-1}$  ( $\text{MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ). Mikroelementy stosowano w następujący sposób:  $\text{H}_3\text{BO}_3$  –  $3,0 \text{ mg}\cdot\text{wazon}^{-1}$ ,  $\text{MnSO}_4\cdot 4\text{H}_2\text{O}$  –  $20,0 \text{ mg}\cdot\text{wazon}^{-1}$ ,  $\text{CuSO}_4\cdot 4\text{H}_2\text{O}$  –  $3 \text{ mg}\cdot\text{wazon}^{-1}$ ,  $\text{ZnSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$  –  $5 \text{ mg}\cdot\text{wazon}^{-1}$ ,  $\text{MoNH}_4$  –  $1 \text{ mg}\cdot\text{wazon}^{-1}$ ,  $\text{FeCl}_3$  –  $30 \text{ mg}\cdot\text{wazon}^{-1}$ . Potas, fosfor, magnez i mikroelementy stosowano przedsięwzię. Retardanty stosowano w dwóch fazach wzrostu: BBCH 31, 32 w trzech kombinacjach: Antywylegacz płynny 675 SL – 0,5%, Moddus 250 EC – 0,1%, Antywylegacz płynny 675 SL – 0,25% + Moddus 250 EC – 0,05%. Po zbiorze przeprowadzono pomiar wysokości roślin. Największy stopień ograniczenia wzrostu źdźbła pod wpływem retardantów stwierdzono u odmian Bombona i Torka. Natomiast najmniejsze zahamowanie wzrostu źdźbła wystąpiło u odmiany Nawra. Nie stwierdzono istotnych różnic w zawartości Fe, Mn, Zn i Cu w ziarnie badanych odmian pszenicy jarej na obiektach poddanych opryskom retardantami w porównaniu z obiektami kontrolnymi. W słomie pszenicy jedynie zawartość Fe wzrosła średnio o około 20%.

**SŁOWA KLUCZOWE:** retardanty, pszenica jara, odmiany, źdźbło, mikroelementy



**Franciszek Kapusta**

**BURAK CUKROWY W ROLNICTWIE I GOSPODARCE POLSKI**  
**SUGAR BEET IN THE AGRICULTURE AND ECONOMY**  
**OF POLAND**

*Institut Nauk Ekonomicznych i Społecznych, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu*  
*Institute of Economics and Social Sciences, Wrocław University of Environmental*  
*and Life Sciences*

W opracowaniu przedstawiono narodziny cukrownictwa buraczanego, jego rozwój i przemiany pod wpływem warunków zewnętrznych i wewnętrznych. Na tle przemian bazy surowcowej cukrownictwa w Unii Europejskiej przeanalizowano zmiany bazy w Polsce i w poszczególnych spółkach cukrowych działających na jej obszarze.

Analizie poddano również wielkość produkcji cukru i jego przeznaczenie.

SŁOWA KLUCZOWE: cukier, baza, produkcja, zmiany, spółki

**WSTĘP**

Mimo że burak był uprawiany ok. 1 tys. lat przed naszą erą, to największy postęp w jego uprawie oraz hodowli nowych odmian dokonał się po XVI w., kiedy to dostrzeżono możliwość uzyskiwania cukru z soku buraczanego. Dalszy postęp w jego hodowli i uprawie dokonywał się pod wpływem konieczności zaspokajania potrzeb konsumpcyjnych, ale nie bez udziału zaburzeń w funkcjonowaniu wcześniej wykształconych form współpracy międzynarodowej. Na przykładzie buraka (cukrowego) można prześledzić, jak stosunki międzynarodowe oddziałują na poszczególne dziedziny działalności człowieka, stymulując pożądane w konkretnej sytuacji rozwiązania.

## CEL, MATERIAŁ I METODY

Celem badań jest:

- a) scharakteryzowanie środków słodzących i wielkości produkcji cukru w Polsce,
- b) scharakteryzowanie ewolucji uprawy buraka od formy spożywczej, pastewnej i leczniczej do przemysłowej,
- c) scharakteryzowanie rozwoju uprawy buraka cukrowego na ziemiach polskich oraz jego miejsca i roli współcześnie w rolnictwie i gospodarce kraju,
- d) zdefiniowanie bazy surowcowej i omówienie więzi plantatorów buraka cukrowego z przemysłem cukrowniczym oraz scharakteryzowanie skutków tej współpracy,
- e) scharakteryzowanie rozmiarów i kierunków zużycia cukru.

Opracowanie powstało przy wykorzystaniu wtórnych źródeł wiedzy, takich jak: publikacje zwarte i ciągłe, raporty Instytutu Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej (IERiGŻ) oraz materiały statystyczne.

Zgromadzony materiał został opracowany i zinterpretowany z wykorzystaniem metod: porównawczej w formie horyzontalnej i wertykalnej (Kapusta 1976), statystycznej (Stachak 1997) oraz elementów metody monograficznej (Kopeć 1983).

Uzyskane wyniki badań zostały przedstawione techniką tabelaryczną w połączeniu z opisem słownym.

## WYNIKI I OMÓWIENIE

### a) Cukier – sacharoza – główny środek słodzący

Od czasów prehistorycznych człowiek używa środków słodzących do różnych celów. Najpopularniejszy środek słodzący – sacharozę – początkowo otrzymywano z trzciny cukrowej, później również z buraków cukrowych. Upowszechnienie uprawy roślin (trzciny cukrowej i buraków) zawierających w swoim soku sacharozę doprowadziło do powstania i rozwoju przemysłu cukrowniczego, a także przerobu tych surowców na dużą skalę.

Produkcja cukru w Polsce podlega wahaniom (tab. 1), a po przystąpieniu do Unii Europejskiej jest limitowana (kwotowana).

Smak słodki wykazują nie tylko cukry, ale również szereg innych substancji naturalnych i syntetycznych, a nawet niektóre sole, np. ołowiu i berylu (Czapski, Wielans 1992). Prowadzone badania naukowe mające na celu znalezienie nowych substancji słodzących w surowcach roślinnych i ich otrzymywania na drodze syntezy chemicznej doprowadziły do wyizolowania lub zsyntetyzowania wielu innych substancji słodzących, wykazujących dużo większą siłę słodzącą niż sacharoza (Borowski 2000, Bartkun 2002). W przeciwieństwie do sacharozy nie dostarczają one energii (są dietetyczne), są metabolizowane lub ich metabolizm przebiega bez użycia insuliny, a w związku z tym są zalecane dla diabetyków.

Badania wykazały, że bardzo dobrym surowcem służącym do produkcji wielu prostych i złożonych naturalnych substancji słodzących jest skrobia (Słomińska, Mączyński 1983, Słomińska 1998).

Również w Polsce oprócz cukru używa się wysoko- i niskokalorycznych środków słodzących, których rozmiary produkcji się zmieniają. Do wysokokalorycznych środków słodzących należą: miód, syrop skrobiowy, glukoza i izogluukoza.

Tabela 1  
Table 1Produkcja cukru białego w kampaniach cukrowniczych  
Production of white sugar in sugar campaigns

Rok kampanii Year of campaign	Produkcja cukru (tys. t) Production of sugar (k tones)	Rok kampanii Year of campaign	Produkcja cukru (tys. t) Production of sugar (k tones)	Rok kampanii Year of campaign	Produkcja cukru (tys. t) Production of sugar (k tones)
1938	491	1980	1043	2004	1999,4
1949	387	1985	1666	2005	2032,5
1950	955	1990	1971	2006	1574,0
1955	981	1995	1595	2007	1956,2
1960	1381	2000	2009,0	2008	1397
1965	1354	2001	1543,3	2009	1515
1970	1385	2002	2029,6	2010	1579
1975	1745	2003	1906,3	2011	1859

Źródło – Source: Rocznik statystyczny – Statistical Yearbook 1961, 1966, 1976, 1991; Rocznik statystyczny rolnictwa i obszarów wiejskich – Statistical Yearbook of Agriculture and Rural Areas 2006, 2006: GUS, Warszawa, 380; 2008, 376; Rocznik statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej – Statistical Yearbook of Republic of Poland 2011, 2011: GUS, Warszawa, 497; Rynek Cukru – Sugar Market 2012 nr 39, IERiGZ-PIB, ARR, MRiRW, 12

Miód jest jadalną substancją o słodkim smaku, swoistym aromacie i barwie od jasno-żółtej do ciemnobrązowej, powstająca z nektaru roślin miododajnych i spadzi (niekiedy także z soków roślinnych), zbieranych przez pszczoły miododajne. Stanowi pokarm pszczół, produkt spożywczy dla ludzi oraz surowiec wykorzystywany w przetwórstwie spożywczym (ciastkarskim, cukierniczym, alkoholowym itp.). Rozmiary produkcji miodu zależą od liczby rodzin pszczelich oraz przebiegu pogody. Liczba rodzin pszczelich od kilku lat utrzymywała się na poziomie ok. 900 tys. Podjęte działania w ramach „Krajowego Programu Wsparcia Pszczelarstwa w Polsce w latach 2010/2011 i 2012/2013” zatwierdzonego przez Komisję Europejską doprowadziły do pierwszych efektów w postaci m.in. zwiększenia liczby rodzin pszczelich do 1,2 mln. Według szacunków do pełnego zapylenia upraw rolniczych potrzeba ok. 2,5 mln rodzin pszczelich. Produkcja miodu w Polsce waha się w przedziale 12–17 tys. t, podczas gdy spożycie jest dość stabilne i wynosi ok. 0,48 kg/osobę/rok. Rok 2011 był jak dotychczas wyjątkowy i osiągnięto produkcję miodu w wysokości 28 tys. ton. Miód jest przedmiotem obrotu handlowego w układzie międzynarodowym. I tak, na przykład w 2010 r. eksport osiągnął poziom 1,1 tys. t, podczas gdy przez wiele lat nie przekraczał 0,5 tys. t. Natomiast w 2011 r. eksport miodu wyniósł 4,2 tys. t o wartości 10,8 mln euro. Głównym powodem wzrostu eksportu była większa jego produkcja w kraju oraz opłacalny reeksport miodu pochodzącego z Chin, Ukrainy i krajów UE (Rynek Cukru 2011).

**Syrop skrobiowy i glukoza.** Do 1996 r. syrop skrobiowy produkowany był w Polsce wyłącznie z ziemniaków. Produkcja ta wykazywała tendencję spadkową, ponieważ ziemniaki stawały się coraz droższym surowcem. W 1997 r. rozpoczęto wytwarzanie syropu skrobiowego z ziarna pszenicy i kukurydzy i w związku z tym nastąpił wyraźny wzrost produkcji. Syrop skrobiowy znajduje zastosowanie w produkcji napojów, cukierków oraz sosów.

Podobnie glukoza była produkowana z ziemniaków i ze względu na koszty surowca rozmiary produkcji są niewielkie. Zapotrzebowanie rynku krajowego jest uzupełniane przez import oraz produkcję cukrów prostych z ziarna kukurydzy i pszenicy.

**Izoglukoza.** Jej produkcja w Polsce została uruchomiona w styczniu 1999 r. i jest wytwarzana z ziarna zbóż. Znalazła zastosowanie jako środek słodzący w produkcji napojów i soków. Produkcja izoglukozy jest limitowana (kwotowana), podobnie jak cukru, a Polska posiada kwotę produkcyjną 42,9 tys. t. Kwota ta jest za niska jak na potrzeby wewnętrzne i dodatkowo nie zawsze jest wykorzystywana ze względu na ceny i jakość ziarna zbóż. Niedobór izoglukozy jest uzupełniany importem, który w 2011 r. wyniósł 83,7 tys. t, z tym że dokonano również reeksportu glukozy w wysokości 14 tys. t (Rynek Cukru 2011).

**Niskokaloryczne środki słodzące.** Na polskim rynku do spożycia dopuszczone są trzy rodzaje niskokalorycznych środków słodzących: sacharyna, aspartam i acesulfam K, które znajdują zastosowanie jako słodziki dla diabetyków oraz osób przestrzegających diety niskokalorycznej.

Wytwarzane na bazie aspartamu środki słodzące znajdują zastosowanie w przemyśle spożywczym w produkcji napojów bezalkoholowych i jogurtów. W produkcji artykułów żywnościowych, których proces produkcji wymaga podgrzewania, zastosowanie znajduje acesulfam K. Ponieważ aspartam nie wytrzymuje wysokiej temperatury i ulega rozkładowi, acesulfam K używa się przeważnie w mieszaninie z innymi środkami słodzącymi. Stosowanie mieszaniny acesulfamu K z cukrem powoduje zwiększenie siły słodzenia oraz utrwała walory smakowe cukru, znacznie zmniejszając jego kaloryczność (Pietkiewicz, Janczar 2004).

Z powyższej krótkiej charakterystyki środków słodzących wynika, że cukier ma konkurencję, która z roku na rok jest coraz większa.

## **b) Ewolucja uprawy buraka**

Burak liściowy i korzeniowy, łatwo się krzyżując, tworzył mieszańce, które w Starożytności zasiedlały basen Morza Śródziemnego i były wykorzystywane do celów spożywczych, pastewnych i leczniczych.

Burak był uprawiany do celów konsumpcyjnych i na paszę na ziemiach polskich już w XVI w (Kalinowska-Zdun 1999). Są przesłanki, by sądzić, że we Francji musiał być znany znacznie wcześniej, ponieważ Olivier de Serre w 1575 r. wydobyl z korzeni ówczesnego buraka słodki syrop podobny do syropu z cukru trzcinowego. Jednak dopiero niemiecki chemik, Sigismond Marggraf, pozyskał z buraka w 1747 r. skryształizowany cukier i stwierdził, że jego zawartość w korzeniu rośliny wynosi 1,6%. W 1786 r. uczeń Marggrafa, Fryderyk Achard, dzięki poparciu króla Prus podjął działania nad uprawą, selekcją, chemią i przetwórstwem buraka. Podjął również budowę cukrowni na Pomorzu i Śląsku. Wybudowana przez niego cukrownia w Künern (Konary) k. Wołowa na Śląsku została uznana za pierwszą fabrykę na świecie, w której w 1802 r. wydobyto z buraka cukier na skalę przemysłową. Dotychczas jedynym takim surowcem była trzcina cukrowa. W pierwszej „kampanii” przerobiono 400 ton korzeni, zawierających 4% cukru. Powyższe efekty zbiegły się w czasie z blokadą Napoleona I, która narzucona dekretem z 1810 r. zabraniała zakupu wszelkich towarów, w tym cukru, przywożonych przez flotę angielską. Od 1811 r. we Francji zaczęto intensywne prace nad uprawą i selekcją buraka oraz chemią cukrowniczą. Prace te były kontynuowane pomimo zniesienia w 1816 r. blokady napoleońskiej, tak że w 1827 r. we Francji funkcjonowało już 100 fabryk, w których wyprodukowano około 3 tys. ton cukru, a w połowie XIX w. cukier buraczany już konkurował na rynkach europejskich z cukrem trzcinowym.

Druga połowa XIX w. to okres intensywnych prac nad hodowlą, agrotechniką i doskonaleniem pozyskiwania cukru z buraka, głównie we Francji i Niemczech, ale także na ziemiach polskich.

Najcenniejsze formy buraka pastewnego występowały w krajach zachodniej Europy, z których wyhodowano liczące się pod koniec XIX w. odmiany buraka cukrowego. Równolegle występowały również inne formy buraka cukrowego, jak: burak syberyjski zasobny w cukier, burak niemiecki (kwedlinburski), burak francuski, imperial czy wreszcie odmiany powstałe z krzyżowania, jak np. elektoralne, wilmoriańskie, rosyjskie i morawskie, przydatne w uprawie w różnych warunkach klimatycznych i glebowych. Postęp w hodowli odmian buraka był duży i jeszcze w XIX w. uzyskano odmiany o zawartości cukru do 15%.

W Polsce wprowadzenie do uprawy buraka cukrowego wymusiło stosowanie nowych, wciąż doskonalonych technologii uprawy. Przez długi okres burak cukrowy był przede wszystkim uprawiany w gospodarstwach obszarowo większych, stosujących nowoczesne technologie uprawy. Zresztą, właściciele fabryk cukru zainteresowani byli współpracą w produkcji buraka cukrowego z wielkimi dostawcami, co budziło sprzeciw właścicieli małych gospodarstw dysponujących dużymi zasobami pracy niezbędnymi przy jego uprawie. W literaturze znane są działania podejmowane na rzecz upowszechnienia uprawy buraka cukrowego w małych gospodarstwach i w ten sposób upowszechnianie w nich postępu rolniczego (Sondel 1928).

Po II wojnie światowej, zwłaszcza w latach pięćdziesiątych, wraz ze zmianami w strukturze gospodarstw nastąpiło upowszechnienie uprawy buraka cukrowego i rozdrobnienie plantacji.

Współpraca przemysłu cukrowniczego z plantatorami poprzez służby surowcowe przyczyniała się do upowszechniania postępu w produkcji buraka cukrowego: nowe odmiany i technologie uprawy (nawożenie, agrotechnika). W tym samym czasie przemysł maszynowy zaczął produkować nowe siewniki, maszyny do pielęgnacji międzyrzędowej oraz kombajny do zbioru. Z kolei rozwijający się przemysł chemiczny dostarczał coraz więcej nawozów mineralnych i środków ochrony roślin, które w pierwszej kolejności były kierowane do plantatorów buraka cukrowego.

Lata dziewięćdziesiąte XX w. i późniejsze to duże przyspieszenie w technologii uprawy buraka i ogromne zmiany we współpracy przemysłu z plantatorami: kwotowanie produkcji, redukcja liczby plantatorów, wzrost powierzchni pojedynczej plantacji, nowe technologie uprawy i poszerzenie asortymentu dostępnych odmian.

### **c) Baza surowcowa i rodzaje więzi między producentami surowca a przemysłem przetwórczym**

Właściwe wykorzystanie zdolności przetwórczych w cukrowniach jest uwarunkowane organizacją bazy surowcowej. W cukrownictwie można ją zdefiniować jako powierzchnię uprawy buraków cukrowych wraz z zasobami czynników produkcji i infrastrukturą, z której pozyskuje się surowiec (buraki cukrowe) do produkcji cukru.

Między bazą surowcową, której zasadniczy składnik stanowią gospodarstwa rolne uprawiające buraki cukrowe, a cukrownią występują więzi natury przestrzennej, organizacyjnej, produkcyjnej (technologicznej) i ekonomicznej (Kapusta 2008).

**Więzi przestrzenne** wyrażają się w tym, że cukrownia najczęściej jest zlokalizowana na terenie bazy surowcowej. Jeżeli jest inaczej, wynika to z przemian, jakie zaszły w bazie surowcowej.

**Więzi organizacyjne** polegają na współdziałaniu cukrowni i gospodarstw rolniczych (producentów buraków cukrowych) w kształtowaniu wielkości produkcji surowca, rozmieszczeniu jej w przestrzeni i w czasie oraz przepływu surowca od producentów do przetwórcy.

**Więzi produkcyjne (technologiczne)** wyrażają się w aktywnej ingerencji cukrowni w produkcję surowca oraz we wzajemnym uwarunkowaniu procesów wytwórczych w gospodarstwach rolnych i cukrowni. Wyrazem więzi produkcyjnej jest dostarczanie rolnikom przez cukrownię różnego rodzaju środków produkcji (nasion, nawozów, chemicznych środków ochrony roślin, paszy, poradnictwa itp.) ujętych w umowie o współpracy lub dostarczanie im tych środków z własnej inicjatywy, w sposób dobrowolny. Służby surowcowe cukrowni wypełniają tutaj różnorodne funkcje.

**Więzi ekonomiczne** między cukrownią a producentami surowca (rolnikami) wyrażają się w polityce cen i w jej wpływie na rozmiary, strukturę i opłacalność produkcji oraz w gwarancjach finansowych, zapewniających zbyt, zapłatę i opłacalność tej produkcji. Ponieważ produkcja cukru w UE jest regulowana, pojedyncza cukrownia nie ma większego wpływu na kształtowanie poziomu cen.

Baza surowcowa w poszczególnych krajach UE wykazuje duże zróżnicowanie pod względem powierzchni uprawy buraków cukrowych, plonu oraz zbiorów. W kolejnych latach kampanijnych zachodzą również zmiany dostosowawcze do wymogów organizacji rynku cukru (tab. 2) – zmniejszanie powierzchni uprawy i zbiorów buraków oraz zaprzestanie uprawy buraków cukrowych i ich przerobu w pięciu krajach: Bułgaria, Łotwa, Irlandia, Portugalia i Słowenia. Polska w UE jest znaczącym producentem buraków cukrowych i pod względem powierzchni uprawy zajmuje 3 miejsce po Francji i Niemczech, natomiast pod względem plonów ostatnie (13 lokata).

Z tabeli 2 wynika, że zmniejsza się powierzchnia uprawy buraków w poszczególnych krajach i systematycznie wzrastają plony. W Polsce zachodzą podobne zmiany w bazie surowcowej od dziesiętków lat (tab. 3).

W tabeli 3 widać, że do lat 1975–1980 następował wzrost powierzchni uprawy i zbiorów buraków cukrowych. Po tym okresie powierzchnia uprawy systematycznie się zmniejsza; wahają się zbiory z tendencją malejącą przy rosnących plonach. Ponadto następuje zmniejszanie liczby plantatorów. Według GUS w 2010 r. buraki cukrowe uprawiało 51,3 tys. gospodarstw, stanowiąc 3,5% ogólnej liczby gospodarstw posiadających grunty pod zasiewami (z tego 50,7 tys. to indywidualne). I tak (Uprawy... 2010):

- na powierzchni do 1 ha uprawę buraków cukrowych prowadziło 13,2 tys. gospodarstw, tj. 25,7% gospodarstw rolnych uprawiających buraki cukrowe, przy średniej powierzchni uprawy buraków cukrowych 0,38 ha;
- na powierzchni od 1 do 2 ha uprawę buraków cukrowych prowadziło 8,8 tys., tj. 17,1% gospodarstw przy średniej powierzchni uprawy 1,48 ha;
- na powierzchni od 2 do 5 ha uprawę buraków cukrowych prowadziło 20,8 tys., tj. 40,5% gospodarstw przy średniej powierzchni 2,94 ha;
- na powierzchni od 5 do 10 ha uprawę buraków cukrowych prowadziło 5,7 tys., tj. 11,1% gospodarstw przy średniej powierzchni 6,41 ha;
- na powierzchni 10 ha i więcej uprawę buraków cukrowych prowadziło 2,9 tys., tj. 5,6% gospodarstw przy średniej powierzchni uprawy buraków cukrowych w tych gospodarstwach 31,71 ha.



Tabela 2

Table 2

Zmiany powierzchni uprawy buraków cukrowych w krajach Unii Europejskiej oraz ich plonów  
Changes of area of cultivation of sugar beet in the E.U. countries and the crops

Kraje Countries	Powierzchnia uprawy w roku kampanijnym (tys. ha) Area of cultivation in the campaign year (k ha)								Plony (dt/ha) Crops					
	2003/ 2004	2004/ 2005	2005/ 2006	2006/ 2007	2007/ 2008	2008/ 2009	2009/ 2010	2010/ 2011	2001– 2005 <sup>a</sup>	2006	2007	2008	2009	2010
Austria	43	45	44	39	42	36	44	45	640	633	628	718	703	699
Belgia i L. Belgium&L.	92	90	87	83	85	65	63	60	647	683	693	686	772	732
Bułgaria Bulgaria	2	2	1	1	1	–	–	–	.	198	127	–	–	–
R. Czeska Czech Rep.	74	69	63	56	44	44	53	58	486	515	532	544	617	565
Dania Danmark	50	49	47	42	39	36	38	39	586	559	572	642	712	580
Finlandia Finland	29	30	31	24	23	14	15	15	.	400	421	.	.	.
Francja France	361	348	343	300	328	275	372	381	758	788	844	686	771	726
Niemcy Germany	444	441	428	353	376	325	364	345	602	577	624	717	712	651
Grecja Greece	39	33	42	29	14	14	23	14	.	400	539	.	.	.
Węgry Hungary	48	65	58	46	36	15	14	13	448	508	411	670	540	639
Irlandia Ireland	32	32	31	0	0	–	–	–	.	453	0	–	–	–
Włochy Italy	215	186	253	92	86	74	60	62	431	451	541	562	551	570
Łotwa Latvia	15	14	14	10	0	–	–	–	.	373	360	–	–	–
Łitwa Lithuania	26	23	21	18	17	16	15	15	.	388	473	.	.	.
Niderlandy Netherlands	103	98	92	83	82	70	72	70	590	655	671	716	792	749
Polska Poland	<b>286</b>	<b>297</b>	<b>286</b>	<b>236</b>	<b>230</b>	187	191	192	<b>411</b>	<b>438</b>	513	465	543	509
Portugalia Portugal	9	8	8	4	3	1	–	–	.	791	744	–	–	–
Rumunia Romania	27	10	19	31	22	22	20	20	.	294	263	.	.	.
Słowacja Slovakia	32	34	32	28	19	15	16	17	433	495	449	611	571	604
Słowenia Slovenia	5	6	5	7	0	–	–	–	.	392	371	–	–	–
Hiszpania Spain	100	107	102	104	60	50	38	46	.	696	719	.	.	.
Szwecja Sweden	50	48	48	44	41	35	39	37	507	502	515	535	604	520
Wielka B. U.K.	136	133	126	110	103	96	103	94	585	546	533	750	817	652
Razem UE EU – 27	2218	2167	2181	1740	1651	1390	1540	1523	.	616	632	.	.	.

Uwaga – Notice: brakujące w wykazie kraje nie prowadzą uprawy buraków cukrowych i nie wytwarzają cukru

<sup>a</sup> średnie – countries not presented do not have any sugar beet plants and do not produce sugar

Źródło – Source: Rynek Cukru – Sugar Market 2008 nr 33, IERiGŻ-PIB, ARR, MRiRW, 9–10; 2011 nr 38, 9; 36, Rocznik statystyczny rolnictwa i obszarów wiejskich – Statistical Yearbook of Agriculture and Rural Areas 2008, 2008: GUS, Warszawa 2008, 443; Rocznik statystyczny rolnictwa – Statistical Yearbook of Agriculture 2009, 2009: GUS, Warszawa 2009, 373.

Tabela 3  
Table 3Powierzchnia uprawy, zbiory i plony buraków cukrowych w Polsce  
Planting area, crops and yield of sugar beets in Poland

Lata Years	Po- wierzchnia (tys. ha) Area (thousands ha)	Zbiory (tys. t) Crops (thou- sands t)	Plony (dt/ha) Yield	Lata Years	Powierzchnia (tys. ha) Area (thousands ha)	Zbiory (tys. t) Crops (thou- sands t)	Plony (dt/ha) Yield
1934–1938a/b	225	5959	265	1996–2000a	395	14 601	377
1947–1949a	232	4170	180	2001–2005a	296	12 236	410
1950	287	6377	222	2001	318	11 364	358
1951–1955a	348	6503	187	2002	303	13 434	443
1956–1960a	367	7743	211	2003	286	11 740	410
1961–1965a	428	11 436	267	2004	297	12 730	428
1966–1970a	420	13 601	324	2005	286	11 912	416
1971–1975a	448	13 848	309	2006	262 <sup>1</sup>	11 475	438
1976–1980a	505	14 149	280	2007	247 <sup>2</sup>	12 700	514
1981–1985a	472	15 606	331	2008	187	8 715	465
1986–1990a	424	14 674	346	2009	199 <sup>3</sup>	10 849	543
1991–1995a	384	12 614	328	2010	206	9972,6	483

a – Średnie roczne – Annual average. b – W obecnych granicach Polski – In current borders of Poland. Według cukrowni – According to sugar producing plant: <sup>1</sup> 236,8 tys. ha, <sup>2</sup> 230 tys. ha, <sup>3</sup> 191 tys. ha. Różnica między powierzchnią wykazywaną przez cukrownie (tab. 5) a GUS wynika z tego, że GUS wykazuje uprawę buraków cukrowych również na inne cele niż cukier, np. na susz wykorzystywany w produkcji namiastek kawowych – The difference between value show by sugar plants (Tab. 5) and GUS comes from the fact that GUS show planting of sugar beets also for other purposes than sugar, e.g. dried sugar used for production of coffee-like products

Źródło – Source: Kapusta F., 2000. Wybrane problemy cukrownictwa polskiego – Selected Problems Of Polish Sugar Industry, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej nr 880, Technologia 7, Wyd. AE, Wrocław, 64; Rocznik statystyczny rolnictwa i obszarów wiejskich – Statistical Yearbook of Agriculture and Rural Areas 2006, 2006: GUS, Warszawa, 269, 275, 277; 2007, 255, 261; Rocznik statystyczny rolnictwa 2009, 2009: GUS, Warszawa, 149, 155, 158; 2011, 147, 153, 155; Rynek Cukru – Sugar Market 2008 nr 33, IERiGŻ-PIB, ARR, MRiRW 15; 2012 nr 39, 10. Obliczenia własne – Own calculations

Nie wszyscy plantatorzy współpracują z cukrowniami, dlatego istnieje różnica w liczbie plantatorów z badań GUS i sprawozdań spółek cukrowych. Burak cukrowy ponownie zaczyna być uprawiany na inne cele niż produkcja cukru. I tak, coraz częściej wykorzystuje się korzenie buraka cukrowego do produkcji suszu do celów spożywczych i paszowych. Rysuje się również perspektywa wykorzystywania buraka cukrowego do produkcji bioetanolu. Przykładowo, wydajność etanolu z 1 ha buraków cukrowych jest ponad trzykrotnie większa niż z 1 ha żyta i niemal dwukrotnie większa niż z 1 ha ziemniaków (Wawro i wsp. 2010). Spółki cukrowe również wykazują zmniejszanie się liczby plantatorów oraz pracujących cukrowni, co determinuje zmiany liczby plantatorów przypadających na 1 cukrownię i przeciętną powierzchnię plantacji buraka (tab. 4). Są to tendencje podobne jak w innych krajach UE, z tym że proces tych zmian jest w Polsce słabiej zaawansowany.

Tabela 4

Table 4

Liczba plantatorów i powierzchnia plantacji buraków cukrowych w Polsce w latach 1981–2010  
Number of sugar planters and area of sugar beet planting in Poland in years 1981–2010

Lata Years	Liczba plantatorów (plantacji) i średnia powierzchnia plantacji (ha) Number of planters (plantations) and average area of plantation			Lata Years	Liczba plantatorów (plantacji) i średnia powierzchnia plantacji (ha) Number of planter (plantations) and average area of plantation		
	ogółem (tys.) total	na 1 cukrow- nię (tys. plantacji) per one sugar plant (k planta- tions)	na 1 planta- tora (ha) per 1 planter		ogółem (tys.) total (k)	na 1 cukrow- nię (tys. plantacji) per one sugar plant (k plan- tations)	na 1 plantatora (ha) per 1 planter
1981	468,6	6,0	1,00	2000	111,9	1,5	2,98
1990	383,7	4,9	1,15	2001	99,4	1,4	3,19
1991	288,6	3,7	1,25	2002	91,5	1,4	3,1
1992	291,1b	3,7b	1,29	2003	85,9	1,5	3,33
1993	295,6	3,8	1,25	2004	77,9	1,8	3,81
1994	272,7	3,5	1,47	2005	70,7	1,8	4,05
1995	258,9	3,4	1,48	2006	63,2	2,0	4,15
1996	259,6	3,4	1,74	2007	60,7	2,1	4,07
1997	209,9b	2,8b	2,00	2008	40,9	2,2	4,57
1998	166,6	2,2	2,40	2009	40,0	2,2	4,75
1999	137 <sup>b</sup>	1,8	2,71	2010	39,9	2,2	4,76

Uwaga – Notice: <sup>b</sup> Liczbę plantatorów jednej cukrowni określono szacunkowo. Dane tabeli dotyczą wszystkich cukrowni i 1 suszarni. W 1996 suszarnia miała 1,7 tys. plantatorów i pozyskiwała buraki z powierzchni 6,1 tys. ha, natomiast w 1999 r. już tylko 0,2 tys. plantatorów i 0,6 tys. ha plantacji. W przypadku następnych lat dane dotyczące suszarni nie mają większego wpływu na prezentowane wielkości – Number of planters for one sugar plant has been estimated. Data in the table regards all sugar plants and one drying plant. In 1996 the drying plant had 1.7 k of planters and received beets from area of 6.1 k ha, in 1999 only 0.2 k planters and 0.6 k ha of plantations. For next years data regarding the drying plant have not significant impact on presented values.

Źródło – Source: Kapusta F., 2000. Wybrane problemy... – Selected problems..., op. cyt., 65; Rynek Cukru – Sugar Market 2007 nr 31, IERiGŻ-PIB, ARR, MRiRW, 15; 2008 nr 33, 11; 2010 nr 37, 9.

W Polsce w latach 1980–2010 zmniejszyła się ogólna liczba plantatorów z 468,6 tys. do 39,9 tys., tj. o 91,5%, plantatorów dostarczających buraki cukrowe do 1 cukrowni z 6 tys. do 2,2 tys., tj. o 63,3%, zaś przeciętna powierzchnia 1 plantacji wzrosła z 1 do 4,76 ha, tj. o 376%.

W 2010 r. buraki cukrowe dostarczały 2,0% roślinnej produkcji globalnej rolnictwa 2,7% produkcji towarowej, stanowiąc 2,0% powierzchni upraw (Rocznik...2010). Należy jeszcze odnotować fakt, że buraki cukrowe są na ogół uprawiane na nawozach organicznych (obornik), z uprawą międzyrzędową i z tego powodu pozostawiają po sobie stanowisko zasobne w składniki pokarmowe i wolne od chwastów dla roślin następczych.

Uprawa buraka cukrowego zatoczyła ogromne koło. W okresie międzywojennym głównymi plantatorami byli właściciele ziemscy, będący udziałowcami cukrowni oraz znający technologię uprawy buraka cukrowego. Drobni rolnicy mieli trudności w zawar-

ciu umowy na dostawę buraka cukrowego<sup>2</sup>. W okresie powojennym rozszerzono uprawę buraka cukrowego głównie w małych obszarowo gospodarstwach rolnych ze względu na zasoby pracy, opłacalność produkcji oraz szerzenie kultury rolnej. Od lat 90. sytuacja diametralnie zmienia się; cukrownie są zainteresowane współpracą z małą liczbą producentów buraka cukrowego, rozmieszczonych w pobliżu cukrowni oraz podatnych na postęp biologiczny i technologiczny. W rezultacie liczba plantatorów systematycznie się zmniejsza, natomiast powiększa się powierzchnia uprawy buraka cukrowego u pojedynczego plantatora, wzrasta plon – a w konsekwencji i zbiór. Poszczególne spółki i grupy cukrowe mają różne zaawansowane procesy koncentracyjne bazy surowcowej, co obrazuje tabela 5.

Tabela 5

Table 5

Wybrane informacje o bazie surowcowej spółek cukrowych w Polsce w latach 2002–2010  
Selected information on source base for sugar companies in Poland in years 2002–2010

Nazwa spółki lub grupy cukrowni <sup>a</sup> Name of the sugar company or group of sugar plants	Powierzchnia uprawy buraków cukrowych w roku Planting area of sugar beet in a year				Liczba plantatorów w roku Number of plantators in a year				Średnia powierzchnia plantacji (ha) w roku Average area of plantators (ha) in a year		
	2002	2006	2010		2002	2006	2010		2002	2006	2010
	(tys. ha) (k ha)		(% )		(tys.) (k)		(% )				
Krajowa Spółka Cukrowa <sup>b</sup>	128,9	92,4	77,7	40,7	44,6	31,7	17,0	44,5	2,89	2,92	4,6
Südzucker – Polska	74,6	59,6	43,1	22,6	19,9	12,1	7,6	20,0	3,75	4,93	5,8
British Sugar Overseas <sup>c</sup>	34,3	25,9	x	x	9,9	6,3	x	x	3,46	4,12	x
Nordzucker – Polska	24,7	18,9	17,5	9,2	6,0	4,1	3,2	8,3	4,14	4,61	5,5
Pfeifer & Langen	47,8	49,0	52,4	27,5	11,1	9,0	10,4	27,2	4,29	4,43	5,0
Razem – Średnio Total – Average	310,3	236,8	190,7	100,0	91,5	63,2	38,2	100,0	3,39	3,75	5,1

<sup>a</sup> Grupowanie cukrowni według stanu w maju 2008 r. – Grouping of sugar plants as of May 2008 <sup>b</sup> Do zbiorowości tej wliczono 1 cukrownię, która działa jako odrębna spółka cukrowa – This includes one sugar plant which operated as a separate sugar company <sup>c</sup> W 2009 r. British Sugar Overseas Limited z siedzibą w Londynie sprzedała spółce Pfeifer & Langen 100% udziałów, a ta przyjęła nazwę Pfeifer & Langen Gliniojeck SA – In 2009 British Sugar Overseas Limited seated in London sold to Pfeifer & Langen 100% of shares and the company has been renamed into Pfeifer & Langen Gliniojeck SA.

Źródło – Source: Rynek Cukru – Sugar Market 2004 nr 26, IERiGŻ-PIB, ARR, MRiRW, 13; 2007 nr 31, 15; 2010 nr 37, 10; 2011 nr 38, 11

Największy postęp w zakresie koncentracji uprawy buraków cukrowych nastąpił w rejonach surowcowych cukrowni, będących własnością kapitału zagranicznego, natomiast Krajowa Spółka Cukrowa wykazuje najmniejszy postęp w koncentracji bazy surowcowej.

<sup>2</sup>M.in. J. Sondel w pracy doradczej oraz oświatowej szeroko propagował uprawę buraka cukrowego, zwłaszcza w małych gospodarstwach, za którą to działalność w 1929 r. został odznaczony Złotym Krzyżem Zasługi przez Prezydenta Rzeczypospolitej Polskiej.

**d) Zużycie cukru białego w Polsce**

W Polsce cukier jest przeznaczony (głównie) do zaspokojenia bezpośrednich potrzeb konsumpcyjnych ludności oraz różnych grup i klas przemysłu (np. cukierniczego, owo-cowo-warzywnego, piwowarskiego, chemicznego): produkcja detergentów, tworzyw i żywic syntetycznych, gliceryny i jej namiastek, kwasów (szczawiowego, winnego i cukrowego), fermentacyjnego (produkcja alkoholu), lekkiego, farmaceutycznego i wielu innych oraz na eksport. Cukier zużywany jest także m.in. do podkarmiania pszczoł oraz do konserwacji zabytków drewnianych (Kapusta 2003).

Ponadto, produkcja cukru przez długi okres była limitowana stanem bazy surowcowej i zdolnością przerobową cukrowni. Dopiero w latach 90. XX w. sytuacja skomplikowała się w związku z trudnościami zbytu na rynkach światowych nadwyżek cukru oraz otwarcia się Polski na import również tego produktu. W dodatku, zapotrzebowanie na cukier biały do spożycia przez gospodarstwa domowe i w przetwórstwie zaczęło maleć pod wpływem różnych czynników, m.in. wzrostu wiedzy konsumentów o konsekwencjach wysokiego spożycia cukru oraz o stosowaniu zarówno w diecie, a zwłaszcza w przetwórstwie innych środków słodzących. W efekcie, spożycie cukru na 1 mieszkańca naszego kraju, po okresie wzrostu z 9,6 kg w latach 1933–1937 do 43,0 kg w 1975 r., zaczęło maleć, przy wysokich wahaniami rocznych. Zmieniają się również kierunki zagospodarowania cukru (tab. 6 i 7).

Tabela 6  
Table 6

Zużycie cukru w Polsce  
Consumption of sugar in Poland

Lata Years	Zużycie (tys. t) w: Consumption (k tones) in:				Spożycie na 1 mieszkańca (kg) consumption per capita
	gospodarstwach domowych i żywie- niu zbiorowym households and in public consumption	przetwórstwie spożywczym food proces- sing	pozostałych dziedzinach other areas	ogółem w kraju total in country	
1996	850	720	50	1620	39,7
1997	830	730	50	1610	43,7
1998	820	720	50	1590	41,7
1999	800	735	45	1580	42,5
2000	780	770	45	1595	41,6
2001	765	780	45	1590	41,2
2002	755	790	45	1590	43,6
2003	740	815	45	1600	40,5
2004	740	830	45	1615	37,6
2005	730	840	45	1615	40,1
2006	730	845	45	1620	35,2
2007	720	860	50	1630	39,7
2008	715	855	50	1620	38,4
2009	700	840	55	1595	38,5
2010	660	850	60	1570	40,3

<sup>a</sup> Szacunek IERiGŻ-PIB – Estimation of IERiGŻ-PIB

Źródło – Source: Rynek Cukru – Sugar Market 2010 nr 37, IERiGŻ-PIB, ARR, MRiRW, 1, 12, 17, 18; 2012 nr 39, 19

Tabela 7  
Table 7

Produkcja wybranych artykułów spożywczych zawierających cukier w Polsce  
w latach 2006–2010  
Production of selected sugar containing food products in Poland in years 2006–2010

Wyszczególnienie Specification	Jed- nostka miary mea- sure	Rok Year				
		2006	2007	2008	2009	2010
Marmolady, dżemy i powidła Marmalade, jam and similar	tys. t k tones	147,3	163,2	127,3	116,9	132,8
Kompoty i owoce pasteryzowane Compote and pasteurized fruit		19,7	18,1	62,4	66,7	69,81
Czekolada Chocolate		160,1	160,1	155,4	160,9	50,9
Wyroby czekoladowane Chocolate covered products		111,9	130,5	134,9	127,3	128,4
Cukierki Candies		62,5	62,9	60,1	57,8	65,8
Pozostałe wyroby cukiernicze Other sweets		81,9	90,0	122,9	120,8	126,9
Biała czekolada White chocolate		4,7	4,8	3,9	3,9	3,6
Wyroby ciastkarskie Cookies		185,4	192,3	319,0	190,6	205,5
Wyroby ciastkarskie o przedłużonej trwałości (a) Cookie products with extender fresh term		196,3	242,9	218,2	255,5	226,6
Lody Ice	mln hl m hl	1,9	2,4	2,1	2,4	2,3
Jogurty Yogurth		3,2	3,7	3,7	4,4	4,9
Słodzone napoje bezalkoholowe Chilled non-alcohol beverages		46,8	49,7	41,2	39,3	40,8
Soki owocowo-warzywne Fruit-vegetable juice		.	6,6	7,1	9,0	7,3
Piwo Beer		35,3	36,9	41,2	36,2	36,6
Miód sztuczny Artificial honey	tys. t k tones	1,0	0,9	0,8	1,0	0,9
Miody pitne Mead	tys. hl k hl	5,0	5,1	5,1	7,6	9,5

<sup>a</sup>Herbatniki, wafle, biszkopty – Biscuit, wafer, sponge cake

Źródło – Source: Rynek Cukru – Sugar Market 2010, nr 37, IERiGŻ-PIB, ARR, MRiRW, 17; 2012 nr 39, 19

Branże przemysłu przetwórczego surowców rolnych są znaczącym i wciąż rosnącym rynkiem zbytu dla cukru.

Zmianom ulegają tendencje w wytwarzaniu poszczególnych produktów, chociaż jest część takich, dla których w dłuższej perspektywie można już dzisiaj wyznaczać trendy wzrostowe. Są to: wyroby czekoladowe, wyroby ciastkarskie, wyroby ciastkarskie o przedłużonej trwałości, soki owocowo-warzywne, lody, jogurty, piwo i miody pitne.

Spożycie tych produktów jest w Polsce wciąż jeszcze niskie, lecz pojawia się tendencja dorównania ich spożycia do poziomu osiągniętego w krajach rozwiniętych gospodarczo. Należy zaznaczyć, że produkty te w znacznym stopniu są przedmiotem eksportu – dotyczy to nie tylko cukru, ale też produktów przetworzonych. Jest to przyszłościowa forma eksportu i ze wszech miar pożądana, ponieważ eksportuje się różnorodne surowce i pracę ludzką.

W sumie z tabel 6 i 7 wynika, że:

- systematycznie zmniejsza się zużycie cukru w gospodarstwach domowych i żywieniu zbiorowym, co jest efektem wzrostu wiedzy o potrzebach żywieniowych, w tym spożycia cukru oraz zmniejszenia się liczby ludności w kraju,
- wzrasta przeznaczenie cukru do przetwórstwa spożywczego, w wyniku rozwoju produkcji wyrobów zawierających cukier (por. tab. 7),
- o 10% wzrasta zużycie cukru w innych dziedzinach (m.in. w przemyśle farmaceutycznym, kosmetycznym, paszowym oraz dokarmianiu pszczoł),
- wypadkową tych zmian jest zmniejszanie zużycia cukru wewnątrz kraju (o ok. 3,1% w latach 1996–2010).

Na podstawie wielopłaszczyznowych analiz można stwierdzić, że dotychczasowa krajowa produkcja cukru była większa od zużycia; przy czym występowały w tym zakresie odmienne sytuacje (tab. 7). W latach 2004–2008 roczne zużycie cukru (gospodarstwa domowe i spożycie zbiorowe, przetwórstwo spożywcze i pozostałe dziedziny) wynosi średniorocznie 1620 tys. t, podczas gdy produkcja wynosi 1791,8 tys. ton. Występuje więc nadwyżka produkcji nad zużyciem wewnętrznym, co rzutuje na poziom cen cukru na rynku krajowym. Część produktu jest eksportowana, ale istnieje również jego import. Główne rozdysponowanie cukru wewnątrz kraju w tym okresie to: 52,2% zużycie w przetwórstwie, 44,9% w gospodarstwach domowych (ok. 19 kg/osobę/rok), a 2,9% – pozostałe. Jeżeli zużycie cukru w gospodarstwach domowych wykazuje tendencję malejącą, to w przetwórstwie odwrotnie – systematyczny wzrost pomimo coraz szerszego stosowania niskokalorycznych środków słodzących. Tak więc w latach 2004–2008 występowała nadwyżka produkcji nad zużyciem wewnętrznym w wysokości 859,1 tys. t. Natomiast w latach 2009–2010 produkcja cukru wyniosła 3094 tys. t, przy krajowym zużyciu 3165 tys. t. Tak więc wystąpił niedobór cukru w wysokości 71 tys. t. Należy zaznaczyć, że sytuacja jest zmienna i determinowana głównie wysokością plonu oraz polaryzacją buraków (uzyskiem cukru z jednostki wagi korzeni buraków) przy dość stabilnej powierzchni uprawy buraków.

## WNIOSKI

Cukrownictwo buraczane zrodziło się na ziemiach polskich i przeszło głębokie przemiany dotyczące zarówno liczby fabryk cukru (cukrowni), jak i powierzchni uprawy buraków cukrowych oraz organizacji współpracy zakładów przetwórczych z producentami surowca.

Liczba zakładów przetwórczych (cukrowni) ulegała zmianie, a tendencje zmian w tym zakresie były podobne w poszczególnych krajach – chociaż te zmiany przebiegały w innym czasie. W Polsce mamy do czynienia ze zmienianiem się liczby cukrowni; wzro-

stem i zmniejszaniem się ich liczby. Pod koniec XX w. nastąpiło rozpoczęcie procesu systematycznego – ze zmiennym natężeniem w czasie – zmniejszania liczby zakładów oraz zwiększania ich mocy przetwórczej. Podobnie falująco przebiegały zmiany bazy surowcowej.

Mniejsze zapotrzebowanie na buraki cukrowe do produkcji cukru stwarza możliwości przeznaczania ich w większych ilościach na produkcję suszu (do celów spożywczych i paszowych) oraz bioetanolu.

## PIŚMIENNICTWO

- Bartkun O., 2002. Sacharydy i substancje słodzące w produkcji żywności. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny*, Cz. 1, nr 3: 42; Cz. 2, nr 4: 17; Cz. 3, nr 5: 16.
- Borowski J., 2000. Tendencje rozwojowe przemysłu spożywczego w trzecim tysiącleciu. *Przemysł Spożywczy*, nr 1: 7–8;
- Czapski J., Wielans A., 1992. Dodatki do żywności, przyjaciel czy wróg. PWRiL, Poznań: 76–77: 127–128.
- Kalinowska-Zdun W., 1999. Burak cukrowy [w:] Z. Jasińska, A. Kotecki (red.), *Szczegółowa uprawa roślin*, t. 1. Wydawnictwo AR, Wrocław: 386–387.
- Kapusta F., 1976. Zmiany struktury agrarnej i kierunków produkcji rolniczej w Legnicko-Głogowskim Okręgu Miedziowym. PWN, Warszawa: 11–12.
- Kapusta F., 2000. Wybrane problemy cukrownictwa polskiego. *Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej nr 880, Technologia 7*, Wyd. AE, Wrocław: 64–65.
- Kapusta F., 2008. *Agrobiznes*. Difin, Warszawa: 177.
- Kapusta F., 2003. *Teoria agrobiznesu*. Wyd. AE, Wrocław: 265–267.
- Kopeć B., 1983. *Metodyka badań ekonomicznych w gospodarstwach rolnych (wybrane zagadnienia)*. Wydawnictwo AR, Wrocław, 158–160.
- Pietkiewicz J., Janczar M., 2004. Podział i ogólna charakterystyka substancji słodzących. *Prace Naukowe AE nr 1018, Technologia 11*, Wyd. AE, Wrocław: 23.
- Rocznik statystyczny: 1961, 1966, 1976, 1991, GUS, Warszawa.
- Rocznik statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2010. GUS, Warszawa: 459–461.
- Rocznik statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2011. GUS, Warszawa: 497.
- Rocznik statystyczny rolnictwa i obszarów wiejskich 2006. GUS, Warszawa: 269, 275, 277, 380.
- Rocznik statystyczny rolnictwa i obszarów wiejskich 2007. GUS, Warszawa: 255, 261;
- Rocznik statystyczny rolnictwa i obszarów wiejskich 2008. GUS, Warszawa: 376, 443.
- Rocznik statystyczny rolnictwa 2009. 2009. GUS, Warszawa: 149, 155, 158, 373.
- Rocznik statystyczny rolnictwa 2011. 2011. GUS, Warszawa: 147, 153, 155.
- Rynek Cukru, 2004 nr 26, IERiGŻ-PIB, ARR, MRiRW, 13.
- Rynek Cukru, 2007 nr 31, IERiGŻ-PIB, ARR, MRiRW, 15.
- Rynek Cukru, 2008 nr 33, IERiGŻ-PIB, ARR, MRiRW, 9–10, 11, 15.
- Rynek Cukru, 2009 nr 36, IERiGŻ-PIB, ARR, MRiRW, 14.
- Rynek Cukru, 2010 nr 37, IERiGŻ-PIB, ARR, MRiRW, 1, 9–10, 12, 17, 18.
- Rynek Cukru, 2011 nr 38, IERiGŻ-PIB, ARR, MRiRW, 9, 11, 18–19, 26–27, 36.
- Rynek Cukru, 2012 nr 39, IERiGŻ-PIB, ARR, MRiRW, 8–10, 19, 36.



- Słomińska L., 1998. Środki słodzące na bazie skrobi. Przegląd Piekarski i Cukierniczy, nr 5: 28–33.
- Słomińska L., Mączyński M., 1983. Produkcja zamienników cukru z surowcami roślinnymi. Przemysł Spożywczy nr 8: 365–367.
- Sondel J., 1928. Ekonomiczne znaczenie plantacji buraka cukrowego dla rolnictwa i państwa. Kraków.
- Stachak S., 1997. Wstęp do metodologii nauk ekonomicznych. Książka i Wiedza, Warszawa, 132–133.
- Uprawy rolne i wybrane elementy metod produkcji roślinnej, PSR 2010. 2011. GUS, Warszawa, 51–52.
- Wawro S., Gruska R., Stanisław M., 2010. O buraczanym soku surowym jako surowcu do otrzymania bioetanolu. Gazeta Cukrownicza nr 3: 72.

## **SUGAR BEET IN THE AGRICULTURE AND ECONOMY OF POLAND**

### **S u m m a r y**

The paper describes the history of sugar production, its development and changes resulting from domestic and international circumstances. The analysis of the Polish sugar production industry and in particular sugar processing plants is presented in comparison with development of the sugar production industry in the EU.

The analysis also details the volume of production and commercial uses of the agricultural product.

**KEY WORDS:** sugar, base, production, changes, sugar processing plants



**Franciszek Kapusta**

**PRZEMYSŁ SPOŻYWCZY POLSKI  
W PIERWSZEJ DEKADZIE XXI WIEKU**

**FOOD INDUSTRY IN POLAND IN THE FIRST DECADE  
OF THE 21ST CENTURY**

*Institut Nauk Ekonomicznych i Społecznych, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu*  
*Institute of Economics and Social Sciences, Wrocław University of Environmental  
and Life Sciences*

W opracowaniu przedstawiono: sposoby pozyskiwania dóbr żywnościowych przez człowieka i rolę przemysłu spożywczego w tej dziedzinie oraz zmiany pozycji przemysłu spożywczego w przemyśle Polski w latach 2000–2010, ze szczególnym uwzględnieniem okresu przed i po akcesji do Unii Europejskiej. Przedstawiono również pojęcie bazy surowcowej, czynniki charakteryzujące bazę, a także te, które mają wpływ na jej rozwój. Dokonano analizy tendencji zmian w rozmiarach działalności produkcyjnych dostarczających surowce do przetwórstwa przemysłowego oraz omówiono systemy zaopatrywania przemysłu spożywczego w surowce rolne.

SŁOWA KLUCZOWE: przemysł spożywczy, baza surowcowa, czynniki, zmiany, rozwój

**WSTĘP**

Wytwarzanie dóbr zaspokajających potrzeby człowieka przeszło długą ewolucję (Gawęcki, Hryniewiecki 2004). Człowiek był najpierw zbieraczem pożywienia i odżywiał się głównie owocami, liśćmi i korzeniami roślin, z niewielkim udziałem owadów, mięczaków oraz jaj ptaków i gadów. Około trzech milionów lat temu, na przełomie pliocenu i plejstocenu, istoty człowiekowate (hominidy) zaczęły prowadzić łowiecki styl życia, wzbogacając swe pożywienie w mięso dzikich zwierząt. Nabycie przez plemiona zbieracko-łowieckie przed ponad 400 tys. lat umiejętności rozniecania ognia umożliwiło zwiększenie asortymentu jadalnych pokarmów i ich przyswajalności. Kolejnym etapem

---

Do cytowania – For citation: Kapusta F., 2012. Przemysł spożywczy Polski w pierwszej dekadzie XXI wieku. Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol. CII, 588: 91–106.

w pozyskiwaniu pożywienia było przejście do uprawy roli i hodowli zwierząt, którego początek miał miejsce w Zachodniej Azji i Egipcie przed 10 tys. lat (w okresie mezolitu), a w Europie ok. 5 tys. lat temu (w neolicie). Stopniowe upowszechnianie się rolnictwa i obejmowanie użytkowaniem rolniczym coraz to nowych obszarów znacznie ułatwiło ludziom zaspokajanie ich potrzeb pokarmowych. Stworzyło to podstawy rozwoju dawnych cywilizacji, z których każda wiązała się z określoną rośliną uprawną: np. cywilizacja chińska opierała się na uprawie ryżu, cywilizacja basenu Morza Śródziemnego (Babilon, Egipt, Grecja i Rzym) – na uprawie pszenicy, a cywilizacja Inków, Majów i Azteków – na uprawie kukurydzy. Te starożytne centra cywilizacji odpowiadają w przybliżeniu określonym przez Wawilowa<sup>1</sup> i Tischlera siedmiu ośrodkom pochodzenia roślin uprawnych, umiejscowionym: w Azji Południowo-Zachodniej, basenie Morza Śródziemnego, na Wyżynie Abisyńskiej, w Indiach, Azji Południowo-Wschodniej, Ameryce Środkowej oraz boliwijsko-peruwiańskim regionie górskim. Wydaje się słusznym stwierdzenie, że w tych centrach dokonywało się również udomowienie zwierząt i ich doskonalenie w pożądanym przez człowieka kierunku użytkowania. Dalszy ilościowy i jakościowy postęp w pozyskiwaniu żywności był związany z intensyfikacją produkcji roślinnej i zwierzęcej, dokonującą się dzięki rozwojowi agrotechniki (selekcja, krzyżowanie, nawadnianie, zmianowanie, nawożenie, mechanizacja, chemizacja itp.) oraz wprowadzeniu nowych odmian roślin i ras zwierząt.

Niebagatelną rolę w rozszerzaniu asortymentu dostępnych produktów żywnościowych odegrało przetwórstwo, sięgające korzeniami neolitu, kiedy to prawdopodobnie stosowano już suszenie, wędzenie i solenie. Odkrycie przez N.F. Apperta w 1810 r. możliwości zabezpieczenia pożywienia przed zepsuciem przez ogrzewanie jej w zamkniętych naczyniach dało początek rozwojowi metod utrwalania żywności i pozwoliło w znacznej mierze uniezależnić spożywanie pokarmów od czasu ich pozyskania<sup>2</sup>. Podobnie od miejsca pozyskania uniezależnił je rozwijający się handel żywnością (począwszy od wymiany zboża na oliwę i wino – w starożytności, przez tzw. handel korzenny – w średniowieczu, a później handel kolonialny, po współczesne organizacje międzynarodowe. Na początku lat 30. XX w. jako samodzielna dziedzina nauki wyodrębniła się technologia żywności, przyczyniając się do dynamicznego rozwoju wszystkich gałęzi przetwórstwa surowców żywnościowych.

Przedstawiona ewolucja pożywienia człowieka wskazuje, że jest on istotą wszechkożerną, z tym że na początku w jego jadłospisie dominowały rośliny. Z czasem jednak zwiększał się udział pokarmów zwierzęcych i obecnie w diecie ludzi z krajów uprzemysłowionych wydają się one przeważać. Jednocześnie przez tysiące lat ludzkość stopniowo przechodziła od wyłącznego spożywania surowych pokarmów naturalnych do modelu żywienia, w którym dominują produkty przetworzone przemysłowo, o znacznie zmienionych walorach sensorycznych i odżywczych (co rodzi sprzeciw ekologów żywienia i coraz powszechniejszą preferencję żywności naturalnej) (Kapusta 2008)

<sup>1</sup>P.P. Wawilow (1918–1984), rosyjski agrotechnik i hodowca roślin.

<sup>2</sup>N.F. Appert (1750–1841) wyniki swoich doświadczeń nad konserwowaniem żywności (zw. aperytyzacją) opublikował w pracy *L'art de conserver, pendant plusieurs années, toutes les substances animales et végétales* w 1810 r.; wydanie polskie: *Książka dla każdego gospodarza, czyli sposób zachowania przez wiele lat wszelkich substancji zwierzęcych i roślinnych* w 1820 r. Źródło: Appert, *Wielka Encyklopedia PWN, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001, t. 2, s. 185.*

Ponieważ produkty żywnościowe spożywamy codziennie w określonej ilości i jakości, stąd wynika konieczność zapewnienia jej dostaw, w czym ważną rolę spełnia przemysł spożywczy.

## CEL, ZAKRES I METODYKA BADAŃ

Celem badań jest:

- a) dokonanie analizy tendencji zmian w sposobach pozyskiwania dóbr żywnościowych przez człowieka,
- b) wykazanie roli przemysłu spożywczego w dostarczaniu dóbr żywnościowych i kształtowaniu bezpieczeństwa żywnościowego,
- c) dokonanie analizy tendencji zmian miejsca i roli przemysłu spożywczego Polski w ogólnej wielkości przemysłu w Polsce w latach 2000–2010,
- d) sformułowanie pojęcia bazy surowcowej oraz omówienie czynników ją charakteryzujących i mających wpływ na jej rozwój,
- e) scharakteryzowanie tendencji zmian w skali produkcji poszczególnych działalności dostarczających surowce do przetwórstwa spożywczego,
- f) scharakteryzowanie form zaopatrzenia przemysłu spożywczego w surowce rolnicze.

Opracowanie powstało na podstawie wtórnych źródeł wiedzy, takich jak: publikacje naukowe zwarte i ciągłe oraz materiały statystyczne.

Zgromadzony materiał został opracowany i zinterpretowany z wykorzystaniem metod: porównawczej w formie wertykalnej i horyzontalnej (Kapusta 1976), statystycznej (Stachak 1997) oraz elementów metody monograficznej (Kopeć 1983).

Uzyskane wyniki badań zostały przedstawione techniką tabelaryczną w połączeniu z opisem słownym.

## WYNIKI I OMÓWIENIE

### a) Zagadnienia ogólne

Większość produktów stanowiących artykuły spożywcze lub surowce do wytwarzania żywności pozyskiwana (zakupywana) jest sezonowo i poddawana różnorodnym procesom oraz krócej lub dłużej przechowywana. Dotyczy to szczególnie produktów roślinnych, ponieważ produkty zwierzęce są wytwarzane w sposób ciągły, chociaż i tutaj spotykamy się z wahaniami sezonowymi w wielkości produkcji. Część produkcji – z każdym rokiem coraz mniejsza – przeznaczona jest do bieżącej konsumpcji, reszta natomiast podlega przetwórstwu zaraz po pozyskaniu lub stanowi zapasy do spożycia oraz przetwórstwa w okresie późniejszym (jest przechowywana). Przetwórstwo i przechowywanie to świadome działanie człowieka zmierzające do uzyskania stałego dostępu do pożywienia, niezależnie od pory jego wytwarzania<sup>3</sup>. Aby spełnić wymóg trwałości i niezawodności dostaw żywności, zachodzi potrzeba rozwijania różnorodnych działań, jak:

<sup>3</sup>Zawarte tutaj uwagi dotyczące przechowywania i przetwórstwa dotyczą także surowców i ich przetwórstwa na cele nieżywnościowe.

- 1) organizacja pozyskiwania surowców (podstawowych i pomocniczych) oraz materiałów niezbędnych w wytwarzaniu surowców, ich przechowywaniu, przetwórstwie i obrocie,
- 2) transport i przechowanie surowców i materiałów,
- 3) organizacja procesów technologicznych w przetwórstwie surowców i przechowalność produktów gotowych.

Zasadniczym celem wszystkich podejmowanych przez człowieka zabiegów składających się na procesy technologiczne są:

- 1) zabezpieczenie zdrowotne (higieniczne) surowców, półproduktów i produktów gotowych oraz
- 2) udostępnienie do spożycia produktów, które bez uprzedniego przygotowania (np. obróbki termicznej) nie nadają się do konsumpcji.

Podczas tych zabiegów pewne straty składników odżywczych są nieniknione, choć w przypadku większości składników są one niewielkie. Do daleko posuniętych jakościowych i ilościowych zmian w składzie produktów i wyraźnego obniżenia ich wartości użytkowej może dochodzić wówczas, gdy procesy technologiczne prowadzone są niewłaściwie lub ich celem nadrzędnym jest nadanie produktom pożądanych cech reologicznych (Cichon, Wadołowska 2004).

W większości produktów zmiany wartości spożywczej podczas ich przemysłowego przetwarzania są ilościowo i jakościowo podobne do tych, które zachodzą podczas obróbki technologicznej w warunkach gospodarstwa domowego. Produkcja przemysłowa jest jednakże standaryzowana i kontrolowana, dlatego zachodzące w jej toku zmiany wartości odżywczej w stosunku do przetwórstwa domowego podlegają mniejszym wahaniom.

Spośród wielu rodzajów procesów stosowanych w przechowalnictwie i przetwórstwie żywności na wartość odżywczą pożywienia w znaczącym stopniu wpływają procesy: mechaniczne, dyfuzyjne, chemiczne, biotechniczne (biotechnologiczne), a przede wszystkim cieplne.

Procesy mechaniczne przeważają we wstępnej fazie obróbki kulinarnej i w przetwórstwie żywności, prowadzącym do oczyszczenia lub koncentracji produktu (np. w przemyśle zbożowo-młynarskim). Powodują one ubytek substancji odżywczych znajdujących się w warstwach powierzchniowych (błonnik, składników mineralnych).

Procesy dyfuzyjne zachodzą zarówno podczas destylacji, suszenia i ekstrakcji, jak i w czasie moczenia, blanszowania, gotowania czy duszenia. Mogą one być przyczyną strat rozpuszczalnych białek, witamin oraz składników mineralnych przechodzących do wody, wywaru czy sosu. Na procesie dyfuzyjnym oparta jest również odwrócona osmoza, przebiegająca jednakże prawie bez strat wartości odżywczej.

Proces uwodornienia (utwardzania) tłuszczów jest przykładem chemicznego procesu przetwórczego, powodującego zdecydowanie niekorzystne zmiany wartości odżywczej, które wiążą się z ubytkiem niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT) oraz wytwarzaniem izomerów przestrzennych (*trans*) i izomerów pozycyjnych nienasyconych kwasów tłuszczowych.

Z kolei stosowane w technologii żywności operacje biotechnologiczne (np. fermentacja) z reguły przyczyniają się do podwyższenia wartości odżywczej pożywienia (np. zwiększając zawartość witamin z grupy B w pieczywie).

Procesy cieplne są najczęściej stosowane w przechowywaniu i przetwarzaniu żywności. O ile chłodzenie i zamrażanie przyczyniają się do minimalizacji strat składników odżywczych w przechowywanych surowcach, produktach spożywczych i potrawach,

o tyle ogrzewanie, które jest podstawą utrwalania żywności i przyrządzania potraw, ma na wartość odżywczą produktu wpływ zarówno korzystny, jak i niekorzystny. Podczas ogrzewania zachodzą w żywności zmiany natury fizycznej i chemicznej, w wyniku których produkty surowe są bardziej akceptowane pod względem smaku, zapachu, barwy, wzrasta ich strawność oraz zdolność utrzymywania jakości przez dłuższy czas. Korzystnym efektem ogrzewania jest podwyższenie dostępności biologicznej składników pokarmowych, głównie węglowodanów i białek. W przypadku niektórych produktów spożywczych ogrzewanie jest warunkiem koniecznym do ich spożycia, warunkując podatność na trawienie, np. skrobi w ziemniakach i produktach zbożowych lub usunięcie substancji antyżywniowych, np. inhibitorów proteinaz z nasion roślin strączkowych. Proces termicznej obróbki mięsa wywołuje podwyższenie strawności białka (tym większe, im więcej jest tkanki łącznej), głównie wskutek denaturacji ułatwiającej enzymom trawienym dostęp do wiązań peptydowych. Podczas obróbki termicznej mleka zachodzi reakcja laktozy z białkami, której efekt zauważalny jest nieznacznie w mleku pasteryzowanym, a silnie w sterylizowanym i zagęszczonym. Dzięki wywołaniu zmian we właściwościach fizykochemicznych błonnika ogrzewanie wpływa też na biodostępność składników mineralnych.

#### **b) Przemysł spożywczy i jego rola w kształtowaniu bezpieczeństwa żywnościowego**

Przemysł jest działalnością człowieka, która jeszcze do niedawna w potocznej świadomości kojarzyła się z produkcją materialną prowadzoną na wielką skalę z użyciem maszyn i zastosowaniem organizacji opartej na podziale pracy.

W miarę przechodzenia od spożycia produktów naturalnych do produktów bardziej przetworzonych wzrasta znaczenie przemysłu przetwarzającego surowce rolnicze. Rolnictwo zaś staje się w coraz większym stopniu działem surowcowym gospodarki narodowej.

Przemysł spożywczy jest rodzajem działalności gospodarczej polegającej na przetwarzaniu produktów rolnych na gotowe produkty żywnościowe lub półfabrykaty spożywcze i paszowe z zastosowaniem przemysłowych metod produkcji. Według Europejskiej Klasyfikacji Działalności (EKD) stanowi dział 15 „Produkcja artykułów spożywczych i napojów”, w skład którego wchodzi dziewięć grup (branż) działalności (Europejska...1995):

- 1) produkcja, przetwórstwo i konserwowanie mięsa i produktów mięsnych,
- 2) przetwarzanie i konserwowanie ryb oraz produktów rybnych,
- 3) przetwórstwo owoców i warzyw,
- 4) produkcja olejów i tłuszczów pochodzenia roślinnego i zwierzęcego,
- 5) produkcja artykułów mlecznych,
- 6) wytwarzanie produktów przemiału zbóż, skrobi i produktów skrobiowych,
- 7) produkcja gotowych pasz dla zwierząt,
- 8) produkcja pozostałych artykułów spożywczych,
- 9) produkcja napojów.

Początki rozwoju przemysłu spożywczego na ziemiach polskich sięgają przełomu XVIII i XIX w., a więc jego historia ma ponad 200 lat. Wcześniej przetwórstwem surowców rolnych zajmowali się rzemieślnicy. Przemysłowe formy przetwarzania surowców rolnych powstały w wyniku rozwoju technologii przetwarzania i zwiększania skali przetwórstwa. Najwcześniej rozwinęło się w Polsce cukrownictwo i młynarstwo handlowe oraz piwowarstwo.

Początkowo przetwórstwo było zorganizowane w formie zakładu gospodarstwa rolnego przetwarzającego surowce wytwarzane w tym gospodarstwie. Później, w wyniku wzrostu mocy przetwórczej zakładu przetwórczego, rozwijano skup surowca z okolicznych gospodarstw. W przypadku tej formy organizacyjnej przemysłu właściwe jest określenie przemysł rolny. Potem postępował proces koncentracji przetwórstwa, a zarazem specjalizacja gospodarstw rolnych w wytwarzaniu poszczególnych rodzajów surowca. Taki stan przetrwał na ziemiach polskich do początku lat pięćdziesiątych XX w. Wówczas to na skutek tendencji rozwoju przemysłu w ogóle, w tym spożywczego, oraz chęci do wykazania wysokiego tempa przekształcania gospodarki kraju z rolniczo-przemysłowej na przemysłowo-rolniczą doszło do wydzielenia zakładów przemysłowych z gospodarstw rolnych i włączenia ich w strukturę działu przemysłu. W ten sposób nastąpiło przesunięcie mocy przetwórczej, produkcji, zatrudnienia, wytworzonego dochodu narodowego z rolnictwa do działu przemysłu. Ta operacja organizacyjna statystycznie przyspieszyła przejście kraju z rolniczego do przemysłowego. Dalszy rozwój przemysłu przetwarzającego surowce rolnicze odbywał się poza działem rolnictwa. Zaczęło dochodzić do dysproporcji w rozwoju bazy surowcowej i mocy przetwórczej tegoż przemysłu. Aby tym niepożądanym procesom przeciwdziałać, rozwijano różnorodne formy współpracy przemysłu z rolnictwem, określane mianem integracji.

W okresie po II wojnie światowej można wydzielić kilka faz rozwoju przemysłu przetwórczego surowców rolnych. Na szczególną uwagę zasługują lata 70. XX w., kiedy to powstało wiele nowych zakładów przetwórczych, zwłaszcza we wschodniej i w centralnej części Polski, gdzie występowały największe niedobory mocy przetwórczej. Powstałe wówczas zakłady funkcjonują do dzisiaj, stanowiąc ważny składnik tego przemysłu. W tym okresie łączono pojedyncze zakłady w przedsiębiorstwa wielozakładowe przyjmujące różne nazwy.

Lata 90. XX w. to okres podziału większych jednostek przetwórczych na pojedyncze zakłady, aby łatwiej je można było sprywatyzować i zrestrukturyzować, a następnie rozpoczęcie nowej fazy – procesu scalania pojedynczych zakładów w grupy kapitałowe. Ten proces trwa i jeszcze długo będzie trwał.

Przemysł spożywczy odgrywa ważną rolę w gospodarce narodowej oraz zaspokajaniu potrzeb społeczeństwa. Przede wszystkim przemysł spożywczy w sposób systematyczny, zgodnie z potrzebami konsumpcyjnymi ludności, dostarcza na rynek produkty spożywcze w odpowiedniej ilości, jakości i asortymencie. W ten sposób przyczynia się do realizacji narodowego bezpieczeństwa żywnościowego. Jeżeli potrzeby konsumpcyjne ludności są dość regularne, to surowce do wytwarzania żywności są produkowane sezonowo; w większym stopniu roślinne, zaś w mniejszym stopniu zwierzęce. Ponadto surowce te mają swoją specyfikę, przede wszystkim charakteryzują się niską trwałością.

Miejsce przemysłu spożywczego w gospodarce narodowej można określić za pomocą następujących wskaźników (%):

1. Udział sprzedanej produkcji przemysłu spożywczego w ogólnej wartości produkcji sprzedanej przemysłu.
2. Udział zatrudnienia w przemyśle spożywczym w ogólnym zatrudnieniu w przemyśle.
3. Udział nakładów inwestycyjnych w przemyśle spożywczym w ogólnych nakładach przemysłu.



Tabela 1

Tabel 1

Udział sprzedanych wyrobów, zatrudnienia oraz nakładów inwestycyjnych przemysłu spożywczego w ogólnej wielkości przemysłu (%)

Share of sold products, employment and capital expenditure in food industry in total industrial production

Wyszczególnienie Specifiaction	Lata – Years								
	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Artykuły spożywcze i napoje, w tym: Food products and drinks, including:	21,4	21,2	19,7	19,5	18,6	18,7	18,8	20,7	20,0
Mięso świeże i wyroby z mięsa Fresh meat and meat products	4,8	4,9	4,7	4,8	4,6	4,5	4,5	5,1	4,9
Ryby i pozostałe wyroby z rybactwa, przetworzone i zakonserwowane Fish and other products, processed and conserved	0,5	0,4	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,7	0,7
Owoce i warzywa przetworzone i zakonserwowane Fruit and vegetables processed and conserved	1,5	1,6	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2
Oleje, tłuszcze zwierzęce i roślinne Oils, animal and vegetable fat	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	0,7	0,6
Wyroby mleczarskie Dairy products	2,8	2,7	2,7	2,8	2,4	2,7	2,4	2,7	2,7
Produkty przemiału zbóż, skrobię i produkty skrobiowe Grain mill products, starches and starch products	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Pasza dla zwierząt Animal feed	1,2	1,3	1,2	1,0	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3
Artykuły spożywcze pozostałe Food other	4,7	4,6	4,3	4,2	4,0	3,9	4,1	4,5	4,3
Napoje Beverages	4,3	4,2	3,7	3,6	3,5	3,5	3,5	3,8	3,6
Zatrudnienie w przemyśle spożywczym Employment in food industry	13,7	.	.	14,1	14,3	13,8	13,7	14,2	14,1
Nakłady inwestycyjne Capital expenditures	11,6	14,5	15,6	12,2	12,0	10,0	10,1	8,3	9,0

Źródło – Source: Rocznik statystyczny rolnictwa – Statistical Yearbook for Agriculture 2010, GUS, Warszawa 2010, 280, 283; 2011, 283–284, 297; Rocznik statystyczny rolnictwa i obszarów wiejskich – Statistical Yearbook for Agriculture and Rural Areas 2006, GUS, Warszawa 2006, 381; Rocznik statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej – Statistical Yearbook of Republic of Poland 2011, GUS, Warszawa 2011, 42. Obliczenia własne – own calculations

Z tabeli 1 wynika, że udział sprzedanej produkcji przemysłu spożywczego w ogólnej wartości sprzedanej produkcji przemysłu waha się i wynosi ok. 20%. Są branże o ustabilizowanym udziale w produkcji, ale w większości występują wahania udziału. W tym samym czasie produkty tego przemysłu zaspokajają potrzeby żywnościowe na coraz wyższym poziomie prawie tej samej liczby ludności. Eksport przetworów spożywczych zwiększył się prawie 5-krotnie, natomiast import ok. 3,5-krotnie. Ponadto w analizowanym okresie nasz kraj przeszedł z ujemnego salda obrotów handlowych produktami przemysłu spożywczego na saldo dodatnie (ok. 5,5 mld). Na konkurencyjność produktów polskiego przemysłu spożywczego ma wpływ wiele czynników, w tym:

- niskie koszty produkcji i dystrybucji żywności,
- wysoki poziom integracji produkcji i kapitału,
- wysoka jakość produktów,
- oryginalna i systematycznie rozwijana technologia,
- efektywny system organizacji i zarządzania przedsiębiorstwami.

Wahaniom podlegało również zatrudnienie w przemyśle spożywczym, i tak: w 2000 r. wynosiło 457,4 tys., w 2005 r. – 417,6 tys., zaś w 2010 r. 420,8 tys. W tej sytuacji jest rzeczą zrozumiałą, że zmieniał się odsetek osób zatrudnionych w przemyśle spożywczym (tab. 1).

Trzeci analizowany wskaźnik – udział w inwestycjach również zmieniał się falująco; najwyższy był w 2004 r., później uległ zmniejszeniu.

### **c) Surowce rolnicze i organizacja pozyskiwania ich do przetwórstwa**

Produkcja artykułów spożywczych wymaga wprowadzenia do procesu produkcyjnego surowców podstawowych, surowców pomocniczych i materiałów pomocniczych. Surowce podstawowe są zasadniczą częścią substancji wyrobu gotowego. Surowce pomocnicze nie stanowią istotnej części produktu końcowego, zapewniają mu jednak wymagane walory jakościowe, zwłaszcza zapachowe, smakowe, barwne itp. Materiały pomocnicze nie wchodzi w skład wyrobu gotowego, są jednak niezbędne do jego otrzymania.

Obydwie grupy surowców otrzymuje się z produktów rolniczych (surowców pierwotnych). Produkty te dzieli się na (Kapusta 2003):

#### **1) surowce pierwotne**

- a) pochodzenia roślinnego,
- b) pochodzenia zwierzęcego;

**2) surowce wtórne albo uszlachetnione** (w wyniku przetwarzania surowców pierwotnych mogą powstać produkty, które stanowią surowce – uszlachetnione – w innych branżach przemysłu).

**Surowce roślinne** są rezultatem uprawy lub użytkowania ziemi, czyli są produktami ziemi. Powstają na pierwszym poziomie produkcji rolniczej, tj. produkcji roślinnej. Jeden z podziałów wyodrębnia sześć ich grup: rośliny polowe, owoce, warzywa, runo leśne, tytoń i zioła. Jeżeli do rolnictwa zaliczy się również produkcję leśną, trzeba będzie wymienić jeszcze jedną grupę produktów – runo leśne i drewno. Coraz częściej podejmuje się na polach uprawnych produkcję drewna i wikliny.

Rośliny polowe są reprezentowane przez dużą grupę surowców, do których zaliczają się: zboża, ziemniaki (przemysłowe), rośliny oleiste i włókniste, buraki cukrowe, cykorria, chmiel, warzywa itp. Większość surowców polowych ma jednokierunkowe zastosowanie produkcyjne – jest surowcem podstawowym w jednej branży.

**Owoce** są produktami roślin trwałych, których uprawą i pielęgnacją zajmuje się sadownictwo. Zgodnie z klasyfikacją przemysłowo-handlową owoce dzieli się na osiem grup: owoce ziarnkowe (jabłka, gruszki), pestkowe (śliwki, wiśnie, czereśnie, morele, brzoskwinie, nektarynki), jagodowe (porzeczki, agrest, aronia, winogrona, maliny, poziomki itp.), owoce leśne (borówka, jagoda, żurawina, jeżyna, głóg, rokitnik, czarny bez), suche – orzechy (orzech włoski, orzech laskowy, migdały, orzech ziemny – arachidowy, orzech pistacjowy, orzech mahoniowy – nerkowiec), owoce cytrusowe (cytryny, ananasy, figi, pomarańcze, mandarynki, grejpfrut, cytron itp.), owoce śródziemnomorskie (melon, kawon, arbuż, figa, daktyl, pigwa, kiwi), owoce tropikalne (banan, ananas, awo-

kado, mango, granat, papaja). Owoce są wykorzystywane jako surowce w przemyśle owocowo-warzywnym, winiarskim i chłodniczym. Po zakończeniu użytkowania drzew i krzewów przeznaczają się je na spalanie, rzadziej jako materiał w budownictwie lub meblarstwie.

**Runo leśne**<sup>4</sup> to ogół użytecznych części roślin dziko rosnących, głównie w zespołach leśnych. Do runa leśnego zaliczają się przede wszystkim owoce drzew i krzewów oraz grzyby. Do powszechnie wykorzystywanych surowców leśnych należą owoce dzikiej jabłoni, róży, jarzębiny, czarnej jagody, borówek, żurawiny, bzu czarnego, maliny, jeżyny, orzechów leszczyny. Runo leśne jest cennym surowcem w przemyśle owocowo-warzywnym, cukierniczym i spirytusowym.

Większość surowców pochodzenia roślinnego cechują: powszechność występowania, okresowość produkcji i podaży, mała podatność na transport i magazynowanie.

**Surowce pochodzenia zwierzęcego** stosowane w przetwórstwie są rezultatem połowów lub hodowli, czyli drugiego poziomu produkcji rolniczej. Do podstawowych surowców zwierzęcych zaliczają się zwierzęta rzeźne, drób, jaja, mleko, ryby, zwierzęta futerkowe, zwierzyna leśna.

**Surowce uszlachetnione** – to podstawowa grupa produktów wytworzonych w różnych branżach przemysłu przetwarzającego surowce roślinne lub zwierzęce i służących do uzyskiwania różnych produktów (żywnościowych, odzieżowych, obuwniczych, futrzarskich, chemicznych, farmaceutycznych itp.). Dla branż, które je uzyskały, są wyrobami końcowymi. Najczęściej są stosowane w tych branżach, które nie utrzymują bezpośrednich związków produkcyjnych z rolnictwem. Ta grupa surowców jest najbardziej podatna na transport i magazynowanie.

Źródłem zaopatrzenia przemysłu przetwórczego w surowce rolniczych jest baza surowcowa.

#### **d) Baza surowcowa podstawowym źródłem surowców dla przemysłu spożywczego**

Właściwe wykorzystanie zdolności przetwórczych w jednostkach, których działalność opiera się na surowcach rolniczych, morskich i leśnych oraz zaopatrzeniu rynku w dobra konsumpcyjne jest uwarunkowane organizacją bazy surowcowej. Pojęcie bazy surowcowej nie jest jednoznacznie definiowane. Ogólnie można przyjąć, że bazę surowcową stanowi obszar wraz z infrastrukturą, z którego pozyskuje się pożądane surowce (Kapusta 2001).

Bazę surowcową w przemyśle przetwórczym produktów odnawialnych można ująć w trojaki sposób:

- 1) jako produkcję rolnictwa, rybołówstwa, rybactwa, leśnictwa i łowiectwa wykorzystywaną do przetwórstwa,
- 2) jako produkcję wyżej wymienionych dziedzin działalności służącą w przetwórstwie konkretnej branży przemysłu,
- 3) jako produkcję konkretnych produktów dla pojedynczego zakładu przetwórczego.

Między bazą surowcową a zakładem przetwórczym występują więzi natury przestrzennej, organizacyjnej, produkcyjnej i ekonomicznej (Kapusta 1999).

---

<sup>4</sup>Większość runa leśnego pochodzi z lasów państwowych niebędących składnikiem gospodarstwa rolnego.

**Więzi przestrzenne** wyrażają się w tym, że zakład przetwórczy najczęściej jest zlokalizowany na terenie bazy surowcowej. Jeżeli tak nie jest, spowodowane jest to przemianami, jakie zaszły w bazie surowcowej.

**Więzi organizacyjne** polegają na współdziałaniu zakładów przetwórczych i gospodarstw rolniczych w kształtowaniu wielkości i struktury surowców, rozmieszczenia jej w przestrzeni i w czasie oraz przepływu surowców z rolnictwa do przetwórstwa (przemysłowego, rzemieślniczego, garmazeryjnego itp.).

**Więzi produkcyjne** (technologiczne) wyrażają się w aktywnej ingerencji zakładu przetwórczego w produkcję surowca oraz we wzajemnym uwarunkowaniu procesów wytwórczych w rolnictwie i przemyśle przetwórczym. Wyrazem więzi produkcyjnej jest również dostarczanie przez zakłady przetwórcze producentom surowców różnego rodzaju środków produkcji ujętych w umowie o współpracy lub dostarczanie im tych środków z własnej inicjatywy, w sposób dobrowolny. Wiele zakładów przetwórczych posiada służby surowcowe, które są wykorzystywane do lustracji produkcji surowca u producenta oraz do świadczenia usług doradczych.

**Więzi ekonomiczne** między producentami surowców rolniczych a odbiorcami wyrażają się w polityce cen i w jej wpływie na rozmiary, strukturę i opłacalność produkcji oraz w gwarancjach finansowych zapewniających zbyt i opłacalność tej produkcji (Gonet 2003).

Podstawowymi cechami charakteryzującymi bazę surowcową są:

- 1) powierzchnia bazy i struktura użytkowania ziemi,
- 2) położenie i promień bazy,
- 3) infrastruktura bazy,
- 4) produkcja surowców,
- 5) wydajność produkcji surowców,
- 6) struktura produkcji bazy,
- 7) podaż surowców.

**Powierzchnia bazy i struktura użytkowania ziemi** to obszar areалу uprawnego wydzielony do wyłącznego lub wspólnego wykorzystania przez zakład przetwórczy do produkcji surowców przeznaczonych do przetwórstwa. Na terenie bazy surowcowej zakładu najczęściej uprawia się różne rośliny i hoduje zwierzęta gospodarskie (zwykle kilka gatunków), dlatego obszar zajęty przez surowce przeznaczone do przetwórstwa w konkretnym zakładzie stanowi tylko część powierzchni bazy. Powierzchnia, struktura użytków i jakość środowiska decydują o możliwościach rozwoju produkcji surowców oraz o stopniu aktywizacji procesów transportowych. Wyodrębnienie powierzchni bazy jako kryterium jej oceny jest uzasadnione występowaniem tzw. negatywnej współzależności branż w odniesieniu do bazy surowcowej.

Między branżami przemysłu może występować współzależność pozytywna lub negatywna. Współzależność pozytywna występuje w razie istnienia powiązań produkcyjnych międzybranżowych, a jej przykładem może być powiązanie chłodnictwa składowego z przemysłem mięsnym i jajczarsko-drobiarskim, przemysłu młynarskiego z piekarskim itp.

Negatywna współzależność branż występuje wówczas, gdy np. warunki glebowo-klimatyczne w poszczególnych rejonach mogą sprzyjać jednocześnie uprawie kilku roślin z przeznaczeniem do przerobu. Ograniczoność powierzchni rejonu o różnorodnych walorach produkcyjnych może – w razie nadmiernej aktywizacji produkcji surowca na

rzecz jednego zakładu – ujemnie wpłynąć na rozwój bazy surowcowej zakładów z innych branż przetwórstwa.

Konkurencyjność ta może występować również w stosunku do innych czynników produkcji (siły roboczej, kapitału). W fazie podejmowania decyzji konieczna jest wówczas kompleksowa koordynacja planów dotyczących zarówno budowy lub rozbudowy zakładów przetwórczych, jak i rozwoju baz surowcowych zakładów już istniejących.

**Położenie i promień bazy** charakteryzują przestrzenne rozmieszczenie rejonu upraw lub chowu zwierząt i w sposób pośredni wyrażają aktywność procesów transportowych. Położenie wyraża profil przestrzennego rozmieszczenia bazy surowcowej. Promień bazy zaś określa położenie zakładu przetwórczego w rejonie zaopatrzenia (jest mierzony największą odległością od miejsca jego położenia do zewnętrznych granic bazy).

Optymalne – ze względu na koszty przewozu surowca – ukształtowanie geograficzne zaplecza surowcowego stanowi koło, w środku którego zlokalizowany jest zakład przetwórczy. Średnią odległość przewozu surowca do zakładu można określić za pomocą równania:

$$R = \frac{2}{3} r,$$

gdzie: R – średnia długość przewozu surowca do zakładu,

r – promień obszaru dostawy surowca.

Wielkość R zależy od relacji między wartością (ceną jednostkową) surowca a kosztami transportu. Skrócenie promienia przewozów zmniejsza koszty transportu oraz ogranicza straty ilościowe i jakościowe przewożonych surowców.

**Infrastruktura bazy surowcowej** wyraża głównie stopień penetracji rejonu zaopatrzenia ze względu na rodzaj i gęstość sieci szlaków komunikacyjnych. Może ona być wyrażona wskaźnikiem długości szlaków komunikacyjnych przypadających na jednostkę powierzchni zaplecza surowcowego (km/1 ha). Gęstość sieci dróg i innych szlaków komunikacyjnych decyduje o długości cyklu dostaw surowcowych, ich terminowości oraz efektywności procesów transportowych. Chodzi tu również o stan innych elementów infrastruktury, zwłaszcza technicznej.

**Produkcja surowców** wyraża w jednostkach fizycznych (dt, t, l, szt.) globalny poziom uzyskania określonych produktów przeznaczonych na różne cele gospodarcze, tj. na reprodukcję, paszę, spożycie naturalne, sprzedaż wolnorynkową i przetwórstwo. Poziom globalny produkcji surowców zależy od powierzchni upraw i natężenia chowu zwierząt oraz wydajności jednostkowej (plonu, mleczności, przyrostów dobowych, nieśności). W wypadku niektórych upraw, tzw. przemysłowych, produkcja surowców jest równa rozmiarom ich podaży.

**Wydajność produkcji surowców** określa wielkość produktu uzyskanego z jednostki powierzchni zaplecza surowcowego. Wyraża ona produktywność bazy surowcowej, a jej wzrost przy stałym obszarze upraw lub stałym natężeniu chowu zwierząt jest jedynym źródłem zwiększenia produkcji surowców. Decydującym czynnikiem poprawy produktywności bazy surowcowej są: właściwy dobór odmian roślin i ras zwierząt (oraz rodów), przestrzeganie zasad technologii produkcji oraz intensyfikacja produkcji rolniczej.

**Struktura produkcji bazy** określa udział produkcji poszczególnych rodzajów surowców w globalnej wielkości uzyskanej masy surowców. Rzadko spotyka się bazę jed-

norodną. Struktura produkcji bazy zazwyczaj jest dostosowana do rozwijania produkcji surowca dla określonej branży przetwórstwa, wskazuje więc np. na natężenie uprawy buraka cukrowego lub jego udział procentowy w ogólnej wartości produkcji globalnej bazy.

**Podaż surowców** wyraża tę ilość surowców rolnych, która została uzyskana w rejonie zaopatrzenia i przeznaczona do przemysłowego przetwórstwa. Różni się ona od produkcji surowców o tę ilość surowca, która została zużyta wewnętrznie przez gospodarstwa i przeznaczona na sprzedaż innym odbiorcom.

Na rozwój bazy surowcowej mają wpływ różne czynniki, jak: warunki naturalne, poziom kultury rolnej, opłacalność produkcji surowców, zdolność produkcyjna zakładu przetwórczego i jego lokalizacja, dostępność bazy surowcowej, podatność surowców na przewozy (wrażliwość na transport), zasoby siły roboczej w produkcji rolniczej (Kapusta 2003).

W Polsce produkcja poszczególnych rodzajów surowców jest bardzo rozdrobniona. Jeden rodzaj surowca wytwarza nawet kilkaset tysięcy producentów i dostarcza go do przetwórstwa. Postępują procesy zmniejszania liczby producentów poszczególnych rodzajów surowców. I tak – np. uprawą ziemiopłodów rolnych i ogrodniczych w 2010 r. zajmowało się 1448,7 tys., tj. 63,6% ogólnej liczby gospodarstw rolnych, podczas gdy w 2002 r. było ich 2006,9 tys., tj. 68,4%. Uprawą poszczególnych ziemiopłodów zajmowało się<sup>5</sup> (Uprawy rolne...2011):

- pszenicy ozimej – 533,0 tys. gospodarstw, tj. 23,4% ogólnej liczby gospodarstw rolnych i w porównaniu z 2002 r. było o 316,6 tys., tj. 37,3% gospodarstw mniej;
- pszenicy jarej – 140,8 tys., tj. 6,2% i odpowiednio: 246,4 tys. i 63,6% mniej;
- żyta – 416,8 tys., tj. 18,3% i odpowiednio: 375,3 tys. i 47,4% mniej;
- jęczmienia ozimego – 96,1 tys., tj. 4,2% i odpowiednio: 59,2 tys. i 38,1% mniej;
- jęczmienia jarego – 282,7 tys., tj. 12,4% i odpowiednio: 218,8 tys. i 42,6% mniej;
- owsa – 319,5 tys., tj. 14,0% i odpowiednio: 240,9 tys. i 43,0% mniej;
- pszenżyta ozimego – 432 tys., tj. 19,0% i odpowiednio: 41,0 tys. i 8,7% mniej;
- pszenżyta jarego – 59,6 tys., tj. 2,6% i odpowiednio: 63,1 tys. i 51,4% mniej;
- kukurydzy na zielonkę i ziarno (łącznie) – 174,4 tys., tj. 7,7% i odpowiednio: 30,6 tys. i 14,9% mniej;
- ziemniaków – 747,7 tys., tj. 32,8% i odpowiednio: 807,5 tys. i 51,9% mniej;
- buraków cukrowych – 51,3 tys., tj. 2,3% i odpowiednio: 50,0 tys. i 49,3% mniej;
- warzyw gruntowych – 110,2 tys., tj. 4,8% i odpowiednio: 506,9 tys. i 82,1% mniej;
- truskawek – 56,2 tys., tj. 2,5% i odpowiednio: 140,0 tys. i 71,4% mniej.

Podobne zmiany jak w produkcji roślinnej zachodzą w produkcji zwierzęcej. W 2010 r. było 1060,7 tys. gospodarstw utrzymujących zwierzęta gospodarskie, tj. 46,6% ogółu badanych gospodarstw, i tak<sup>6</sup> (Zwierzęta gospodarskie ...2011):

W 2010 r. chów i hodowlę bydła prowadziło 525,5 tys. gospodarstw, tj. 23,1% ogółu badanych jednostek i 49,5% wszystkich podmiotów utrzymujących zwierzęta gospo-

<sup>5</sup> Uprawy rolne i wybrane elementy metod produkcji roślinnej. Powszechny Spis Rolny 2010. GUS, Warszawa 2011, s. 34–35.

<sup>6</sup> Zwierzęta gospodarskie i wybrane elementy metod produkcji zwierzęcej. Powszechny Spis Rolny 2010, GUS, Warszawa 2011, s. 30, 39–76.

darskie (w 2002 r. odpowiednio – 935,2 tys. gospodarstw, tj. 31,9% ogółu badanych); przeciętnie w kraju, wśród gospodarstw utrzymujących bydło: 19,9% posiadało 1 szt. (w 2002 r. – 27,9%), 15,9% posiadało 2 szt. (20,5%), 16,8% posiadało 3-4 szt. (18,8%), 18,2% posiadało 5-9 szt. (17,3%), 13,9% posiadało 10-19 szt. (10,2%), 15,3% posiadało 20 i więcej szt. (5,3%).

Wyniki spisu wykazały, że 1,8% (w 2002 r. – 4,7%; dalej w nawiasie dane dla 2002 r.) krajowego pogłowia bydła znajdowało się w gospodarstwach posiadających tylko 1 sztukę bydła, 2,9% (6,9%) posiadało 2 sztuki, 5,2% (10,9%) posiadało 3-4 sztuki, 11,0% (19,0%) posiadało 5-9 sztuk, 17,4% (23,0%) to gospodarstwa z 10-19 szt., a 61,7% (35,5%) – gospodarstwa z 20 i więcej szt. bydła. Podobnie jak w przypadku bydła ogółem dokonana się koncentracja pogłowia krów.

Spis Rolny w 2010 r. wykazał, że chowem i hodowlą trzody chlewnej zajmowało się 397,7 tys. gospodarstw, tj. 17,5% ogółu badanych jednostek oraz 37,5% posiadających zwierzęta gospodarskie (w 2002 r. odpowiednio: 760,6 tys. gospodarstw, tj. 25,9% ogółu badanych jednostek).

Przeciętnie w kraju wśród gospodarstw utrzymujących trzodę chlewną: 10,3% posiadało 1 szt. (w 2002 r. 9,9%; dalej w nawiasie dane dla 2002 r.), 12,7% – 2 szt. (14,1%), 10,9% – 3-4 szt. (13,0%), 14,8% – 5-9 szt. (15,8%), 18,6% – 10-19 szt. (19,2%), 32,7% – 20 i więcej szt. (28,0%).

W okresie od 2002-2010 r. liczba gospodarstw rolnych utrzymujących 20 i więcej szt. trzody zmniejszyła się z 211,9 tys. do 130 tys., tj. o 38,7%.

Wyniki spisu wykazały, że 0,3% (w 2002 r. – 0,4%) krajowego pogłowia trzody znajdowało się w gospodarstwach posiadających 1 sztukę; 0,7% (1,2%) – 2 szt.; 1,0% (1,8%) – 3-4 szt.; 2,6% (4,3%) – 5-9 szt.; 6,5% (10,5%) – 10-19 szt., a 88,9% (81,8%) w gospodarstwach posiadających 20 i więcej sztuk trzody chlewnej.

Z powyższego wynika, że zwiększył się tylko odsetek gospodarstw posiadających 20 i więcej sztuk trzody chlewnej.

W zakresie chowu i hodowli owiec spis wykazał, że w 2010 r. owce posiadało 12,8 tys. gospodarstw, tj. 0,6% ogółu gospodarstw oraz 1,2% podmiotów prowadzących chów zwierząt gospodarskich (w 2002 r. odpowiednio: 17,9 tys. gospodarstw, tj. 0,6% ogółu spisanych jednostek). Przeciętnie w kraju, wśród gospodarstw utrzymujących owce, było: 41,7% gospodarstw z 1-4 szt. (w 2002 r. – 46,2%); 21,7% z 5-9 szt. (20,1%); 14,9% z 10-19 szt. (12,9%) i 21,7% z 20 i więcej szt. (20,8%).

Tak rozdrobniona produkcja wymaga specjalnych zabiegów zmierzających do ujednolicenia zasad technologii produkcji oraz działań organizacyjnych w celu wprowadzenia ładu w dostawach surowca.

W dziedzinie przetwórstwa surowców rolniczych w zasadzie funkcjonują trzy formy zaopatrzenia (Kapusta 2006):

**1. Skup wolnorynkowy** – poprzez zorganizowane przez zakłady terenowe punkty skupu lub służby surowcowe zakładu; towary skupuje się najczęściej od przypadkowych dostawców. Zakłady mogą korzystać z pośredników, którzy zakupują surowce od producentów, a następnie z zyskiem sprzedają je zakładom przetwórczym. W obu przypadkach zakład przetwórczy nie ma większych możliwości oddziaływania na jakość skupionego surowca, wskutek czego jest ona najczęściej niska.

**2. Skup od stałych dostawców**, w tym także związanych umowami kontraktacyjnymi. Jest to coraz powszechniej stosowana forma współpracy, preferująca większych

producentów danego rodzaju surowca. Forma ta pozwala zakładowi – odbiorcy surowca – oddziaływać na jego jakość oraz stosować różnorodne formy współpracy, których celem jest właściwe zorganizowanie produkcji i dostawy pożądanego surowca.

**3. Organizowanie przez zakłady własnej produkcji.** Jest to coraz powszechniejsza forma zapewnienia stałej podaży surowca, zwłaszcza wśród dużych, prężnych zakładów. Umożliwia to kształtowanie jakości i masy surowca zgodnie z wymaganiami technologicznymi zakładu i uniezależnienie się od wahań sezonowych i koniunkturalnych w skupie. W tej formie zakłady uzyskują niewielką ilość surowca, a w dodatku nie wszystkie ją rozwijają.

Odmianą sprawą jest planowanie i realizowanie dostaw. Jest to szczególnie istotne w przedsiębiorstwach przemysłu spożywczego, gdzie w wielu dziedzinach działalności ma się do czynienia z sezonowością. Tam natomiast, gdzie jest stała produkcja surowca i produktów finalnych od dawna realizuje się metodę zaopatrzenia określaną współcześnie jako *just in time* (JIT – dokładnie na czas).

## WNIOSKI

Pozyskiwanie przez człowieka dóbr żywnościowych przeszło długą ewolucję, a przemysłowe metody ich wytwarzania zaczęły się rozwijać po odkryciu możliwości cieplnego ich utrwalania, czyli ok. 200 lat temu. Początkowo zakłady przetwórcze powstawały jak integralna część gospodarstwa (przedsiębiorstwa) rolnego, z czasem – zwiększając moce przetwórcze – dochodziło do wyodrębniania się tych zakładów ze struktury gospodarstwa, tworząc samodzielną jednostkę gospodarczą. Istnieją również przykłady administracyjnego działania w tym procesie.

Przemysł spożywczy w swej działalności bazuje na surowcach podstawowych i pomocniczych pozyskiwanych z gospodarstw rolnych, leśnictwa, rybołówstwa i rybactwa. Aby zapewnić efektywność działań przetwórczych, zachodzi potrzeba organizacji pozyskiwania surowców, tworząc i doskonaląc działalność bazy surowcowej oraz systemów zaopatrywania zakładu w surowce.

Przemysł spożywczy stanowi segment przemysłu w ogóle i zmienia się jego udział w sprzedanej produkcji, zatrudnieniu oraz w nakładach inwestycyjnych przemysłu.

## PIŚMIENNICTWO

- Appert, Wielka Encyklopedia PWN, Wydawnictwo Naukowe PWN, t. 2, Warszawa: 185.
- Cichon R., Wądołowska L., 2004. Zmiany wartości odżywczej podczas przechowywania i przetwarzania żywności, [w:] Żywnienie człowieka. Podstawy nauki o żywieniu, J. Gawęcki i L. Hryniewiecki (red.), Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa: 333.
- Europejska Klasyfikacja Działalności, GUS, Warszawa 1995.
- Gawęcki J., Hryniewiecki L. (red.), 2004. Żywnienie człowieka. Podstawy nauki o żywieniu, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 11–12.



- Gonet D., 2003. Analiza regionalna bazy surowcowej przemysłu cukrowniczego, Prace Naukowe nr 980, Wydawnictwo AE, Wrocław: 131.
- Kapusta F., 2006. Zarządzanie działaniami logistycznymi, Wydawnictwo Forum Naukowe, Poznań–Wrocław: 232–233.
- Kapusta F., 2008. Agrobiznes, Difin, Warszawa.
- Kapusta F., 1976. Zmiany struktury agrarnej i kierunków produkcji rolniczej w Legnicko-Głogowskim Okręgu Miedziowym, PWN, Warszawa: 11–12.
- Kapusta F., 2003. Teoria agrobiznesu, WAE, Wrocław: 179–181.
- Kapusta F., 2001. Baza surowcowa jako podstawa logistyki zaopatrzenia przemysłu spożywczego. Roczniki Naukowe Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu, T. III, z. 4, Warszawa–Poznań–Białystok: 109–113.
- Kapusta F., 1999. Logistyka i jej wpływ na organizacje więzi produkcyjno-przestrzennych, Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu, T. I, z. 1, Warszawa–Poznań–Rzeszów: 217–226.
- Kopeć B., 1983. Metodyka badań ekonomicznych w gospodarstwach rolnych (wybrane zagadnienia). AR, Wrocław: 158–160.
- Rocznik statystyczny rolnictwa 2010, GUS, Warszawa 2010: 280, 283.
- Rocznik statystyczny rolnictwa 2011, GUS, Warszawa 2011: 283–284, 297.
- Rocznik statystyczny rolnictwa i obszarów wiejskich 2006, GUS, Warszawa 2006: 381.
- Rocznik statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2011, GUS, Warszawa 2011: 42.
- Stachak S., 1997. Wstęp do metodologii nauk ekonomicznych, Książka i Wiedza, Warszawa: 132–133.
- Uprawy rolne i wybrane elementy metod produkcji roślinnej. Powszechny Spis Rolny 2010. GUS, Warszawa 2011: 34–35.
- Zwierzęta gospodarskie i wybrane elementy metod produkcji zwierzęcej. Powszechny Spis Rolny 2010, GUS, Warszawa 2011: 30, 39–76.

## **FOOD INDUSTRY IN POLAND IN THE FIRST DECADE OF THE 21ST CENTURY**

### **S u m m a r y**

The paper describes: how foodstuffs are purchased by consumers, the role of the food industry in the distribution and consumption of food products and changes in the Polish food industry from 2000 to 2010, with particular emphasis on the period before and after joining the European Union. The paper also presents the concept of the raw material base, and the factors which determine the base and have an impact on its development. An analysis was performed of the trends in the scale of production activities that provide raw materials for industrial processing and a discussion is presented of the food supply systems for agricultural commodities.

**KEY WORDS:** food industry, raw material base, factors, changes, development



**Franciszek Kapusta**

**SAMOWYSTARCZALNOŚĆ ZBOŻOWA POLSKI  
W PIERWSZEJ DEKADZIE XXI WIEKU**

**GRAIN SELF-SUFFICIENCY OF POLAND IN THE FIRST  
DECADE OF THE 21st CENTURY**

*Institut Nauk Ekonomicznych i Społecznych, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu*  
*Institute of Economics and Social Sciences, Wrocław University of Environmental*  
*and Life Sciences*

W opracowaniu scharakteryzowano zmiany produkcji i zużycia zbóż w Polsce w pierwszej dekadzie XXI w., dokonując równocześnie oceny samowystarczalności za pomocą wskaźników technicznych i ekonomicznych. Analiza wykazała dużą zmienność po stronie produkcji zbóż przy względnie ustabilizowanym ich zużyciu. Ponieważ zboża spełniają szczególną rolę – wyżywieniową i paszową, zachodzi potrzeba wzmoczenia działań usprawniających produkcję i dystrybucję tego produktu. Należy rozwijać współpracę przetwórców ziarna zbóż z producentami, aby produkcja bardziej odpowiadała istniejącym potrzebom.

SŁOWA KLUCZOWE: produkcja, zboża, bilans, samowystarczalność, współpraca

## WSTĘP

Zboża są roślinami powszechnie uprawianymi, co stwarza wiele problemów związanych z organizacją produkcji, upowszechnianiem postępu technologicznego i biologicznego oraz organizacją skupu i przetwórstwa. Ze względu na wartości użytkowe oraz trwałość zboża stanowią ważny składnik bezpieczeństwa żywnościowego każdego kraju.

Pod wpływem potrzeb rynku oraz opłacalności produkcji zmieniają się powierzchnia uprawy zbóż, plony i zbiory. Zmienia się również miejsce i rola zbóż w rolnictwie i gospodarce Polski.

## CEL, MATERIAŁ I METODY

Celem badań było:

- a) dokonanie analizy tendencji zmian w rozmiarach produkcji i pozycji zbóż w rolnictwie i gospodarce Polski w latach 2000–2010;
- b) wykonanie bilansów zbóż oraz określenie samowystarczalności Polski w tym produkcie, wyróżniając samowystarczalność techniczną i ekonomiczną,
- c) scharakteryzowanie tendencji zmian w przeznaczeniu zbóż.

Do określenia samowystarczalności Polski w produkcji zbóż posłużono się wskaźnikami technicznymi i ekonomicznymi (Kapusta 2011), a samowystarczalność jest rozumiana jako zrównoważenie produkcji ze zużyciem krajowym – we wskaźnikach technicznych, zaś w ekonomicznych – zrównoważenie wartościowo obrotów handlowych produktami zbożowymi.

Opracowanie powstało na podstawie takich źródeł wiedzy jak: publikacje naukowe zwarte, raporty oraz materiały statystyczne.

Zgromadzony materiał został opracowany i zinterpretowany z wykorzystaniem metod: porównawczej w formie horyzontalnej i wertykalnej (Kapusta 1976), statystycznej (Stachak 1997) oraz elementów metody monograficznej (Kopeć 1983).

Uzyskane wyniki badań zostały przedstawione techniką tabelaryczną w połączeniu z opisem słownym.

## WYNIKI I OMÓWIENIE

### a) Miejsce zbóż w rolnictwie i gospodarce Polski

Zboża stanowią ważny składnik rolnictwa i gospodarki Polski, ponieważ:

- są uprawiane przez 89,5% gospodarstw rolnych, a średni obszar upraw zbożowych w gospodarstwie wynosi 5,90 ha (2010 r.) (Uprawy...2011),
- zajmują prawie  $\frac{3}{4}$  powierzchni upraw gruntowych (w latach 2000–2010 powierzchnia upraw zbóż zmniejszyła się z 8814 do 7646 tys. ha, czyli o 1168 tys. ha, tj. o 13,3%. W tym samym okresie udział procentowy zbóż w strukturze zasiewów wzrósł z 71,0 do 73,3%),
- są zasadniczym składnikiem zmianowania upraw (istnieją trudności w znalezieniu dobrych stanowisk dla tak dużego odsetka zbóż),
- stanowią (2010 r.) 17,7% produkcji globalnej rolnictwa i 33,2% produkcji roślinnej oraz 13,6% produkcji towarowej rolnictwa i 30,8% produkcji roślinnej, (podczas gdy w 2000 r. stanowiły odpowiednio: 18,0, 33,8, 12,0 i 32,0%) (Rocznik...2011),
- stanowią (2010 r.) 5,5% eksportu rolno-spożywczego i 10,2% eksportu produktów roślinnych (Handel...2011),
- są ważnym źródłem składników odżywczych, podstawą piramidy żywieniowej i podstawowym składnikiem bezpieczeństwa żywnościowego człowieka,
- są głównym składnikiem pasz przemysłowych zużywanych w żywieniu zwierząt gospodarskich i elementem intensyfikacji produkcji zwierzęcej (Kapusta 2012),
- angażują znaczną część zasobów pracy w rolnictwie i dostarczają pracującym przychodów.

## b) Bilans zbóż i samowystarczalność

Bilans zbóż w Polsce po II wojnie światowej jest napięty. Ogólnie rzecz biorąc, Polska jest stałym importerm zbóż konsumpcyjnych (z uwagi na niedostateczną produkcję zbóż wysokiej jakości) oraz pastewnych (z powodu systematycznego wzrostu zużycia zbóż na karmę dla zwierząt).

W bilansie zbóż mamy dwie odmienne sytuacje – względnie stabilnemu zużyciu wewnętrzznemu towarzyszy duża zmienność po stronie produkcji.

Nowa sytuacja w bilansie zbóż miała miejsce na początku XXI w., kiedy to wystąpiły wahania w produkcji i zużyciu krajowym; dużym wahaniom produkcji towarzyszą odpowiednie wahania w imporcie, wskutek czego Polska znów stała się importerm netto zbóż (tab. 1).

W Polsce zboża zużywa się (np. w latach 2000–2001 i 2010–2011) w następujący sposób: spasanie – 61,3%, spożycie – 22,2%, siew (reprodukcja) – 7,1%, przemysłowe przetwórstwo – 5,8%, pozostałe (straty i ubytki) – 4,5%. W tym samym czasie wyeksportowano 11 685 tys. ton ziarna zbóż, a zaimportowano 14 588, tj. o 2903 tys. ton więcej. W poszczególnych latach były jednak zmienne tendencje w saldzie handlu zagranicznego zbożem.

Wykonany bilans zbóż wykazał, że:

- 1) mamy do czynienia z dużymi wahaniami produkcji zbóż wynikającymi głównie ze zmienności plonów i powierzchni uprawy,
- 2) zużycie krajowe wykazuje dużą stabilność, pomimo przesunięć między poszczególnymi kierunkami zużycia, i tak:
  - a) systematycznie zmniejsza się przeznaczenie zbóż na spożycie w wyniku zmniejszania liczby ludności oraz powolnego zmniejszania się spożycia na 1 mieszkańca (np. w sezonie 2010/2011 spożycie jest szacowane na ok. 110 kg na osobę w ekwiwalencie mąki lub 137,5 kg w przeliczeniu na ziarno). Na cele spożywcze przeznaczają się przede wszystkim ziarno pszenicy – ok. 4,5 mln ton, tj. ok. 46% zbiorów oraz 1,5 mln ton żyta, tj. ok. 40% zbiorów. Spożycie innych gatunków zbóż jest w niewielkich rozmiarach,
  - b) udział spożycia (w %) w produkcji wykazuje duże wahania (trzy razy waha się wokół 25%), ostatnie lata to wielkości nieprzekraczające 20%,
  - c) systematycznie zmniejsza się przeznaczenie zbóż na siew w wyniku zmniejszania się powierzchni ich uprawy oraz zmian w wysiewie na 1 ha,
  - d) zużycie przemysłowe (w przemyśle spirytusowym, piwowarskim i skrobiowym) wykazuje tendencję rosnącą; występuje zjawisko szerokiego zastępowania ziemniaków w produkcji alkoholu i bioetanolu przez zboża, wzrasta produkcja piwa (zmniejszenie w 2009 i 2010 r.) oraz produkcja skrobi,
  - e) systematycznie wzrasta przeznaczenie zbóż na cele paszowe, co jest spowodowane m.in. zmianami technologii i intensywności żywienia zwierząt; coraz więcej ziarna zużywa się do produkcji mieszanek przemysłowych, natomiast występuje stabilizacja w skarmianiu ziarna nieprzetworzonego,
  - f) wciąż wysokie są ubytki i straty ziarna (4–5%) wynikające z wadliwej technologii jego przechowywania,
  - g) eksport wykazuje duże wahania z tendencją rosnącą,
  - h) wskaźniki samowystarczalności technicznej wykazują duże wahania i uzasadniają potrzebę utrzymywania zapasów ziarna,
  - i) dość korzystnie kształtuje się samowystarczalność ekonomiczna, głównie za sprawą wysokiego eksportu produktów przetworzonych.

Tabela 1  
Table 1

Bilans zbóż ogółem w latach 2000–2001 i 2010–2011 (w tys. ton, % i mln euro)<sup>a</sup>  
Balance of grain in total in years 2000–2001 i 2010–2011 ('000 tons and mm euro)

Wyszczególnienie Specification	2000–	2001–	2002–	2003–	2004–	2005–	2006–	2007–	2008–	2009–	2010–	2011–
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2011
<b>Przychód – Resource</b>	23935	26265	26807	23566	28015	26722	25698	26887	27333	29493	29409	29409
Zbiory – Production	21344	25540	24876	21464	27220	24900	20454	25318	25738	28020	27225	27225
Import – Imports	1876	725	603	709	795	724	2500	1549	1528	1395	2184	2184
Zmniejszenie zapasów <sup>b</sup> – decrease in stock	715	–	1328	1393	–	1098	2744	20	67	78	–	–
Zużycie krajowe – domestic consumption	23848	26169	25631	23448	27404	25447	24803	26009	25161	25318	28184	28184
– siew – swing	1928	1798	1751	1778	1769	1704	1711	1737	1751	1751	1721	1721
– paszenie – feeding	14212	15083	15812	13980	14003	15506	15535	15003	15241	15119	17208	17208
– spożycie – consumption	5746	5747	5746	5772	5716	5686	5282	5247	5187	5160	5155	5155
– zużycie przemysłowe <sup>c</sup> industrial consumption	913	1083	1151	1081	1141	1205	1315	1380	1550	2110	2855	2855
– straty i ubytki – losses	1049	1341	1171	837	1165	1135	950	1015	1052	1178	1245	1245
Eksport – Exports	87	96	1176	118	611	1275	895	878	2172	2406	1971	1971
Zwiększenie zapasów <sup>b</sup> – Increase in stock	–	1117	–	–	3610	211	–	1627	380	1769	–	–
Saldo (E-I) – Difference	-1789	-629	573	-591	-184	551	-1605	-671	644	1011	-213	-213
Ss	89,5	97,6	97,1	91,5	99,3	97,9	82,5	97,3	102,3	110,7	96,6	96,6
Udział spożycia w produkcji (%) Share of consumption in production	26,9	22,5	23,1	23,6	21,0	22,8	25,8	20,7	20,2	18,4	18,9	18,9
Udział importu w spożyciu (%) Share of imports in consumption	32,6	12,6	10,5	12,3	13,9	12,7	47,3	29,5	28,5	27,0	42,4	42,4
Udział eksportu w produkcji (%) Share of exports in consumption	0,4	0,4	4,7	0,5	2,2	5,1	16,9	3,5	8,4	8,6	7,2	7,2
Saldo (E-I)(tys. euro) Difference ('000 euro)	–	–	–	–	128,9	332,6	-48,1	53,0	282,1	415,0	351,8	351,8

<sup>a</sup> Łącznie z mieszankami zbożowymi oraz ziarnem przeznaczonym na przetwory – including grain mixes, <sup>b</sup> Zmniejszenie (+) lub zwiększenie (-) zapasów w przetworstwie przemysłowym i handlu; łącznie z zapasami w gospodarstwach rolnych – decrease (+) or increase (-) in stock in industrial processing and trade; together with stock in farms, <sup>c</sup> Bez przemiału zbóż – without milling of grain

Źródło – Source: Rocznik statystyczny rolnictwa i obszarów wiejskich – Statistical Yearbook for Agriculture and Rural Areas 2005, GUS, Warszawa 2005, 385–386; Rocznik statystyczny rolnictwa – Statistical Yearbook for Agriculture 2009, GUS, Warszawa 2009, 299–300; 2010, 297–298; Rocznik statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej – Statistical Yearbook of Poland 2011, GUS, Warszawa 2011, 468; Rynek Zbóż, IERIGZ, ARR, MRIRW, 2009 nr 37, 24; 2011 nr 41, 1, 22.

Należy stwierdzić, że rynek zbożowy w Polsce jest źle zorganizowany, w konsekwencji czego kraj nasz zamiast być eksporterem netto zbóż jest ich importerem.

Niezrozumiałym dla konsumentów jest fakt, że przeznaczając w ostatnich latach mniej niż 20% produkcji ziarna na spożycie, występują trudności w pozyskaniu dobrej jakości ziarna na cele spożywcze.

Ponadto występują duże wahania w cenach zbóż, co przenosi się na wytwarzane z nich produkty spożywcze i paszowe.

### c) Przetwórstwo zbóż na cele spożywcze i zmiany w poziomie spożycia produktów zbożowych

Wyróżniamy przetwórstwo pierwotne i wtórne. W przetwórstwie pierwotnym powstają półprodukty (mąki, kasze), które stanowią surowiec uszlachetniony w przetwórstwie wtórnym (wytwarzanie: pieczywa, makaronu, wyrobów cukierniczych, przygotowywanie posiłków).

Podmioty tego przetwórstwa podlegają procesom restrukturyzacji i koncentracji. Zmniejsza się liczba podmiotów gospodarczych w przetwórstwie, a szczególnie podmiotów o małym i średnim przerobie dobowym. W wyniku nakładów inwestycyjnych następuje unowocześnienie zakładów przetwórczych tak, że już współcześnie dorównują technologiami zakładom ze starych (UE-15) krajów Unii Europejskiej. Proces inwestycyjny jest prowadzony systematycznie, a stopa inwestowania jest zadowalająca (Rynek Zbóż 2012).

Tylko część ziarna zbóż przeznaczanego na cele spożywcze kierowana jest do przemiału w przemyśle zbożowo-młynarskim; jest to jednak część wzrastająca (tab. 2).

Tabela 2

Table 2

Przemysłowe przetwórstwo zbóż (tys. ton) w latach 2001–2010  
Industrial consumption of grain in years 2001–2010

Rok Year	Przemiał zbóż Milling		Produkcja – Production					
	tys. ton – ‘000 tons	% spożycia % of consumption	mąk pszen- nych wheat flour	mąk żyt- nych rye flour	makaro- nu pasta	kasze i płat- ków- groats	pieczywa świeżego fresh bakery	pieczywa cukierni- czego sweet bakery
2001	3340	58,1	2117	259	106,5	73,1	1653	198,8
2002	3540	61,6	2254	262	124,1	80,1	1547	211,8
2003	3760	65,4	2418	261	123,2	77,9	1556	236,5
2004	3570	61,9	2285	255	134,9	79,1	1532	318,4
2005	3840	67,2	2488	245	132,1	92,0	1549	329,8
2006	3909	65,1	2543	241	146,2	112,6	1552	360,8
2007	3700	70,0	2400	234	155,3	111,6	1523	417,7
2008	3200	61,0	2093	218	153,1	103,2 <sup>a</sup>	1684	388,9
2009	3440	66,7	2229	218	181,6	108,4 <sup>a</sup>	1663	432,3
2010	3420	66,3	2230	201	177,2	110,0 <sup>a</sup>	1675	396,1
Średnio Average	3771,9	64,33	2305,7	239,4	166,48	94,8	1593,4	329,11

<sup>a</sup> bez kasz i gryników z pozostałych zbóż, gdzie indziej niesklasyfikowanych, ich produkcja w ostatnich latach była niewspółmiernie duża w porównaniu z latami wcześniejszymi – without groats from other grain not elsewhere specified

Źródło – Source: Rynek Zbóż – Cereals Market MRiRW, ARR, IERiGŻ, 2010 nr 39, 20.

Obliczenia własne – Own calculations

Wykonana analiza wykazała, że:

- występują duże wahania w przemysłowym przetwórstwie zbóż powodowane sytuacją na rynku produktów zbożowych (krajowym i zagranicznym). W konsekwencji tylko część potencjału produkcyjnego przemysłu jest wykorzystywana produkcyjnie, co nie pozostaje bez wpływu na jego wyniki finansowe,
- wzrasta odsetek zbóż konsumpcyjnych przetwarzanych przemysłowo,
- jest dość stabilna sytuacja w produkcji mąk pszennych, natomiast systematycznie zmniejsza się produkcja mąk żytnich,
- dynamicznie wzrasta produkcja makaronu, kasz i płatków oraz pieczywa cukierniczego, natomiast niewielki jest wzrost produkcji pieczywa świeżego.

Od dziesiątków lat trwa proces zmniejszania poziomu spożycia produktów zbożowych (w ekwiwalencie ziarna) przez mieszkańców naszego kraju (Kapusta 2008). Zmienia się również struktura spożycia poszczególnych produktów zbożowych (tab. 3 – według badań budżetów gospodarstw domowych).

Tabela 3  
Table 3

Średnie miesięczne spożycie przetworów zbożowych w latach 2004–2010  
Average monthly consumption of grain related products in years 2004–2010

Wyszczególnienie – Specification	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Miesięcznie na osobę (kg) – Monthly per person							
Pieczywo ogółem – Bakery in total	6,08	5,90	5,56	5,29	5,06	4,85	4,67
pieczywo żytnie – Rye bakery	0,25	0,27	0,27	0,28	0,25	0,24	0,23
pieczywo pszenne – Wheat bakery	1,07	1,05	1,05	1,04	1,01	0,96	0,96
pieczywo mieszane – Mixed bakery	4,76	4,58	4,24	3,97	3,81	3,65	3,48
Makaron – Pasta	0,38	0,36	0,37	0,38	0,37	0,36	0,36
Wyroby ciastkarskie – Candy products	0,59	0,59	0,62	0,65	0,66	0,65	0,65
Herbatniki i krakersy – Biscuits	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04
Mąka – Flour	1,09	1,07	1,00	0,90	0,88	0,88	0,88
Kasze – Groats	0,19	0,18	0,18	0,17	0,16	0,15	0,15
Płatki – Cereal	0,09	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06
Razem – Total	<b>8,45</b>	<b>8,19</b>	<b>7,81</b>	<b>7,47</b>	<b>7,23</b>	<b>6,98</b>	<b>6,81</b>
Ryż – Rice	0,23	0,24	0,22	0,21	0,20	0,20	0,20
Wydatki (zł) – Spending	<b>31,59</b>	<b>30,55</b>	31,28	<b>34,51</b>	<b>38,31</b>	<b>38,90</b>	<b>39,36</b>
Struktura spożycia (%) – Consumption structure							
Pieczywo ogółem – Bakery in total	72,0	72,0	71,3	70,8	70,0	69,5	68,6
pieczywo żytnie – Rye bakery	3,0	3,3	3,5	3,7	3,5	3,4	3,4
pieczywo pszenne – Wheat bakery	12,7	12,8	13,4	13,9	14,0	13,8	14,1
pieczywo mieszane – Mixed bakery	56,3	55,9	54,3	53,1	52,7	52,3	51,1
Makaron – Pasta	4,5	4,4	4,7	5,1	5,1	5,2	5,3
Wyroby ciastkarskie – Candy products	7,0	7,2	7,9	8,7	9,1	9,3	9,5
Herbatniki i krakersy – Biscuits	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6
Mąka – Flour	12,9	13,1	12,8	12,0	12,2	12,6	12,9
Kasze – Groats	2,2	2,2	2,3	2,3	2,2	2,1	2,2
Płatki – Cereal	1,1	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7	0,9
Razem – Total	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	100,0	<b>100,0</b>

Źródło – Source: Rynek Zbóż – Cereals Market, MRiRW, ARR, IERiGŻ, 2009 nr 36, 19; 2011 nr 41, 17



Wykonana analiza pozwala wyciągnąć następujące wnioski:

- systematycznie zmniejsza się spożycie pieczywa, zwłaszcza mieszanego i pszennego,
- zmniejsza się spożycie mąki, kasz i płatków,
- wzrasta spożycie makaronu, wyrobów ciastkarskich, herbatników i krakersów,
- z uwagi na wzrost cen na produkty zbożowe, pomimo że zmniejsza się ich spożycie (w ujęciu globalnym) wzrastają wydatki na zakup produktów zbożowych,
- w wyniku zmian poziomu spożycia poszczególnych produktów zmienia się również struktura spożycia.

#### **d) Import i eksport ziarna zbóż oraz ich przetworów**

Polska od bardzo dawna uczestniczy w wymianie handlowej zbożem oraz produktami z niego wytworzonymi (tab. 4). Wymiana handlowa pozwala na regulowanie podaży ziarna i jego przetworów na rynek krajowy, zabezpieczając równocześnie poprawne funkcjonowanie rynku. Należy stwierdzić, że zboże występujące zarówno w imporcie, jak i w eksporcie jest przeznaczane na te same cele. Mamy tutaj jeszcze do czynienia z reeksporem niektórych produktów, wykorzystując różnice cenowe na poszczególnych rynkach. Na podkreślenie zasługuje fakt, że wzrasta eksport produktów pierwszego przetworzenia oraz produktów przetworzonych (wtórnego przetwórstwa) (tab. 4). Jest to rezultatem inwestycji w przemysł zbożowo-młynarski; zwiększenie i unowocześnienie bazy przetwórczej.

Unia Europejska jest głównym partnerem Polski w handlu zbożem i produktami zbożowymi. Następują jednak przesunięcia w wielkości obrotów między poszczególnymi krajami. Wciąż dominująca jest pozycja w tym zakresie krajów UE-12 i UE-15 [Handel...2011].

Pszenicę zwyczajną sprowadzano głównie z UE, w tym ponad 80% z UE-12. Natomiast pszenicę durum kupowano głównie w krajach WNP (Kazachstan). Dostawy z UE zdominowały import pozostałych zbóż. Jęczmień importowano w całości z UE. Kukurydzę importowano w ponad 80% z UE-12, a ponadto z Węgier, Słowacji i UE-15; część importowano z krajów rozwijających się (Argentyna) (Handel...2011).

Ryż po integracji jest importowany głównie z Włoch i Grecji, a reszta z Dalekiego Wschodu (Handel...2011).

Produkty pierwotnego przetwórstwa w całości sprowadzano z UE. Nowe kraje członkowskie dostarczają przede wszystkim słód, kasze, grysiki i otręby (Słowacja, Czechy), ale w imporcie tych ostatnich duże znaczenie mają również kraje rozwijające się (np. ciasta makaronowe –Wietnam) (Handel...2011).

Saldo obrotów handlowych (samowystarczalność ekonomiczna) zbożami i ich przetworami jest zmienne; w latach 2007 i 2008 ujemne, odpowiednio -209,0 i -365,3 mln euro, zaś w 2009 i 2010 r. dodatnie, odpowiednio 282,6 i 162,5 mln euro.

Wynika z tego, że samowystarczalność techniczna (w tys. ton) ziarna i ekonomiczna (w euro) kształtują się odmiennie.

Tabela 4  
Table 4

Import i eksport ziarna zbóż oraz ich przetworów (w tys. ton i mln euro)  
Imports and exports of grain and related products (in '000 tons and mm euro)

Wyszczególnienie Specification	Import – Imports				Eksport – Exports			
	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010
w tys. ton – in '000 tons								
<b>Ziarno zbóż – grain</b>	2401,9	2496,6	1221,9	1295,1	754,0	622,6	3138,2	2071,2
w tym: pszenica – wheat	1176,2	1154,9	597,3	693,0	335,7	375,4	2007,8	1019,7
żyto – rye	166,9	54,8	5,8	6,7	58,8	81,6	589,4	400,8
jęczmień – barley	306,2	286,6	147,2	140,8	143,5	26,9	69,5	187,7
owies – oat	3,5	7,3	4,2	4,4	44,8	14,8	22,0	48,1
kukurydza – corn	610,4	837,7	356,2	294,0	145,0	87,0	225,1	168,6
ryż – rice	96,1	103,3	90,6	119,9	7,2	9,9	12,7	14,0
<b>Produkty pierwotnego przetwórstwa</b>								
<b>Products of first processing</b>	478,5	512,8	467,5	531,0	60,9	124,8	197,0	218,3
w tym: mąki – including flour	46,2	40,1	35,6	51,8	15,0	35,2	98,4	88,0
pszenna – wheat	39,2	34,8	30,9	47,0	10,5	29,2	91,7	77,2
kasze i płatki – groats	84,0	60,6	65,6	73,8	15,1	17,3	22,6	22,0
ślód – malt	242,6	252,2	214,3	219,9	15,1	28,1	44,2	46,7
otręby – bran	105,7	159,9	135,0	185,5	14,4	44,2	31,8	61,6
<b>Produkty przetworzone</b>								
<b>Processed products</b>	110,7	133,9	136,7	138,4	150,6	174,7	194,7	225,9
w tym: ciasto makaronowe including: pasta	51,9	67,8	66,2	61,0	8,1	10,5	23,6	27,4
produkty spieczniałe i prażone roasted products	11,9	13,6	16,8	19,3	48,2	64,6	70,9	84,3
pieczywo <sup>a</sup> – bakery	46,9	52,4	53,7	58,1,0	94,3	99,6	100,2	114,2
<b>Razem (tys. ton)</b> Total '000 tons	2991,1	3143,3	1826,1	1964,4	965,4	922,1	3529,8	2515,4
<b>Razem w mln euro</b> Total mln euro	686,5	905,8	506,5	581,3	477,5	540,5	789,1	743,8

<sup>a</sup>Bez cukierniczego – Without sweet bakery

Źródło – Source: Handel zagraniczny produktami rolno-spożywczymi – Foreign trade of agricultural products, IERiGŻ-PIB, ARR, MRiRW, 2009 nr 30, 14–15, 16; 2010 nr 32, 13–15; 2011 nr 34, 15–17

### e) Interwencja państwa na rynku zbóż

Rynek zbóż w Polsce – podobnie jak w innych krajach UE – jest regulowany. Działania regulacyjne prowadzi Agencja Rynku Rolnego, która:

- dokonyje interwencyjnego skupu zbóż, ich przechowywania oraz sprzedaży,
- dokonyje subsydiowania eksportu,
- prowadzi pomoc żywnościową dla najuboższej ludności,
- administruje obrotem w handlu zagranicznym.

Najważniejsza rola ARR polega na interwencyjnym skupie zbóż, którego celem jest zakup nadwyżek występujących na rynku. Interwencyjny zakup zbóż na rynku w Polsce obejmuje pszenicę, jęczmień i kukurydzę i odbywa się w okresie od 1 listopada do 31 maja, z możliwością realizacji dostaw do 31 lipca danego roku. Minimalna ilość danego rodzaju zboża, jaka może być przedmiotem zakupu interwencyjnego, to 80 ton.

Na każdy rok gospodarczy wprowadzane są limity interwencyjnego zakupu zbóż po sztywnej cenie (101,31 euro/t) niezależnie od gatunku zakupywanego zboża. Cena interwencyjna podlega:

- a) podwyższeniu o kwotę określoną dla miesiąca, w którym nastąpi pierwsza dostawa ziarna do magazynu,
- b) podwyższeniu lub obniżeniu w zależności od faktycznej jakości ziarna dostarczonego przez sprzedającego.

Unijny system interwencji na rynku zbóż obejmuje również ich przechowywanie. Aby móc świadczyć taką usługę na rzecz ARR właściciel magazynu(ów) musi:

- a) posiadać świadectwo autoryzacji magazynu(ów),
- b) zarejestrować się w Centralnym Rejestrze Przedsiębiorców w ARR i złożyć oferty na świadczenie usług przechowalniczych.

Zboża zakupione podczas interwencji przeznaczone są na rynek wewnętrzny Polski lub na eksport. Przy eksporcie na rynki pozaunijne stosowane są subsydia eksportowe, a co roku ustalane są limity eksportu rozdysponowywane w drodze przetargu.

W przypadku niskiego stanu zapasów poszczególnych gatunków zbóż istnieje możliwość wprowadzenia zerowych stawek celnych przy ich imporcie.

W UE w obrotach z krajami trzecimi wymagane są pozwolenia eksportowe i importowe na ziarno zbóż i ich przetworów. W Polsce dokument taki wydawany jest przez ARR.

Ponadto Komisja Europejska corocznie przeznaczona na pomoc żywnościową określoną ilość ziarna z zapasów interwencyjnych. W drodze przetargu dokonuje się wyboru przedsiębiorców, którzy są zobowiązani dostarczyć mąkę i makaron do instytucji wspierających najuboższą ludność.

W celu podniesienia na wyższy poziom gospodarki zbożowej ARR, na podstawie wniosków złożonych przez rolników, dofinansowuje zakupy elitarnego lub kwalifikowanego materiału siewnego wykorzystywanego w uprawach następujących gatunków roślin: pszenicy zwyczajnej, żyta (popularnego, syntetycznego, mieszańcowego), jęczmienia, pszenżyta, owsa, mieszanek zbożowych. A ponadto łubinu (żółtego, wąskolistnego, białego), grochu siewnego, bobiku, wyki siewnej i ziemniaków.

## WNIOSKI

Zboża zajmują ważną pozycję w gospodarce naszego kraju: wysoki udział w strukturze zasiewów, w produkcji globalnej rolnictwa oraz w produkcji roślinnej. Ze względu na wartości odżywcze oraz stosunkowo małą wrażliwość na transport i przechowywanie są wykorzystywane do różnych celów, a nade wszystko spełniają ważną rolę w kształtowaniu bezpieczeństwa żywnościowego.

Gospodarka zbożowa Polski wykazuje: wadliwą strukturę uprawianych gatunków zbóż, chociaż systematycznie zmienianą, duże wahania w plonach, co powoduje również wysokie wahania zbiorów, czemu towarzyszy względnie ustabilizowane zużycie wewnętrzne.

Wbrew powszechnemu mniemaniu bilans zbóż w małym stopniu zależy od zużycia ich na cele spożywcze, a głównie od zużycia paszowego. Z tego powodu przesunięcia

w strukturze produkcji na rzecz zbóż paszowych (kukurydza, mieszanki zbożowe) należy uznać za pożądaną kierunek zmian.

Pomimo że na cele spożywcze przeznaczają się ok. 22% zbiorów zbóż, występują trudności w pozyskaniu dobrej jakości ziarna na ten cel, co jest główną przyczyną ich importu na cele spożywcze. Ten fakt podkreśla potrzebę pilnego uregulowania gospodarki zbożowej i rozszerzenia specjalizacji gospodarstw w produkcji poszczególnych rodzajów zbóż podczas wieloletniej współpracy z przetwórcami.

Należy stwierdzić, że rynek zbożowy w Polsce jest źle zorganizowany, w konsekwencji nasz kraj zamiast być eksporterem netto zbóż jest ich importerem. Ponadto występują duże wahania w cenach zbóż, co przenosi się na wytwarzane z nich produkty: spożywcze i paszowe.

W tej sytuacji słuszny wydaje się postulat, aby firmy skupujące i/lub przetwarzające ziarno podjęły strategiczną współpracę z rolnikami: informując o potrzebach rynku, prognozach produkcji na rynkach światowych, gwarancjach kupna po z góry ustalonej cenie minimalnej. Należy również poszerzyć współpracę z producentami materiału reprodukcyjnego. Wszystko to powinno prowadzić do uregulowania rynku zbóż z korzyścią dla producentów i przetwórców, a w konsekwencji również konsumentów.

## PIŚMIENNICTWO

- Handel zagraniczny produktami rolno-spożywczymi 2009. IERiGŻ-PIB, ARR, MRiRW, nr 30: 14–15, 16.
- Handel zagraniczny produktami rolno-spożywczymi 2010. IERiGŻ-PIB, ARR, MRiRW, nr 32: 13–15.
- Handel zagraniczny produktami rolno-spożywczymi 2011. IERiGŻ-PIB, ARR, MRiRW, nr 34: 11, 15–17.
- Kapusta F., 1976. Zmiany struktury agrarnej i kierunków produkcji rolniczej w Legnicko-Głogowskim Okręgu Miedziowym, PWN, Warszawa: 11–12.
- Kapusta F., 2011. Zboża w rolnictwie i gospodarce Polski. Wieś Jutra, 3–4: 5.
- Kapusta F., 2012. Przemysł paszowy wspomaga produkcję mleka. Przegląd Mleczarski, 2: 23.
- Kapusta F., 2008. Agrobiznes, Difin. Warszawa: 26.
- Kopeć B., 1983. Metodyka badań ekonomicznych w gospodarstwach rolnych (Wybrane zagadnienia). Wydawnictwo AR, Wrocław: 158–160.
- Rocznik statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2011. GUS, Warszawa: 459–460, 468.
- Rocznik statystyczny rolnictwa i obszarów wiejskich 2005. GUS, Warszawa: 385–386.
- Rocznik statystyczny rolnictwa 2009. GUS, Warszawa: 299–300.
- Rocznik statystyczny rolnictwa 2010. GUS, Warszawa: 297–298.
- Rynek Zbóż 2009 nr 37, IERiGŻ, ARR, MRiRW: 24.
- Rynek Zbóż 2010 nr 39, MRiRW, ARR, IERiGŻ: 20.
- Rynek Zbóż 2009 nr 36, MRiRW, ARR, IERiGŻ: 19.
- Rynek Zbóż 2011 nr 41, MRiRW, ARR, IERiGŻ: 1, 17, 22.
- Rynek Zbóż 2012 nr 42, MRiRW, ARR, IERiGŻ: 19.
- Stachak S., 1997. Wstęp do metodologii nauk ekonomicznych, Książka i Wiedza, Warszawa: 132–133.
- Uprawy rolne i wybrane elementy metod produkcji roślinnej 2011. GUS, Warszawa, 38.

---

## GRAIN SELF-SUFFICIENCY OF POLAND IN THE FIRST DECADE OF THE 21ST CENTURY

### **S u m m a r y**

This study characterizes changes in the production and consumption of cereals in Poland in the first decade of the twenty-first century, and also assesses the degree of self-sufficiency as measured with the aid of technical and economic indicators. The analysis revealed that there has been wide variation in the production of grains and a relatively stable pattern of consumption. Because of the importance of grains to the nutritional and dietary needs of the populace, more intensive measures are needed to improve the production and distribution of grains. Cooperation should be developed between grain processors and manufacturers so that production more accurately corresponds to existing needs.

KEY WORDS: production, grain, balance, self-sufficiency, cooperation



Jolanta Kucińska, Teresa Lewicka, Stanisław J. Pietr

**USING *CRY*-GENE UNIVERSAL PRIMERS FOR DETECTING ENTOMOPATHOGENIC STRAINS OF *BACILLUS THURINGIENSIS* IN POTATO FIELD CROPS**

**MOŻLIWOŚĆ WYKORZYSTANIA UNIWERSALNYCH PRIMERÓW DLA GENÓW *CRY* DO WYKRYWANIA ENTOMOPATOGENICZNYCH SZCZEPÓW *BACILLUS THURINGIENSIS* W GLEBIE Z UPRAWĄ ZIEMNIAKA**

*Department of Agricultural Microbiology, Wrocław University of Environmental and Life Sciences*

*Zakład Mikrobiologii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu*

Molecular techniques are becoming an increasingly important tool in biodiversity research. The extraction of nucleic acid from the natural environment enables the comprehensive and simultaneous detection of different taxonomic groups of microorganisms without time-consuming growth media.

We analyzed the possibility of using *cry* gene universal primers in the PCR amplification of DNA isolated from soil to detect two important entomopathogenic strains of *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* and *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis*. Soil samples were taken from plots that had been cultivated with potatoes for 32 years as a monoculture and from plots with a 5-year rotation system at the Experimental Station of the Warsaw University of Life Science at Skierniewice. We tested three pairs of universal primers for *cry1*, *cry2* and *cry3* genes. These primers encode proteins that are toxic to lepidopteran and coleopteran crop pest insects. The results of our experiments showed that primers for *cry1* and *cry3* genes could be used for the rapid detection of two entomopathogenic *Bacillus thuringiensis* strains based on DNA isolated from the soil.

**KEY WORDS:** *Bacillus thuringiensis*, detection of *cry* genes in soil DNA, PCR amplification

---

This research was supported by a grant from the Polish Ministry of Science and Higher Education (N N310 303 139).

---

For citation – Do cytowania: Kucińska J., Lewicka T., Pietr S.J., 2012. Using *cry*-gene universal primers for detecting entomopathogenic strains of *Bacillus thuringiensis* in potato field crops. UP Wroc., Rol. CII, 588, 119–126.

## INTRODUCTION

Soil is a dynamic biological system, and it is difficult to determine the composition of microbial communities in this complex environment. The detection of various groups of soil-dwelling microbes with the traditional method of culturing soil samples on selective media for phenotypic identification is time-consuming. Moreover, it is limited to cultivable microorganisms (Amann et al. 1995, Štursa et al. 2009), for which it is necessary to prepare a number of media to accommodate a variety of nutritional requirements and other needs (pH, redox potential, or osmotic pressure, etc.). Molecular techniques are becoming an increasingly important tool for biodiversity research. The extraction of nucleic acid from the natural environment enables the comprehensive detection of different species, genera, families or even higher taxonomic groups (Nannipieri et al. 2003).

The aim of our study was to conduct a comprehensive examination of the microbial biodiversity of soil. We examined the possibility of using *cry* gene universal primers for detecting entomopathogenic soil strains of *Bacillus thuringiensis* in DNA templates extracted from potato production plots.

*Bacillus thuringiensis* (Bt) is a Gram-positive, spore-forming bacterium with insecticidal properties (Höfte, Whiteley 1989). Natural Bt strains occur in soil, on leaf surfaces, in insect guts, stored products, the excreta of vegetarian animals, etc. About 30–100% of phyllosphere spore formers were found to be *B. thuringiensis* (Martin, Travers 1989). An analysis of thousands of isolates originating from various soil samples from different regions of the world demonstrated that Bt could be isolated in various environments, including deserts, beaches and tundra habitats (Martin, Travers 1989, Attathom et al. 1995). The *B. thuringiensis* species accounts for about 5–8% of the *Bacillus spp.* population in the environment (Hastowo et al. 1992).

Protein Bt is the subject of interest for many researchers due to the production of insecticidal crystalline inclusions during the sporulation phase. The parasporal crystals composed of protein molecules are known as insecticidal crystal proteins (ICP),  $\delta$ -endotoxins or crystal proteins (*Cry* proteins). They are toxic to the larvae of different insects, making various strains of Bt natural biological pesticides (Bravo et al. 2007).

In fact, according to the list of toxins on ([http://www.lifesci.sussex.ac.uk/home/Neil\\_Crickmore/Bt/](http://www.lifesci.sussex.ac.uk/home/Neil_Crickmore/Bt/)), there are over 70 groups of *Cry* proteins (described as *Cry* – *Cry*72) with more than 220 members (Crickmore et al. 1998, Schnepf et al. 1998). This classification is based on the similarity of the sequence of amino acids and insecticidal specificity of  $\delta$ -endotoxins. In terms of crop protection, the most important proteins belong mainly to: *Cry*1, *Cry*2, *Cry*9 (lepidopteran-active), *Cry*3, *Cry*7 and *Cry*8 (coleopteran-active) subclass (Nariman 2007).

Among the plant protection products authorized in Poland by the Minister of Agriculture and Rural Development, there are three formulations based on *Bt* strains that are the leaders in commercial microbial insecticides. The coleopteran-active product contains the spore and crystals of *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis* HB176 – *Cry*3 protein producer. The other two are composed of the spore-crystal mixture of lepidopteran-active and *Cry*1 toxin producer – *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* HD-1.

The aim of our research was the rapid detection of Bt strains with insecticidal activity against important agricultural lepidopteran and coleopteran pests of potatoes, cabbages and peas such as: the Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata*), the Small Whi-



te (*Pieris rapae*), the Large White (*Pieris brassicae*), the Cabbage Moth (*Mamestra brassicae*), the Diamond-back Moth (*Plutella xylostella*) or the Pea Moth (*Cydia nigricana*). The coleopteran- and lepidopteran-active Bt subspecies are primarily found in soil and phylloplane (leaf surfaces). Universal primers for each group of *Cry* toxins have been described in scientific literature. Using primers greatly facilitates the detection of Bt in its natural environment without the need for lengthy tests and culturing on media. Our tests involved the use of three pairs of universal primers for *cry1*, *cry2* and *cry3* genes that encode toxins that are active against insect pests in crops.

## MATERIALS AND METHODS

### Soil samples

Soil samples from potato production plots at the Experimental Station of Warsaw University of Life Science – SGGW (Skierniewice, Poland) were used to isolate DNA. There were two types of plots: potato monoculture and potato cultivation with crop rotation.

### DNA isolation

All DNA was extracted from 250 mg samples of lyophilized soil using The PowerSoil® Isolation Kit (MO BIO Laboratories, USA). The resulting 100 µl of DNA suspension was frozen (-20°C) for further analysis.

### Reference strains of Bt

Two reference strains: *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* HD-1 and *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis* HB176 were reisolated from commercial preparations (Dipel®WG and Novodor™SC, Valent BioScience, U.S.A) and cultivated on a LB solid medium. For each strain, a sample of a single colony was resuspended in 100 µl of double distilled water in PCR tubes (Mahadi et al. 1998). The cells were killed at 98°C for 15 min in Mastercycler®gradient (Eppendorf). After centrifugation (12 000 rpm, 5 min) the supernatant was frozen (-20°C) for use as the direct source of a DNA template in PCR analysis.

### Oligonucleotide primers

To detect the presence of lepidopteran- and coleopteran-active Bt strains in the DNA extracted from soil, PCR analysis was carried out using *cry1*, *cry2* and *cry3* general primers (Kati et al. 2007, Nariman 2007):

*cry1* F\* 5'-CAT GAT TCA TGC GGC AGA TAA AC-3'

R 5'-TTG TGA CAC TTC TGC TTC CCA TT-3'

*cry2* F 5' CAAAAGAATGGATGAGAGTG-3'

R 5' CTTTATTTGCACAGGCACG-3'

*cry3* F 5'-CGT TAT CGC AGA GAG ATG ACA TTA AC-3'

R 5'-CAT CTG TTG TTT CTG GAG GCA AT-3'

\* F and R refer to forward and reverse primers, respectively

The expected sizes of PCR products were: 277, 443 and 590 bp, respectively.

## PCR amplification

The PCR reaction mixture (total volume of 20  $\mu$ l) contained: 4  $\mu$ l of 5xHOT FIREPol® Blend Master Mix (Solis BioDyne), 1  $\mu$ l of primer mixture (in a 0.1  $\mu$ M/L concentration), and 5  $\mu$ l of template DNA. The control reaction mixtures: negative (without a DNA template) and positive (with a DNA template of reference strains of Bt) were prepared simultaneously. DNA amplification was done in a Mastercycler®gradient (Eppendorf) for 30 reaction cycles each: denaturation (60 s, 94°C), annealing (50 s, 54°C), extension (90 s, 72°C) and an extra step of extension at 72°C for 10 min according to Mahadi et al. (1998). PCR amplification products were analyzed by 1.5% agarose gel electrophoresis containing 0.5  $\mu$ g/ml ethidium bromide (Sigmon, Larcom 1996). After electrophoresis the gel was visualized under a UV transilluminator (biostep) and fragment sizes were estimated based on a DNA ladder of 50 to 3000 bp (Sigma).

## RESULTS AND DISCUSSION

Having a simplified identification method is very important for being able to effectively analyze microbial communities in different environments. Using PCR to detect *B. thuringiensis*  $\delta$ -endotoxin genes has proven to be a very useful method for identifying bacterial strains and it offers many advantages in terms of rapidity and reproducibility (Porcar, Juárez-Pérez 2003). On the other hand, there is no data in the literature on *Bacillus thuringiensis* biodiversity research in different environments. The *Cry* gene identification strategy with PCR and the use of a primer pair that specifically recognizes a single *cry* gene is an essential step in the preliminary screening for entomopathogenic Bt in soil.

We used the PCR analysis of soil DNA to make a quick but accurate examination of the *cry* genes in soil. The universal primers for three groups of genes: *cry1*, *cry2* and *cry3* encoding lepidopteran- and coleopteran-active toxins were used. Fragments of these genes with expected sizes of ~277, ~443 and ~590 bp that correspond respectively to *cry1*, *cry2* and *cry3* gene were amplified with a soil DNA template.

Preliminary PCR amplification showed (Fig. 1) that the *cry2* gene encoding a group of toxins that are possibly active against *Lepidoptera* or *Coleoptera*, was not detected in either of our two reference strains, *B. thuringiensis* var. *kurstaki* or *B. thuringiensis* var. *tenebrionis*, so it was excluded from further analysis. The product of amplification of 277 bp (corresponding to *cry1* gene) was visible only in *B. thuringiensis* var. *kurstaki*, and the length of 590 bp (corresponding to *cry3* gene) was seen only in *B. thuringiensis* var. *tenebrionis*.

On the basis of the preliminary tests described above, we used only two pairs of primers (for *cry1* and *cry3* gene) in the next step of PCR analysis with DNA isolated from soil samples from potato production plots. The results of our experiments showed that the *cry1* gene encoding lepidopteran-active toxin, was present in the samples from both potato production plots examined (Fig. 2). The *cry3* gene encoding the coleopteran-active toxin and present in reference strain *B. thuringiensis* var. *tenebrionis* was not detected (Fig. 3) in any plots.

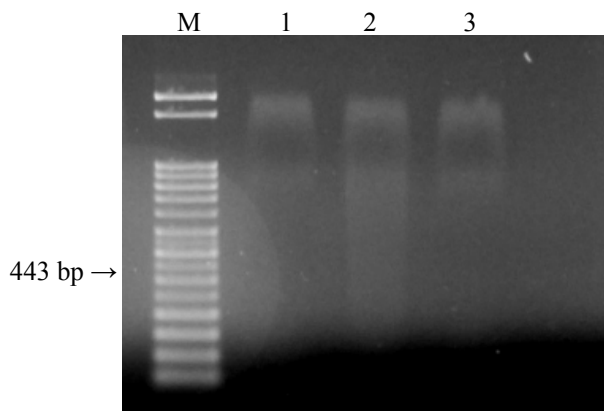


Fig. 1. Agarose gel electrophoretic analysis of PCR products obtained by using *cry2* general primers; M – marker (50-bp DNA ladder), 1 – negative control (without DNA), 2 – *B. thuringiensis* subsp. *kurstaki*, 3 – *B. thuringiensis* subsp. *tenebrionis*

Ryc. 1. Produkty amplifikacji DNA z uniwersalnymi primerami *cry2*; M – wzorzec masowy (50-bp DNA), 1 – próba odczynnikowa, 2 – *B. thuringiensis* subsp. *kurstaki*, 3 – *B. thuringiensis* subsp. *tenebrionis*

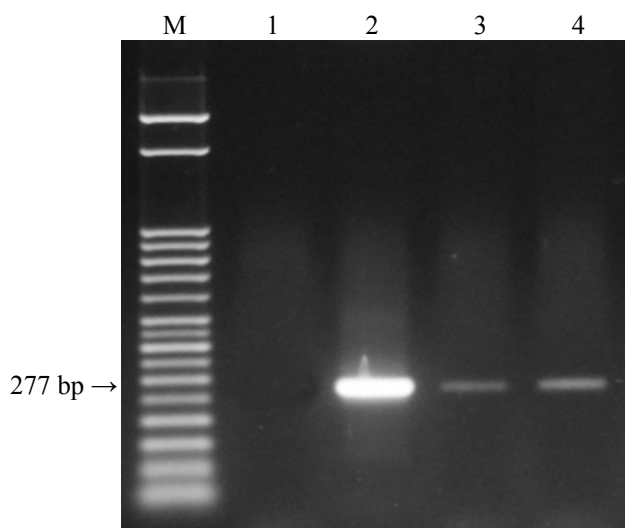


Fig. 2. Agarose gel electrophoretic analysis of PCR products obtained by using *cry1* general primers; M – marker (50-bp DNA ladder), 1 – negative control (without DNA), 2 – *B. thuringiensis* var. *kurstaki*, 3 – soil DNA sample from plots with potato monoculture, 4 – soil DNA sample from plots of potato cultivation with crop rotation

Ryc. 2. Produkty amplifikacji DNA z uniwersalnymi primerami *cry1*; M – wzorzec masowy (50-bp DNA), 1 – próba odczynnikowa, 2 – *B. thuringiensis* var. *kurstaki*, 3 – DNA z poletka z monokulturą ziemniaka; 4 – DNA z poletka z uprawą ziemniaka w zmianowaniu

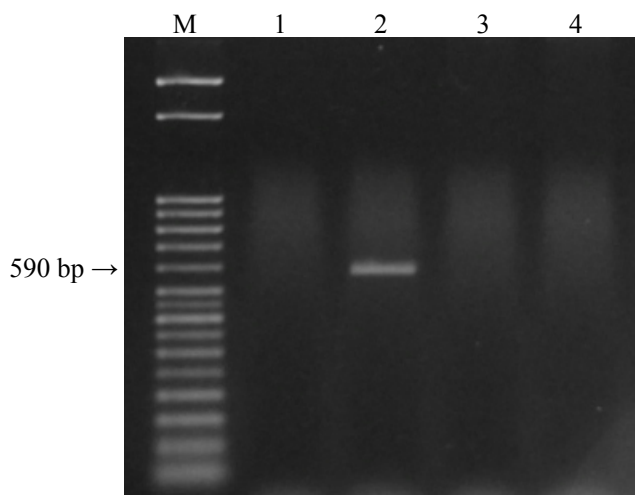


Fig. 3. Agarose gel electrophoretic analysis of PCR products obtained by using *cry3* general primers; M – marker (50-bp DNA ladder), 1 – negative control (without DNA), 2 – *B. thuringiensis* var. *tenebrionis*, 3 – soil DNA sample from plots with potato monoculture, 4 – soil DNA sample from plots of potato cultivation with crop rotation

Ryc. 3. Produkty amplifikacji DNA z uniwersalnymi primerami *cry3*; M – wzorzec masowy (50-bp DNA), 1 – próba odczynnikowa, 2 – *B. thuringiensis* var. *tenebrionis*, 3 – DNA z poletka z monokulturą ziemniaka, 4 – DNA z poletka z uprawą ziemniaka w zmianowaniu

This analysis was an essential step for our further research on the Bt biodiversity in potato production plots. Researchers from different parts of the world have mostly concentrated on detecting *cry* genes in DNA extracted from single isolates of Bt (Kati et al. 2007, Xavier et al. 2007, Świącicka et al. 2008, El-kersh et al. 2012). There is little data about the relative prevalence of the *cry* gene in particular environments.

## CONCLUSIONS

Our experiments show that PCR screening with universal primers for *cry1* and *cry3* genes can be used as a rapid and sensitive tool for the preliminary detection of two important entomopathogenic Bt strains in DNA isolated from soil. Lepidopteran-active *B. thuringiensis* var. *kurstaki* and coleopteran-active *B. thuringiensis* var. *tenebrionis* can be quickly detected by *cry1* and *cry2* universal primers, respectively.

## REFERENCES

- Amann R.I., Ludwig W., Schleifer K.H., 1995. Phylogenetic identification and *in situ* detection of individual microbial cells without cultivation. *Microbiol Rev.*, 59: 143–169.
- Attathom T., Chongrattanameteekul W., Chanpaisang J., Siriyan R., 1995. Morphological diversity and toxicity of delta-endotoxin produced by various strains of *Bacillus thuringiensis*. *Bull. Entomol. Res.*, 85: 167–173.
- Bravo A., Gill S.S., Soberón M., 2007. Mode of action of *Bacillus thuringiensis* Cry and Cyt toxins and their potential for insect control. *Toxicon.*, 49: 423–35.
- Crickmore N., Zeigler D.R., Feitelson J., Schnepf E., van Rie J., 1998. Revision of the nomenclature for the *Bacillus thuringiensis* pesticidal crystal proteins. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.*, 62: 807–813.
- El-kersh T.A., Al-sheikh Y.A., Al-akeel R. A., Alsayed A.A., 2012. Isolation and characterization of native *Bacillus thuringiensis* isolates from Saudi Arabia. *Afr. J. Biotechnol.*, 11: 1924–1938.
- Hastowo S., Lay B.W., Ohba M., 1992. Naturally occurring *Bacillus thuringiensis* in Indonesia. *J. Appl. Bact.*, 73: 108–113.
- Höfte H., Whiteley H.R., 1989. Insecticidal crystal proteins of *Bacillus thuringiensis*. *Microbiol. Rev.*, 53, 242–255.
- Kati H., Sezen K., Demirbağ Z., 2007. Characterization of a Highly Pathogenic *Bacillus thuringiensis* Strains Isolated from Common Cockchafer, *Melolontha melolontha*. *Folia Microbiol.*, 52: 146–152.
- Mahadi N.M., Hastowo S., Lay B., Dean D.H., 1998. Application of Multiplex PCR for Rapid Determination of cry1 Gene Profiles of New *Bacillus thuringiensis* Isolates. *J. Microbiol. Biotechnol.*, 8: 517–522.
- Martin P.A.W., Travers R.S., 1989. Worldwide abundance and distribution of *Bacillus thuringiensis* isolates. *Appl. Environ. Microbiol.*, 55: 2437–2442.
- Nannipieri P., Ascher J., Ceccherini M.T., Landi L., Pietramellara G., Renella G., 2003. Microbial diversity and soil functions. *Eur. J. Soil. Sci.*, 54: 655–670.
- Nariman A.H.A., 2007. PCR Detection of *cry* Genes in Local *Bacillus thuringiensis* Isolates. *Aust. J. Basic & Appl. Sci.*, 1: 461–466.
- Porcar M., Juárez-Pérez V., 2003. PCR-based identification of *Bacillus thuringiensis* pesticidal crystal genes. *FEMS Microbiol. Rev.*, 26: 419–432.
- Xavier R., Nagarathinam P., Gopalakrishnan M.V., Jayaraman K., 2007. Isolation of Lepidopteran Active Native *Bacillus thuringiensis* Strains Through PCR Panning. *AsPac J. Mol. Biol. Biotechnol.*, 15.
- Schnepf, E., Crickmore N., van Rie. J., Lereclus D., Baum J., Feitelson J., Zeigler D.R., Dean D.H., 1998. *Bacillus thuringiensis* and its pesticidal crystal proteins. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.*, 62: 775–806.
- Sigmon J., Larcom L.L., 1996. The effect of ethidium bromide on mobility of DNA fragments in agarose gel electrophoresis. *Electrophoresis*, 17, 1524–1527.
- Święcicka I., Bideshi D.K., Federici B.A., 2008. Novel Isolate of *Bacillus thuringiensis* subsp. *thuringiensis* That Produces a Quasicuboidal Crystal of Cry1Ab21 Toxic to Larvae of *Trichoplusia ni*. *Appl. Environ. Microbiol.*, 74: 923–930.
- Štursa P., Uhlík O., Kurzawová V., Koubek J., Ionescu M., Strohalm M., Lovecká P., Macek T., Macková M., 2009. Approaches for diversity analysis of cultivable and non-cultivable bacteria in real soil. *Plant Soil Environ.*, 55: 389–396.

**UNIWERSALNE PRIMERY GENÓW *CRY* DO WYKRYWANIA  
ENTOMOPATOGENICZNYCH SZCZEPÓW *BACILLUS THURINGIENSIS*  
W GLEBIE Z UPRAWĄ ZIEMNIAKA**

**Streszczenie**

W badaniach bioróżnorodności coraz większe znaczenie mają techniki oparte na osiągnięciach biologii molekularnej. Izolacja kwasów nukleinowych z naturalnego środowiska umożliwia kompleksową i równoczesną identyfikację mikroorganizmów z różnych grup taksonomicznych, bez konieczności ich hodowania na pożywkach mikrobiologicznych. Istotnym etapem w identyfikacji genotypowej drobnoustrojów jest amplifikacja DNA za pomocą techniki PCR.

Celem niniejszej pracy była ocena przydatności primerów uniwersalnych dla genów *cry* do wykrycia entomopatogennych bakterii *Bacillus thuringiensis* w DNA wyizolowanym z próbek gleby pochodzących z poletek doświadczalnych z uprawą ziemniaka. W ochronie roślin uprawnych wiodące znaczenie pełnią motylobójcze szczepy *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* oraz chrząszczobójcze *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis*. Próbki gleby wykorzystane w analizie pochodziły z dwóch rodzajów poletek doświadczalnych (monokultura ziemniaka i uprawa ziemniaka ze zmianowaniem). Początkowo analizie poddano 3 pary primerów uniwersalnych dla genów: *cry1*, *cry2* i *cry3* kodujących toksyczne białka Cry o aktywności skierowanej przeciwko owadom z rzędu *Lepidoptera* i *Coleoptera*. Wyniki naszych badań pokazują, że spośród testowanych primerów primery dla genów *cry1* i *cry3* mogą służyć do szybkiego wykrywania *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* oraz *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis* w DNA wyizolowanym z gleby.

**SŁOWA KLUCZOWE:** *Bacillus thuringiensis*, wykrywanie genów *cry* w glebie, reakcja łańcuchowa polimerazy (PCR)

**Michał Paluch, Danuta Parylak**

**WPLYW ZABIEGÓW REGENERACYJNYCH  
NA ZACHWASZCZENIE PSZENŻYTA OZIMEGO  
UPRAWIANEGO W MONOKULTURZE**

**THE INFLUENCE OF REGENERATIVE TREATMENTS  
ON WEED INFESTATION OF WINTER TRITICALE  
CONTINUOUS CROP**

*Katedra Kształtowania Agroekosystemów i Terenów Zieleni, Uniwersytet Przyrodniczy  
we Wrocławiu*

*Department of Agroecosystems and Green Areas Management, Wrocław University  
of Environmental and Life Sciences*

Duże zainteresowanie rolników produkcją zbóż spowodowało, że ta grupa roślin stanowi obecnie około 75% w strukturze zasiewów. Tak duży udział roślin zbożowych wymusza ich uprawę po sobie. Następstwo takie powoduje wiele niekorzystnych skutków, których konsekwencją jest obniżka plonu rośliny uprawnej. Jedną z metod przeciwdziałania tym zmianom jest uprawa międzyplonu lub stosowanie preparatów chroniących rośliny przed chorobami oraz poprawiających właściwości gleby. Celem badań była ocena wpływu uprawy międzyplonu ścierniskowego z gorczycy białej oraz zastosowania w agrotechnice preparatów o charakterze proekologicznym (EM-Farming, UGmax) na zachwaszczenie pszenżyta ozimego uprawianego po sobie. Oceny zachwaszczenia dokonano w dwóch powtórzeniach na poletku w dwóch fazach rozwojowych pszenżyta: jesienią w początku krzewienia oraz w pełni kwitnienia. Uprawa pszenżyta ozimego w monokulturze zwiększyła istotnie zachwaszczenie łąnu. Wprowadzenie do agrotechniki oprysku efektywnymi mikroorganizmami wpłynęło na zmniejszenie zachwaszczenia w fazie krzewienia pszenżyta.

**SŁOWA KLUCZOWE:** pszenżyto ozime, monokultura, międzyplon ścierniskowy, efektywne mikroorganizmy

---

Praca wykonana w ramach projektu badawczego nr N N310 3091 39 finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

---

Do cytowania – For citation: Paluch M., Parylak D., 2012. Wpływ zabiegów regeneracyjnych na zachwaszczenie pszenżyta ozimego uprawianego w monokulturze. Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol. CII, 588:127–136.

## WSTĘP

Wzrost cen zbóż oraz dobrze poznana technologia ich uprawy sprawiły, że obecnie stanowią one około 75% w strukturze zasiewów. Wysoki udział zbóż w strukturze zasiewów zmusza rolników do ich uprawy w zmianowaniach niepoprawnych przyrodniczo, czego skrajnym wariantem jest monokultura. Dobór gatunków do uprawy na dominujących w Polsce glebach lżejszych jest bardzo ograniczony. Przez wiele lat dominującym zbożem na tych glebach było żyto. Jednak zmiany preferencji konsumentów, będące głównym powodem spadku cen ziarna, spowodowały ponowny wzrost zainteresowania uprawą pszenżyta ozimego. Zboże to słabiej reaguje na niewłaściwe następstwo roślin niż pszenica ozima, jednak jego uprawa w monokulturze może również powodować wyższe porażenie przez choroby oraz wzrost zachwaszczenia. Jednym ze sposobów ograniczania negatywnych skutków monokultury jest uprawa międzyplonu ścierniskowego, szczególnie z gorczycy białej. W ostatnich latach na rynku można spotkać również produkty, które poprzez aktywizację mikrobiologiczną lub doglebową mają, zdaniem producentów, zapewnić lepszy wzrost i rozwój roślin, a w konsekwencji zwiększyć ich plonowanie (Boliłłowa, Gleń 2008, Stępień, Adamiak 2009). Zdaniem Marambe i wsp. (1994) oraz Marambe i Sangakkara (1995) zastosowanie efektywnych mikroorganizmów może również zmniejszyć zachwaszczenie, głównie w wyniku redukcji zapasu nasion chwastów w glebie.

Hipoteza robocza zakładała zatem, że w wyniku stosowania zabiegów agrotechnicznych stymulujących rozwój życia biologicznego w glebie możliwe jest zmniejszenie zachwaszczenia łąn poprzez rozkład nasion chwastów oraz pośrednio poprzez poprawę kondycji rośliny uprawnej. Celem badań była ocena wpływu uprawy międzyplonu ścierniskowego z gorczycy białej oraz stosowania preparatów o charakterze regenerującym stanowisko (EM-Farming, UGmax) na zachwaszczenie pszenżyta ozimego uprawianego w monokulturze.

## MATERIAŁY I METODY

Podstawą badań były dwa doświadczenia polowe. Powierzchnia poletek doświadczalnych wynosiła 80 m<sup>2</sup>. Eksperymenty prowadzono w latach 2008–2010 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Swojec, należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Aby określić skutki monokulturowej uprawy, w doświadczeniu jednoczynnikowym uprawiano pszenżyto ozime odmiany Grenado bezpośrednio po sobie oraz w płodozmianie: ziemniak<sup>+</sup> – owies – pszenżyto ozime. Z kolei w doświadczeniu dwuczynnikowym, w którym uprawiano pszenżyto wyłącznie w monokulturze, czynnikiem I rzędu stanowiła obecność lub brak preparatu EM-Farming (z udziałem efektywnych mikroorganizmów). Preparat stosowano w trzech terminach i w różnych dawkach: po zbiorze (w 2008 r. 80 l/ha, a w 2009 r. 60 l/ha), po ruszeniu wegetacji – 40 l/ha oraz przed kłoszeniem w ilości 20 l/ha. Czynnikiem II rzędu to różne warianty zwiększania aktywności gleby. W tym celu uprawiano międzyplon ścierniskowy oraz opryskiwano ściernisko użyźniaczem glebowym UGmax (w 2008 r. – 0,6 l/ha na ściernisko i 0,6 l/ha przed siewem pszenżyta, w 2009 r. – 0,9 l/ha tylko na ściernisko). W skład preparatu UGmax wchodzi drożdże, bakterie



kwasu mlekowego, bakterie fotosyntetyczne oraz *Azotobacter*, *Pseudomonas* i promieniowce, potas (3500 mg/l), azot (1200 mg/l), siarka (1000 mg/l), fosfor (500 mg/l), sód (200 mg/l), magnez (100 mg/l), cynk (20 mg/l), mangan (0,3 mg/l) (Trawczyński 2007). Międzyplonem była gorczyca biała odmiany Rotha wysiewana w ilości 20 kg/ha, której biomasa została przyorana. W celu ochrony pszenżyta ozimego przed chwastami zastosowano jesienią w fazie krzewienia środek Alister Grande 190 OD w dawce 1 l/ha, a wiosną po ruszeniu wegetacji Chwastox Trio 540 SL w dawce 2,5 l/ha. Oceny zachwaszczenia dokonano w dwóch powtórzeniach na poletku w dwóch fazach rozwoju pszenżyta ozimego: jesienią w początku krzewienia przed opryskiem herbicydem (metodą ilościowo-jakościową) na powierzchni 0,2 m<sup>2</sup> oraz w pełni kwitnienia (metodą ilościowo-wagową) na powierzchni 0,5 m<sup>2</sup>.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Liczba chwastów w łanie pszenżyta uprawianego po sobie była ponad 30-krotnie większa niż w płodozmianie (tab. 1). Tylko w monokulturze obserwowano także wyraźną dominację trzech gatunków chwastów. Do chwastów najczęściej występujących należały: *Apera spica-venti*, *Geranium pusillum* i *Veronica hederifolia* (tab. 1, 2), a ich udział w zbiorowisku chwastów wahał się od 12,8 do 28,7%. Liczba roślin każdego z dominujących gatunków, a także pozostałych chwastów była istotnie większa w łanie pszenżyta uprawianego po sobie w porównaniu z wysiewanym w płodozmianie ziemniak<sup>+</sup> – owies – pszenżyto ozime.

Tabela 1  
Table 1

Dominujące gatunki chwastów w łanie pszenżyta ozimego w zależności od następstwa roślin (szt./m<sup>2</sup>)

Dominant weed species in winter triticale depending of on crop sequence (pcs/m<sup>2</sup>)

Następstwo roślin Crop sequence	<i>A. spica-venti</i>		<i>G. pusillum</i>		<i>V. hederifolia</i>		Pozostałe – Others	
	(szt./m <sup>2</sup> ) (pcs/m <sup>2</sup> )	(%)	(szt./m <sup>2</sup> ) (pcs/m <sup>2</sup> )	(%)	(szt./m <sup>2</sup> ) (pcs/m <sup>2</sup> )	(%)	(szt./m <sup>2</sup> ) (pcs/m <sup>2</sup> )	(%)
Płodozmian Crop rotation	1,3	8,3	0	0	1,9	12,1	12,5	79,6
Monokultura Continuous crop	64,7	12,8	128,4	25,4	145,3	28,7	167,2	33,1
NIR (0,05) LSD (0.05)	45,0	r.n.	40,8	5,0	40,9	14,4	47,0	22,2

W monokulturze stopień zachwaszczenia bodziszkiem drobnym oraz przetacznikiem bluszczowym w sposób istotny zależał od każdego ze sposobów zwiększenia aktywności gleby, natomiast liczba miotły zbożowej zależała jedynie od zastosowanej aktywizacji doglebowej (tab. 2).

Tabela 2  
Table 2Dominujące gatunki chwastów w monokulturze pszenżyta ozimego (szt./m<sup>2</sup>)  
Dominant weeds species in winter triticale continuous crop (pcs/m<sup>2</sup>)

Aktywizacja mikrobiologiczna Microbiological conditioner	Aktywizacja doglebowa Soil conditioner	<i>A. spica-venti</i>		<i>G. pusillum</i>		<i>V. hederifolia</i>		Pozostałe Others	
		(szt./m <sup>2</sup> ) (pcs/m <sup>2</sup> )	(%)	(szt./m <sup>2</sup> ) (pcs/m <sup>2</sup> )	(%)	(szt./m <sup>2</sup> ) (pcs/m <sup>2</sup> )	(%)	(szt./m <sup>2</sup> ) (pcs/m <sup>2</sup> )	(%)
Brak None	brak – without	64,7	12,8	128,4	25,4	145,3	28,7	167,2	33,1
	międzyplon stubble crop	101,9	19,2	114,4	21,5	92,5	17,4	222,8	41,9
	międzyplon + UGmax stubble crop + UGmax	135,9	32,9	78,1	18,9	63,4	15,4	135,3	32,8
	średnio – mean	100,8	20,9	107,0	22,1	100,4	20,8	175,1	36,2
EM*	brak – without	29,7	15,5	10,3	5,4	36,3	19	115,0	60,1
	międzyplon stubble crop	108,4	22,2	91,9	18,9	80,0	16,4	206,9	42,5
	międzyplon + UGmax stubble crop + UGmax	132,5	32,5	50,0	12,3	70,9	17,4	154,4	37,9
	średnio mean	90,2	24,9	50,7	14	62,4	17,2	158,8	43,9
Średnio Mean	brak – without	47,2	13,5	69,4	19,9	90,8	26,1	141,1	40,5
	międzyplon stubble crop	105,2	20,6	103,2	20,3	86,3	16,9	214,9	42,2
	międzyplon + UGmax stubble crop + UGmax	134,2	32,7	64,1	15,6	67,2	16,4	144,9	35,3
NIR(0,05) dla aktywizacji mikrobiologicznej		r.n.	r.n.	45,0	4,6	16,7	r.n.	r.n.	r.n.
LSD (0.05) for microbiological conditioner									
NIR (0,05) dla aktywizacji doglebowej		27,5	5,9	28,0	r.n.	19,8	7,0	49,5	8,1
LSD (0.05) for soil conditioner									
NIR (0,05) dla interakcji		r.n.	r.n.	55,2	r.n.	28,3	r.n.	r.n.	11,4
LSD (0.05) for interaction									

\*EM – efektywne mikroorganizmy – effectives microorganisms  
r.n. – różnica nieistotna statystycznie – not significant difference

Zastosowanie oprysków preparatem EM zmniejszyło istotnie liczebność bodziszka drobnego oraz przetacznika bluszczowego. Wprowadzenie do agrotechniki międzyplonu z gorczyicy białej nasiliło występowania miotły zbożowej i bodziszka drobnego. Z kolei oprysk ścierniska preparatem UGmax oraz przyoranie międzyplonu spowodowało istotnie zmniejszenie obsady przetacznika bluszczowego. Najmniejszą liczbę chwastów dominujących stwierdzono po wprowadzeniu do agrotechniki jedynie oprysku efektywnymi mikroorganizmami.

Następstwo roślin wpłynęło istotnie na liczbę chwastów w łanie pszenżyta ozimego w zarówno w fazie krzewienia, jak i kwitnienia pszenżyta ozimego, natomiast nie odnotowano znaczących różnic w redukcji zachwaszczenia w okresie wegetacji wiosennej pszenżyta pod wpływem przedplonu (tab. 3).

Tabela 3

Tabel 3

Zmiany liczebności chwastów w okresie wegetacji pszenżyta pod wpływem następstwa roślin  
Changes of weed number in vegetation season depending on crop sequence

Następstwo roślin Crop sequence	Faza rozwoju (szt./m <sup>2</sup> ) Growth stage of (pcs/m <sup>2</sup> )		Redukcja zachwaszczenia (krzewienie = 100%) Reduction of weed infestation (tillering = 100%)
	BBCH 10	BBCH 65	
Płodozmian Crop rotation	15,6	0,6	96,2
Monokultura Continuous crop	505,6	20,0	96,0
NIR (0,05) – LSD (0.05)	87,2	10,3	r.n.

r.n. – różnica nieistotna statystycznie – not significant difference

W porównaniu z uprawą w 3-polowym płodozmianie uprawa pszenżyta ozimego w monokulturze spowodowała istotne, ponad 30-krotne zwiększenie zachwaszczenia łanu zarówno w fazie krzewienia, jak i w fazie kwitnienia. Natomiast Adamiak i wsp. (2011) obserwowali tylko 2,5-krotny wzrost zachwaszczenia w monokulturze pszenżyta ozimego w porównaniu z oznaczonym w 6-polowym płodozmianie. Również Szymankiewicz i wsp. (2003) stwierdzili wzrost zachwaszczenia łanu pszenżyta ozimego uprawianego po sobie ponad dwa razy w stosunku do rosnącego w płodozmianie ziemniak–łędźwian siewny–pszenżyto ozime–soczewica jadalna. Woźniak (1994) z kolei obserwował większą liczbę chwastów w pszenżycie ozimym uprawianym po grochu siewnym i ziemniaku niż w pszenżycie uprawianym po sobie.

W monokulturze pszenżyta ozimego zarówno aktywizacja mikrobiologiczna, jak i doglebowa wpływały istotnie na liczbę chwastów tylko w fazie krzewienia zboża (tab. 4).

Zachwaszczenie pszenżyta uprawianego po sobie było przed jesiennym opryskiem herbicydem kilkadziesiąt razy większe niż w terminie kwitnienia. Wprowadzenie do agrotechniki preparatu EM-Farming wpłynęło istotnie na zmniejszenie zachwaszczenia łanu pszenżyta ozimego jesienią o 25% w stosunku do uprawy pozbawionej aktywizacji mikrobiologicznej. Faltyn i Kordas (2009) po przeprowadzeniu oprysku efektywnymi mikroorganizmami nie odnotowali istotnych zmian zachwaszczenia w fazie krzewienia pszenicy jarej, ale uzyskali z kolei zmniejszenie zachwaszczenia w fazie kwitnienia w stosunku do uprawy bez oprysku. Marambe i wsp. (1994) donoszą o zmniejszeniu liczby chwastów w wyniku zastosowania efektywnych mikroorganizmów w drugim i trzecim roku doświadczenia. Badania przedstawione w obecnej pracy wskazują, że wcześniejsze przyoranie międzyplonu z gorczycy białej wpłynęło na wzrost liczby chwastów w fazie krzewienia o 46% w stosunku do uprawy bez tego elementu zmianowania. Jednak połączenie oprysku ścierniska preparatem UGmax z uprawą międzyplonu istotnie zmniejszyło (o 19%) zachwaszczenie w stosunku do poletek, na których jedynie przyorano gorczycę białą. Jesienią najmniejsze

zachwaszczenie łąnu w monokulturze pszenżyta ozimego odnotowano po zastosowaniu efektywnych mikroorganizmów, a największe po wprowadzeniu do gleby gorczycy białej. W fazie kwitnienia pszenżyta ozimego zachwaszczenie łąnu po zastosowaniu każdej z formy aktywizacji doglebowej obserwowano niepotwierdzone statystycznie ograniczenie liczby chwastów. Stwierdzono natomiast istotne różnice w redukcji zachwaszczenia od krzewienia do kwitnienia pszenżyta ozimego w wyniku zastosowania aktywizacji doglebowej. Przyoranie międzyplonu z gorczycy białej wpłynęło na wyższy poziom redukcji liczby chwastów w stosunku do agrotechniki bez tego elementu zmianowania. Gawęda (2010) dowodzi wzrostu zachwaszczenia owsa w wyniku przyorywania międzyplonu z gorczycy białej, natomiast Płaza i Ceglarek (2007) uzyskali istotne zmniejszenie liczby chwastów w łąnie pszenżyta ozimego po wprowadzeniu międzyplonu do agrotechniki. Także badania Waclawowicza i Zimnego (2010) potwierdzają większe ograniczenie liczby chwastów w wyniku uprawy międzyplonu z gorczycy białej.

Tabela 4

Table 4

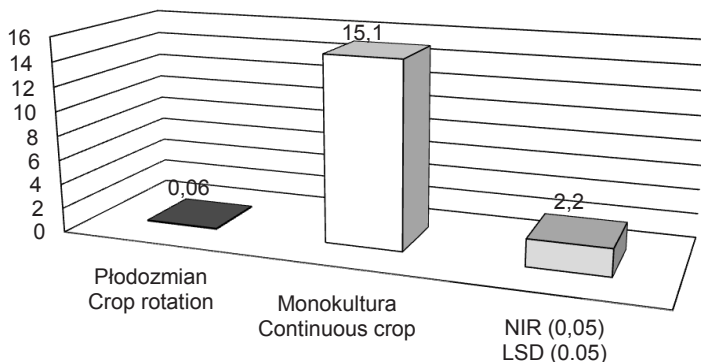
Redukcja zachwaszczenia w monokulturze pszenżyta ozimego w okresie wegetacji (szt./m<sup>2</sup>)  
Reduction of weed infestation in continuous crop of winter triticale at two growth stages (pcs/m<sup>2</sup>)

Aktywizacja mikrobiologiczna Microbiological conditioner	Aktywizacja doglebowa Soil conditioner	Faza rozwoju (szt./m <sup>2</sup> ) Growth stage of (pcs/m <sup>2</sup> )		Redukcja zachwaszczenia (krzewienie = 100%) Reduction of weed infestation (tillering = 100%) (%)
		BBCH 10	BBCH 65	
Brak none	brak – none	505,6	20,0	96,0
	międzyplon stubble crop	531,6	18,1	96,6
	międzyplon + UGmax stubble crop + UGmax	412,8	17,6	95,7
	średnio – mean	483,3	18,6	96,2
EM*	brak – none	191,3	22,8	88,1
	międzyplon stubble crop	487,2	19,5	96,0
	międzyplon + UGmax stubble crop + UGmax	407,8	20,0	95,1
	średnio – mean	362,1	20,8	94,3
Średnio Mean	brak – none	348,4	21,4	93,9
	międzyplon stubble crop	509,4	18,8	96,3
	międzyplon + UGmax stubble crop + UGmax	410,3	18,8	95,4
NIR (0,05) dla aktywizacji mikrobiologicznej LSD (0.05) for microbiological conditioner		65,1	r.n.	r.n.
NIR (0,05) dla aktywizacji doglebowej LSD (0.05) for soil conditioner		77,8	r.n.	2,2
NIR (0,05) dla interakcji LSD (0.05) for interaction		110,0	r.n.	3,9

\*EM – efektywne mikroorganizmy – effectives microorganisms

r.n. – różnica nieistotna statystycznie – not significant difference

Masa chwastów oznaczona w łanie pszenżyta ozimego uprawianego po sobie była istotnie, aż o 250 razy wyższa od odnotowanej w pszenżycie uprawianym w trójpólówce (rys. 1.)



Rys. 1. Wpływ następstwa roślin na suchą masę chwastów (g/m<sup>2</sup>)

Fig. 1. Influence of crop sequence on weed dry weight

O wyraźnym wzroście zachwaszczenia pszenżyta ozimego uprawianego w monokulturze w porównaniu z uprawianym w plodozmianie donoszą również Szymankiewicz i wsp. (2003). Podobnie Wesolowski i wsp. (2003) odnotowali ponad dwukrotny wzrost zachwaszczenia pszenicy ozimej uprawianej po sobie niż w plodozmianie.

W powtarzanej uprawie pszenżyta zastosowanie oprysków z udziałem efektywnych mikroorganizmów wpłynęło istotnie na prawie 2-krotne zmniejszenie suchej masy chwastów oznaczonej w fazie kwitnienia (tab. 5).

Tabela 5

Table 5

Wpływ zabiegów proekologicznych w monokulturze pszenżyta na suchą masę chwastów (g/m<sup>2</sup>)  
The influence of proecological treatments in triticale continuous crop on dry weight of weeds

Aktywizacja doglebowa Soil conditioner	Aktywizacja mikrobiologiczna Microbiological conditioner		
	brak none	EM*	średnio mean
Brak – None	15,1	3,6	9,3
Międzyplon – Stubble crop	7,8	6,7	7,2
Międzyplon + UGmax Stubble Crop + UGmax	11,3	7,4	9,3
Średnio – Mean	11,4	5,9	
NIR (0,05) dla aktywizacji mikrobiol LSD (0,05) for microbiological conditioner			1,9
NIR (0,05) dla aktywizacji doglebowej LSD (0,05) for soil conditioner			r.n.
NIR (0,05) dla interakcji LSD (0,05) for interaction			3,4

\*EM – efektywne mikroorganizmy – effectives microorganisms

r.n. – różnica nieistotna statystycznie – not significant difference

Nieistotne statystycznie zmniejszenie masy chwastów zauważyć można również po przyoraniu międzyplonu z gorczycy białej. Największą masę chwastów obserwowano po zastosowaniu tradycyjnej agrotechniki, natomiast najmniejszą po wprowadzeniu do uprawy jedynie oprysków preparatem EM-Farming. Marambe i wsp. (1994) po zastosowaniu środka EM odnotowali istotny wzrost masy chwastów w pierwszym roku doświadczenia, a znaczne zmniejszenie w trzecim roku eksperymentu. Kwiatkowski (2004) stwierdził istotne zmniejszenie masy chwastów w wyniku przyorania międzyplonu z gorczycy białej o 74%.

## WNIOSKI

1. Zachwaszczenie pszenżyta ozimego uprawianego po sobie zarówno w fazie krzewienia, jak i kwitnienia, było istotnie większe niż w płodozmianie: ziemniak+ – owies – pszenżyto ozime.

2. W monokulturze stopień zachwaszczenia łanu pszenżyta zależał od zastosowanych zabiegów proekologicznych tylko w fazie krzewienia. W tym okresie opryski z użyciem efektywnych mikroorganizmów przyczyniły się do wyraźnego zmniejszenia zachwaszczenia łanu o 25%, a coroczne przyorywanie międzyplonu ścierniskowego z gorczycy białej wpłynęło na wzrost liczby chwastów o 46%.

3. W monokulturze najmniejszą liczbę chwastów w fazie krzewienia oraz ich suchą masę w fazie kwitnienia pszenżyta ozimego odnotowano po wprowadzeniu do agrotechniki jedynie oprysku z udziałem efektywnych mikroorganizmów.

## PIŚMIENNICTWO

- Adamiak E., Adamiak J., Przybylski R., 2011. Znaczenie płodozmiaru w regulacji zachwaszczenia zbóż ozimych. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 51 (2): 817–821.
- Boligłowa E., Gleń K., 2008. Assessment of effective microorganism activity (EM) in winter wheat protection against fungal diseases. *Ecol. Chem. Engineer.* 15 (1–2): 23–27.
- Faltyn U., Kordas L., 2009. Wpływ uprawy roli i czynników regenerujących stanowisko na zachwaszczenie pszenicy jarej. *Fragm. Agron.* 26 (1): 1924.
- Gawęda D., 2010. Zachwaszczenie owsa uprawianego w monokulturze w zależności od międzyplonów ścierniskowych. *Annales UMCS, Sec. EE* 64 (4): 12–19.
- Kwiatkowski C., 2004. Wpływ międzyplonu na plonowanie i zachwaszczenie jęczmienia jarego uprawianego w monokulturze. *Annales UMCS, Sec. E* 59 (2): 809–815.
- Marambe B., Sangakkara U.R., Galahitiyawa N., 1994. Impact of effective microorganisms on weed dynamics a case study. *Proceed. 3th Conf. on effective microorganisms*, Kyusei Nature Farming Center, Saraburi, Thailand, 16–19 November 1994: 9–16.
- Marambe, B. Sangakkara U.R., 1995. Effect of EM on weed population, weed growth and tomato production in Kyusei Nature Farming [in:] J.F. Parr and S.B. Hornick (ed.) *Proceedings of Fourth International Conference on Kyusei Nature Farming*. Paris, France: 211–216.

- Płaza A., Ceglarek F., 2009. Działanie następcze międzyplonów i słomy jęczmienia jarego na plonowanie i efekty ekonomiczne uprawy pszenżyta ozimego Zesz. Nauk. PTIE i PTG Oddz. Rzeszów. 11: 223–230.
- Stępień A., Adamiak E., 2009. Efektywne mikroorganizmy (EM-1) i ich wpływ na występowanie chorób zbóż. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 49 (4): 202–2030.
- Szymankiewicz K., Jankowska D., Deryło S., 2003. Wpływ płodozmianu i monokultury oraz sposobu uprawy roli na bioróżnorodność flory zachwaszczającej pszenżyto ozime. Acta Agrophys. 1 (4): 767–772.
- Wacławowicz R., Zimny L., 2010. Zachwaszczenie jęczmienia ozimego w zależności od systemów nawożenia. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 50 (2): 969–973.
- Wesołowski M., Jędruszczak M., Cierpiała R., 2003. Organizacja zbiorowiska chwastów w zależności od systemu uprawy dwóch odmian pszenicy ozimej. Acta Agrophys. 1 (4): 787–793
- Woźniak A., 1994. Wpływ przedplonu i sposobu pielęgnowania na zachwaszczenie pszenżyta ozimego. Fragm. Agron., 4, 55–60.
- Trawczyński C., 2007. Wykorzystanie użyźniacza glebowego w uprawie ziemniaka. Ziemiak Polski, 3: 26–29.

## THE INFLUENCE OF REGENERATIVE TREATMENTS ON WEED INFESTATION OF WINTER TRITICALE CONTINUOUS CROP

### Summary

The great interest of farmers in cereal production caused a considerable increase in the proportion of cereals in agricultural crops. Presently, cereals are estimated to account for nearly 75% of Polish crops. As a result, cereals are often grown using the continuous cropping system. The subsequent cultivation of cereals has led to reduced yields. To avoid detrimental side effects protective measures are employed such as catch crops, disease control, or improvement of soil properties.

The aim of the study was to assess the effect of stubble crop (white mustard) cultivation and the application of organic preparations (EM-Farming, UGmax) to combat weed infestation in winter triticale grown in the monoculture system. The assessment of weed infestation was conducted in two replications per plot at two developmental stages of the plants: in the autumn at the beginning of tilling and during the anthesis of triticale. The winter triticale monoculture experienced a significant increase in weed infestation. Spraying with effective microorganisms decreased the weed infestation at the time of tilling the winter triticale.

KEY WORDS: winter triticale, continuous crop, catch crop, weed infestation, effective microorganisms





**Michał Paluch<sup>1</sup>, Danuta Parylak<sup>1</sup>, Rafał Ogórek<sup>2</sup>, Ewa Tendziagolska<sup>1</sup>**

**OGRANICZANIE PORAŻENIA RDZĄ BRUNATNĄ  
(*PUCCINIA RECONDITA*) PSZENŻYTA OZIMEGO  
UPRAWIANEGO W MONOKULTURZE**

**THE POSSIBILITY OF THE LIMITATION OF BROWN RUST  
(*PUCCINIA RECONDITA*) OCCURRENCE INFECTION  
ON WINTER TRITICALE GROWN AS CONTINUOUS  
CROP BY APPLICATION OF SOIL CONDITIONERS  
AND EFFECTIVE MICROORGANISMS**

<sup>1</sup> *Katedra Kształtowania Agroekosystemów i Terenów Zieleni, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu*

*Department of Agroecosystems and Green Areas Management, Wrocław University of Environmental and Life Sciences*

<sup>2</sup> *Katedra Ochrony Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu*

*Department of Plant Protection, Wrocław University of Environmental and Life Sciences*

Zgodnie z dyrektywą 2009/128/EC wszystkie państwa Unii Europejskiej będą zobligowane do wprowadzenia zintegrowanej ochrony roślin od 2004 r. Dlatego też jest potrzeba poszukiwania nowych możliwości wprowadzenia do agrotechniki zabiegów o charakterze proekologicznym. W ostatnich latach na krajowym rynku pojawiło się wiele środków poprawiających właściwości gleby, m.in. preparaty mikrobiologiczne i użyźniacze glebowe.

Celem podjętych badań była ocena występowania rdzy brunatnej liści pszenżyta ozimego uprawianego w monokulturze z zastosowaniem różnych zabiegów poprawiających kondycję roślin.

W doświadczeniu jednoczynnikowym uprawiano pszenżyto ozime w monokulturze i w płodozmianie 3-polowym. W dwuczynnikowym doświadczeniu polowym w celu poprawy właściwości

Praca wykonana w ramach projektu badawczego nr N N310 3091 39 finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

---

Do cytowania – For citation: Paluch M., Parylak D., Ogórek R., Tendziagolska E., 2012. Ograniczanie porażenia rdzą brunatną (*Puccinia Recondita*) pszenżyta ozimego uprawianego w monokulturze. Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol. CII, 588: 137–144.

stanowiska stosowano międzyplon ścierniskowy na przyoranie oraz dwa środki poprawiające właściwości gleby: UGmax i Eko-Użyźniacz. Jednocześnie przeprowadzono opryskiwanie pszenżyta preparatem z zawartością tzw. efektywnych mikroorganizmów. Oceny porażenia liści przez *Puccinia recondita* dokonano w fazie dojrzałości mleczno-woskowej na 30 roślinach na poletku. Wykazano istotny wpływ czynników doświadczenia na stopień zainfekowania roślin. Występowanie rdzy brunatnej na pszenżycie uprawianym po sobie było wyraźnie większe niż w płodozmianie. Zarówno uprawa międzyplonu, jak i opryskiwanie gleby preparatami UGmax i Eko-Użyźniacz wpłynęły istotnie na zmniejszenie stopnia występowania choroby. Wprowadzenie do agrotechniki efektywnych mikroorganizmów nie poprawiło zdrowotności pszenżyta.

SŁOWA KLUCZOWE: pszenżyto ozime, monokultura, międzyplon ścierniskowy, efektywne mikroorganizmy, *Puccinia recondita*

## WSTĘP

Wysoki udział zbóż w strukturze zasiewów zmusza rolników do uprawy tej grupy roślin po sobie. Następstwo takie zazwyczaj skutkuje zwiększonym ryzykiem wystąpienia chorób i szkodników (Paluch, Parylak 2011). Należy zatem włączać do agrotechniki takie zabiegi proekologiczne, które pozwolą ograniczyć niekorzystne skutki uprawy roślin w monokulturze. Jest to szczególnie istotne w perspektywie wprowadzenia w 2014 r. obowiązku stosowania integrowanej ochrony roślin. Uprawa pszenżyta na glebach lżejszych, gdzie dobór roślin jest utrudniony, może szczególnie skłaniać do krótkotrwałej monokultury. Gatunek ten ma wysoki potencjał plonotwórczy, dzięki czemu stał się drugim zbożem pod względem powierzchni uprawianym w Polsce. Do metod najczęściej stosowanych przez rolników z zamiarem ograniczenia negatywnych skutków powtarzania uprawy można zaliczyć uprawę międzyplonu (Wojtala, Parylak 2009) oraz wprowadzanie do agrotechniki opryskiwań preparatami, które zdaniem producentów mogą łagodzić niekorzystny efekt uprawy roślin w monokulturze.

Celem podjętych badań była ocena występowania rdzy brunatnej na liściach pszenżyta ozimego uprawianego w monokulturze z zastosowaniem różnych zabiegów proekologicznych.

## MATERIAŁ I METODY

Dwa doświadczenia polowe przeprowadzono w latach 2008–2010 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Swojec należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Powierzchnia poletek wynosiła 80 m<sup>2</sup>. W doświadczeniu jednoczynnikowym uprawiano pszenżyto ozime odmiany Grenado w monokulturze i w płodozmianie: ziemniak<sup>+</sup> – owies – pszenżyto ozime z zastosowaniem konwencjonalnej agrotechniki. Z kolei w doświadczeniu dwuczynnikowym oceniano skuteczność zabiegów o charakterze regeneracyjnym w monokulturze pszenżyta. W trzech terminach (po zbiorze przedplonu, po ruszeniu wegetacji oraz przed kłoszeniem) do aktywizacji mikrobiologicznej zastosowano preparat EM-Far-

ming zawierający efektywne mikroorganizmy, natomiast dla poprawy właściwości gleby uprawiano gorczycę białą jako międzyplon ścierniskowy na przyoranie oraz opryskiwano ściernisko preparatami: UGmax i Eko-Użyźniacz. Ilość wysiewu wynosiła 180 kg/ha. Nasiona zaprawiano preparatem Raxil Gel 206 GF (tebukonazol 6 g/l, tiuram 200 g/l) w dawce 500 ml/100 kg ziarna. Nawozy fosforowe i potasowe zastosowano w dawce 17 kg P/ha i 50 kg K/ha w formie superfosfatu potrójnego 46% i soli potasowej 60% przed wykonaniem orki siewnej. Nawożenie azotowe w dawce 120 kg N/ha stosowano w formie saletry wapniowej 32% w trzech terminach: przed siewem pszenżyta ozimego (30 kg N/ha), wiosną w fazie krzewienia (60 kg N/ha) i w fazie strzelania w źdźbło (30 kg N/ha). W celu ochrony pszenżyta ozimego przed chwastami zastosowano jesienią w okresie krzewienia herbicyd Alister Grande 190 OD (diflufenikan, mezosulfuron metylowy, jodosulfuron metylosodowy) w dawce 1 l/ha, a wiosną po ruszeniu wegetacji Chwastox Trio 540 SL (mekoprop, MCPA, dikamba) w dawce 2,5 l/ha. Ocenę porażenia przeprowadzono z użyciem 9-stopniowej skali, gdzie 1 oznaczało liście nieporażone, a 9 całkowicie porażone. Ocenie poddano liść flagowy, a badanie wykonano w fazie dojrzałości mleczno-woskowej pszenżyta ozimego na 30 losowo wybranych roślinach z poletka. Wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji przy poziomie istotności 0,05.

Warunki pogodowe w okresie wiosennej wegetacji pszenżyta ozimego określono na podstawie danych uzyskanych ze stacji meteorologicznej Instytutu Kształtowania i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu (tab. 1). Przebieg pogody sprzyjał rozwojowi rdzy brunatnej (*P. recondita*), szczególnie w roku 2010, ze względu na wystąpienie stosunkowo niskich temperatur oraz wysokich opadów, co stwarzało dogodne warunki do infekcji. W roku 2010 z uwagi na wysoką wilgotność powietrza spowodowaną prawie 3-krotnie wyższą sumą opadów w stosunku do wielolecia w maju występowały optymalne warunki do infekcji roślin przez grzyby. Z kolei w roku 2011 korzystniejszym pod względem warunków do rozwoju choroby okazał się czerwiec, w którym spadło 35% opadów więcej niż w latach 1968–2011.

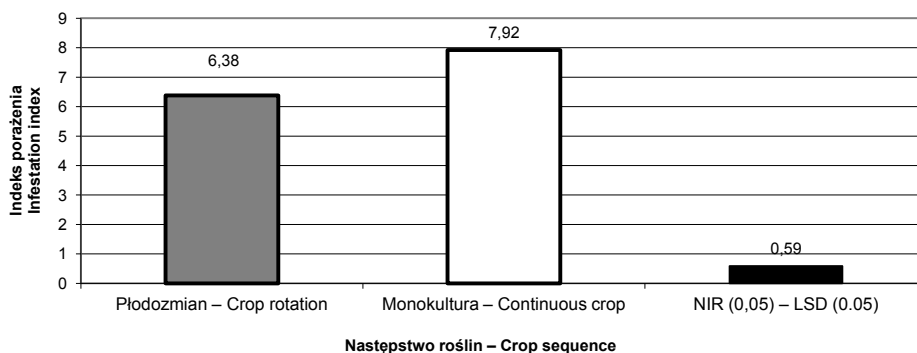
Tabela 1  
Table 1

Przebieg pogody w okresie wegetacji wiosennej pszenżyta ozimego  
Weather condition during spring growing season of winter triticale

Lata – Years	Miesiące – Months			
	III	IV	V	VI
Średnie miesięczne temperatury powietrza (°C) – Monthly mean air temperatures				
2010	4,2	9,3	12,7	17,9
2011	4,3	11,9	14,7	19,1
Średnio 2010–2011	4,3	10,6	13,7	18,5
Średnio 1968–2011	3,4	8,6	13,9	16,9
Miesięczne sumy opadów atmosferycznych (mm) – Monthly rainfall sums				
2010	44,9	45,4	140,7	32,9
2011	45,2	27,0	49,4	95,7
Średnio 2010–2011	45,1	36,2	95,1	64,3
Średnio 1968–2011	32,6	37,3	55,2	71,2

## WYNIKI I OMÓWIENIE

Wykazano istotny wpływ następstwa roślin na występowanie rdzy brunatnej pszenżyta ozimego (rys. 1)



Rys. 1. Porażenie pszenżyta w zależności od następstwa roślin  
Fig. 1. Infestation of winter triticale dependence of crop sequence

Na pszenżycie uprawianym w monokulturze stwierdzono o 24,1% większe występowanie rdzy brunatnej niż na pszenżycie rosnącym w plodozmianie trójpolowym, podczas gdy Lemańczyk i Jaskulski (2008) nie stwierdzili istotnego wpływu następstwa roślin na występowanie tej choroby.

W monokulturze wykazano także istotny wpływ sposobów aktywizacji życia biologicznego w glebie, jak i interakcji czynników doświadczenia na stopień występowania rdzy brunatnej pszenżyta ozimego (tab. 2).

Zastosowane każdej formy aktywizacji gleby spowodowało istotne ograniczenie występowania na pszenżycie ozimym rdzy brunatnej. W stosunku do uprawy konwencjonalnej w największym stopniu występowanie choroby zostało ograniczone w warunkach aplikacji preparatu UGmax (o 6,9%). Zbliżony rezultat – zmniejszenie porażenia o 6,6% uzyskano włączając do agrotechniki Eko-Użyźniacz. Przerwanie monokultury pszenżyta uprawą międzyplonu na przyoranie przyczyniło się do istotnej redukcji objawów choroby o 4,2%, natomiast uprawa międzyplonu oraz opryskiwanie ścierniska preparatem UGmax ograniczyły porażenie pszenżyta przez *P. recondita* o 4,4%. Opryskiwanie środkiem EM-Farming nie wpłynęło na ograniczenie występowania rdzy brunatnej. Najniższe występowanie tej choroby na pszenżycie odnotowano po łącznym zastosowaniu preparatu z udziałem efektywnych mikroorganizmów oraz Eko-Użyźniacza. Z kolei najmocniej zainfekowane były rośliny w warunkach standardowej agrotechniki niezależnie czy stosowano preparat EM-Farming, czy nie stosowano. Również Stępień i Adamiak (2009) nie odnotowali istotnego wpływu efektywnych mikroorganizmów na ograniczenie porażenia pszenicy jarej i ozimej przez *P. recondita*. Inaczej twierdzą Boligłowa i Gleń (2008), które wykazały ograniczenie porażenia pszenicy ozimej przez patogena powodującego rdzę brunatną w wyniku stosowania preparatu efektywnych mikroorganizmów.

Zaniechanie uprawy pszenżyta ozimego w plodozmianie na rzecz monokultury zmniejszyło istotnie jego plonowanie o 24,5% (rys. 2).

Tabela 2

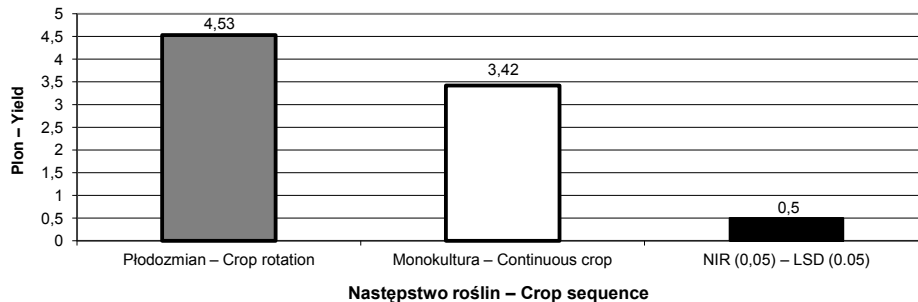
Table 2

Wpływ zabiegów regeneracyjnych na indeks występowania rdzy brunatnej na pszenżycie w monokulturze  
The influence of regenerative practices on occurrence index of brown rust on winter triticale continuous crop

Sposoby poprawy właściwości gleby Methods to improve the properties of the soil	Aktywizacja mikrobiologiczna Microbiological conditioner		
	brak – without	EM*	średnio – mean
Brak – Without	7,92	7,94	7,93
Eko-Użyźniacz – Eco soil conditioner	7,75	7,07	7,41
Międzyplon – Stubble crop	7,32	7,86	7,60
Międzyplon + UGmax Stubble Crop + UGmax	7,60	7,57	7,58
UGmax	7,59	7,16	7,38
Średnio – Mean	7,64	7,52	
NIR <sub>0,05</sub> dla aktywizacji mikrobiologicznej LSD <sub>0,05</sub> for microbiological conditioner			r.n.
NIR <sub>0,05</sub> dla sposobu poprawy właściwości gleby LSD <sub>0,05</sub> for method to improve the properties of the soil			0,33
NIR <sub>0,05</sub> dla interakcji LSD <sub>0,05</sub> for interaction			0,54

\*EM – efektywne mikroorganizmy – effective microorganisms

r.n. – różnica nieistotna statystycznie – not significant difference



Rys. 2. Wpływ następstwa roślin na plonowanie pszenżyta ozimego (t/ha)

Fig. 2. Influence of crop sequence on winter triticale yield

Zawiślak i Adamiak (1997) także obserwowaly regresję plonów pszenżyta uprawianego w krótkotrwałej monokulturze. Również Ścigalska i wsp. (2011) donoszą o zmniejszeniu plonów pszenżyta uprawianego w monokulturze o 19,4% w stosunku do uprawianego w płodozmianie burak cukrowy<sup>++</sup> – pszenżyto jare – bobik – pszenżyto ozime.

Zarówno aktywizacja mikrobiologiczna, jak i próby poprawy właściwości biologicznych gleby istotnie kształtowały plon pszenżyta ozimego uprawianego po sobie (tab. 3). Wykazano również interakcję czynników doświadczenia w modyfikowaniu poziomu plonowania.

Tabela 3  
Table 3Plon ziarna pszenżyta uprawianego w monokulturze (t/ha)  
The yield of winter triticale grown as a continuous crop

Sposoby poprawy właściwości gleby Methods to improve the properties of the soil	Aktywizacja mikrobiologiczna Microbiological conditioner		
	brak – without	EM*	średnio – mean
Brak – Without	3,42	2,98	3,20
Eko-Użyźniacz – Eco soil conditioner	3,79	2,66	3,23
Międzyplon – Stubble crop	3,90	3,27	3,58
Międzyplon + UGmax Stubble Crop + UGmax	2,98	3,13	2,95
UGmax	2,94	2,57	2,76
Średnio – Mean	3,37	2,92	
NIR <sub>0,05</sub> dla aktywizacji mikrobiologicznej LSD <sub>0,05</sub> for microbiological conditioner			0,29
NIR <sub>0,05</sub> dla sposobu poprawy właściwości gleby LSD <sub>0,05</sub> for method to improve the properties of the soil			0,26
NIR <sub>0,05</sub> dla interakcji LSD <sub>0,05</sub> for interaction			0,37

\*EM – efektywne mikroorganizmy – effective microorganisms

Zastosowanie efektywnych mikroorganizmów w uprawie pszenżyta po sobie spowodowało wyraźne zmniejszenie plonu ziarna aż o 32,0%, podczas gdy Piskier (2006) donosi o nieistotnym zwiększeniu plonu w wyniku zastosowania preparatu EM-Farming. Analizując wpływ regeneracyjnych zabiegów doglebowych, najwyższy plon ziarna stwierdzono po przyoraniu międzyplonu z gorczycy białej. Był on istotnie wyższy o 11,9% od otrzymanego w uprawie standardowej. Uzyskane wyniki potwierdzają rezultaty badań Płazy i Ceglarka (2008), którzy po wprowadzeniu do agrotechniki międzyplonu z gorczycy białej odnotowali wzrost plonu pszenżyta ozimego o 20,0%. Najniższy plon, niezależnie od obecności efektywnych mikroorganizmów, uzyskano po zastosowaniu środka UGmax. Opryskiwanie ścierniska tym preparatem spowodował statystycznie udowodnione zmniejszenie plonu ziarna o 13,8% w porównaniu z pszenżytem, w uprawie którego nie zastosowano aktywizacji doglebowej. Według badań Zarzeckiej i wsp. (2011), prowadzących badania nad ziemniakiem zastosowanie środka UGmax zwiększyło istotnie plon bulw. Zarówno stosowanie preparatu Eko-Użyźniacz, jak i połączenie uprawy międzyplonu z opryskiwaniem aktywizatorem UGmax nie wpłynęło istotnie na plon pszenżyta w stosunku do uzyskanego z roślin uprawianych w tradycyjnej agrotechnice. W warunkach braku opryskiwania efektywnymi mikroorganizmami wprowadzenie do agrotechniki opryskiwania preparatem Eko-Użyźniacz spowodowało istotny wzrost plonowania pszenżyta (o 10,8%). Nie stwierdzono statystycznie potwierdzonej korelacji pomiędzy wysokością plonu a występowaniem rdzy brunatnej na pszenżycie.

## WNIOSKI

1. Zarówno występowanie rdzy brunatnej, jak i plonowanie pszenżyta ozimego zależały od następstwa roślin i zastosowanych zabiegów o charakterze regeneracyjnym.
2. Porażenie pszenżyta ozimego uprawianego w monokulturze przez *P. recondita* było istotnie wyższe o 24,1%, a plon ziarna niższy o 24,5% niż w płodozmianie ziemniak<sup>++</sup> – owies – pszenżyto ozime.
3. W monokulturze wszystkie sposoby poprawy właściwości gleby, szczególnie poprzez zastosowanie preparatu UGmax, istotnie obniżyły występowanie rdzy brunatnej pszenżyta. Nie wykazano natomiast zależności występowania tej choroby od obecności efektywnych mikroorganizmów.
4. Najmniej porażone było pszenżyto ozime po łącznym stosowaniu efektywnych mikroorganizmów oraz preparatu poprawiającego właściwości gleby Eko-Użyźniacz i było ono o 10,7% niższe od stwierdzonego w łanie pszenżyta, w agrotechnice którego nie stosowano zabiegów regeneracyjnych.
5. Wzrostowi plonowania pszenżyta w monokulturze (o 11,9%) najbardziej sprzyjało coroczne przyorywanie międzyplonu z gorczycy białej, natomiast po zastosowaniu efektywnych mikroorganizmów łącznie z preparatem UGmax stwierdzono największą obniżkę plonu ziarna o około 13% w porównaniu z tradycyjną agrotechniką.

## LITERATURA

- Boligłowa E., Gleń K., 2008. Assessment of effective microorganism activity (EM) in winter wheat protection against fungal diseases. *Ecol. Chem. Eng.* 15 (1–2): 23–27.
- Lemańczyk G., Jaskulski D., 2008. Wpływ zbóż jarych i ugoru jako przedplonów oraz zwalczania chwastów na zdrowotność żyta i jęczmienia ozimego. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 48 (4): 1448–1452.
- Paluch M., Parylak D., 2010. Wpływ zabiegów proekologicznych w monokulturze pszenżyta ozimego na ograniczenie porażenia przez choroby podsuszkowe. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 51 (3): 1328–1332.
- Piskier T., 2006. Reakcja pszenicy jarej na stosowanie biostymulatorów i absorbentów glebowych. *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 51 (2): 136–138.
- Płaza A., Ceglarek F., 2008. Produkcyjno-ekonomiczna ocena uprawy pszenżyta ozimego w drugim roku po zastosowaniu międzyplonów i słomy. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 7 (2): 115–124.
- Stępień A., Adamiak E., 2009. Efektywne mikroorganizmy (EM-1) i ich wpływ na występowanie chorób zbóż. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 49 (4): 2027–2030.
- Ścigalska B., Puła J., Łabuz B., 2011. Zawartość pierwiastków śladowych w ziarnie pszenżyta uprawianego w płodozmianie i monokulturach zbożowych. *Fragm. Agron.* 28 (3): 112–119.
- Wojtala L., Parylak D., 2009. Skuteczność zapraw nasiennych, międzyplonu i poziomu nawożenia azotowego w ograniczaniu porażenia pszenicy ozimej przez patogeny podstawy źdźbła. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 49 (2): 769–772.
- Zarzecka K., Guguła M., Milewska A., 2011. Oddziaływanie użyźniacza glebowego UGmax na plonowanie ziemniaka i zdrowotność roślin. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 51 (2): 154–157.
- Zawiślak K., Adamiak E., 1997. Wrażliwość pszenżyta ozimego na krótkotrwały siew po sobie. *Folia Univ. Agric. Stetin, Agricultura* 65 (2): 539–544.

**THE POSSIBILITY OF REDUCING THE INCIDENCE OF BROWN RUST  
(PUCCINIA RECONDITA) INFECTION ON WINTER TRITICALE GROWN  
AS A CONTINUOUS CROP BY APPLYING SOIL CONDITIONERS  
AND EFFECTIVE MICROORGANISMS**

**S u m m a r y**

According to the Directive 2009/128/EC, all member countries of the European Union are obliged to introduce and use integrated plant protection by 2014. Thus, there is a need to search for new opportunities to introduce eco-friendly practices to cultivation technology. In recent years many agents for improving soil properties have appeared on the domestic market such as microbiological preparations and soil conditioners.

The aim of the study was to assess the *Puccinia recondita* infection of winter triticale. Winter triticale was grown as a continuous crop, with the use of several different practices for improving the status of plant health. In one factor experiment triticale was grown in a monoculture or three-course crop rotation. In the two-factor field experiment to improve soil properties a stubble crop for ploughing down and two soil conditioners: UGmax and Eko-Użyźniacz (Eco soil conditioner) were used. At the same time the winter triticale was sprayed with an effective microorganism preparation. The assessment of the incidence of brown rust on the leaves was conducted at the milk-wax maturity stage on 30 plants per one plot. There was a significant impact from the experimental factors on the degree of plant infection. The infection of triticale grown as a monoculture was significantly higher compared to that grown with crop rotation. The use of both a stubble crop and a spray treatment of UGmax and Eko-Użyźniacz significantly decreased the degree of plant infection. The application of effective microorganisms did not improve the health status of triticale.

KEY WORDS: winter triticale, continuous crop, stubble crop, effective microorganisms, *Puccinia recondita*



**Danuta Parylak, Michał Paluch, Leokadia Wojtala-Łozowska**

**ZNACZENIE UPROSZCZONEJ UPRAWY I NASTĘPSTWA  
ROŚLIN W KSZTAŁTOWANIU WŁAŚCIWOŚCI GLEBY**  
**SIGNIFICANCE OF SIMPLIFIED TILLAGE AND CROP  
SEQUENCE IN SHAPING OF SOIL PROPERTIES**

*Katedra Kształtowania Agroekosystemów i Terenów Zieleni, Uniwersytet Przyrodniczy  
we Wrocławiu*

*Department of Agroecosystems and Green Areas Management, Wrocław University  
of Environmental and Life Sciences*

W jednoczynnikowym 3-letnim doświadczeniu polowym (2005–2007) na glebie lekkiej badano wpływ siedmiu sposobów uprawy roli w monokulturze pszenicy ozimej na wybrane właściwości fizyczne, chemiczne i biologiczne gleby. Zastąpienie orki siewnej uprawą agregatem glebowym spowodowało po wcześniejszym kultywatorowaniu zmniejszenie trwałości struktury gleby, natomiast w warunkach rezygnacji z uprawy gleby po zbiorze przedplonu – poprawę wskaźników struktury. Aktywność drobnoustrojów celulolitycznych wykazywała wyraźny związek z badanymi rozwiązaniami agrotechnicznymi. Szczególnie szybki rozkład resztek poźniwnych obserwowano podczas rezygnacji z mechanicznych zabiegów poźniwnych na rzecz oprysku ścierniska herbicydem Roundup oraz zastosowaniu orki siewnej. Zastosowane uproszczenia w uprawie roli nie wpłynęły na zawartość węgla organicznego i azotu w warstwie ornej gleby.

**SŁOWA KLUCZOWE:** pszenica ozima, monokultura, tradycyjna i uproszczona uprawa roli, właściwości fizyczne, chemiczne i biologiczne gleby

### **WSTĘP**

Specjalizacja w rolnictwie objawia się upraszczaniem struktury zasiewów, natomiast względy ekonomiczne przemawiają za redukcją kosztownej uprawy roli. Postępujący wzrost udziału zbóż w strukturze zasiewów, szczególnie pszenicy, wymusza jej uprawę

---

Do cytowania – For citation: Parylak D., Paluch M., Wojtala-Łozowska L., 2012. Znaczenie uproszczonej uprawy i następstwa roślin w kształtowaniu właściwości gleby. Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol. CII, 588: 145–154.

po sobie. Z kolei w uprawie roli najczęściej dąży się do zmniejszenia liczby oraz intensywności zabiegów uprawowych. Należy jednak pamiętać o możliwości pojawienia się negatywnych skutków stosowania różnego rodzaju uproszczeń agrotechnicznych na tym samym polu (Szerszeń i wsp. 1990, Tendziagolska, Parylak 2004). Uproszczenia w uprawie roli mogą powodować zmniejszenie porowatości, wzrost zwięzłości i gęstości gleby oraz spadek efektywności nawożenia (Kuś 1999, Tendziagolska, Parylak 2004). Różne systemy uprawy roli w odmienny sposób wpływają także na jej strukturę (Kordas, Zimny 1998, Kordas i wsp. 2000). Upraszczanie uprawy roli w połączeniu z uprawą monokulturową, zwłaszcza po wielu latach stosowania, może także prowadzić do pewnej stabilizacji warunków siedliskowych.

Celem podjętych badań było określenie zmian wybranych właściwości gleby pod wpływem powtarzanej uprawy pszenicy ozimej oraz w wyniku uproszczeń uprawy roli.

## MATERIAŁ I METODY

Trzyletnie badania przeprowadzono w latach 2005–2007 na bazie ścisłego eksperymentu polowego realizowanego w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Swojec Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Jednoczynnikowe doświadczenie założono na glebie lekkiej kompleksu żytniego dobrego metodą losowanych bloków w 3 powtórzeniach na poletkach o powierzchni 80 m<sup>2</sup>. Pszenicę ozimą odmiany Kobra uprawiano po sobie z zastosowaniem uproszczonej w różnym stopniu późniwej i przedsięwnej uprawy roli (7 obiektów). W uprawie późniwej wykonywano podorywkę na głębokość ok. 10 cm albo kultywatorowanie połączone z dwukrotnym pielęgnacyjnym bronowaniem, całkowicie rezygnowano z uprawy roli lub stosowano tylko oprysk herbicydem nieselektywnym Roundup Max 680 SG (glifosat) w dawce 1,5 kg·ha<sup>-1</sup> dwa tygodnie po zbiorze pszenicy. W uprawie przedsięwnej wykonywano orkę siewną na głębokość 20 cm i bronowanie lub upraszczano ją do wykonania zabiegu z użyciem agregatu uprawowego, w skład którego wchodziły brona wirnikowa i wał strunowy. Obiektem kontrolnym była pszenica uprawiana w płodozmianie (rzepak ozimy – pszenica ozima – jęczmień jary) z zastosowaniem tradycyjnej płużnej uprawy roli. Pszenicę, niezależnie od systemu uprawy, wysiewno tradycyjnym siewnikiem w ilości zapewniającej 500 roślin na 1 m<sup>2</sup>. Nawożenie mineralne stosowano w liczbie 120–40–60 NPK kg·ha<sup>-1</sup>. Odchwaszczanie przeprowadzono, stosując jesienią herbicyd Cougar 600 SC (diflufenikan + izoproturon) w dawce 1,5 l·ha<sup>-1</sup>.

Aktywność drobnoustrojów celulolitycznych w glebie określono przez wagową ocenę stopnia ubytku bibuły filtracyjnej umieszczonej w glebie. Badania te przeprowadzono w terminie kwitnienia pszenicy w warstwie 0–20 cm. W terminie zbioru pszenicy ozimej w warstwie 0–20 cm określono zawartość węgla organicznego metodą Westerhoffa, azotu ogólnego – metodą Kjeldahla, a przyswajalnych form fosforu i potasu – metodą Egnera-Riehma. Wskaźnik zbrylenia, rozpylenia oraz wskaźnik struktury gleby, a także średnią ważoną średnicę agregatu (MWDa) określono w warstwach 0–10 i 10–20 cm po uprzednim rozdzieleniu gleby na zestawie sit o średnicy oczek 0,25; 0,5; 1,0; 3,0; 5,0; 7,0 i 10,0 mm. Wskaźnik zbrylenia obliczono wg wzoru:

$$B = \text{masa agregatów o } \varnothing > 10 \text{ mm (w \%)} / \text{masa agregatów o } \varnothing < 10 \text{ mm (w \%)},$$

wskaźnik rozpylenia:

$S = \text{masa agregatów o } \varnothing > 0,25 \text{ mm (w \%)} / \text{masa agregatów o } \varnothing < 0,25 \text{ mm (w \%)}$ ,

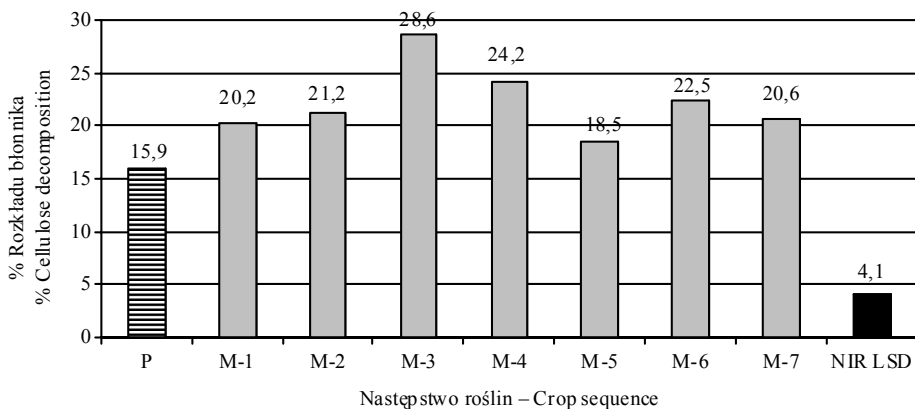
a wskaźnik trwałości struktury wg wzoru:

$W = \text{masa agregatów o } \varnothing 0,25 \text{ mm (w \%)} - \text{masa agregatów o } \varnothing 10 \text{ mm (w \%)} / \text{masa agregatów o } \varnothing > 10 \text{ mm (w \%)} + \text{masa agregatów o } \varnothing < 0,25 \text{ mm (w \%)}$ .

Wodoodporność agregatów glebowych oznaczono metodą separacji na mokro. Użyte wyniki posłużyły do obliczenia średniej ważonej średnicy gruzełka (MWDg) i wskaźnika wodoodporności (Wod) wg Rewuta (1980). Wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji przy poziomie istotności 0,05, a różnice oceniono testem t-Studenta.

## WYNIKI I OMÓWIENIE

Aktywność drobnoustrojów celulołitycznych mierzona stopniem rozkładu błonnika w glebie zależała od następstwa gatunków (rys. 1). W monokulturze obserwowano średnio zwiększenie tej aktywności o 4,3% w porównaniu z uprawą w płodozmianie, podczas gdy Parylak (2007) donosi o braku wpływu następstwa roślin na aktywność drobnoustrojów celulołitycznych. Marais i in. (2012) podkreślają, że zróżnicowanie zbiorowiska drobnoustrojów w płodozmianie i monokulturze podlega zmianom w sezonie wegetacyjnym. Stopień rozkładu błonnika był również różnicowany przez zastosowany sposób uprawy roli. Modyfikacje uprawy roli polegające na zastąpieniu orki przedsięwnej uprawą agregatem po późniejszym kultywatorowaniu wpłynęły na wzrost aktywności drobnoustrojów celulołitycznych o 8,6% w stosunku do uprawy tradycyjnej. Z kolei Tendziagolska i Parylak (2004) odnotowały zmniejszenie intensywności życia biologicznego w glebie w warunkach uproszczonej uprawy roli. Parylak (2007) donosi jednocześnie, że ilość błonnika ulegającego rozkładowi jest niezależna od sposobu późniejszej uprawy roli, a wyraźnie niższa przy zastąpieniu orki siewnej przez kultywator.



P\* – oznaczenia jak w tabeli 1 – explanations in Table 1

Rys. 1. Aktywność drobnoustrojów celulołitycznych

Fig. 1. Activity of cellulolytic microorganisms

Najszybciej rozkład błonnika postępował w uprawie późniejszej kultywatorami a przed-siewnej agregatami uprawowymi i był on o 10,1% szybszy niż w systemie, w którym zre-zygnowano z uprawy późniejszej na rzecz herbicydu Roundup, zaś uprawę przed-siewną przeprowadzono agregatami.

Ważnymi wskaźnikami jakości roli decydującymi o udanych zasiewach i wschodach roślin są jej rozpylenie i zbrylenie. Bryły i grudki gleby utrudniają prawidłowy siew, a następnie równomierne wschody, zaś części pyłowe mogą powodować zaskorupienie gleby (Kordas, Zimny 1998). Pod wpływem różnego następstwa roślin oraz zastosowa-nego sposobu uprawy roli obserwowano wyraźne zmiany wybranych wskaźników struk-tury (tab. 1). Uprawa pszenicy ozimej po sobie z zachowaniem tradycyjnej agrotechniki, w stosunku do pszenicy uprawianej w płodozmianie, wpłynęła na zmniejszenie wskaź-nika zbrylenia (B) w warstwie 0–10 cm o 32,4% i 33,3% w warstwie 10–20 cm. W mo-nokulturze rezygnacja z uprawy późniejszej i zastosowanie agregatu w uprawie przed-siewnej w stosunku do uprawy tradycyjnej powodowało wzrost wskaźnika zbrylenia (B) w płytszej z badanych warstw o 76,0%, a 30,0% w warstwie głębszej. Również Wojcie-chowski i in. (2004) uważają, że uproszczenia w uprawie pszenicy sprzyjają wzrostowi wskaźnika zbrylenia (B) w warstwie 0–10 cm, natomiast w warstwie 10–20 cm obser-wowali odwrotną zależność. Tymczasem Kordas i wsp. (2000) donoszą, że zastąpienie tradycyjnej uprawy roli poprzez siew bezpośredni zmniejsza zbrylenie gleby w warstwie 0–5 cm, z kolei w warstwie 5–25 cm jest ono większe. W uprawie późniejszej kultywato-rem, a w przed-siewnej pługiem zanotowano najniższe zbrylenie.

Monokulturowa uprawa pszenicy ozimej w tradycyjnej uprawie roli, w stosunku do pszenicy uprawianej w płodozmianie, wpłynęła na wzrost rozpylenia gleby w warstwach 0–10 cm oraz 10–20 cm odpowiednio o 20,0 i 9,1%. W monokulturze zastąpienie pod-orywki w uprawie tradycyjnej kultywatorowaniem wpłynęło na zwiększenie wskaźnika rozpylenia (S) o 41,7% w warstwie płytszej i o 16,6% w głębszej z badanych warstw. Całkowita rezygnacja z uprawy późniejszej i zastosowanie agregatu w uprawie przed-siewnej powodowały zmniejszenie rozpylenia gleby w obydwu warstwach o 8,3%. Natomiast Wojciechowski i wsp. (2004) donoszą o wyższym wskaźniku rozpylenia w siewie bez-pośrednim pszenicy w stosunku do uprawy tradycyjnej w obydwu badanych warstwach. Najniższy wskaźnik rozpylenia warstwy ornej obserwowano wtedy, gdy w uprawie po-źniejszej wykonano oprysk herbicydem Roundup, a przed siewem zastosowano uprawę agregatami.

Uprawa pszenicy ozimej bezpośrednio po sobie wpłynęła na wyraźne zwiększenie trwa-łości struktury gleby. W płytszej z badanych warstw wskaźnik struktury (W) był wyższy o 37,5%, a w głębszej o 25,0% w stosunku do pszenicy uprawianej w płodozmianie. Naj-wyższym wskaźnikiem trwałości struktury (W) w warstwie 0–10 cm charakteryzował się tradycyjny system uprawy, zaś w warstwie 10–20 cm system, w którym podorywkę zastą-piono opryskiem herbicydem Roundup, a orkę siewną uprawą agregatami. Także Arshada i wsp. (1998) obserwowali w monokulturze pszenicy wzrost trwałości struktury gleby.

Struktura agregatowa gleby cechuje się m.in. wielkością i układem powstających agregatów glebowych, a także ich odpornością na niszczące działanie wody. Zdolność gleby do tworzenia agregatów oraz ich odporność na rozmywające działanie wody za-pewniają prawidłowe warunki wzrostu, rozwoju i plonowania roślin uprawnych. Tra-dycyjna uprawa pszenicy ozimej w monokulturze wpłynęła na wzrost średniej ważonej średnicy gruzełka MWDg w każdej z badanych warstw odpowiednio o 25,4 i 24,5%

w stosunku do pszenicy uprawianej w płodozmianie, jednak tylko w warstwie głębszej została potwierdzona statystycznie (tab. 2). Wprowadzone uproszczenia w uprawie niejednoznacznie różnicowały ten wskaźnik w warstwie ornej. Rezygnacja z uprawy późniowej i zastosowanie agregatu w uprawie przedsiewnej wpłynęły istotnie na wzrost średniej ważonej średnicy gruzelka MWDg w warstwie 0–10 cm o 45,9% w stosunku do systemu, w którym stosowano kultywator w uprawie późniowej i agregat w uprawie przedsiewnej. Wzrost tej cechy o 10,1% uzyskali również Kordas i wsp. (2002) poprzez zastąpienie uprawy tradycyjnej siewem bezpośrednim. W warstwie 10–20 cm zarówno całkowita rezygnacja uprawy późniowej, jak i zastąpienie podorywki przez kultywatorowanie powodowały zmniejszenie średnicy gruzelka odpowiednio o 21,2 i 20,5% w stosunku do uprawy tradycyjnej (M1). Natomiast rezygnacja z późniowej uprawy gleby na rzecz oprysku herbicydem Roundup oraz wykorzystanie w uprawie przedsiewnej agregatu wpłynęło na istotne zwiększenie średnicy gruzelka o 34,1% w porównaniu z uprawą tradycyjną. Podobnie Kordas i wsp. (2000) w warstwie 5–25 cm zaobserwowali w uprawie pszenżyta ozimego wzrost średnicy agregatów o 133% w glebie, na której był prowadzony siew bezpośredni w porównaniu z uprawą tradycyjną.

Tabela 1

Table 1

Trwałość struktury gleby  
Stable of soil structure

Następstwo roślin Crop sequence	Sposoby uprawy roli Tillage methods		Wskaźnik zbrzylenia (B) Index of cloddiness	Wskaźnik rozpylenia (S) Index of misting	Wskaźnik trwałości struktury (W) Index of soil structure			
	uprawa późniowa post-harvest tillage	uprawa przedsiewna pre-sowing tillage			Warstwa gleby (cm) – Soil layer			
			0–10	10–20	0–10	10–20	0–10	10–20
P*	podorywka (10 cm) plough	orka siewna (20 cm) plough	0,37	0,45	0,10	0,11	1,20	1,08
M1*	podorywka (10 cm) plough	orka siewna (20 cm) plough	0,25	0,30	0,12	0,12	1,65	1,35
M2	kultywatorowanie stubble cultivator	orka siewna (20 cm) plough	0,16	0,23	0,17	0,14	1,62	1,51
M3	kultywatorowanie stubble cultivator	uprawa agregatem rotor harrow	0,37	0,44	0,13	0,11	1,54	1,11
M4	Roundup	orka siewna (20 cm) plough	0,33	0,24	0,11	0,13	1,39	1,24
M5	Roundup	uprawa agregatem rotor harrow	0,45	0,33	0,10	0,10	1,16	1,86
M6	–	orka siewna (20 cm) plough	0,33	0,28	0,13	0,12	1,07	1,14
M7	–	uprawa agregatem rotor harrow	0,44	0,39	0,11	0,11	1,51	1,55

\* P – płodozmian – crop rotation

M – monokultura – monoculture

Tabela 2  
Table 2Wodoodporność agregatów glebowych  
Waterproof of soil aggregates

Następstwo roślin Crop sequence	Sposoby uprawy roli Tillage methods		Średnia ważona średnica gruzelka (MWDg) Mean weight diameter of soil aggregates (mm)		Wskaźnik wodoodporności (Wod) Waterproof factor (%)	
	uprawa poźniwna post-harvest tillage	uprawa przedsięwna pre-sowing tillage	Warstwa gleby (cm) – Soil layer			
			0–10	10–20	0–10	10–20
P	podorywka (10 cm) plough	orka siewna (20 cm) plough	1,02	1,06	33,6	33,8
M1	podorywka (10 cm) plough	orka siewna (20 cm) plough	1,28	1,32	42,7	46,7
M2	kultywatorowanie stubble cultivator	orka siewna (20 cm) plough	1,09	1,31	43,4	46,8
M3	kultywatorowanie stubble cultivator	uprawa agregatem rotor harrow	1,09	1,05	41,8	33,5
M4	Roundup	orka siewna (20 cm) plough	1,16	1,18	35,7	42,4
M5	Roundup	uprawa agregatem rotor harrow	1,44	1,77	43,9	55,4
M6	–	orka siewna (20 cm) plough	1,35	1,38	39,6	44,5
M7	–	uprawa agregatem rotor harrow	1,53	1,04	56,4	33,0
NIR <sub>(0,05)</sub> LSD <sub>(0,05)</sub>			0,32	0,25	7,8	8,7

W obydwu badanych warstwach wskaźnik wodoodporności Wod był zależny od następstwa roślin. Istotnie wyższą wodoodpornością charakteryzowała się gleba pochodząca z uprawy monokulturze i była ona odpowiednio wyższa o 9,1% w warstwie 0–10 cm i 12,9% w warstwie 10–20 cm. W powtarzanej uprawie pszenicy ozimej modyfikacja tradycyjnej uprawy roli w postaci całkowitej rezygnacji z uprawy poźniwnej i przeprowadzenia uprawy przedsięwnej za pomocą agregatu wpłynęło na wzrost wskaźnika wodoodporności (Wod) o 13,7% w warstwie 0–10 cm oraz spadek tego wskaźnika w głębszej z badanych warstw o 13,7%. Również Kordas i in. (2002) zaobserwowali wzrost wskaźnika wodoodporności po zastąpieniu uprawy tradycyjnej siewem bezpośrednim, a Daraghmeha i in. (2009) podkreślają przy tym silną zmienność trwałości struktury w sezonie wegetacyjnym. Zastąpienie orki siewnej uprawą agregatem wpłynęło w warstwie 0–10 cm na zwiększenie wodoodporności o 8,2% w obiekcie, w którym wykonano oprysk herbicydem Roundup oraz o 16,8%, gdy zrezygnowano z uprawy poźniwnej. Natomiast w głębszej z badanych warstw uprawa przedsięwna w sposób niejednoznaczny różnicowała wodoodporność gleby. Po rezygnacji z poźniwnej uprawy oraz po wykonaniu po żniwach kultywatorowania wskaźnik wodoodporności zmniejszył się odpowiednio

o 11,5 oraz 13,3%, gdy orkę siewną zastąpiono uprawą agregatem. Tymczasem po wykonaniu oprysku glifostaem i rezygnacji z wykonania przed siewem orki na rzecz uprawy agregatem nastąpił wzrost wodoodporności agregatów glebowych o 13,0%.

Pod wpływem różnego następstwa roślin oraz zróżnicowanego systemu uprawy roli nie obserwowano wyraźnych zmian właściwości chemicznych gleby (tab. 3). Nie mniej w glebie pod monokulturą obserwowano niewielki wzrost ilości węgla organicznego w stosunku do wartości uzyskanych w płodozmianie (o 3,4%). Również Parylak i Oliwa (1998) stwierdzili poprawę wskaźników żyzności gleby w monokulturze. W stanowisku monokulturowym rezygnacja z uprawy późniejszej i pluznej uprawy przedsięwziętej przyczyniła się do zmniejszenia ilości węgla organicznego w glebie o 4,1% w stosunku do uprawy tradycyjnej. Natomiast Opic (1996) i Blecharczyk i wsp. (2004) uważają, iż bezpluzna uprawa roli może powodować wzrost ilości substancji organicznej w górnych warstwach gleby. Podobnego zdania są López-Fando i Pardo (2011). Uprawa pszenicy w monokulturze nie wpłynęła na zawartość azotu warstwie ornej gleby, odnotowano natomiast nieznaczny wzrost zawartości azotu w glebie w wyniku stosowania agregatu do uprawy przedsięwziętej. Również Blecharczyk i wsp. (2004) zaobserwowali wzrost zasobności gleby w azot o 19,6% w siewie bezpośrednim w porównaniu z uprawą tradycyjną. Z kolei Parylak (2007) odnotowała spadek zawartości azotu po zastosowaniu agregatu uprawowego.

Tabela 3  
Table 3

Właściwości chemiczne gleby w warstwie 0–20 cm  
Chemical properties of the soil in layer 0–20 cm

Następstwo roślin Crop sequence	System uprawy Cropping system		C org. g/kg	N ogólny g/kg total	C:N	K mg/kg	P mg/kg	pH KCl
	uprawa późniejsza post-harvest tillage	uprawa przedsięwzięta pre-sowing tillage						
P*	podorywka (10 cm) plough	orka siewna (20 cm) plough	11,9	1,22	9,8	113	54,5	5,8
M1	podorywka (10 cm) plough	orka siewna (20 cm) plough	12,3	1,22	10,1	142	48,7	5,8
M2	kultywatorowanie stubble cultivator	orka siewna (20 cm) plough	13,2	1,22	10,1	178	50,7	5,8
M3	kultywatorowanie stubble cultivator	uprawa agregatem rotor harrow	12,6	1,24	10,2	133	47,5	5,9
M4	Roundup	orka siewna (20 cm) plough	12,1	1,20	10,1	158	48,7	5,8
M5	Roundup	uprawa agregatem rotor harrow	13,2	1,24	10,7	154	48,8	5,7
M6	–	orka siewna (20 cm) plough	13,2	1,22	10,8	153	49,4	5,7
M7	–	uprawa agregatem rotor harrow	11,8	1,24	9,5	138	53,5	5,9

P\* – płodozmian – crop rotation

M – monokultura – monoculture

Stwierdzono również zmiany w zawartości P i K w badanej warstwie gleby. W glebie, na której uprawiano pszenicę po sobie nastąpiło zmniejszenie zawartości fosforu o 10,6% i zwiększenie zawartości potasu o 25,7%. Kreżel i wsp. (1994) donoszą o wyższej zawartości w glebie  $P_2O_5$  i  $K_2O$  w płodozmianach dwu-, trzy- i czteropolowych niż w monokulturze żyta, natomiast Parylak i wsp. (2001) zanotowali zwiększenie ilości fosforu o 7,4% i potasu o 7,0% w glebie w uprawie pszenżyta po sobie w stosunku do płodozmiannu typu norfolkiego. Reszutek i Zawiślak (1995) nie stwierdziły różnicowania właściwości chemicznych gleby pod wpływem typu płodozmiannu. W wyniku zastąpienia orki siewnej uprawą agregatem nastąpiło niewielkie zmniejszenie zawartości potasu we wszystkich badanych obiektach. Zarówno następstwo roślin, jak i system uprawy nie wpłynęły na odczyn gleby. Również Blecharczyk i wsp. (2004) nie odnotowali wpływu systemu uprawy roli na odczyn gleby, natomiast Idkowiak i Kordas (2004) donoszą o obniżeniu pH gleby w wyniku uproszczania uprawy roli.

## WNIOSKI

1. Uprawa pszenicy ozimej w wieloletniej monokulturze, w porównaniu z uprawą w płodozmianie płodozmianie (rzepak ozimy – pszenica ozima – jęczmień jary), spowodowała istotne zmiany siedliska glebowego. W uprawie pszenicy po sobie nastąpił wzrost aktywności drobnoustrojów celulozowych oraz poprawa trwałości struktury gleby i wodoodporności agregatów glebowych.

2. Aktywność drobnoustrojów celulozowych w monokulturze zależała istotnie od sposobu uprawy roli. Szczególnie szybki rozkład resztek poźniowych obserwowano w uprawie poźniowej kultywatorem, a przedsięwziętej – agregatem uprawowym.

3. Zastąpienie orki siewnej uprawą agregatem uprawowym po wykorzystaniu w uprawie poźniowej kultywatora spowodowało zmniejszenie trwałości struktury gleby, natomiast w warunkach rezygnacji z uprawy gleby po zbiorze przedplonu – poprawę wskaźników struktury.

4. Następstwo roślin i uproszczenia w uprawie roli w monokulturze pszenicy nie wpłynęły na wyraźne zmiany właściwości chemicznych gleby.

## PIŚMIENNICTWO

- Arshada M.A., Gilla K.S., Izaurralde R.C., 1998. Wheat production, weed population and soil properties subsequent to 20 years of sod as affected by crop rotation and tillage. *J. Sustain. Agr.* 12 (2–3): 131–154
- Blecharczyk A., Małecka I., Sawinska Z., 2004. Reakcja pszenicy ozimej na wieloletnie stosowanie siewu bezpośredniego. *Fragm. Agron.* 21(4): 125–137.
- Daraghmeha O.A., Jensen J.R., Petersen C.T., 2009. Soil structure stability under conventional and reduced tillage in a sandy loam. *Geoderma*, 150 (1–2): 64–71



- Idkowiak M., Kordas L., 2004. Zmiany właściwości chemicznych i biologicznych gleby w wyniku stosowania uproszczeń w uprawie roli i zróżnicowanego nawożenia azotem. *Fragm., Agron.* 21(3): 40–47.
- Kordas L., Parylak D., Idkowiak M., 2002. Ocena wpływu wieloletniego stosowania tradycyjnej uprawy roli i siewu bezpośredniego w uprawie pszenżyta ozimego na wskaźniki struktury gleby średniej. *Fol. Univ. Agric. Stetin.* 228, *Agricult.* 91: 43–49.
- Kordas L., Waclawowicz R., Białczyk W., 2000. Wpływ systemów uprawy na wodoodporność agregatów glebowych. *Inż., Rol.* 6: 147–152.
- Kordas L., Zimny L., 1998. Wpływ międzyplonów ścierniskowych stosowanych w systemie siewu bezpośredniego na strukturę roli. *Fragm. Agron.* 15(4): 313–319.
- Krężel R., Parylak D., Szumilak G., 1994. Wpływ zróżnicowanych zmianowa na plonowanie roślin na glebie lekkiej. *Zesz. Nauk. AR Wrocław,* 238, *Rol.* 60: 35–47.
- Kuś J., 1999. Wpływ różnej intensywności uprawy roli na jej właściwości i plonowanie roślin. *Fol. Univ. Agric. Stetin* 195, *Agricult.* 74: 33–38.
- López-Fando C., Pardo M.T., 2011. Changes in soil chemical characteristics with different tillage practices in a semi-arid environment. *Soil Till. Res.* 111(2): 224–230
- Małecka I., Blecharczyk A., Sawinska Z., Dobrzeńcki T., 2012. The effect of various long-term tillage systems on soil properties and spring barley yield. *Turkish Journal of Agriculture & Forestry,* 36 (2): 217–226.
- Marais A., Hardy M., Booyse M., Botha A., 2012. Effects of monoculture, crop rotation, and soil moisture content on selected soil physicochemical and microbial parameters in wheat fields. *Applied and Environmental Soil Science,* 2012, ID 593623: 1–13
- Opic J., 1996. Siew bezpośredni a właściwości chemiczne i aktywność biologiczna gleby. *Post. Nauk Roln.* 6: 25–33.
- Parylak D., 2007. Zmiana środowiska glebowego pod wpływem upraszczania uprawy roli w monokulturze pszenicy ozimej. *Fragm., Agron.* 24(1): 213–220.
- Parylak D., Oliwa T., 1998. Wpływ zróżnicowanej uprawy roli na warunki siedliskowe i plonowanie żyta ozimego w wieloletniej monokulturze. *Zesz. Nauk. AR Wroc., Rol.* 69: 115–123.
- Rewut I.B., 1980. *Fizyka gleby.* PWRiL, Warszawa.
- Szerszeń L., Chodak T., Kaszubkiewicz J., 1990. Zmiany właściwości fizykochemicznych gleb lekkich pod wpływem monokultury [w] *Ekologiczne procesy w monokulturowych uprawach zbóż.* Wyd. UAM Poznań: 15–36.
- Tendziagolska E., Parylak D., 2004. Zmiana wybranych właściwości fizycznych i biologicznych gleby wywołane zróżnicowaną uprawą roli w monokulturze pszenżyta ozimego. *Fragm. Agron.* 21(3): 127–136.
- Wojciechowski W., Waclawowicz R., Sowiński J., 2004 Wpływ zróżnicowanych systemów uprawy pszenicy ozimej na wybrane wskaźniki struktury gleby. *Fragm. Agron.* 21(3): 147–155.

## SIGNIFICANCE OF REDUCED TILLAGE AND CROP SEQUENCE IN SHAPING SOIL PROPERTIES

### Summary

Studies were carried out in 2005–2007 on a monoculture of winter wheat at the Swojec Experimental Station of University of Environmental and Life Sciences at Wrocław. The field experiment was conducted with the randomized complete block method in four replications, on a composition of good rye soil. The winter wheat variety Kobra was grown as a continuous crop. Seven treatments of post-harvest and pre-sowing tillage and methods of sowing were used: 1) post-harvest ploughing 10–12 cm pre-sowing medium ploughing 20–22 cm; 2) post-harvest stubble cultivator, pre-sowing medium ploughing 20–22 cm; 3) post-harvest stubble cultivator, pre-sowing rotor harrow; 4) stubble spray of unselective herbicide Roundup Max 680 SG, pre-sowing medium ploughing 20–22 cm; 5) stubble spray of unselective herbicide Roundup Max 680 SG, pre-sowing rotor harrow; 6) without post-harvest tillage, pre-sowing medium ploughing 20–22 cm; 7) without post-harvest tillage, pre-sowing rotor harrow. The objective of this study was to determine the formation of some of the physical, chemical and biological properties of the soil. The activity of cellulotic microorganisms in the soil, estimated by measuring the percentage of decomposition of cellulose in soli under monoculture, changed significantly with different tillage methods. There was a noticeable increase in the amount of decomposed cellulose after switching from the traditional tillage system and stubble spray of herbicide to post-harvest tillage and pre-sowing medium ploughing. The tillage system of winter wheat did not modify the chemical properties of the soil.

KEY WORDS: winter wheat, monoculture, conventional and reduced tillage, physical, chemical and biological properties of soil

**Piotr Sobkowicz, Agnieszka Lejman**

**ZACHWASZCZENIE WTÓRNE WIELOSŁADNIKOWYCH  
MIESZANEK ZBÓŻ JARYCH NA TLE ZASIEWÓW CZYSTYCH  
SECONDARY WEED INFESTATION OF MULTISPECIES MIX-  
TURES OF SPRING CEREALS COMPARED TO PURE STANDS**

*Katedra Kształtowania Agroekosystemów i Terenów Zieleni, Uniwersytet Przyrodniczy  
we Wrocławiu*

*Department of Agroecosystems and Green Areas Management, Wrocław University  
of Environmental and Life Sciences*

W jednoczynnikowym doświadczeniu polowym przeprowadzonym w latach 2009–2011 uprawiano jęczmień, owies, pszenicę i pszenżyto oraz trójskładnikowe mieszanki tych zbóż, a także mieszankę zawierającą wszystkie gatunki. Zróżnicowanie gatunkowe zasiewów miało niewielki wpływ na zachwaszczenie wtórne łąnów. Nie stwierdzono istotnych różnic w liczbie i masie chwastów w dwóch pierwszych latach doświadczenia oraz średnio w trzyleciu. W 2011 r., wśród zasiewów wielogatunkowych, najmniejszą liczbą i masą chwastów charakteryzował się łąn mieszanki jęczmienia, owsa i pszenżyta. Istotnie większym zachwaszczeniem odznaczały się: pszenżyto oraz mieszanka jęczmienia, pszenicy i pszenżyta. Średnio w trzyleciu efekt odchwaszczający mieszanki stwierdzono w zasiewach: jęczmienia z owsem i pszenicą, jęczmienia z owsem i pszenżytem oraz czteroskładnikowego.

SŁOWA KLUCZOWE: mieszanki zbożowe, zachwaszczenie, efekt odchwaszczający

## WSTĘP

Mieszanki zbóż stanowią wciąż duży udział w areale zasiewów roślin rolniczych w Polsce (Leszczyńska 2007, Szempliński, Budzyński 2011). Jednym z walorów zasiewów mieszanych jest ich większe plonowanie niż roślin w zasiewach czystych (Michalski

---

Do cytowania – For citation: Sobkowicz P., Lejman A., 2012. Zachwaszczenie wtórne wieloskładnikowych mieszanek zbóż jarych na tle zasiewów czystych. Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol. CII, 588: 155–164.

i wsp. 1994, Nadziak, Gacek 2000, Idziak i Michalski 2003, Sobkowicz 2003, Wanic i wsp. 2004, Klima, Łabza 2010). Ponadto mieszanki zbóż są czynnikiem łagodzącym ujemne skutki uprawy zasiewów jednogatunkowych, poprzez m.in. redukcję występowania agrofagów (Gacek i wsp. 2000, Gałęzewski 2008, Lemańczyk, Wasilewski 2009) w tym zmniejszenie zachwaszczenia łąnu (Wanic 1997, Sobkowicz 1999a, Idziak, Michalski 2003, Michalski, Idziak 2011). Zdolność ograniczania zachwaszczenia wynika ze zwiększonej konkurencyjności zbóż uprawianych w zasiewie mieszanym, które w sposób komplementarny wykorzystują zasoby siedliskowe. Wyniki badań innych autorów zajmujących się zachwaszczeniem w mieszankach nie są tak jednoznaczne. Michalski i wsp. (1996) donoszą, że uprawa zbóż w siewie mieszanym może sprzyjać zachwaszczeniu. Natomiast Parylak i wsp. (2006) twierdzą, że brak działania odchwaszczającego może być powodowany zbyt dużą różnorodnością i zmiennością wzajemnych oddziaływań między składnikami agrocenozy.

Mało przeprowadzono doświadczeń, w których badano wpływ wieloskładnikowych mieszanek zbożowych na zachwaszczenie. Ich wyniki wskazują, że mieszanki zawierające owies mają silniejsze ujemne działanie na chwasty niż mieszanki bez tego zboża (Sobkowicz 1999a, 1999b, Sobkowicz, Lejman 2011).

Celem doświadczenia było zbadanie wpływu zróżnicowania gatunkowego zasiewów mieszanych zbóż jarych na zachwaszczenie utrzymujące i pojawiające się po zastosowaniu herbicydu.

## MATERIAŁ I METODY

Prezentowane doświadczenie jest jednym z dwóch eksperymentów, w których badano oddziaływanie mieszanek wielogatunkowych zbóż na zachwaszczenie. Wyniki drugiego doświadczenia zaprezentowano w innej pracy (Sobkowicz, Lejman 2011).

W latach 2009–2011 w doświadczeniu polowym, jednoczynnikowym założonym metodą losowanych bloków w czterech powtórzeniach uprawiano jęczmień, owies, pszenicę i pszenżyto w zasiewach czystych oraz pięć mieszanek zbożowych: jęczmień + owies + pszenicę, jęczmień + owies + pszenżyto, jęczmień + pszenicę + pszenżyto, owies + pszenicę + pszenżyto oraz mieszankę czterogatunkową. Doświadczenie przeprowadzono w RZD Swojec we Wrocławiu na 36 poletkach o powierzchni 22 m<sup>2</sup>. Założono je na madyze rzecznej właściwej lekkiej, wytworzonej z piasku gliniastego lekkiego zalegającego na piasku słabogliniastym, zaliczanej do kompleksu żytniego dobrego. Odmianami zbóż w przeprowadzonym doświadczeniu były: jęczmień – Mercada, owies – Cwał, pszenica – Parabola, pszenżyto – Dublet. W zasiewach czystych jęczmień jary wysiewano w gęstości 360 ziarn · m<sup>-2</sup>, a pozostałe zboża w zagęszczeniu 540 ziarn · m<sup>-2</sup>. W mieszankach trójgatunkowych ilość wysiewu każdego zboża stanowiła  $\frac{1}{3}$  normy wysiewu zboża w siewie czystym, a w mieszance czterogatunkowej  $\frac{1}{4}$  normy wysiewu zboża w siewie czystym. Przedplonem było żyto ozime. Po zbiorze rośliny przedplonowej zastosowano tradycyjną uprawę roli. Nawożenie fosforowo-potasowe zastosowano przedsięwnie w wysokości: 17 kg · ha<sup>-1</sup> P, (superfosfat potrójny) i 42 kg · ha<sup>-1</sup> K (sól potasowa). Nawożenie azotem w formie saletry amonowej stosowano w dawce podzielonej: przedsięwnie, 40 kg · ha<sup>-1</sup> N oraz w fazie krzewienia zbóż 40 kg · ha<sup>-1</sup> N. W doświadczeniu, w celu regulacji zachwasz-

czenia stosowano herbicyd Chwastox Trio 540 SL w dawce  $1,5 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$  w fazie krzewienia zbóż. Ocena zachwaszczenia wtórnego przeprowadzono w okresie dojrzałości pełnej gatunków metodą ilościowo-jakościowo-wagową w jednym powtórzeniu na poletku. Posługiwano się w tym celu ramką o powierzchni  $0,5 \text{ m}^2$ . W doświadczeniu obliczono efekt odchwaszczający mieszanki jako stosunek liczby i masy chwastów w mieszance do średniego zachwaszczenia jej komponentów w zasiewach jednogatunkowych.

Wyniki badań poddano ocenie statystycznej z zastosowaniem analizy wariancji na poziomie istotności  $\alpha=0,05$  według programu awa (Bartkowiak 1978). Program ten ocenia różnice międzyobiektywne testem NIR (LSD).

Warunki meteorologiczne panujące w latach badań były zróżnicowane, również w porównaniu z wieloleciami (tab. 1). Jedynie marzec charakteryzował się podobnymi wartościami sumy opadów oraz średniej temperatury powietrza w czasie trwania doświadczenia.

Tabela 1

Table 1

Średnie miesięczne temperatury powietrza i sumy opadów  
Monthly mean air temperatures and rainfall sums

Rok Year	Miesiąc Month					
	III	IV	V	VI	VII	VIII
	temperatura (°C) temperature					
2009	4,6	12,0	14,2	15,8	19,5	19,3
2010	4,2	9,3	12,7	17,9	21,4	18,9
2011	4,4	11,9	14,8	19,1	18,2	19,3
Średnio 1968–2008 Mean 1968–2008	3,4	8,4	13,9	16,9	18,6	18,1
	opady (mm) rainfall					
2009	49,5	30,9	67,5	162,0	134,2	53,5
2010	44,9	45,4	140,7	32,9	78,6	109,1
2011	45,2	27,0	49,4	95,7	170,9	64,8
Średnio 1968–2008 Mean 1968–2008	31,6	37,5	53,0	69,4	83,9	72,0

## WYNIKI I OMÓWIENIE

Wśród chwastów stanowiących zachwaszczenie wtórne w 2009 r. dominowały: *Setaria viridis* i *Echinochloa crus-galli*, w 2010 r. tylko pierwszy z wymienionych gatunków, a w 2011 *Echinochloa crus-galli* i *Chenopodium album*. Stwierdzono, że rodzaj zasiewu i jego różnorodność gatunkowa nie wpłynęły istotnie na całkowitą liczbę chwastów w łanie w latach 2009–2010 i średnio z trzylecia (tab. 2). Taki rezultat potwierdzają doniesienia Parylak i wsp. (2006) oraz Sobkowicz i Lejman (2011), którzy stwierdzili mały wpływ zasiewów międzygatunkowych na zachwaszczenie łanu. Tylko w 2011 r. odnotowano istotny wpływ sposobu siewu oraz gatunku rośliny zbożowej na całkowitą liczbę chwastów. Rok ten charakteryzował się najmniejszym zachwaszczeniem w trzyleciu.

Niekorzystny przebieg temperatur (temperatury wyższe od średniej z wielolecia) w maju i czerwcu oraz mała liczba opadów w maju wpłynęły prawdopodobnie na ograniczenie zachwaszczenia wtórnego w 2011 r. Najmniejszą liczbą chwastów w tym roku charakteryzowały się zasiewy czyste owsa i pszenicy, a także mieszanki jęczmienia, owsa i pszenicy; jęczmienia, owsa i pszenżyta oraz czterogatunkowej. Podobne wyniki uzyskali Michalski i Idziak (2011), gdzie komponentem zasiewu mieszanego był owies. Mieszanka jęczmienia, pszenicy i pszenżyta odznaczała się w 2011 r. największym zachwaszczeniem w doświadczeniu, przewyższającym to stwierdzone w pozostałych mieszankach i zasiewach czystych owsa i pszenicy. Zgadza się to z wynikami Michalskiego i wsp. (1996), którzy odnotowali wzrost liczby chwastów w łanie mieszanym, gdzie komponentem było pszenżyto.

Tabela 2  
Table 2

Całkowita liczba chwastów w szt · m<sup>2</sup>  
Total number of weeds per m<sup>2</sup>

Obiekt Treatment	Lata – Years			Średnio Mean
	2009	2010	2011	
Jęczmień Barley	40	23	14	26
Owies Oat	30	19	5	18
Pszenica Wheat	42	25	9	25
Pszenżyto Triticale	35	18	17	23
Jęczmień + owies + pszenica Barley + oat + wheat	25	30	8	21
Jęczmień + owies + pszenżyto Barley + oat + triticale	32	12	7	17
Jęczmień + pszenica + pszenżyto Barley + wheat + triticale	36	15	22	24
Owies + pszenica + pszenżyto Oat + wheat + triticale	44	25	11	27
Jęczmień + owies + pszenica + pszenżyto Barley + oat + wheat + triticale	15	15	9	13
NIR <sub>0,05</sub> LSD <sub>0,05</sub>	r.n.	r.n.	9	r.n.

r.n. – różnica nieistotna – not significant difference

W poszczególnych latach badań i średnio z trzylecia nie stwierdzono wpływu rodzaju uprawy na liczbę chwastów jednoliściennych (dane nieprezentowane). W latach 2009–2010 oraz średnio w trzyleciu uprawa zbóż w mieszankach nie miała istotnego wpływu na występowanie chwastów 2-liściennych (tab. 3). W 2011 r. w łanie mieszanki jęczmienia, pszenicy i pszenżyta odnotowano istotnie większą liczbę chwastów 2-liściennych niż w pozostałych zasiewach z wyjątkiem pszenżyta uprawianego w siewie czystym.

Tabela 3  
Table 3Liczba chwastów dwuliściennych w szt · m<sup>-2</sup>  
Number of dicotyledonous weeds per m<sup>2</sup>

Obiekt Treatment	Lata – Years			Średnio Mean
	2009	2010	2011	
Jęczmień Barley	5	11	7	8
Owies Oat	0	11	3	5
Pszenica Wheat	4	16	5	8
Pszenżyto Triticale	2	5	13	7
Jęczmień + owies + pszenica Barley + oat + wheat	4	10	6	7
Jęczmień + owies + pszenżyto Barley + oat + triticale	2	5	6	4
Jęczmień + pszenica + pszenżyto Barley + wheat + triticale	4	6	15	8
Owies + pszenica + pszenżyto Oat + wheat + triticale	6	18	8	11
Jęczmień + owies + pszenica + pszenżyto Barley + oat + wheat + triticale	6	12	5	8
NIR <sub>0,05</sub> LSD <sub>0,05</sub>	r.n.	r.n.	6	r.n.

r.n. – różnica nieistotna – not significant difference

W dwóch pierwszych latach badań oraz średnio w trzyleciu zróżnicowanie gatunkowe zasiewów nie wpłynęło istotnie na powietrznie suchą masę chwastów (tab. 4). Statystycznie udowodnione różnice stwierdzono jedynie w 2011 r. Najmniejszą masę chwastów w tym roku odnotowano w łanie mieszanki jęczmienia, owsa i pszenżyta. Natomiast istotnie większą masę chwastów charakteryzowało się pszenżyto w siewie czystym oraz mieszanka jęczmienia, pszenicy i pszenżyta. Masa chwastów w tej ostatniej mieszance była istotnie większa niż we wszystkich pozostałych zasiewach mieszanych oraz w zasiewach jednogatunkowych owsa i pszenicy. Masa chwastów w pszenżycie była z kolei istotnie większa niż w mieszankach: jęczmienia, owsa i pszenżyta oraz owsa, pszenicy i pszenżyta. Michalski i wsp. (1996) również odnotowali istotny wpływ zasiewów mieszanych na masę chwastów. W badaniach tych autorów mieszanka pszenżyta i pszenicy sprzyjała zachwaszczeniu. W badaniach własnych, w 2011 r. istotną różnicę w odniesieniu do masy chwastów odnotowano także w zasiewach czystych. Łan owsa charakteryzował się istotnie mniejszą masą chwastów niż zasiew pszenżyta. Podobne wyniki uzyskał Sobkowicz (1999b), stwierdzając istotnie większą masę chwastów w łanie pszenżyta jarego niż w owsie i mieszance jęczmienia, owsa i pszenżyta.

Tabela 4  
Table 4Powietrznie sucha masa chwastów w g · m<sup>2</sup>  
Aerial dry matter weight of weeds per m<sup>2</sup>

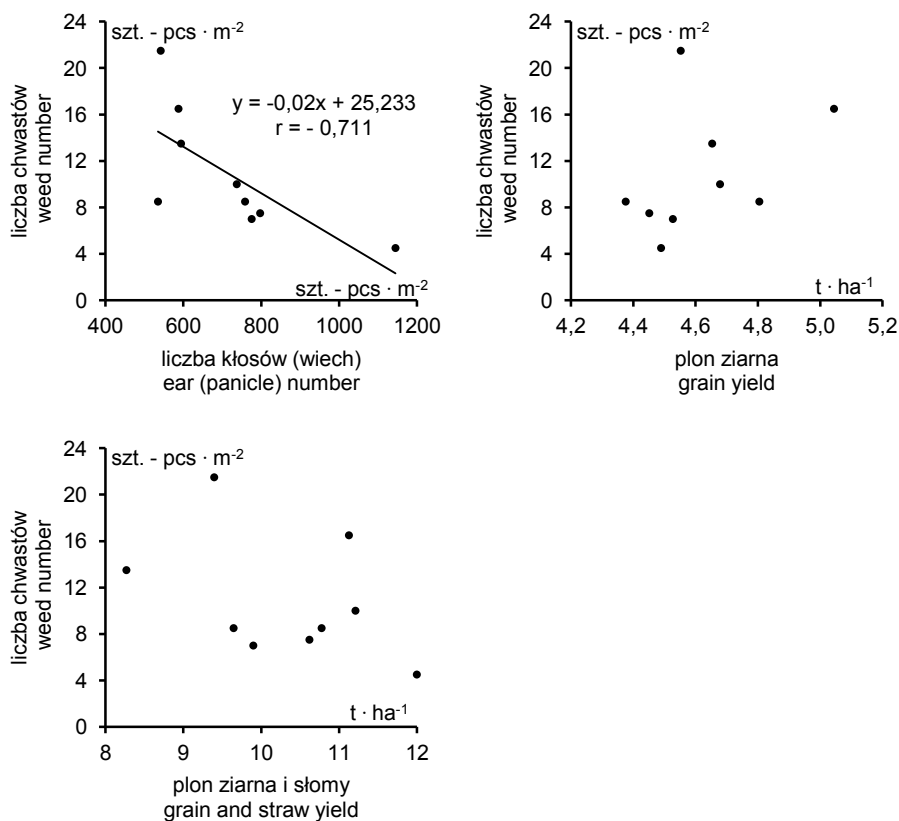
Obiekt Treatment	Lata – Years			Średnio Mean
	2009	2010	2011	
Jęczmień Barley	4,6	4,2	5,0	4,6
Owies Oat	3,0	4,6	1,9	3,2
Pszenica Wheat	3,8	7,5	2,9	4,7
Pszenżyto Triticale	5,0	1,6	7,2	4,6
Jęczmień + owies + pszenica Barley + oat + wheat	1,7	6,0	2,8	3,5
Jęczmień + owies + pszenżyto Barley + oat + triticale	2,9	1,3	0,4	1,5
Jęczmień + pszenica + pszenżyto Barley + wheat + triticale	4,6	4,4	8,1	5,7
Owies + pszenica + pszenżyto Oat + wheat + triticale	3,3	6,9	2,3	4,2
Jęczmień + owies + pszenica + pszenżyto Barley + oat + wheat + triticale	2,0	4,2	3,0	3,1
NIR <sub>0,05</sub> LSD <sub>0,05</sub>	r.n	r.n	4,9	r.n.

r.n. – różnica nieistotna – not significant difference

W 2011 r. stwierdzono istotną ujemną korelację między obsadą kłosów (wiech) zasiewów czystych i mieszanych zbóż a liczbą chwastów na jednostce powierzchni (rys. 1). Nie odnotowano natomiast istotnej korelacji pomiędzy plonem ziarna czy też łącznym plonem ziarna i słomy a liczbą chwastów. Taki rezultat może sugerować, że na zachwaszczenie wtórne większy wpływ miały warunki świetlne panujące w łąnie niż dostępność składników pokarmowych znajdujących się w glebie.

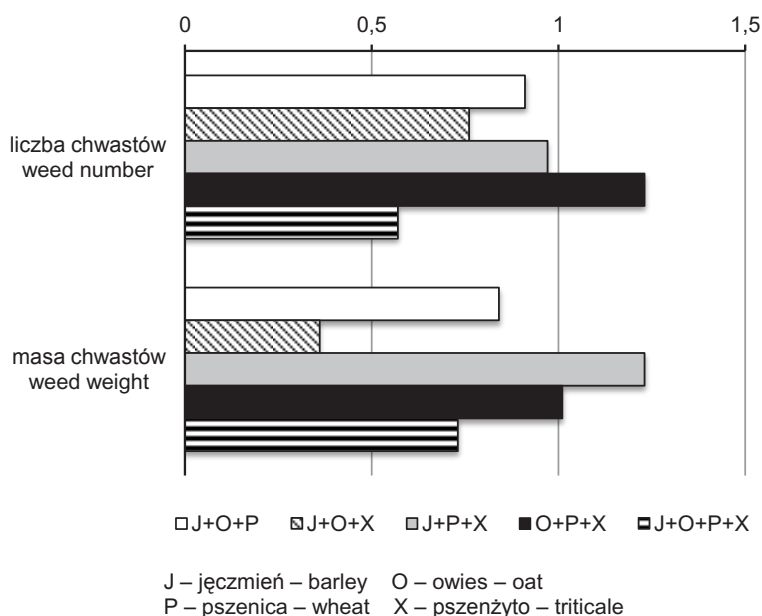
Średnio w trzyleciu efekt odchwaszczający mieszanki odnotowano w zasiewach jęczmienia z owsem i pszenicą, jęczmienia z owsem i pszenżytem oraz czterogatunkowym (rys. 2). Wyniki te zgadzają się z badaniami Sobkowicza (1999a), który stwierdził efekt odchwaszczający mieszanki jęczmienia, owsa i pszenżyta w odniesieniu do liczby chwastów. W badaniach własnych mieszanka jęczmienia, pszenicy i pszenżyta oraz owsa pszenicy i pszenżyta sprzyjały zachwaszczeniu. W przypadku pierwszej mieszanki dotyczyło to masy chwastów, a w drugiej – ich liczebności.





Rys. 1. Zależność liniowa między cechami ładu zbóż zasiewów czystych i mieszanek a liczbą chwastów na jednostce powierzchni w 2011 r. Każdy punkt na rysunku jest średnią z czterech powtórzeń. Współczynnik korelacji liniowej, równanie i prostą regresji przedstawiono, jeśli korelacja okazała się istotna

Fig. 1. Linear relationship between features of cereal canopy of pure stands and mixtures and weed number per unit area in 2011. Each point in the figure is the mean of four replicates. Simple correlation coefficient, regression equation and line was presented only when correlation was statistically significant



Rys. 2. Efekt odchwaszczający mieszanek jako stosunek zachwaszczenia w mieszance do średniego zachwaszczenia jej komponentów w zasiewach czystych. Średnia z lat 2009–2011

Fig. 2. Weeding effect of mixture as a ratio of weed infestation in mixture to averaged infestation of its components in pure stands. Mean for 2009–2011

## WNIOSKI

1. Zróżnicowanie gatunkowe zasiewów zbóż miało niewielki wpływ na zachwaszczenie wtórne łąnu, nie odnotowano istotnych różnic w liczbie i masie chwastów w dwóch pierwszych latach doświadczenia oraz średnio w trzyleciu.

2. Tendencję do ograniczania zachwaszczenia obserwowano w przypadku mieszanek jęczmienia, owsa i pszenżyta oraz czteroskładnikowej. Zachwaszczeniu sprzyjała uprawa mieszanek jęczmienia, pszenicy i pszenżyta.

## PIŚMIENNICTWO

- Bartkowiak A., 1978. Analiza wariancji dla układów ortogonalnych. Program awa [w:] Opis merytoryczny programów statystycznych opracowanych w Instytucie Informatyki Uniwersytetu Wrocławskiego. Red. A. Bartkowiak. Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego: 43–60.
- Gacek E., Nadziak J., Biliński Z.R., 2000. Ograniczenie występowania chorób w zasiewach mieszanych zbóż. Rocz. Akad. Rol. Pozn., Rol. 58: 31–38.

- Gałęzewski M., 2008. Występowanie szkodliwej entomofauny w mieszankach zbóż jarych. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin*, 48 (3): 831–835.
- Idziak R., Michalski T., 2003. Zachwaszczenie i plonowanie mieszanek jęczmienia jarego i owsa przy różnym udziale obu komponentów w zasiewie. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 490: 99–104.
- Klima K., Łabza T., 2010. Plonowanie i efektywność ekonomiczna uprawy owsa w siewie czystym i mieszanym w systemie ekologicznym i konwencjonalnym. *Żywność*, 3(70): 141–147.
- Lemańczyk G., Wasilewski P., 2009. Zdrowotność żyta jarego i owsa uprawianych w siewach czystych i mieszankach. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin*, 49 (4): 1753–1757.
- Leszczyńska D., 2007. Stan i uwarunkowania uprawy mieszanek zbożowych w Polsce. *J. Res. Appl. Agric. Enging.*, 52(3): 105–108.
- Michalski T., Idziak R., 2011. Zachwaszczenie pielęgnowanych mechanicznie zbóż jarych uprawianych na glebie lekkiej w warunkach braku nawożenia mineralnego. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin* 51 (1): 464–468.
- Michalski T., Kruczek A., Waligóra A., 1994. Plonowanie i wartość pastewna mieszanek pszenżyta z pszenicą jarą [w:] *Materiały konferencji naukowej: „Stan i perspektywy uprawy mieszanek zbożowych”*. Poznań, 2 grudnia 1994: 100–104.
- Michalski T., Weber Z., Gołębiak B., Osiecka B., Bieliński S., 1996. Uprawa mieszanek jako agrotechniczna metoda ochrony zbóż przed chorobami. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin*, 36 (1): 229–235.
- Nadziak J., Gacek E., 2000. Teoretyczne i praktyczne aspekty upraw międzygatunkowych mieszanek zbóż. *Biul. IHAR*, 216: 357–364.
- Parylak D., Zawieja J., Jędruszczak M., Stupnicka-Rodzinkiewicz E., Dąbkowska T., Snarska K., 2006. Wykorzystanie zasiewów mieszanych, właściwości odmian lub zjawiska allelopatii w ograniczaniu zachwaszczenia. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin*, 46 (1): 33–44.
- Sobkowicz P., 1999a. Ocena odchwaszczającego działania jarych mieszanek zbożowych. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin* 39 (2): 687–690.
- Sobkowicz P., 1999b. Oddziaływanie mieszanek z udziałem jęczmienia owsa i pszenżyta na zachwaszczenie. *Zesz. Nauk. AR. Wroc., Rol. LXXIV*, 367: 159–165.
- Sobkowicz P., 2003. Konkurencja międzygatunkowa w jarych mieszankach zbożowych. *Zesz. Nauk. AR Wroc. Rozpr.*, CXCIV, 458: 105.
- Sobkowicz P., Lejman A., 2011. Oddziaływanie wielogatunkowych mieszanek zbożowych na zachwaszczenie gatunkami jednoliściennymi. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin*, 51(1): 478–481.
- Szempliński W., Budzyński W., 2011. Cereal mixtures in Polish scientific literature in period 2003–2007. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 10 (2): 127–140.
- Wanic M., 1997. Mieszanka jęczmienia jarego z owsem oraz jednogatunkowe uprawy tych zbóż w płodozmianach. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olst. Agricultura*, 64, Suppl. D, 58.
- Wanic M., Nowicki J., Bielski S., Jastrzębska M., 2004. Reakcja mieszanki jęczmienia jarego z owsem na różne przedplony i częstotliwość uprawy w płodozmianie. *Cz. I. Plon i jego struktura. Acta Sci. Pol., Agricultura* 3 (2): 165–176.

## SECONDARY WEED INFESTATION OF MULTISPECIES MIXTURES OF SPRING CEREALS COMPARED TO PURE STANDS

### Summary

In one-factorial field experiment pure stands of barley, oat, wheat, triticale, three-species mixtures of the cereals and a mixture of all of the species were grown in 2009–2011. The species diversity of the stands had little effect on weeds that grew as a secondary weed infestation. No significant differences were observed in the number and weight of weeds in the first two years of the experiment or when data were averaged over the three year period. In 2011 among mixed stands, the lowest number and weight of weeds were found in the mixture of barley, oats and triticale. Significantly more weeds were noted in triticale grown in a pure stand and in the mixture of barley, wheat and triticale. When averaged over three years, the so-called „mixture weeding effect” was found in the mixed stand of barley, oats and wheat, also in the mixture of barley, oats and triticale, and in the four-component mixture.

KEY WORDS: cereal mixture, weed infestation, weeding effect

**Jan Spiak**

**DOCHODY I OBCIĄŻENIA PODATKOWE GOSPODARSTW  
ROLNYCH Z OSOBOWOŚCIĄ PRAWNĄ**  
**REVENUES AND LOADS OF TAX RURAL FARMS  
WITH LEGAL PERSONALITY**

*Institut Nauk Ekonomicznych i Społecznych, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu*  
*Institute of Economics and Social Sciences, Wrocław University of Environmental*  
*and Life Sciences*

Celem badań było porównanie dochodów oraz ponoszonych obciążeń podatkowych w gospodarstwach rolnych posiadających osobowość prawną w latach 2006–2010. Na podstawie metody analizy statystycznej dokonano oceny wskaźników dynamiki łańcuchowej oraz zróżnicowania wielkości wskaźników dochodowości i obciążeń podatkowych w gospodarstwach o różnych typach rolniczych według klasyfikacji stosowanej w Polskim FADN. Wykonane szacunkowe obliczenia w przeliczeniu na 1 ha UR wykazały, że podatek dochodowy – 19% dla gospodarstw o typie uprawy polowe byłby wyższy od podatku rolnego dopiero w 2010 roku. Natomiast dla przedsiębiorstw rolnych o typie – mieszane zrównałby się z podatkiem rolnym w ostatnim roku badań.

**SŁOWA KLUCZOWE:** dochód netto, obciążenia podatkowe, gospodarstwa rolne posiadające osobowość prawną

**WSTĘP**

Głównym celem zarządzania finansami gospodarstw rolnych jest dążenie do stałego wzrostu dochodu netto, który by zapewniał stabilny rozwój podmiotów gospodarczych w okresie wieloletnim. Kierownictwa gospodarstw rolnych z osobowością prawną muszą zatem zwiększać efektywność posiadanych zasobów oraz ograniczać obciążenia podatkowe. Proponowane zmiany w opodatkowaniu gospodarstw rolnych polegające na zastąpieniu podatku rolnego podatkiem dochodowym według wielu autorów (Czyżewski,

---

Do cytowania – For citation: Spiak J., 2012. Dochody i obciążenia podatkowe gospodarstw rolnych z osobowością prawną. Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol. CII, 588: 165–176.

Smędzik 2011, Podstawka, Gołasa 2011) spowodują obniżenie dochodów netto z gospodarstw towarowych. Stąd istnieje uzasadniona obawa, że zarządzający gospodarstwami rolnymi mogą dążyć do niewykazywania całości uzyskiwanych dochodów brutto, aby nie płacić zwiększonego podatku.

Wysokość obciążeń podatkowych gospodarstw rolnych w kraju o zróżnicowanym profilu produkcji wskazuje, że najbardziej obciążone były podatkami gospodarstwa o typach rolniczych: uprawy trwałe, uprawy polowe i mieszane (Forfa 2011). Z kolei Wasilewski i Gruzziel (2008) na podstawie przeprowadzonych badań podają, że na zróżnicowanie obciążenia podatkiem rolnym, a ewentualnym podatkiem dochodowym zasadniczy wpływ wywierają typy rolnicze oraz powierzchnie UR gospodarstw.

## MATERIAŁ I METODY

Celem badań było wykazanie, jakie zmiany wystąpiły w uzyskiwanych dochodach oraz obciążeniach podatkowych w indywidualnych gospodarstwach rolnych z osobowością prawną w latach 2006–2010. Przeprowadzono analizę dochodów i podatków w gospodarstwach rolnych o dominujących typach rolniczych: uprawy polowe, których udział wynosił 47,6% oraz mieszane z 33,7% udziałem w badanym zbiorze gospodarstw z osobowością prawną w Polskim FADN. Łącznie w posiadaniu obu badanych grup gospodarstw znajdowało się 84% posiadanej arealu gruntów gospodarstw z osobowością prawną. Analiza porównawcza typów rolniczych przedsiębiorstw rolnych pozwoliła ocenić występujące różnice w uzyskiwanych dochodach oraz płaconych podatkach w przeliczeniu na 1 ha użytków rolnych w pięcioletnim okresie analizy.

W badaniach wykorzystano dane pochodzące z publikacji Instytutu Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – PIB „Wyniki standardowe uzyskane przez gospodarstwa rolne z osobowością prawną uczestniczące w Polskim FADN w latach 2006–2010”. Opracowane wyniki oparte są na średnich ważonych z próby liczącej (90–152) gospodarstw rolnych z osobowością prawną uczestniczących w Polskim FADN. Gospodarstwa rolne były zarządzane przez jednostki o różnych formach organizacyjno-prawnych posiadających pełną lub ograniczoną osobowością prawną.

## WYNIKI

Analiza potencjału produkcyjnego gospodarstw z osobowością prawną w badanym okresie wykazała, że wytworzona wartość dodana netto (Wdn) w przeliczeniu na 1 ha UR w obu typach rolniczych gospodarstw miała tendencję rosnącą. Gospodarstwa o typie uprawy polowe miały wskaźniki łańcuchowe wyższe od 12 do 47 p.p. w stosunku do typu – mieszane z wyjątkiem 2008 r., w którym wystąpiły niekorzystne warunki produkcji roślinnej. Natomiast ocena wysokości uzyskiwanych dochodów w przeliczeniu na 1 ha UR wykazała, że duże wahania dochodów były w obu grupach. Wysokie rozpiętości we wskaźnikach łańcuchowych dochodów wystąpiły w gospodarstwach prowadzących produkcję roślinną. Pod względem wysokości uzyskanych dochodów na 1 ha UR naj-

lepszy był 2010 r., w którym gospodarstwa typu – uprawy polowe uzyskały 968 zł/ha, a gospodarstwa typu – mieszane 501 zł/ ha. W latach 2006–2008 poziom dochodów netto na 1 ha UR w gospodarstwach mieszanych był wyższy od 17 do 233 zł/ ha w porównaniu z gospodarstwami roślinnymi. Natomiast po 2009 r. gospodarstwa typu – uprawy polowe uzyskiwały już wyższe dochody na 1 ha UR od 271 do 467 zł. w stosunku do grupy porównawczej, co wskazuje na wzrost opłacalności produkcji roślinnej w tym czasie. W badanym okresie gospodarstwa mieszane miały wyższe wskaźniki wartości dodanej netto, natomiast niższe wskaźniki dochodów netto od 64,2 do 48,3 % w latach 2009–2010 w porównaniu z gospodarstwami o produkcji roślinnej (tab. 1).

Tabela 1  
Table 1

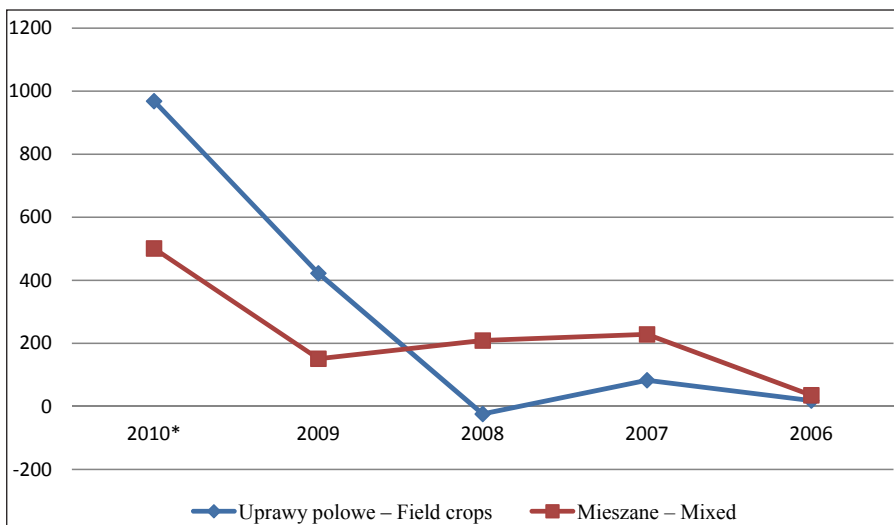
Wartość dodana netto (Wdn) i dochód (Dr) z gospodarstw rolnych z osobowością prawną w zł/ha UR  
Net value added (Nva) and income from farms with legal personality (Ia) in zł/ha

Typy rolnicze Types agricultural	Wskaźnik Indicator	Lata – Yers								
		2010	2010/ 2009	2009	2009/ 2008	2008	2008/ 2007	2007	2007/ 2006	2006
		(zł/ha)	(%)	(zł/ha)	(%)	(zł/ha)	(%)	(zł/ha)	(%)	(zł/ha)
Uprawy polowe Field crops	Wdn Nva	1931,0	137,32	1406,2	137,81	1020,4	114,27	893,0	136,48	654,3
	Dr Ia	968,5	229,29	422,4	1760,00	-24,0	-128,92	83,0	448,65	18,5
Mieszane Mixed	Wdn Nva	2131,6	125,15	1703,3	89,54	1902,3	133,21	1428,0	111,53	1280,4
	Dr Ia	501,1	331,42	151,2	72,31	209,1	91,47	228,6	645,76	35,4

Źródło: opracowanie własne na podstawie „Wyniki standardowe indywidualnych gospodarstw rolnych posiadających osobowość prawną w latach 2006–2010”. [www.FADN.pl](http://www.FADN.pl)  
Source: own calculations based on "Wyniki standardowe indywidualnych gospodarstw rolnych posiadających osobowość prawną w latach 2006–2010". [www.FADN.pl](http://www.FADN.pl)

Duży przyrost dochodów netto – ponad dwukrotny w obu typach rolniczych przedsiębiorstw wystąpił w 2010 r., co było spowodowane korzystnymi warunkami przyrodniczo-ekonomicznymi w produkcji rolniczej. W badanych latach gospodarstwa o typie mieszanym wykazywały dużą stabilność uzyskiwanych dochodów, dzięki prowadzeniu zdywersyfikowanej produkcji (rys. 1).

Zestawienie rozpiętości uzyskiwanych dochodów na jednostkę powierzchni UR w badanym okresie potwierdziło duże wahania dochodów w gospodarstwach o typie – uprawy polowe, w których udział straty w stosunku do dochodu maksymalnego wynosił – 2,5%. Natomiast w gospodarstwach typu – mieszane udział dochodu min. wynosił około 7% jego wartości maksymalnej. Gospodarstwa mieszane charakteryzowały się mniejszym ryzykiem zmienności uzyskiwanych dochodów netto, dzięki zróżnicowaniu gałęzi produkcji (rys. 2).

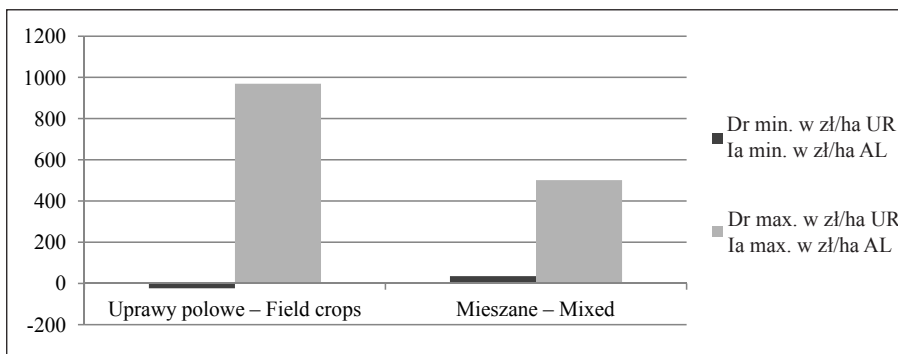


Źródło: jak w tabeli 1

Source: as in Table 1

Rys. 1. Dochód netto w zł/ha UR z gospodarstw rolnych posiadających osobowość prawną według typów rolniczych, w latach 2006–2010

Fig. 1. Net income for the zł/ha AL with farm a legal personality by the type of farming, in the years 2006–2010



Źródło: jak w tabeli 1

Source: as in Table 1

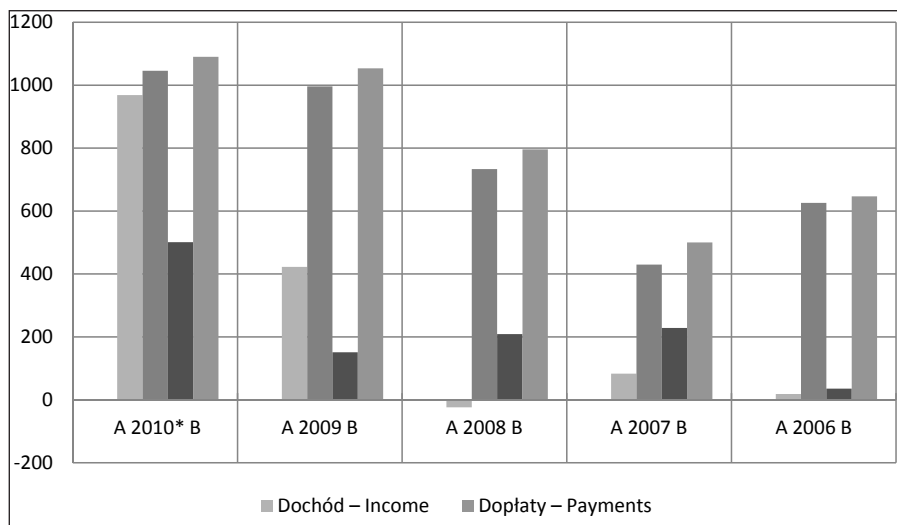
Rys. 2. Wartość dochodu (Dr) min. i max. w zł/ha UR w gospodarstwach rolnych z osobowością prawną według typów rolniczych w latach 2006–2010

Fig. 2. The value of income (Ia) min. and max. in zł/ha AL on the farms with legal personality by the type of farming in the years 2006–2010

Wykazywane dochody netto przez badane gospodarstwa rolne były w dużym stopniu kreowane przez dopłaty do działalności operacyjnej (rys. 3). W analizowanym okresie dopłaty do działalności operacyjnej przewyższały wielokrotnie wykazywany poziom dochodów netto. Relacje dopłat do wielkości dochodów netto z gospodarstw na 1 ha UR były najwyższe w 2006 r. oraz dla typu uprawy polowe w 2008 r., w którym to dopłaty



72 razy przewyższały wykazywaną stratę (-22 tys. zł). Wyraźne zmniejszenie różnicy między dopłatami a uzyskiwanymi dochodami wystąpiło w 2010 r. w grupie gospodarstw o produkcji roślinnej, w której dochody stanowiły 93% dopłat. Natomiast w gospodarstwach o typie rolniczym mieszane relacje te były gorsze, gdyż dochody miały tylko 46% udział w dopłatach. Gospodarstwa rolne z osobowością prawną pozbawione dopłat do działalności operacyjnej generowałyby straty w badanym okresie.



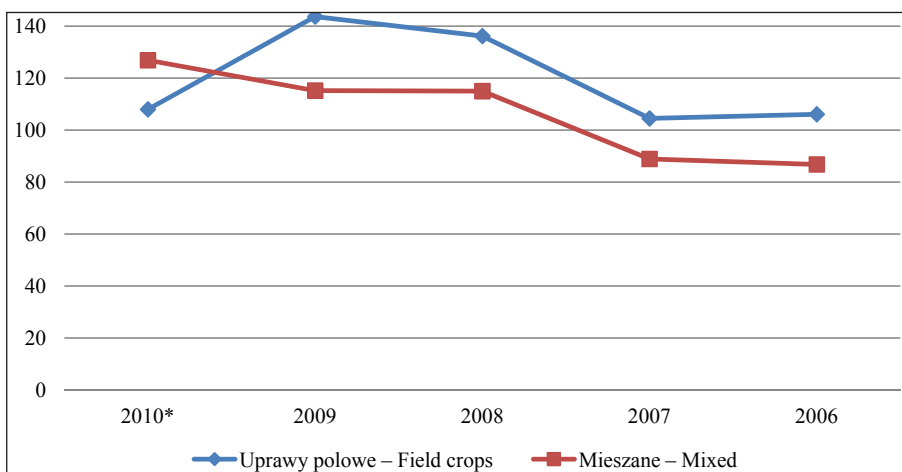
Źródło: jak w tabeli 1

Source: as in Table 1

Rys. 3. Dochód i dopłaty do działalności operacyjnej w zł/ha UR w gospodarstwach rolnych z osobowością prawną o typie rolniczym: uprawy polowe – A oraz mieszane – B, w latach 2006–2010

Fig. 3. Income and payments for operating activities zł/ha AL on the farm with legal personality on the type of farming: field crops – A and mixed – B, in the years 2006 to 2010

Analiza wysokości obciążeń podatkami (bez VAT) w przeliczeniu na 1 ha UR, w obu porównywanych typach rolniczych gospodarstw wskazuje, że ich wielkość w kolejnych latach zwiększała się z wyjątkiem ostatniego roku, w którym przedsiębiorstwa o typie uprawy polowe zapłaciły niższe podatki. Trudno jednoznacznie wytłumaczyć tę zmianę, ale może ona wynikać z nowej typologii gospodarstw rolnych przyjętej w Polskim FADN, opartej na jednostce produkcji – SO. Porównanie obciążeń podatkowych na 1 ha UR wskazuje, że wyższe podatki o około 20 zł/ha były płacone przez przedsiębiorstwa o typie rolniczym uprawy polowe do 2009 r. Sytuacja się zmieniła w 2010 r., w którym gospodarstwa mieszane płaciły podatki w wysokości 127 zł/ha, a o typie rolniczym uprawy polowe 108 zł/ha/UR (rys. 4).



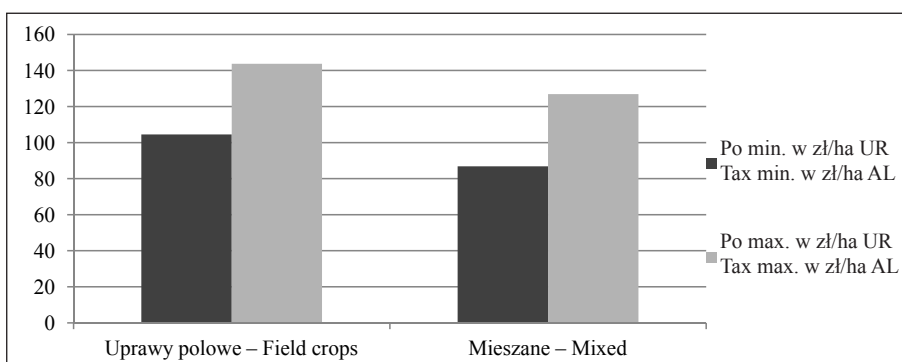
Źródło: jak w tabeli 1

Source: as in Table 1

Rys. 4. Wartość podatków (bez VAT) w zł/ha UR, w gospodarstwach rolnych z osobowością prawną według typów rolniczych, w latach 2006–2010

Fig. 4. The value of tax (VAT) in zł/ha AL, on the farms with legal personality by the type of farming, in the years 2006–2010

Rozpiętość płaconych podatków na 1 ha UR (rys. 5) w okresie badań była większa w przedsiębiorstwach typu – mieszane i wynosiła 32%, natomiast w gospodarstwach typu uprawy polowe 27%. Większe wahania w podatkach płaconych przez przedsiębiorstwa o produkcji mieszanej można przypisać zmianom występujących w podatkach lokalnych.



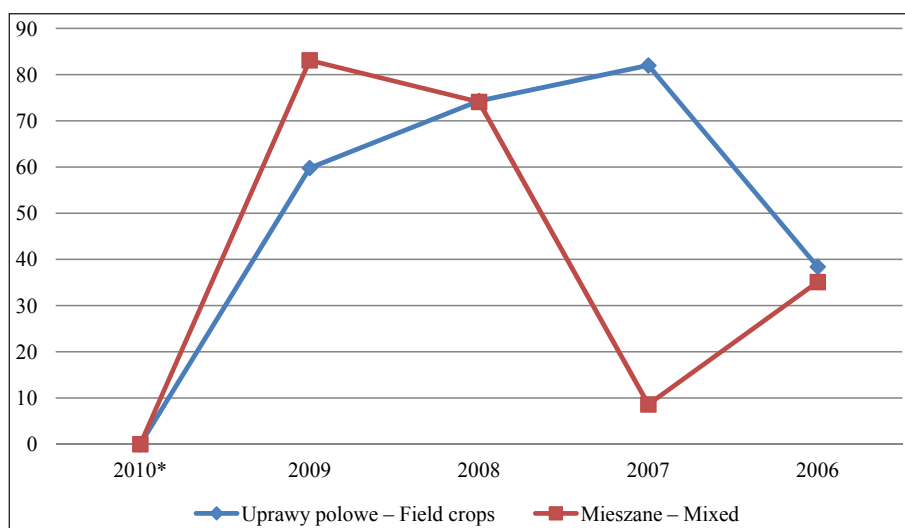
Źródło: jak w tabeli 1

Source: as in Table 1

Rys. 5. Wartość min. i max. podatków (Po) bez VAT, w zł/ha UR w gospodarstwach rolnych z osobowością prawną według typów rolniczych, w latach 2006–2010

Fig. 5. The value of min. and max. taxes (Tax) without VAT, in zł/ha AL on the farms with legal personality by the type of agricultural in the years 2006–2010

W odniesieniu do wartości salda podatku VAT (z wyłączeniem VAT od inwestycji) w przeliczeniu na 1 ha UR (rys. 6), także występowały duże wahania wynoszące od 0 do ponad 80 zł/ha UR w obu grupach porównawczych gospodarstw. W badanym okresie gospodarstwa o typie uprawy polowe zmniejszały wielkość salda VAT od 2007 r., natomiast w przedsiębiorstwach o typie mieszane wyraźne spadki salda wystąpiły w latach 2007 i 2010. Zmniejszanie sald podatku VAT (z wyłączeniem VAT od inwestycji) świadczy o większych jego wpływach uzyskiwanych z tytułu zakupu towarów i usług w rozliczeniach VAT na zasadach ogólnych lub mniejszej sprzedaży netto na zasadach ryczałtowych, gdyż stawki podatku VAT obowiązujące na towary i usługi nie zmieniły się w badanych latach. Dopiero w 2010 r. wraz ze zmianami stawek podatku od towarów i usług (VAT) mamy do czynienia z sytuacją, w której grupa gospodarstw będąca płatnikiem VAT i mająca saldo zerowe, nie odprowadzała tego podatku do Urzędu Skarbowego.



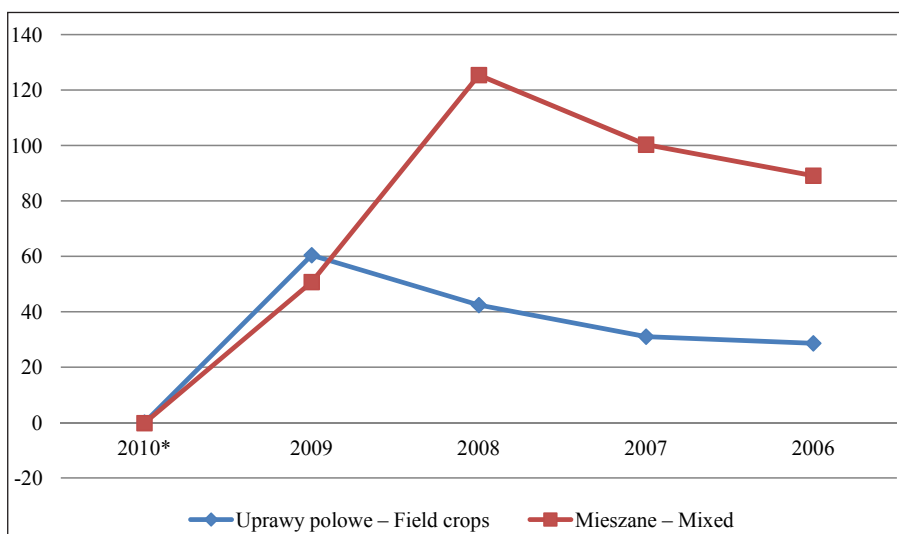
Źródło: jak w tabeli 1

Source: as in Table 1

Rys. 6. Wartość salda podatku VAT (z wyłączeniem VAT od inwestycji) w zł/ha UR, w gospodarstwach rolnych z osobowością prawną według typów rolniczych, w latach 2006–2010

Fig. 6. The balance of VAT (excluding VAT on investment) in zł/ha AL, on the farms with legal personality by the type of agricultural, in the years 2006–2010

Podatek VAT zapłacony od inwestycji w przeliczeniu na 1 ha UR w początkowym okresie zwiększał się, osiągając największą wartość 125 zł/ha w przedsiębiorstwach typu – mieszane w 2008 r. oraz w gospodarstwach typu uprawy polowe 64 zł/ha w 2009 r. Stopniowe zwiększanie wartości podatku VAT od inwestycji związane było bezpośrednio ze wzrostem nakładów inwestycyjnych w tych gospodarstwach. Natomiast w 2010 r. podatek VAT od inwestycji nie był zapłacony w obu grupach porównawczych, co oznaczało w praktyce zaniechanie inwestycji w badanych gospodarstwach (rys. 7).



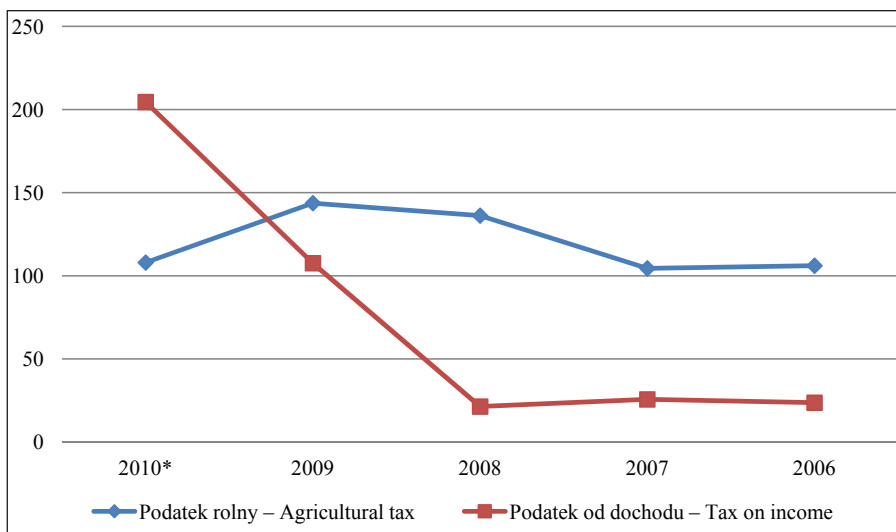
Źródło: jak w tabeli 1

Source: as in Table 1

Rys. 7. Wartość zapłaconego podatku VAT od inwestycji w zł/ha UR, w gospodarstwach rolnych z osobowością prawną według typów rolniczych, w latach 2006–2010

Fig. 7. The value of VAT paid on investments in zł/ha AL, on the farms with legal personality by the type of agricultural, in the years 2006–2010

Przeprowadzone szacunkowe obliczenia dotyczące opodatkowania dochodów stawką 19% w analizowanych grupach gospodarstw z osobowością prawną (rys. 8, 9) wykazały, że obciążenie na 1 ha UR podatkiem dochodowym byłyby niższe niż płacony podatek rolny z wyjątkiem 2010 r., w którym to podatek dochodowy byłby wyższy o około 100 zł/ha UR dla gospodarstw typu rolniczego – uprawy polowe. W grupie przedsiębiorstw typu – mieszane nastąpiłoby zbliżenie wartości obu szacowanych podatków w 2010 r. do około 120 zł w przeliczeniu na 1 ha UR. Natomiast wartość szacowanego podatku dochodowego w gospodarstwach typu – uprawy polowe w ostatnim roku badań byłaby wyższa o około 80 zł/ha UR w stosunku do grupy porównawczej.

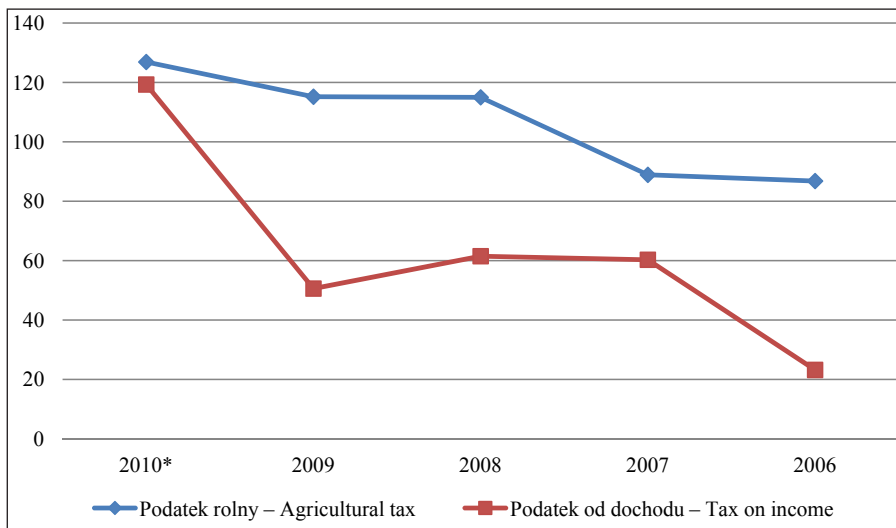


Źródło: jak w tabeli 1

Source: as in Table 1

Rys. 8. Wartość podatku rolnego i 19% podatku od dochodu w gospodarstwach rolnych z osobowością prawną w zł/ha UR, o typie uprawy polowe, w latach 2006–2010

Fig. 8. The value of agricultural tax and 19% tax on income in agricultural holdings with a legal personality in zł/ha AL, the type of field crops in the years 2006–2010



Źródło: jak w tabeli 1

Source: as in Table 1

Rys. 9. Wartość podatku rolnego i 19% podatku od dochodu z gospodarstwa w zł/ha UR w gospodarstwach posiadających osobowość prawną o typie mieszanym, w latach 2006–2010

Fig. 9. The value of agricultural tax and 19% tax on income from a farm in zł/ha of arable land in farms with a legal personality of mixed type, in the years 2006–2010

## PODSUMOWANIE

Przeprowadzone badania w gospodarstwach rolnych z osobowością prawną o typach rolniczych uprawy polowe oraz mieszane w latach 2006–2010 wykazały, że następował stopniowy wzrost wskaźników dynamiki łańcuchowej wartości dodanej netto oraz wystąpiły duże wahania w uzyskiwanych dochodach netto. Gospodarstwa o typie rolniczym – mieszane wytwarzały wyższą wartość dodaną netto w przeliczeniu na 1 ha UR w stosunku do grupy porównawczej. Wypracowane dochody netto z gospodarstw wykazywały duże wahania oraz kreowane były dzięki uzyskiwanym dopłatom. Relacje dopłat do działalności operacyjnej w stosunku do dochodów z gospodarstw były najmniejsze w 2010 r., co może świadczyć o poprawie efektywności gospodarowania.

Porównanie obciążeń podatkowych na 1 ha UR wskazuje, że wyższe podatki do 2009 r. o około 20 zł/ha płaciły przedsiębiorstwa o typie rolniczym uprawy polowe w stosunku do typu mieszane. Natomiast w ostatnim roku badań gospodarstwa o typie mieszane miały już wyższe podatki o 18% w odniesieniu do grupy porównawczej. Analiza sald podatku VAT (z wyłączeniem VAT płaconego z inwestycji) w przeliczeniu na 1 ha UR w badanym okresie wykazała, że cechowały się one dużymi wahaniami oraz wielkością zerową w 2010 roku.

Wykonane szacunkowe obliczenia dotyczące obciążenia podatkiem dochodowym gospodarstw stawką 19% w przeliczeniu na 1 ha UR w okresie badań wykazały, że dla gospodarstw o typie uprawy polowe byłyby wyższe od podatku rolnego dopiero w 2010 r. Natomiast dla gospodarstw typu – mieszane obliczony podatek dochodowy zrównałby się z podatkiem rolnym w ostatnim roku badań. W sytuacji utrzymania lub powiększenia generowanego dochodu z badanych grup gospodarstw z osobowością prawną na poziomie 2010 r. (wyliczanego według schematu Polskiego FADN), zastąpienie podatku rolnego dochodowym oznaczałoby zwiększenie obciążenia podatkiem z tego tytułu.

## PIŚMIENNICTWO

- Czyżewski A., Smędzik K., 2011. Wpływ opodatkowania dochodów rolniczych na sytuację ekonomiczną indywidualnych gospodarstw rolnych z obszaru intensywnego rolnictwa (próba symulacji w odniesieniu do gospodarstw FADN z powiatu gostyńskiego. Zesz. Nauk. Ekonomiki Gospodarki Żywnościowej nr 92, SGGW Warszawa: 5–16.
- Forfa M., 2011. Obciążenia fiskalne gospodarstw rolniczych w zależności od wielkości ekonomicznej oraz typu rolniczego. Zesz. Nauk. Ekonomiki Gospodarki Żywnościowej nr 92, SGGW Warszawa: 89–101.
- Podstawka M., Gołasa P., 2011. Oszacowanie wielkości tax expenditures w polskim rolnictwie. Roczniki Naukowe SERiA, tom XIII, z. 1: 297–300.
- Wasilewski M., Gruzziel K., 2008: Podatek rolny a podatek dochodowy – konsekwencje zmian dla gospodarstw rolniczych. Roczn. Nauk Roln., seria G, T. 94, z. 2: 115–129.
- Wyniki standardowe uzyskane przez gospodarstwa rolne z osobowością prawną uczestniczące w Polskim FADN w latach 2006–2010. [www.fadn.pl](http://www.fadn.pl)

---

## REVENUES AND TAX BURDENS OF RURAL FARMS WITH LEGAL ENTITY STATUS

### Summary

The aim of this study was to compare the income and the tax burden on farms with a legal entity from 2006 to 2010. Based on the method of statistical analysis an assessment was done on the dynamics, the changes in the level of profitability indicators, and the tax burden on households with different types of farming according to the classification used in the Polish FADN. Estimates were made per 1 ha of farmland and showed that the income tax – 19% for households classified as – field crops would be higher than the agricultural tax until 2010. But for the type of agricultural enterprise – mixed, the income tax would be equal to the agricultural tax in the last year of the study.

KEY WORDS: net income, tax burden, farms with legal entity





Roman Waclawowicz, Lesław Zimny,  
Dariusz Malak, Piotr Kuc

WPŁYW NAWOŻENIA WERMIKOMPOSTEM ORAZ AZOTEM  
NA PLONOWANIE BURAKA CUKROWEGO

THE EFFECT OF VERMICOMPOST AND NITROGEN  
FERTILIZATION ON YIELDING OF SUGAR BEET

*Katedra Kształtowania Agroekosystemów i Tereni Zieleni, Uniwersytet Przyrodniczy  
we Wrocławiu*

*Department of Agroecosystems and Green Areas Management, Wrocław University  
of Environmental and Life Sciences*

Podstawą badań było dwuczynnikowe doświadczenie polowe zlokalizowane w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Swojec należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Badano wpływ wermikompostu ( $10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) wyprodukowanego z obornika bydłęcego przy współdziałaniu dżdżownicy kompostowej (*Eisenia fetida*) i nawożenia azotowego (0, 100, 140, 180 i  $220 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) na plonowanie buraka cukrowego. Zarówno zastosowanie nawozu organicznego, jak i azotowego istotnie różnicowało plon korzeni i liści buraka oraz procentową zawartość cukru w korzeniach. Po zastosowaniu wermikompostu plon korzeni był istotnie wyższy – średnio o 22%, a liści o 20% w porównaniu z plonem uzyskanym z poletek nienawożonych organicznie. Zawartość cukru w korzeniach po zastosowaniu wermikompostu wzrosła odpowiednio o 5,5%. Intensyfikacja nawożenia azotowego wywoływała systematyczny wzrost plonów liści i korzeni buraka cukrowego oraz plonu cukru i obniżkę zawartości sacharozy w korzeniach.

SŁOWA KLUCZOWE: burak cukrowy, plon korzeni, plon liści, zawartość cukru, plon cukru, wermikompost, nawożenie azotowe

## WSTĘP

Powodzenie uprawy buraka cukrowego uzależnione jest od wielu czynników agrotechnicznych, spośród których strategiczne znaczenie ma nawożenie. Rośliny okopowe bardzo dobrze wykorzystują nawozy organiczne, szczególnie jeśli efektywnie połączymy je z nawozami mineralnymi (Gutmański, Musolff 1988, Kopczyński 1996, Ostrowska, Kucińska 1998, Prośba-Białczyk 2004, Zimny i wsp. 2009). Niestety, w związku ze znacznym ograniczeniem pogłowia zwierząt gospodarskich, a także coraz bardziej powszechnym, bezściółkowym sposobem ich utrzymania, odczuwalny jest niedobór najbardziej popularnego i cennego nawozu naturalnego – obornika. Poszukuje się zatem alternatywnych form nawożenia organicznego.

Jednym z takich nawozów może być wermikompost. Jest on wytwarzany z różnych odpadowych materiałów organicznych, pochodzących z rolnictwa, przetwórstwa spożywczego, jak również osadów ściekowych komunalnych i przemysłowych (Kostecka, Kołodziej 1995, Mazur i wsp. 1996, Waławowicz i wsp. 2011). Wermikompost, w porównaniu z materiałami wyjściowymi, ma zupełnie odmienne właściwości fizyczne i chemiczne – charakteryzuje się brakiem zapachu, znaczną zawartością suchej masy oraz gruzelkowatą konsystencją (Kalembasa i wsp. 1993, Kalembasa 2000, Rabikowska, Piszcz 1992). Duża zawartość składników pokarmowych w tym nawozie oraz ich bardzo dobra dostępność dla roślin sprawiają, że wermikompost nadaje się doskonale do nawożenia wielu upraw (Ansari 2008, Ciepiela i wsp. 2012, Gandecki i in. 2004, Kalembasa 1995, Kostecka i wsp. 1996, Murawska i in. 1992, Rabikowska, Piszcz 1992).

Celem przeprowadzonych badań była ocena plonowania buraka cukrowego pod wpływem wprowadzenia do gleby  $10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  wermikompostu oraz zastosowania zróżnicowanego nawożenia azotowego (0, 100, 140, 180 i  $220 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ ).

## METODYKA BADAŃ

W ścisłym doświadczeniu polowym realizowanym w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Swojec we Wrocławiu w latach 1996–1999 badano reakcję buraka cukrowego na zastosowanie wermikompostu ( $10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) wyprodukowanego z obornika bydłowego przy współdziałaniu dżdżownicy kompostowej (*Eisenia fetida*) nawożenia azotowego aplikowanego w różnych dawkach (0, 100, 140, 180 i  $220 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) oraz współdziałanie tych nawozów. Dawki azotu (mocznik 46%) 140 i  $180 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  dzielono na dwie, a dawkę  $220 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  na trzy części. Po zbiorze przedplonu (jęczmień ozimy) całe pole zwapnowano wapnem nawozowym (24% CaO + 11% MgO) w dawce  $6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Nawożenie fosforowo-potasowe w dawkach  $33 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  P (superfosfat pojedynczy 18%) i  $79 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  K (sól potasowa 60%), jednakowe dla wszystkich obiektów, stosowano jesienią przed wykonaniem orki przedzimowej. Wermikompost przyorano orką przedzimową na głębokość 30 cm. Wraz z tym nawozem wprowadzono do gleby  $44,3 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  azotu,  $23,8 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  fosforu i  $20,4 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  potasu. Badania przeprowadzono na czarnej ziemi właściwej wytworzonej z gliny lekkiej zaliczanej do klasy IIIa kompleksu pszennego dobrego. Powierzchnia poletek wynosiła  $40 \text{ m}^2$ . Doświadczenie zostało założone metodą pasów prostopadłych w czterech powtórzeniach. Burak cukrowy uprawiano z siewu na gotowo.

Masę jednego korzenia i masę liści jednej rośliny ustalono na podstawie zebranych roślin z 2 rzędów o długości 5 m z każdego poletka. Plon korzeni i liści obliczono, mnożąc średnią masę jednego korzenia i masę liści jednej rośliny przez obsadę końcową. Procentową zawartość cukru w korzeniach oznaczono polarymetrycznie.

Wyniki badań poddano analizie wariancji. Różnice graniczne określono przez zastosowanie testu Tuckey'a przy poziomie ufności  $\alpha = 0,05$ .

## WYNIKI I OMÓWIENIE

Zarówno zastosowanie wermikompostu, jak i nawożenia azotowego istotnie różnicowało plon korzeni i liści buraka cukrowego (tab. 1, 2). Wprowadzenie do gleby nawozu organicznego przyczyniło się do zwiększenia plonu głównego o 22,0% i plonu ubocznego o 19,8% w porównaniu z plonem uzyskanym z poletek, na których zrezygnowano z nawożenia wermikompostem. Murawska i wsp. (1996) wykazali, że zastosowanie wermikompostu w dawce  $6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  przyczynia się do wzrostu plonu ziemniaka o 5,1%. Mazur i wsp. [1996], stosując wermikomposty w uprawie buraka pastewnego, stwierdzili lepsze ich działanie niż obornika – plony korzeni uprawianych na wermikompostach były wyższe o 6–9%, a plony liści o 1–5% niż na oborniku. Również Jarecki i Makowski (1992), uprawiając ziemniak na wermikompoście stosowanym w ilości  $4,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , uzyskali plony bulw na poziomie zbliżonym do plonu na oborniku i gnojowicy.

Intensyfikacja nawożenia azotowego na ogół sprzyjała wzrostowi plonów liści i korzeni buraka cukrowego. Zastosowanie już najniższej dawki azotu ( $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) przyczyniło się do istotnego zwiększenia plonu korzeni o 21,5% w porównaniu z plonem uzyskanym bez nawożenia azotowego. Z kolei istotną zwyżkę plonu liści (odpowiednio o 51,0%) uzyskano dopiero po zastosowaniu  $140 \text{ kg} \text{ N} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Podobny kierunek zmian odnotowało wielu badaczy (Gutmański, Musolff 1988, Nowak 1995, Rozbicki, Kalinowska-Zdun 1993, Wojnowska 1995).

Nie stwierdzono istotnego współdziałania obu czynników doświadczenia na wielkość plonów. Należy jednak zwrócić uwagę, że najwyższy przyrost plonowania buraka cukrowego zarówno korzeni, jak i liści pod wpływem wermikompostowania wystąpił w warunkach zastosowania  $100 \text{ kg} \text{ N} \cdot \text{ha}^{-1}$ .

Procentowa zawartość cukru w korzeniach była istotnie zróżnicowana przez obydwa czynniki doświadczenia (tab. 3). Zastosowanie wermikompostu wpłynęło na zwiększenie zawartości cukru w buraku średnio o 0,9% w stosunku do uzyskanego na poletkach bez nawożenia organicznego. Z kolei wraz ze wzrostem dawki azotu na ogół obserwowano redukcję cukrowości korzeni. Przy najwyższej dawce badany parametr obniżył się aż o 1,2% w porównaniu z obiektem zerowym. Obniżenie zawartości cukru w buraku cukrowym pod wpływem nawożenia azotowego potwierdzają również Adamiak i Adamiak (1996), Kopczyński (1996), Krüger i Nowakowski (1997), Ostrowska i Kucińska (1998), Wójcik (1993), Boróweczak i wsp. (2006) oraz Prośba-Białczyk (2004). Analiza statystyczna wykazała istotne współdziałanie badanych czynników doświadczenia. Jeśli burak nawożono  $100 \text{ kg} \text{ N} \cdot \text{ha}^{-1}$ , to zastosowanie wermikompostu przyczyniło się do wzrostu zawartości cukru w korzeniach o 2,0%, natomiast po zrezygnowaniu z nawożenia azotowego wermikompostowanie sprzyjało zwiększeniu zawartości cukru tylko o 0,5%.

Tabela 1  
Table 1Plony korzeni buraka cukrowego ( $t \cdot ha^{-1}$ )  
Root yields of sugar beet

Dawki azotu Nitrogen fertilization ( $kg \cdot ha^{-1}$ )	Nawożenie organiczne Organic fertilization		
	bez nawożenia without fertilization	wermikompost vermicompost	średnio mean
0	37,6	50,3	44,0
100	43,0	61,1	52,1
140	55,4	68,6	62,0
180	59,8	65,8	62,8
220	63,4	70,2	66,8
Średnio – Mean	51,8	63,2	–

NIR<sub>0,05</sub> dla nawożenia organicznego – 10,1 – LSD<sub>0,05</sub> for organic fertilization – 10.1NIR<sub>0,05</sub> dla nawożenia azotowego – 7,9 – LSD<sub>0,05</sub> for nitrogen fertilization – 7.9NIR<sub>0,05</sub> dla interakcji – różnice nieistotne – for interaction – not significant differenceTabela 2  
Table 2Plony liści buraka cukrowego ( $t \cdot ha^{-1}$ )  
Leaves yields of sugar beet

Dawki azotu Nitrogen fertilization ( $kg \cdot ha^{-1}$ )	Nawożenie organiczne Organic fertilization		
	bez nawożenia without fertilization	wermikompost vermicompost	średnio mean
0	17,2	21,6	19,4
100	18,4	26,8	22,6
140	26,3	32,2	29,3
180	33,2	32,2	32,7
220	36,0	44,2	40,1
Średnio – Mean	26,2	31,4	-

NIR<sub>0,05</sub> dla nawożenia organicznego – 4,6 – LSD<sub>0,05</sub> for organic fertilization – 4.6NIR<sub>0,05</sub> dla nawożenia azotowego – 4,4 – LSD<sub>0,05</sub> for nitrogen fertilization – 4.4NIR<sub>0,05</sub> dla interakcji – różnice nieistotne – for interaction – not significant difference

Uzyskany biologiczny plon cukru był istotnie wyższy o  $2,5 t \cdot ha^{-1}$  po zastosowaniu wermikompostu niż w warunkach zaniechania nawożenia organicznego (tab. 4). Również nawożenie azotem wpłynęło na istotne zwiększenie plonu cukru. Wzrastające dawki azotu sprzyjały systematycznemu wzrostowi badanego parametru. Podobną zależność obserwowali Ostrowska [1992] oraz Ostrowska i Kucińska [1998]. Z kolei Nowakowski [2004] stwierdził, że intensyfikacja nawożenia N od 50 do  $250 kg N \cdot ha^{-1}$  przyczynia się do systematycznego obniżenia plonu cukru. Współdziałanie nawożenia organicznego i azotowego wpłynęło na istotne zmiany biologicznego plonu cukru. Najwyższy jego przyrost w wyniku zastosowania wermikompostu obserwowano w warunkach nawożenia buraka cukrowego  $100 kg N \cdot ha^{-1}$  (średnio o  $4,1 t \cdot ha^{-1}$ ), natomiast najniższy – jeśli zastosowano najwyższą z badanych dawek azotu (średnio o  $1,7 t \cdot ha^{-1}$ ).

Tabela 3  
Table 3Zawartość cukru (%)  
Sugar content

Dawki azotu Nitrogen fertilization (kg·ha <sup>-1</sup> )	Nawożenie organiczne Organic fertilization		
	bez nawożenia without fertilization	wermikompost vermicompost	średnio mean
0	17,6	18,1	17,9
100	16,0	18,0	17,0
140	16,8	16,9	16,9
180	16,3	17,6	17,0
220	16,2	17,1	16,7
Średnio – Mean	16,6	17,5	–

NIR<sub>0,05</sub> dla nawożenia organicznego – 0,1 – LSD<sub>0,05</sub> for organic fertilization – 0.1NIR<sub>0,05</sub> dla nawożenia azotowego – 0,1 – LSD<sub>0,05</sub> for nitrogen fertilization – 0.1NIR<sub>0,05</sub> dla interakcji – 0,4 – for interaction – 0.4Tabela 4  
Table 4Biologiczny plon cukru (t·ha<sup>-1</sup>)  
Sugar yield

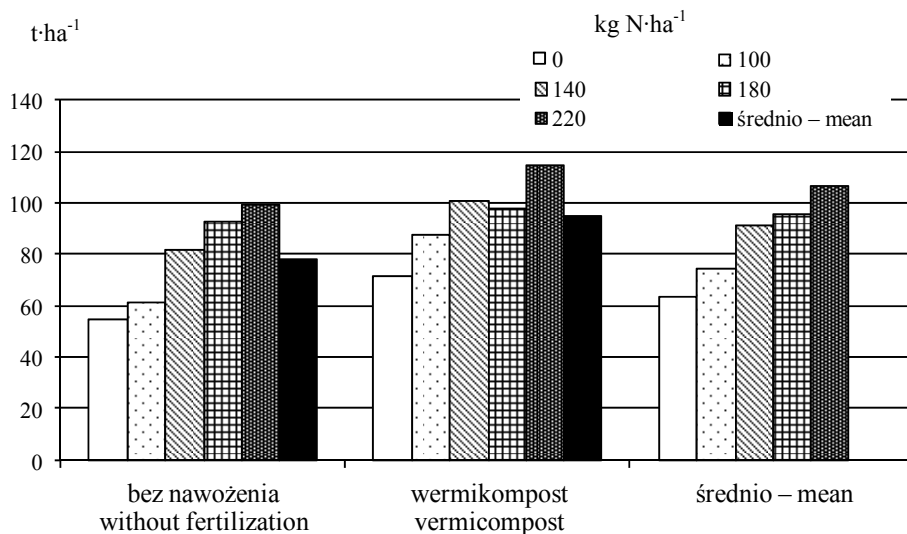
Dawki azotu Nitrogen fertilization (kg·ha <sup>-1</sup> )	Nawożenie organiczne Organic fertilization		
	bez nawożenia without fertilization	wermikompost vermicompost	średnio mean
0	6,6	9,1	7,9
100	6,9	11,0	8,9
140	9,3	11,6	10,5
180	9,7	11,6	10,7
220	10,3	12,0	11,2
Średnio – Mean	8,6	11,1	–

NIR<sub>0,05</sub> dla nawożenia organicznego – 1,0 – LSD<sub>0,05</sub> for organic fertilization – 1.0NIR<sub>0,05</sub> dla nawożenia azotowego – 1,2 – LSD<sub>0,05</sub> for nitrogen fertilization – 1.2NIR<sub>0,05</sub> dla interakcji – 1,8 – for interaction – 1.8

Konsekwencją wyraźnych zmian w plonowaniu korzeni i liści buraka cukrowego w wyniku nawożenia organicznego i azotowego było zróżnicowanie biomasy roślin (rys. 1). Wermikompostowanie wpłynęło na wzrost biomasy buraka o 21%, a także zwiększanie dawek azotu, zarówno po zastosowaniu wermikompostu, jak i w warunkach zaniechania nawożenia organicznego na ogół sprzyjało systematycznemu zwiększeniu biomasy buraka.

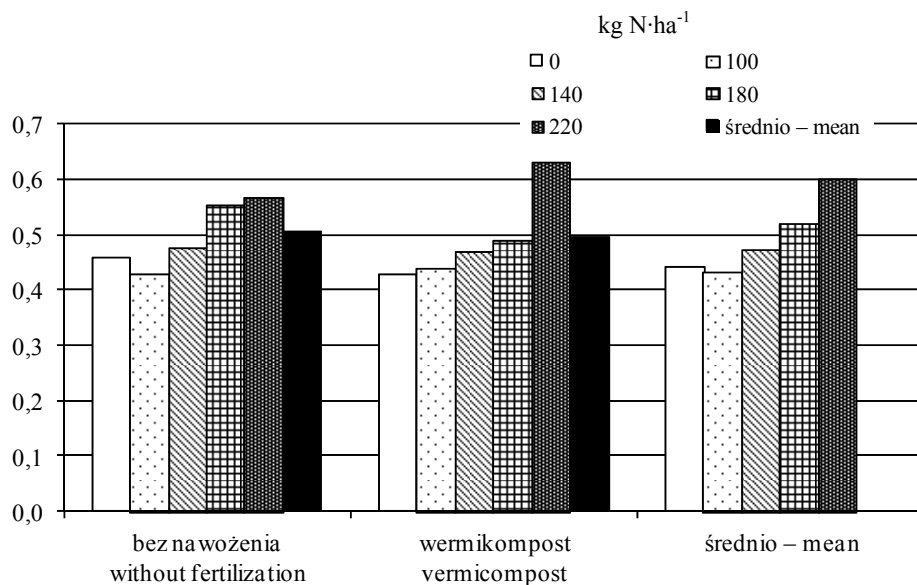
Współczynnik plonowania buraka cukrowego – wyliczony na podstawie uzyskanych wyników i odzwierciedlający stosunek plonu korzeni do ogólnego plonu biomasy – nie zależał od obecności wermikompostu w glebie (rys. 2). Z kolei w znacznym stopniu uzależniony był od nawożenia azotowego. W przypadku rezygnacji z wermikompostu najniższy współczynnik obserwowano po zastosowaniu 100 kg N·ha<sup>-1</sup>, natomiast najwyższy, jeśli burak nawożono dawką azotu 220 kg·ha<sup>-1</sup>. Z kolei po zastosowaniu nawozu

organicznej intensyfikacji nawożenia azotowego sprzyjała systematycznemu wzrostowi badanego wskaźnika plonu, przy czym wyraźne jego zwiększenie odnotowano po zastosowaniu najwyższej dawki azotu.



Rys 1. Biomasa buraka cukrowego

Fig. 1. Biomass of sugar beet



Rys. 2. Współczynnik plonowania buraka cukrowego

Fig. 2. Harvest index of sugar beet

## WNIOSKI

1. Wprowadzenie do gleby wermikompostu przyczyniło się do istotnego wzrostu plonów korzeni i liści buraka cukrowego odpowiednio o 22,0 i 19,8% w porównaniu z używanymi z poletek nienawożonych organicznie.

2. Zastosowanie wermikompostu sprzyjało zwiększeniu zawartości cukru w korzeniach buraka (średnio o 0,9%) oraz biologicznego plonu cukru (średnio o  $2,4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ).

3. Intensyfikacja nawożenia azotowego wpłynęła na wzrost plonów liści i korzeni buraka cukrowego oraz biologicznego plonu cukru. Wraz ze wzrostem dawki N zmniejszała się natomiast cukrowość korzeni.

4. Współczynnik plonowania buraka cukrowego nie zależał od wprowadzenia materii organicznej do gleby, wzrastał zaś wraz ze zwiększaniem dawki azotu.

## PIŚMIENNICTWO

- Adamiak J., Adamiak E., 1996. Wpływ różnych form nawożenia organicznego na wysokość i jakość plonu buraka cukrowego. *Zesz. Nauk. AR Szczecin*, Rol. 172: 3–8.
- Ansari A.A., 2008. Effect of vermicompost on the productivity of potato (*Solanum tuberosum*), spinach (*Spinacia oleracea*) and turnip (*Brassica campestris*). *World J. Agric. Sci.* 4 (3), 333–336.
- Borówczak F., Grobelny M., Kołata M., Zieliński T., 2006. Wpływ nawożenia azotem na plony i wartość technologiczną korzeni buraków cukrowych. *J. Res. Applic. Agric. Eng.* 51, 3, 11–15.
- Ciepiela G., Jankowska J., Jankowski K., 2012. Efektywność azotu mineralnego i organicznego w nawożeniu runi łąkowej. *Fragm. Agron.* 2: 17–26.
- Gandecki R., Śniady R., Zimny L., Waclawowicz R., 2004. Wpływ następczy nawożenia wermikompostem i różnymi dawkami azotu na plonowanie jęczmienia ozimego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 498: 57–63.
- Gutmański I., Musolff M., 1988. Działanie obornika i azotu mineralnego na wysokość i jakość technologiczną plonu buraka cukrowego. *Mat. konf. nauk. „Nawozy organiczne”*. AR Szczecin, z. 1: 70–77.
- Jarecki M., Makowski J., 1992. Badania nad porównaniem wpływu obornika i gnojowicy oraz kompostu koprolirowego (biohumusu) na plony ziemniaka. *Mat. konf. nauk. „Nawozy organiczne”*. AR Szczecin, z. 1: 193–198.
- Kalembasa D., 1995. Wermikompost – nawóz do rekultywacji gleb zdegradowanych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 418, cz. 2: 591–596.
- Kalembasa D., 2000. Charakterystyka wermikompostów i ich przemiany w utworach piaszczystych. *Wyd. AP Siedlce, Rozpr. Nauk.*, 85.
- Kalembasa S., Makowiecki K., Kalembasa D., 1993. Skład chemiczny oraz frakcje azotu i węgla w biohumusach uzyskanych z osadów ściekowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 409: 159–166.
- Kopczyński J., 1996. Kierunki zmian niektórych cech jakości korzeni buraka cukrowego pod wpływem współdziałania nawożenia organicznego i azotowego. *Zesz. Nauk. AR Szczecin*, Rol. 172: 249–257.

- Kostecka J., Błażej J., Kołodziej M., 1996. Badania z zastosowaniem wermikompostu w uprawie ziemniaków w drugim roku doświadczenia. Zesz. Nauk. AR Kraków, 310, Sesja Nauk., z. 47: 69–77.
- Kostecka J., Kołodziej M., 1995. Niektóre cechy wermikompostu produkowanego przez dżdżownicę kompostową *Eisenia fetida* (Sav.). Post. Nauk Rol. 2: 37–47.
- Krüger K.W., Nowakowski M., 1997. Wpływ nawożenia saletrzakiem i sodą potasową na plony i jakość buraka cukrowego. Biul. IHAR 202: 125–130.
- Mazur K., Filipek-Mazur B., Kopeć M., Rościszewska M., 1996. Wstępne badania nad działaniem nawozowym kompostów i wermikompostów wytworzonych przez *Eisenia fetida* z osadów i odpadów garbarskich z dodatkiem różnych komponentów. Zesz. Nauk. AR Kraków, 310, Sesja nauk. 47: 101–110.
- Murawska B., Ralcewicz M., Knapowski T., 1992. Wpływ kompostu z podłoża hodowli dżdżownic na glebę i plon ziemniaków. Mat. konf. nauk. „Nawozy organiczne”. AR Szczecin, z. 1: 187–192.
- Nowak L., 1995. Reakcja buraków cukrowych uprawianych na glebie lekkiej na deszczowanie i różnicowanie nawożenia azotem. Cz. 1. Wysokość i struktura plonu. Zesz. Nauk. AR Wrocław, Konf. 267: 67–76.
- Nowakowski M., 2004. Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na jakość przetwórczą buraka cukrowego i technologiczny plon cukru. Mat. konf. „Jakość towarowych surowców roślinnych wyzwaniem dla nauki i praktyki rolniczej”. IUNG Puławy: 85–90.
- Ostrowska D., 1992. Plonowanie buraka cukrowego na tle zróżnicowanego nawożenia organicznego i wzrastających dawek azotu mineralnego w płodozmianie trójpolowym. Mat. konf. nauk. „Nawozy organiczne”. AR Szczecin z. 1: 38–43.
- Ostrowska D., Kucińska K., 1998. Wpływ wzrastającego nawożenia azotem oraz różnych form nawozów organicznych na plon i jakość buraka cukrowego. Roczn. AR Poznań, cz. 1., 52: 273–278.
- Prośba-Białczyk U., 2004. Wpływ nawożenia międzyplonami ścierniskowymi i azotem na produktywność i jakość technologiczną buraka cukrowego. Annales UMCS, Sec. E, 59, 3: 1193–1202.
- Rabikowska B., Piszcz U., 1992. Wstępna ocena działania obornika poddżdżownicowego. Mat. konf. nauk. „Nawozy organiczne”. AR Szczecin, z. 1: 204–209.
- Rozbicki J., Kalinowska-Zdun M., 1993. Badania nad wpływem struktury morfologicznej łanu na plony i wartość technologiczną buraka cukrowego na tle sposobu siewu i nawożenia azotem. Cz. 1. Plon korzeni i jego struktura oraz plon liści. Roczn. Nauk Rol. ser. A, t. 110, z. 1–2: 69–76.
- Waławowicz R., Zimny L., Kuc P., 2011. Następny wpływ wermikompostu na zachwaszczenie jęczmienia jarego. Prog. Plant Prot. z. 51, cz. 4: 1716–1719.
- Wojnowska T., Panak H., Sienkiewicz S., 1995. Plonowanie roślin w zależności od poziomu nawożenia azotem w płodozmianie. Acta Acad. Agricult. Tech. Olst., Agricult. No 61: 146–155.
- Wójcik S., 1993. The influence of urea and keratin-bark-urea-granulate on the yield and technological quality of sugar beet. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 399: 273–277.
- Zimny L., Waławowicz R., Malak D., 2009. Kształtowanie się wybranych właściwości fizycznych gleby średniej pod wpływem zastosowania wermikompostu w uprawie buraka cukrowego. Probl. Inż. Rol. z. 2: 57–64.



## THE EFFECT OF VERMICOMPOST AND NITROGEN FERTILIZATION ON YIELDS OF SUGAR BEETS

### Summary

The research consisted of a two-factor field experiment conducted at the Experimental Station Swojec, University of Environmental and Life Sciences in Wrocław. An examination was performed of the impact of a vermicompost ( $10 \text{ t ha}^{-1}$ ) made from manure together with an earthworm compost (*Eisenia fetida*) and nitrogen fertilization (0, 100, 140, 180 and  $220 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) on sugar beet yields. Both the organic as well as the nitrogen fertilizer resulted in significantly different yields of roots and leaves of sugar beets and the percentage of sugar content in the roots. After using the vermicompost the yield of the roots was significantly higher – mean value rose by 22% and the yield of the leaves rose by 20% in comparison with yields from plots without organic fertilization. The content of sugar in the roots after the vermicompost increased by 5.5%. Intense nitrogen fertilization caused a gradual increase in the yields of the roots and leaves of the sugar beets as well as an increase in the sugar yield (content?) and a decrease in saccharose content in the roots.

KEY WORDS: sugar beet, root yield, leaf yield, sugar content, sugar yield, vermicompost, nitrogen fertilization



**Ryszard Weber, Andrzej Biskupski,**

**WPŁYW SPOSOBU UPRAWY ROLI I ODMIANY PSZENICY  
OZIMEJ NA ZWIĘZŁOŚĆ, GĘSTOŚĆ I WILGOTNOŚĆ GLEBY**

**EFFECT OF DIFFERENT TILLAGE AND CULTIVARS  
OF WINTER WHEAT ON COMPACTNESS, BULK DENSITY  
AND HUMIDITY OF SOIL**

*Institut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach, Zakład Herbologii  
i Technik Uprawy Roli, Wrocław*

*Institute of Soil Science and Plant Cultivation, State Research Institute, Department  
of Weed Science and Tillage Systems, Wrocław*

Celem pracy była ocena gęstości, zwięzłości i wilgotności gleby w zależności od sposobu uprawy roli i odmiany pszenicy ozimej. Dwuczynnikowe doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2008–2010 na glebie kompleksu żytniego dobrego. Czynniki doświadczanymi były: I – trzy sposoby uprawy roli: uprawa konwencjonalna, uprawa płużna; siew bezpośredni; II – odmiany pszenicy ozimej: ‘Legenda’, ‘Mewa’, ‘Rapsodia’. Oznaczenia parametrów fizycznych gleby wykonywano w 6 powtórzeniach na każdym obiekcie doświadczenia na przełomie kwietnia i maja. Niższa zwięzłość gleby przyczyniła się do wyższych plonów pszenicy ozimej w uprawie płużnej w porównaniu z uproszczoną i siewem bezpośrednim. Wyższa zwięzłość i gęstość objętościowa gleby wpłynęła na niższe plony odmiany Legenda w warunkach uprawy płużnej i uproszczonej. Natomiast plony odmiany Rapsodia w uprawie płużnej i uproszczonej wskazują na lepsze przystosowanie tej odmiany do zmiennych warunków glebowych.

SŁOWA KLUCZOWE: pszenica ozima, sposób uprawy, zwięzłość, gęstość objętościowa, wilgotność gleby

## WSTĘP

Postępująca mechanizacja uprawy roli powoduje nasilenie się procesów degradacyjnych poprzez nadmierne rozpylenie i przesuszenie gleby. Znaczne ubytki substancji organicznej w górnych warstwach gleby na obszarze Europy i Ameryki Północnej wynikają z intensywnej uprawy roli oraz braku zróżnicowanego płodozmianu (Baker i wsp. 2007, Marinari i wsp. 2010). Stosowanie ciężkich maszyn rolniczych prowadzi do silnego zagęszczenia nie tylko warstwy ornej, lecz także podglebia. Ugniatanie gleby wpływa na strukturę porów glebowych. Zmiany dotyczą porów areacyjnych, prowadząc do zakłóceń w gospodarce wodno-powietrznej, ciągłości makro- i mikroporów glebowych i dostępności składników pokarmowych (Akker i wsp. 2003, Lipiec, Hakansson 200). Ograniczenie negatywnych skutków intensywnej uprawy roli można osiągnąć, stosując różne systemy bezpłużnej uprawy konserwującej. Uproszczenia w uprawie roli obniżają również nakłady energii i zmniejszają koszty produkcji (Idkowiak, Kodas 2007, Khaledian i wsp. 2010). Plonowanie roślin w pierwszych latach stosowania konserwującej uprawy roli może być niższe w porównaniu z wynikiem uzyskanym w uprawie konwencjonalnej (Berner i wsp. 2008, Weber 2004). Natomiast wieloletnie stosowanie bezpłużnych systemów uprawy z grubą warstwą mulczy na powierzchni gleby przyczynia się do porównywalnych plonów (Vogeler i wsp. 2009, Anken i wsp. 2004). Czynnikiem, który w dużym stopniu ogranicza plony roślin w okresie przejściowym, od uprawy płużnej do uprawy konserwującej, jest zwiększająca się zwięzłość lub gęstość gleby (Imaz i wsp. 2010). Jednak w wieloletnich uprawach bezpłużnych wzrost zawartości materii organicznej i podwyższenie stabilności agregatów glebowych powodują zmniejszenie zwięzłości i gęstości gleby (Berner i wsp. 2008, Kasper i wsp. 2009). Duża ilość resztek poźniwnych na powierzchni w uprawie bezpłużnej podwyższa wilgotność gleby w porównaniu z konwencjonalnym sposobem uprawy (López-Fando i wsp. 2007). Wieloletnie badania na obszarze Niemiec wykazały, że konserwująca – bezpłużna uprawa roli warunkuje wzrost zawartości makroelementów w górnych warstwach gleby, podwyższa pojemność powietrzną i zdolność infiltracyjną gleby. Wyższa liczba makroporów glebowych o pionowym przebiegu przyczynia się do ograniczenia spływów powierzchniowych dewastujących strukturę gleby (Zimmermann i in. 2010). Zróżnicowane przystosowanie odmian roślin uprawnych do bezpłużnych systemów uprawy roli wskazuje, że w warunkach uproszczonej uprawy zróżnicowana penetracja systemu korzeniowego górnych warstw gleby może warunkować istotne różnice zwięzłości, gęstości i wilgotności gleby (Weber 2010). Celem pracy była ocena wpływu sposobu uprawy roli i odmiany pszenicy ozimej na gęstość, zwięzłość i wilgotność gleby.

## MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2008–2010 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa PIB w Jelczu-Laskowicach na glebie kompleksu żytniego dobrego. Doświadczenie polowe założono metodą losowanych podbloków w układzie split – plot w 4 powtórzeniach, na glebie płowej – piasku gliniastym zalegającym na glinie lekkiej. Analizowano następujące czynniki doświadczenia: Czynniki I – trzy sposoby uprawy roli; A) Uprawa konwencjonalna: uprawa poźniwna – gruber

na głębokość 15 cm + wał strunowy; uprawa podstawowa – orka pługiem na głębokość 25 cm + brona; uprawa przedsiewna – agregat uprawowy (kultywator + wał strunowy); B) Uprawa bezpłużna: uprawa późniwna – gruber na głębokość 15 cm + wał strunowy; uprawa przedsiewna – brona wirnikowa + wał strunowy; C) Siew bezpośredni – siewnik Great Plains z podwójnymi talerzowymi redlicami wysiewającymi i krojem tarczowym przed redlicami; Czynniki II – odmiany pszenicy ozimej Legenda, Mewa, Rapsodia. Oznaczenia parametrów fizycznych gleby wykonywano w 6 powtórzeniach na każdym obiekcie doświadczenia na przełomie kwietnia i maja. Zmienność opadów i temperatury w trakcie wegetacji pszenicy przedstawia tabela 1. Powierzchnia poletka wynosiła 30 m<sup>2</sup>. Wilgotność w % suchej masy i gęstość objętościową gleby oceniano za pomocą cylinderek – metodą wagowo-suszarkową, pozostawiając próbki glebowe w suszarce w temperaturze 105°C przez 48 godzin. Próbkę glebową pobierano do cylinderek o pojemności 100 cm<sup>3</sup> na trzech głębokościach: 0–5; 5–10 i 15–20 cm. Pomiary zwięzłości gleby wykonano penetrometrem (sondą uderzeniową) posiadającym ciężarek o masie 2,17 kg oraz końcówkę stożkową o średnicy 24 mm z kątem wierzchołkowym 30° na trzech głębokościach profilu glebowego: 5; 10 i 20 cm. Ocenę statystyczną wyników opracowano za pomocą programu komputerowego IUNG Puławy.

Tabela 1

Table 1

Sumy opadów (mm) i średnia dobowa temperatura powietrza (°C) w okresie wegetacji  
Sum of precipitation (mm) and mean temperature (°C) during the vegetation

Rok	I	II	III	IV	V	VI	VII	Średnia Mean
Year	Temperatura – Temperature							
2008	2,2	3,5	4,0	8,6	13,9	18,6	20,0	10,1
2009	-2,7	-0,4	3,8	11,3	13,8	15,6	19,5	8,9
2010	-6,3	-1,6	3,4	8,6	12,4	17,5	21,0	7,9
1961–2000	-1,5	-0,3	3,3	8,2	13,4	16,6	18,1	8,5
	Opady – Rainfall							Suma – Sum
2008	61,6	21,4	49,2	55,1	40,7	29,3	44,2	525,5
2009	35,4	50,7	60,9	24,7	65,7	180,8	145,1	794,0
2010	43,2	12,8	44,0	50,6	136,8	49,4	124,4	746,5
1961–2000	27,9	25,2	31,6	36,9	63,8	71,5	75,4	563,7

## WYNIKI I OMÓWIENIE

Gęstość objętościowa była najmniejsza w wierzchniej warstwie gleby 0–5 cm (tab. 2). W miarę zwiększania głębokości pomiaru cecha ta ulegała niewielkiemu wzrostowi. Nie stwierdzono istotnych różnic w gęstości gleby w analizowanych systemach uprawy. Odmiana Mewa zarówno w uproszczonych wariantach uprawy, jak również w uprawie płużnej ograniczała gęstość gleby. Natomiast cecha ta na obiektach obsianych odmianami

Legenda lub Rapsodia odznaczała się wyższymi wartościami. Gęstość fazy stałej gleby zależy przede wszystkim od składu mineralogicznego i zawartości substancji organicznej, natomiast o zwężności gleby decydują głównie gęstość i wilgotność w chwili pobrania próby (Rzasa, Owczarzak 2004). Należy przypuszczać, że szybszy rozwój powierzchni liści ograniczających parowanie wody z powierzchni gleby u odmiany Mewa w porównaniu z pozostałymi odmianami przyczynił się do niższej gęstości gleby w jej górnych warstwach (Feledyn-Szewczyk, Duer 2006). Systemy uprawy zróżnicowały zwężność gleby w większym stopniu porównaniu z gęstością gleby. Najniższą zwężnością oznaczała się wierzchnia warstwa 0–5 cm. Natomiast na głębokościach 10–20 cm wykazano istotnie wyższe wartości badanego parametru fizycznego gleby niezależnie od sposobu uprawy. Większą zwężność gleby stwierdzono w warunkach wariantu uproszczonego i siewu bezpośredniego (tab. 3).

Tabela 2  
Table 2

Gęstość objętościowa gleby ( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) w zależności i sposobu uprawy roli i odmiany  
(średnia z lat 2008–2010)

Soil bulk density ( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) depending on tillage and cultivars (average in 2008–2010)

Odmiany Cultivars	Sposób uprawy – System tillage			Średnia Mean
	Płużna Plough	Uproszczona Simplified	Zerowa No tillage	
Legenda	1,58	1,63	1,55	1,59
Mewa	1,54	1,52	1,55	1,54
Rapsodia	1,58	1,62	1,63	1,61
Średnia – Mean	1,56	1,59	1,58	1,58
	Głębokość pomiaru Depth of measurement			Średnia Mean
	0–5 cm	5–10 cm	15–20 cm	
Legenda	1,52	1,59	1,64	1,59
Mewa	1,46	1,54	1,62	1,54
Rapsodia	1,57	1,61	1,66	1,61
Średnia – Mean	1,51	1,58	1,64	1,58
Sposób uprawy System tillage	Głębokość pomiaru Depth of measurement			Średnia Mean
	0–5 cm	5–10 cm	15–20 cm	
Płużna Plough	1,51	1,56	1,62	1,56
Uproszczona Simplified	1,51	1,61	1,65	1,59
Zerowa No tillage	1,52	1,56	1,64	1,58
Średnia – Mean	1,51	1,58	1,64	1,58

NIR odmiany – LSD cultivars = 0,06; NIR uprawy – LSD tillage = różnice nieistotne – not significant differences;

NIR głębokości – LSD depth = 0,07; NIR odmiany x uprawy – LSD cultivars x tillage = 0,09

NIR głębokości x uprawy – LSD depth x tillage = 0,81; NIR odmiany x głębokości – LSD cultivars x depth = 0,11

Tabela 3

Table 3

Zwięzłość gleby (MPa) w zależności od odmiany i sposobu uprawy roli (średnia z lat 2008–2010)  
Soil compaction (MPa) depending on tillage system and cultivars (average in 2008–2010)

Odmiany Cultivars	Sposób uprawy – System tillage			Średnia Mean
	Płużna Plough	Uproszczona Simplified	Zerowa No tillage	
Legenda	2,99	2,76	2,8	2,85
Mewa	2,13	3,24	2,54	2,64
Rapsodia	2,49	2,49	3,37	2,78
Średnia – Mean	2,54	2,83	2,9	2,76
	Głębokość pomiaru Depth of measurement			Średnia mean
	0–5 cm	5–10 cm	15–20 cm	
Legenda	1,69	3,10	3,76	2,85
Mewa	1,61	2,79	3,51	2,64
Rapsodia	1,61	3,02	3,74	2,79
Średnia – Mean	1,64	2,97	3,67	2,76
	Głębokość pomiaru Depth of measurement			Średnia Mean
Sposób uprawy System tillage	0–5 cm	5–10 cm	15–20 cm	
Płużna Plough	1,83	2,73	3,05	2,54
Uproszczona Simplified	1,65	3,02	3,82	2,83
Zerowa No tillage	1,43	3,15	4,14	2,91
Średnia – Mean	1,64	2,97	3,67	2,76

NIR odmiany – LSD cultivars = 0,21; NIR uprawy LSD tillage = 0,24; NIR głębokości – LSD depth = 0,56

NIR odmiany x uprawy – LSD cultivars x tillage = 0,43; NIR głębokości x uprawy – LSD cultivars x depth = 1,37

NIR odmiany x głębokości – LSD cultivars x depth = 0,82

Odmiany pszenicy wywierały zróżnicowany wpływ na tę cechę fizyczną gleby. Niższą zwięzłością odznaczały się obiekty obsiane odmianą Mewa w uprawie płużnej i siewie bezpośrednim. Natomiast gleba w warunkach uprawy uproszczonej na obiektach z tą odmianą odznaczała się istotnie większą zwięzłością w stosunku do pozostałych obiektów doświadczenia. Zdolność retencyjna gleby uzależniona jest od jej składu granulometrycznego, zawartości substancji organicznej oraz struktury gleby (Owczarzak 2002). W analizowanym trzyleciu wilgotność gleby była porównywalna w badanych systemach uprawy roli (tab. 4).

Tabela 4  
Table 4

Wilgotność gleby (w % suchej masy) w zależności od odmiany i sposobu uprawy roli  
(średnia z lat 2008–2010)  
Soil moisture depending on tillage system and cultivars (average in 2008–2010)

Odmiany Cultivars	Sposób uprawy – System tillage			Średnia Mean
	Płużna Plough	Uproszczona Simplified	Zerowa No tillage	
Legenda	10,0	10,2	9,6	9,93
Mewa	10,8	10,4	10,3	10,50
Rapsodia	10,1	9,9	10,0	10,00
Średnia – Mean	10,3	10,1	10,0	10,13
	Głębokość pomiaru Depth of measurement			Średnia Mean
	0–5 cm	5–10 cm	15–20 cm	
Legenda	10,80	9,77	9,20	9,93
Mewa	11,13	10,00	10,33	10,50
Rapsodia	10,60	9,93	9,53	10,00
Średnia – Mean	10,83	9,90	9,67	10,13
	Głębokość pomiaru Depth of measurement			Średnia Mean
	0–5 cm	5–10 cm	15–20 cm	
Sposób uprawy System tillage				
Płużna Plough	11,3	9,9	9,6	10,3
Uproszczona Simplified	10,8	10	9,6	10,1
Zerowa No tillage	10,4	9,8	9,8	10
Średnia – Mean	10,83	9,90	9,67	10,13

NIR odmiany brak różnic – LSD cultivars not significant differences

NIR uprawy brak różnic – LSD tillage not significant differences; NIR głębokości – LSD depth = 0,91

NIR odmiany x uprawy brak różnic – LSD cultivars x tillage not significant differences

NIR głębokości x uprawy – LSD depth x tillage = 1,31

NIR odmiany x głębokości – LSD cultivars x depth = 1,20

Zwiększona zawartość wody w górnej warstwie gleby w uprawie płużnej w stosunku do poziomów 5–10 i 15–20 cm była spowodowana dużymi opadami deszczu po długotrwałej suszy (w drugim i trzecim roku badań) przed wykonaniem pomiarów badanych parametrów fizycznych gleby. Znaczne niedobory wilgoci w kwietniu w analizowanych latach badań oraz gwałtowne burze w maju przyczyniły się do wyżej opisanych wyników. Nieznacznie wyższa wilgotność gleby na obiektach z odmianą Mewa jest związana z szybszym wzrostem tej odmiany w początkowych fazach rozwoju w porównaniu z pozostałymi odmianami (Feledyn-Szewczyk, Duer 2006). Prawdopodobnie zwiększona powierzchnia liści tej odmiany, w porównaniu z pozostałymi obiektami, ograniczała parowanie wody z górnych warstw gleby.



Najczęściej przyjmuje się, że zwięzłość w granicach 1 MPa nie powinna na żadnej glebie stwarzać ograniczeń do rozwoju roślin (Owczarzak 2002). Jednak wykazane w tabelach 2, 3, 4 średnie wielkości gęstości zwięzłości i wilgotności gleby wskazują, że czynniki te nie mogły być jednym z głównych powodów ograniczających plony roślin w warunkach uprawy uproszczonej. Prawdopodobnie zróżnicowana reakcja odmian na sposoby uprawy roli w powiązaniu ze zmiennymi warunkami klimatycznymi spowodowała niższe plony w uprawie uproszczonej (Weber 2004). Zwiększoną zwięzłość i gęstość gleby w warunkach uprawy uproszczonej uzyskano również w innych badaniach (Viegas, Choudhary 2002, Munkholm i wsp. 2003). Analizując plonowanie pszenicy ozimej w badanym trzyleciu, można stwierdzić istotnie wyższe plony pszenicy ozimej w warunkach uprawy konwencjonalnej w porównaniu z wariantem uproszczonym (tab. 5). Plon zależy od stopnia zagęszczenia gleby, chociaż nie zawsze wzrost zagęszczenia prowadzi do obniżenia plonowania roślin. Istnieje pewne optimum zagęszczenia gleby, które zmienia się w zależności od typu gleby i warunków wilgotnościowych (Isensee, Schwark 2006).

Tabela 5  
Table 5

Plony ziarna odmian pszenicy ozimej w zależności sposobu uprawy roli ( $t \cdot ha^{-1}$ )  
Yields of winter wheat cultivars of depending on the tillage system

System uprawy Tillage system	Odmiany Cultivars			Średnia Mean
	Legenda	Mewa	Rapsodia	
Płużna Plough tillage	5,04	5,28	5,53	5,28
Uproszczona Simplified tillage	4,88	4,80	5,23	4,97
Zerowa No tillage	5,16	5,22	5,23	5,20
Średnia Mean	5,03	5,10	5,33	5,15

NIR systemy uprawy – LSD tillage system = 0,221, NIR odmiany – LSD cultivars = 0,226

NIR odmiany x systemy uprawy – LSD cultivars x tillage system = 0,337

Prawdopodobnie mniejsza możliwość penetracji korzeni warunkowała dużą zwięzłością w warstwie 15–20 cm i spowodowała niższe plony odmiany Mewa w uprawie uproszczonej. Badania wykazały, że wysokość roślin i długość korzeni są odwrotnie proporcjonalne do zagęszczeń gleby (Munkholm i wsp. 2008.) Jednak wielkość systemu korzeniowego jest kontrolowana przez wiele niezależnych czynników genetycznych, które w warunkach niekorzystnego środowiska mogą również warunkować nieograniczony rozwój biomasy korzeni (Hamada i wsp. 2012). Legenda w porównaniu z odmianą Rapsodia odznaczała się istotnie niższymi plonami niezależnie od sposobu uprawy roli. Wyższe plony odmiany Rapsodia w porównaniu z pozostałymi odmianami potwierdzają lepsze przystosowanie tej odmiany do nieprzyjajnych warunków środowiskowych w uprawie uproszczonej. Natomiast niższy plon odmiany Mewa w uprawie uproszczonej w porównaniu z uprawą płużną i zerową wskazuje na zróżnicowaną reakcję odmian pszenicy na zmienne warunki glebowe w analizowanych systemach uprawy.

## WNIOSKI

1. Niższa zwięzłość gleby przyczyniła się do wyższych plonów pszenicy ozimej w uprawie płużnej w porównaniu z uproszczoną.
2. Wyższa zwięzłość i gęstość objętościowa gleby wpłynęła na niższe plony odmiany Legenda w warunkach uprawy płużnej, uproszczonej. Natomiast wysokie plony odmiany Rapsodia w uprawie płużnej i uproszczonej wskazują na lepsze przystosowanie tej odmiany do zmiennych warunków glebowych.
3. Stwierdzono wyższą wilgotność i niższą gęstość oraz zwięzłość gleby na obiektach obsianych odmianą Mewa w porównaniu z odmianami Legenda i Rapsodia.

## PIŚMIENNICTWO

- Akker J.J.H., Arvidsson J., Horn R., 2003. Introduction to special issue on experiences with the impact and prevention of soil compaction in the European Union. *Soil Till. Res.* 73: 1–8.
- Anken T., Weisskopf P., Zihlmann U., Forrer H., Jansa J., Perhacova K., 2004. Long-term tillage system effects under moist cool conditions in Switzerland. *Soil Till. Res.* 78: 171–183.
- Baker J.M., Oehsen T.E., Venterea R.T., Griggs T.J., 2007. Tillage and soil carbon sequestration—Wheat do we really know? *Agric. Ecosys. Environm.* 118: 1–5.
- Berner A., Hildermann I., Fiessbach A., Pfiffner L., Niggli U., Mäder P., 2008. Crop yield soil fertility response to reduced tillage under organic management. *Soil Till. Res.* 101: 89–96.
- Seledyn-Szewczyk B., Duer I., 2006. Ocena konkurencyjności odmian pszenicy ozimej uprawianej w ekologicznym systemie produkcji w stosunku do chwastów. *J. Res. App. Agric. Eng.* 51, (2): 30–35.
- Hamada A., Nitta M., Nasuda S., Kato K., Fujita M., Matsunaka H., Okumoto Y., 2012. Novel QTLs for growth angle of seminal roots in wheat (*Triticum aestivum L.*). *Plant Soil* 354: 395–405.
- Istkowiak M., Kordas L., 2007. Wpływ sposobów uprawy roli na nakłady energetyczne i plonowanie pszenżyta ozimego *Fragm. Agron.* 24, (3): 187–191.
- Imaz M.J., Virto P., Bescansa P., Enrique A., Fernandez-Ugalde O., Karlen D.L., 2010. Soil quality indicator response to tillage and residue management on semi – arid Mediterranean cropland. *Soil Till. Res.* 107: 17–25.
- Isensee E., Schwark A., 2006. Langzeitwirkung von Bodenschonung und Bodenverdichtung auf Acerböden. *Berichte über Landwirtschaft* 81, 1: 17–47.
- Khaledian M.R., Mailhol J.C., Ruelle P., Mubarak I., Perret S., 2010. The impacts of direct seeding into mulch on the energy balance of crop production system in SE of France. *Soil Till. Res.* 106: 218–226.
- Kasper M., Buchan G.D., Mentler A., Blum W.E.H., 2009. Influence of soil tillage systems on aggregate stability and the distribution of C and N in different aggregate fractions. *Soil Till. Res.* 105: 192–199.
- López-Fando C., Dorado J., Pardo M.T., 2007. Effects of zone-tillage in rotation with no-tillage on soil properties and crop yields in a semi-arid soil from central Spain. *Soil Till. Res.* 95: 266–276.
- Lipiec J., Håkansson I., 2000. Influences of degree of compactness and matric water tension on some important plant growth factors. *Soil Till. Res.* 53: 87–94.

- Munkholm L.J., Hansen E.M., Olesen J.E. 2008. The effect of tillage intensity on structure and winter wheat root/shoot growth. *Soil Use Manag.* 24, (4): 392–400.
- Munkholm L.J., Schjønning P., Rasmussen K.J., Tanderup K., 2003. Spatial and temporal effects of direct drilling on soil structure in the seedling environment. *Soil & Till. Res.* 71: 163–173.
- Owczarzak W., 2002. Struktura gleb mineralnych Polski, Badania modelowe. *Roczniki A.R. Poznań* 338: 5–180.
- Rzasa S., Owczarzak W., 2004. Struktura gleb mineralnych. *Wydawnictwo A.R. Poznań*, 7–393.
- Viegas E., Choudhary M.A., 2002. Tillage effects on physical characteristics and yield of a silt loam soil under five years of continuous cropping. *Agric. Eng. J.* 11, 2/3: 107–119.
- Vogeler I., Rogalik J., Funder U., Panten K., Schung E., 2009. Effect of tillage systems and P-fertilization on soil physical and chemical properties, crop yield and nutrient uptake. *Soil Till. Res.* 103: 137–143.
- Weber R., 2010. Przydatność uprawy konserwującej w rolnictwie zrównoważonym. *Monografie i Rozprawy Naukowe IUNG* 25: 5–72.
- Weber R., 2004. Zmienność plonowania odmian pszenicy ozimej w zależności od przedplonu i sposobu uprawy roli. *Monografie i Rozprawy Naukowe IUNG* 12: 5–88.
- Zimmermann M., Schmidt W., Börner H., 2010. Untersuchungen zu acker und pflanzenbaulichen Auswirkungen einer dauerhaft konservierenden Bodenbearbeitung. *Mehrländerprojekt Agrarbezogener Bodenschutz Schriftenreihe* 15: 48–63.

## **EFFECT OF DIFFERENT TILLAGE AND CULTIVARS OF WINTER WHEAT ON COMPACTNESS, BULK DENSITY AND HUMIDITY OF SOIL**

### **S u m m a r y**

The aim of the work was to analyze the compactness, density and humidity of soil in diversified tillage systems in three winter wheat cultivar crops. The study was carried out from 2008 to 2010 on good rye soil complex. The following experimental factors were analyzed: first-rate factor – three tillage methods: conventional, ploughless, direct sowing. Second-rate factor – winter wheat cultivars *Legenda*, *Mewa*, *Rapsodia*. The physical parameters of the soil were determined at the end of April and beginning of May in 6 replications. The lower compactness of the soil contributed to higher wheat yields under conventional tillage as compared to reduced tillage. The higher compactness and bulk density of the soil had a negative effect on the yield of cultivar *Legenda* sown with conventional and reduced tillage. However, the high yields of the *Rapsodia* cultivar with the diversified tillage systems indicate that it is better adapted to changeable soil conditions.

**KEY WORDS:** winter wheat, tillage systems, soil compaction, soil bulk density, moisture of soil