

**ZESZYTY NAUKOWE
UNIwersytetu
PRZYRODNICZEGO
WE WROCŁAWIU**

NR 594

ROLNICTWO

AGRONOMY

CV

**ZESZYTY NAUKOWE
UNIwersytetu
PRZYRODNICZEGO
WE WROCŁAWIU**

NR 594

ROLNICTWO

AGRONOMY

CV



WROCŁAW 2013

Redaktor merytoryczny
prof. dr hab. Zofia Spiak

Redakcja i korekta
Elżbieta Winiarska-Grabosz

Łamanie
Halina Sebzda

Projekt okładki
Grażyna Kwiatkowska

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

© Copyright by Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wrocław 2013

Print edition is an original (reference) edition

ISSN 1897-2098
ISSN 1897-208X

WYDAWNICTWO UNIwersytetu PRZYRODniczego WE WROCLAWIU

Redaktor Naczelny – prof. dr hab. inż. Andrzej Kotecki
ul. Sopocka 23, 50–344 Wrocław, tel./fax 71 328–12–77
e-mail: wyd@up.wroc.pl

Nakład 100 + 16 egz. Ark. wyd. 5,9. Ark. druk. 6,0
Druk i oprawa: Drukarnia PRINT Sp. j.
Z. Przyborowski, H. Ambroży
ul. Wykładowa 62, 51-520 Wrocław

SPIS TREŚCI

1. J. Barszczewski, M. Ducka – Gospodarka manganem na łące trwałej łąkowej w warunkach zróżnicowanego nawożenia..... 7
2. H. Gołębiowska – Zmiany w zbiorowiskach chwastów towarzyszących kukurydzy zachodzących pod wpływem uproszczeń w uprawie roli 15
3. B. Kuziemska, D. Jaremko, B. Bik, M. Jakubicka – Zawartość ołowiu i baru w biomacie kupkówki pospolitej (*Dactylis glomerata* L.) uprawianej na glebie zanieczyszczonej niklem w warunkach zróżnicowanego wapnowania i nawożenia organicznego..... 27
4. M. Podlaska, M. Suchecki – Flora i roślinność wybranych składowisk odpadów we Wrocławiu 37
5. R. Weber, H. Bujak, J. Kaczmarek, E. Gacek – Zmienność plonowania odmian pszenicy ozimej w południowo-zachodniej Polsce..... 59
6. S. Wróbel, K. Domaradzki – Łączna aplikacja dolistna boru i manganu z herbicydem w uprawie buraka cukrowego..... 71
7. F. Kapusta – Zmiany struktury agrarnej w Polsce w latach 1996–2010..... 81

CONTENTS

1. J. Barszczewski, M. Ducka – Manganese management in permanent meadow at different fertilisation..... 7
2. H. Gołębiowska – Dynamics of changes in weed infestation associated maize phytocoenosis under the influence of tillage simplifications 15
3. B. Kuziemska, D. Jaremko, B. Bik, M. Jakubicka – Content of lead and barium in biomass of cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) cultivated on soil contaminated with nickel under different liming and organic fertilization 27
4. M. Podlaska, M. Suhecki – Flora and vegetation of the selected waste dumps in Wrocław 37
5. R. Weber, H. Bujak, J. Kaczmarek, E. Gacek – Variable yielding of winter wheat cultivars in south-western Poland..... 59
6. S. Wróbel, K. Domaradzki – Combined foliar application of boron and manganese with herbicide in sugar beet cultivation 71
7. F. Kapusta – Changes of the agrarian structure in Poland in years 1996–2010..... 81

Jerzy Barszczewski, Małgorzata Ducka

**MANGANESE MANAGEMENT IN PERMANENT MEADOW
AT DIFFERENT FERTILISATION**

**GOSPODARKA MANGANEM NA ŁĄCIE TRWAŁEJ GRĄDOWEJ
W WARUNKACH ZRÓŻNICOWANEGO NAWOŻENIA**

*Institute of Technology and Life Sciences, Headquarters in Falenty
Instytut Technologiczno-Przyrodniczy, Centrala w Falentach*

Studies were carried out in the years 2006–2009 in Experimental Farm ITLS in Falenty in a plot (c. 0.3 ha) experiment set up on black degraded earth of a grain size structure of light dusty loam. Meadow sward was composed of 80% grasses (*Poa pratensis*, *Alopecurus pratensis*, *Dactylis glomerata*, *Arrhenatherum elatius*, *Lolium perenne*) and 20% weeds and herbs. The effect of soil pH and mineral or organic (manure and liquid manure) fertilisation at two rates of 60 (I) and 90 (II) kg N ha⁻¹ on yielding and the content of manganese in soil and meadow sward was analysed. Acidic pH of the upper soil layers was found in the first study year in all experimental plots. After three years of this study, soil pH decreased at both levels of fertilisation with mineral N and manure (M). Fertilisation with liquid manure (LM) stabilised soil pH. The smallest annual dry matter yields of meadow sward were obtained at two rates of fertilisation with manure. The highest yields were obtained in the object fertilised with mineral fertilisers at a rate of 90 kg N ha⁻¹ (NPK/II) and in those fertilised with liquid manure at the same rate (LM/II). Manganese content in studied soils was low. Obtained results did not show clear relationship between pH of the soil and its richness in manganese. There was, however, a relationship between manganese content in meadow sward and soil manganese. Fertilisation with manure at both rates increased manganese content in soils and resulted in a significant increase of Mn content in meadow sward in consecutive years.

KEY WORDS: permanent meadow, fertilisation, soil abundance, manganese, content in the sward

INTRODUCTION

Manganese is a microelement required for proper plant growth. It participates in photosynthesis, Krebs cycle, nitrogen fixation, protein synthesis, activates enzyme activity and affects the uptake of iron and phosphorus from soil (Kabata-Pendias, Pendias 1999). Manganese deficits, which manifest themselves fastest in plants (Czuba, Murzyński 1992), disturb biochemical processes, inhibit plant growth and development and increase the susceptibility to diseases which finally may decrease the amount and quality of yields. Manganese is also an important element for proper functioning of animals and humans (Kinal 2009, Jamroz 2001).

The content in soil and availability of manganese for plants depend on many factors, mainly on soil pH (Sapek 2009), redox potential, the content of iron, other metals, silt minerals and organic matter (Kabata-Pendias, Pendias 1999). Spiak (2000) reported of positive and negative interactions between nitrogen and the content of microelements in plants. Manganese assimilation differs depending on the form of nitrogen fertiliser (Baran, Kołton 2009). This is mainly an outcome of the yield-forming effect of nitrogen and the influence of N fertilisers on soil pH in the rhizosphere (Spiak 2000). Long application of imbalanced mineral fertilisation may manifest itself in changes of soil acidity and, consequently, in changes of the content of available microelements (Lipiński, Bednarek 1997). Organic fertilisation may mitigate negative effects of mineral fertilisation (Brzeziński, Sosulski 2009, Błaziak 1997).

The aim of the study was to compare the yielding, the content of manganese in the soil and in the meadow sward, on the objects fertilized with mineral fertilizers and manure and liquid manure on two levels N/60 (I) and N/90 (II) kg · ha⁻¹.

MATERIAL AND STUDY METHODS

Studies were carried out in the years 2006–2009 in Experimental Farm of the Institute for Land Reclamation (now Institute of Technology and Life Sciences) in Falenty in a plot experiment set up on permanent meadow growing on black degraded earth of the grain size structure of light dusty loam. The effect of two nitrogen doses 60 (I) and 90 (II) kg N ha⁻¹ applied in mineral fertilisers (NPK), manure (M) and liquid manure (LM) was studied on yielding and the content of manganese in soil and meadow sward. Mineral fertilisers included ammonium saltpetre, phosphorite meal and potassium sulphate, the organic ones – fermented manure and cattle liquid manure. The amount of organic fertilisers was estimated based on N content and adopted equivalent of its utilisation (Kutera 1990). The following equivalents of utilisation were adopted for particular nutrients:

	N	P	K
Manure	0.5	1.0	0.7
Liquid manure (applied to soil)	0.7	1.0	0.8

To provide N fertilisation at a dose of N/60 (I) manure was applied in amounts from 24.0 to 30.0 t · ha⁻¹ and liquid manure in amounts from 24.0 to 28.0 m³ a year and respectively enlarged amounts to obtain a dose of N/90 (II). This way the amount of total N of 170 kg ha⁻¹ recommended in the Code of Good Agricultural Practices (Duer et al. 2004) was

not exceeded. Manure contained large amounts of phosphorus in relation to introduced nitrogen. In objects fertilised with liquid manure P content was supplemented with phosphorite meal. In mineral fertilisation the total P dose was applied in spring and N and K – in 1/3 of the total annual dose under each cut. Manure was applied on meadow surface in autumn with the use of efficient manure spreader and liquid manure was added to soil in two equal doses in spring and after the first cut.

Six plots (objects) of different pH (Tab. 1) and manganese content were distinguished on meadow, each of an area of c. 0.3 ha. To estimate the yield and to take samples of meadow sward and soil for chemical analyses 5 subplots (repetitions) of an area of 25 m² were selected in each plot. Plots were mown three times in the vegetation season.

Soil pH and the content of manganese in particular objects were measured in the first and after the third study year in 0–10 and 10–20 cm soil layers. Yields were assessed from three cuts in particular objects. The content of manganese in plants and soil was determined after drying and grinding with the AAS according to methods used in the Institute (Sapek 1979). Soil pH was determined in 1 mol KCl · dm⁻³.

Obtained data were analysed using the Statistica software. The yields were statistically processed using ANOVA module. The correlation coefficients between the average Mn abundance in soil (layer 0–20 cm) and the average (from three cuts) Mn content in the meadow sward for the years 2006 and 2008 were calculated.

RESULTS AND DISCUSSION

In the first study year soil pH ranged from 4.4 to 5.9 in all plots (Tab. 1). After three years at both levels of mineral fertilisation soil pH slightly decreased, mainly in the 0–10 cm layer. In both objects fertilised with manure soil pH decreased by c. 0.3 units in the 0–10 cm layer and by 0.2 units in the 10–20 cm layer making the soil very acidic. However, the decrease in pH was statistically insignificant. Fertilisation with liquid manure showed a stabilising effect on soil pH in both soil layer which confirms the results of earlier studies by Brzeziński and Sosulski (2009).

Table 1
Table 1

Soil pH in particular objects of experiments. LSD at $\alpha \leq 0.05$
Wartości pH gleby na poszczególnych obiektach doświadczenia. NIR przy $\alpha < 0.05$

Layer (cm) Warstwa	Years Lata	NPK		Manure (M) Obornik		Liquid manure (LM) Gnojówka	
		I	II	I	II	I	II
0–10	2006	4.7	5.3	4.7	4.6	4.8	5.3
	2008	4.6	5.2	4.3	4.3	4.8	5.3
LSD – NIR		0.74	0.48	0,51	0.73	0.68	0.56
10–20	2006	5.1	5.9	4.4	4.4	5.1	5.8
	2008	5.1	5.9	4.2	4.2	5.0	5.8
LSD – NIR		0.86	0.97	0.69	0,78	0.92	0.87

Meadow sward was composed of 80% grasses (*Poa pratensis*, *Alopecurus pratensis*, *Dactylis glomerata*, *Arrhenatherum elatius*, *Lolium perenne*) and 20% weeds and herbs. The four-year study period achieved a relatively high dry matter yield (Fig. 1), which increased with increasing the amount of rainfall. The smallest annual yields of meadow sward were obtained in 2006 and 2007 in two objects fertilised at both rates with manure. The largest yields were obtained from the object treated with the higher dose of mineral fertiliser (NPK/II) and from that treated with liquid manure (LM/II). Yields from these objects in consecutive years were significantly higher than those from NPK/I, from both manure treatments (M/I and M/II) and from liquid manure treatment at the lower dose (LM/I). Weather conditions, particularly rainfalls, were quite differentiated during the study period which also affected the yields (Ducka, Barszczewski 2011). Sums of precipitation in that period exceeded the long-term average both in vegetation seasons and in the whole years.

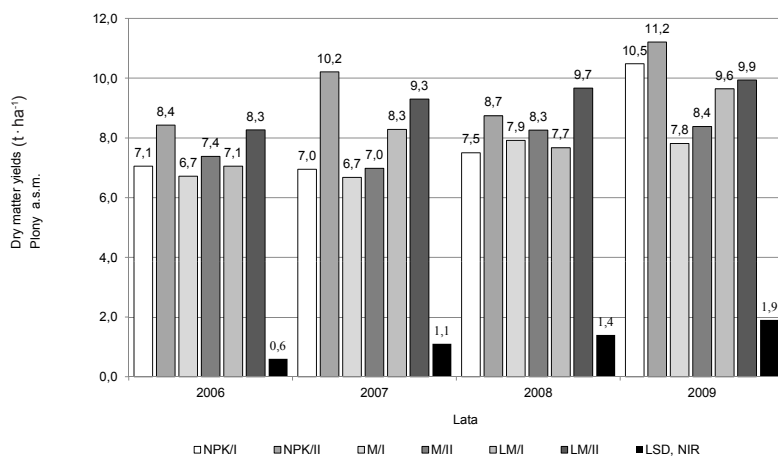


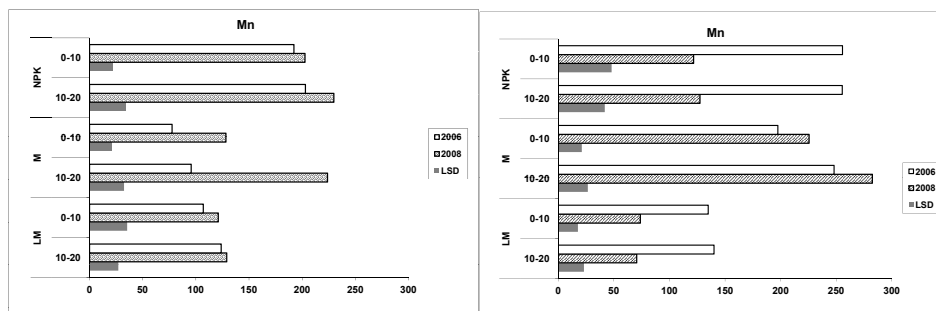
Fig. 1. Dry matter yields ($t \cdot ha^{-1}$) in relation to the form and dose of nitrogen fertilization; LSD at $\alpha < 0.05$, symbols of treatments – see Tab. 1

Rys. 1. Plony suchej masy ($t \cdot ha^{-1}$) w zależności od formy oraz poziomu nawożenia azotem. NIR przy $\alpha < 0.05$. Oznaczenia jak w tab. 1

Conducted four years studies showed alignment of yields (Fig. 1), both on the first and on the second level of fertilization with manure. In the first three years of study there was a significant increase in yields, especially on the second level of mineral fertilizers and manure.

Manganese content in soils from particular objects ranged from 77.6 to 282.5 $mg Mn \cdot kg^{-1}$ (Fig. 2) which was low compared with the range of 220 – 890 $mg Mn \cdot kg^{-1}$ reported for black earths of Poland by Kabata-Pendias and Pendias (1999). In objects fertilised with smaller N doses of both mineral and liquid manure form an increase of Mn content was noted after three years of experiment. Most intense dynamics of the element was found in object fertilised with manure (M/I). The highest abundance in Mn was found in soil from the objects NPK/II of pH above 5 and M/II of pH 4.6 in the 0–10 cm layer. In objects intensively treated with mineral fertilisers (NPK/II) and liquid manure (LM/II)

manganese content decreased during the study period while in that fertilised with manure (M/II) Mn content significantly increased. The decline of Mn abundance was bigger in the object treated with mineral fertilisers. The least abundant in manganese was the soil from both objects treated with liquid manure despite its different pH and the biggest (c. 50%) decline of manganese content was found after three years in LM/II treatment.



a) N/60 (level I), N/60 (poziom I)

b) N/90 (level II), N/90 (poziom II)

Fig. 2. Changes in the manganese content ($\text{mg Mn} \cdot \text{kg}^{-1}$) in upper soil layers of particular objects during the three study years. LSD at $\alpha < 0.05$. Symbols of treatments – see Tab. 1

Rys. 2. Zmiany zasobności w mangan ($\text{mg Mn} \cdot \text{kg}^{-1}$) wierzchnich warstw gleby na poszczególnych obiektach, w ciągu trzech lat badań. NIR przy $\alpha < 0.05$. Oznaczenia jak w tab. 1

Distinct increase of manganese content in both soils fertilised with manure confirms the results of Mazur (2000), who pointed to the input of manganese with that organic fertiliser. Manganese content in soils in this study did not correlate with differentiated soil pH (Fig. 2) despite the fact that the availability of manganese for plants increases with decreasing soil pH (Sapek 2009, Badora 2002, Kabata-Pendias, Pendias 1999).

Manganese content in the sward from particular cuts (Tab. 2) showed marked differences in objects NPK/I, M/I and M/II increasing in the second and third cut. Performed analyses indicated clear relationship between the manganese content in soil and in plants in contrast with the results of Falkowski and Skolimowski (1968). The existence of this relationship prove the calculated correlation coefficients between the Mn abundance in soil and the average Mn content in the sward. In 2006, this coefficient was 0.46, indicating an average correlation of these parameters, and in 2008 it reached a value of 0.86, which indicates on a significant relationship between the manganese content in soil and in plants.

At low mineral fertilisation (NPK/I) and at both manure treatments (M/I and M/II) manganese content in meadow sward significantly increased in consecutive years. In acidic soils, the smallest (even limiting – see Falkowski et al. (2000)) content of manganese below $40 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ was found in plants from the object fertilised with liquid manure (Tab. 2). This is in agreement with the result of Kruczyńska and Berthold (1989) indicating that four-year long fertilisation of a pasture poor in microelements with cattle liquid manure did not change the content of this element in sward. Much bigger content of Mn sometimes exceeding $120 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ was noted in plants fertilised with manure (M/I and M/II). Such Mn content is, however, far from the toxic concentration of c. $500 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (Kucharzewski, Dębowski 2001).

Table 2

Table 2

Manganese content in meadow sward ($\text{mg Mn} \cdot \text{kg}^{-1}$) from three cuts in the years 2006–2009, LSD at $\alpha \leq 0.05$. See Tab. 1

Zawartość manganu w runi łąkowej ($\text{mg Mn} \cdot \text{kg}^{-1}$) z trzech pokosów, w latach 2006–2009. NIR przy $\alpha < 0.05$. Oznaczenia jak w tab. 1

Cut Pokos	Years	Manganese content in sward ($\text{mg Mn} \cdot \text{kg}^{-1}$) Zawartość manganu w runi łąkowej						
		Object – Obiekty						
		NPK/I	NPK/II	M/I	M/II	LM/I	LM/II	LSD
I	2006	59,53	98,80	40,37	49,67	55,50	92,30	8,22
	2007	82,07	52,23	52,70	79,90	66,78	33,92	13,44
	2008	95,20	65,00	96,07	103,97	68,53	51,00	12,98
	2009	101,02	48,64	77,44	80,32	65,36	32,98	15,89
	LSD	12,97	9,69	15,28	14,45	9,65	15,12	–
II	2006	45,27	84,17	45,97	78,15	55,80	81,07	17,19
	2007	70,61	51,50	128,49	99,79	57,80	47,96	19,20
	2008	142,20	55,57	141,13	150,07	64,70	29,67	11,92
	2009	131,52	84,48	92,02	103,68	119,40	63,42	18,72
	LSD	22,96	18,68	19,42	18,75	24,27	15,91	–
III	2006	52,40	102,00	60,63	96,67	125,33	106,71	16,88
	2007	84,76	47,99	92,05	98,57	63,64	32,26	18,90
	2008	192,20	83,13	124,13	118,17	99,77	52,13	16,54
	2009	148,94	57,02	115,24	139,12	101,38	63,04	22,41
	LSD	15,15	11,47	10,59	22,74	23,50	12,98	–
Average Średnia	2006	52,40	95,00	48,50	77,97	78,88	93,66	17,13
	2007	79,15	50,57	91,08	92,75	62,74	38,04	17,85
	2008	143,20	67,90	120,44	124,07	77,63	44,27	22,04
	2009	126,49	63,38	94,90	107,71	95,38	53,15	16,34
	LSD	23,61	16,97	16,54	16,89	21,21	15,10	–

CONCLUSIONS

1. Performed studies did not show clear relationship between soil pH and its abundance in manganese.

2. Fertilisation with manure at both applied doses increased soil abundance in manganese and significantly elevated Mn content in plants during consecutive years.

3. Treatments with mineral fertilisers and liquid manure (particularly at their higher doses) gave similar effects in manganese budget which consisted in a distinct decrease of its abundance in both soil and plants.

REFERENCES

- Badora A., 2002. Wpływ pH na mobilność pierwiastków w glebach. [The effect of pH on element mobility in soils]. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, z. 482: 21–36.
- Baran A., Kołton A., 2009. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem na zawartość mikroelementów w roszonej warzywnej. [The effect of different nitrogen fertilisation on the content of microelements in the corn salad (*Valerianella locusta* (L.) *Latter.*)]. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, z. 541: 15–22.
- Błaziak J., 1997. Wpływ wapnowania i magnezowania gleb w różnych warunkach jej wilgotności na zawartość manganu, cynku i żelaza w glebie. [The effect of liming and Mg additions to soils of various moisture on the content of manganese, zinc and iron in soil]. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, z. 456: 183–186.
- Brzeziński M., Sosulski T., 2009. Wpływ wieloletniego nawożenia na zawartość ruchomych form manganu i żelaza w glebie lekkiej. [The effect of long fertilisation on the content of mobile forms of manganese and iron in light soil]. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, z. 541: 73–79.
- Czuba R., Murzyński J., 1992. Zmiany zawartości mikroelementów w glebie łąkowej i roślinności w warunkach 20-letniego intensywnego nawożenia mineralnego. [Changes in the content of microelements in meadow soil and plants during 20-year-long intensive mineral fertilisation]. *Mikroelementy w rolnictwie. Mater. 7 Symp. Wrocław AR: 360–362.*
- Ducka M., Barszczewski J., 2011. Zmiany składu gatunkowego, plonowanie oraz bilanse azotu łąki trwałej ekologicznej. [Changes in species composition, yielding and nitrogen balance in a permanent organic meadow]. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, Vol. 56 (3): 65–70.
- Duer J., Fotyma M., Madej A. (red.), 2004. Kodeks Dobrej Praktyki Rolniczej. [The Code of Good Agricultural Practices] [online]. Wydanie 3. Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Ministerstwo Środowiska. [Dostęp 03.04.2012]. Dostępny w internecie: http://www.kzgw.gov.pl/files/file/Materiały_i_Informacje/Dyrektywy_Unijne/Azotowa/kodeks_dobrej_praktyki_rolniczej.pdf.
- Falkowski M., Kukułka I., Kozłowski S., 2000. Właściwości chemiczne roślin łąkowych. [Chemical properties of meadow plants]. *Wyd. AR Poznań 132.*
- Falkowski M., Skolimowski L., 1968. Gospodarka łąkowa w Wielkopolsce. [Meadow farming in Wielkopolska]. *Poradnik gospodarski. Warszawa PWRiL: 221.*
- Jamroz D (red.), 2001. Żywienie zwierząt i paszoznawstwo. [Animal feeding and fodder science]. *Wyd. Nauk. PWN, Warszawa, t. 1: 322–335.*
- Kruczyńska H., Berthold S., 1989. Nawożenie pastwiska gnojowicą a poziom Zn, Cu i Mn w surowicy krwi i sierści krów. [Fertilisation of a meadow with slurry and the level of Zn, Cu and Mn in cow blood serum and pelage]. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, z. 325: 303–307.
- Kabata-Pendias A., Pendias H., 1999. Biogeochemia pierwiastków śladowych. [Biogeochemistry of trace elements]. *Wyd. Nauk. PWN Warszawa: 398.*
- Kinal S., 2009. Zapotrzebowanie zwierząt na mikroelementy i czynniki warunkujące ich biodostępność. [Animal requirements for microelements and the factors affecting their bioavailability]. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, z. 536: 225–237.
- Kucharzewski A., Dębowski M., 2001. Ocena stanu zanieczyszczenia produktów rolnych na obszarze województwa dolnośląskiego. [Evaluation of the pollution of crop products in dolnośląskie voivodship]. *Stacja Chemiczno-Rolnicza we Wrocławiu: 3–67.*

- Kutera J., 1990. Rolnicze wykorzystanie gnojowicy. [Agricultural use of slurry]. Materiały Instruktażowe Nr 76 Falenty Wyd. IMUZ.
- Mazur T., 2000. Mikroelementy nawozów organicznych w nawożeniu zrównoważonym. [Microelements from organic fertilisers in balanced fertilisation]. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 471: 847–853.
- Lipiński W., Bednarek W., 1997. Występowanie łatwo rozpuszczalnych form metali w glebach lubelszczyzny w zależności od odczynu i ich składu granulometrycznego. [Soluble forms of metals in soils of the Lublin region in relation to pH and grain size structure]. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 456: 399–404.
- Sapek A., 1979. Metody analizy chemicznej roślinności łąkowej, gleby i wody. [Methods of chemical analysis of meadow plants, soil and water]. Część 1, IMUZ, Falenty.
- Sapek B., 2009. Zawartość manganu i cynku w roślinności użytku zielonego na tle zmian kwasowości środowiska w wieloletciu. [The content of manganese and zinc in grassland vegetation in relation to long-term changes of habitat pH]. Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych nr 40: 224–235.
- Spiak Z. 2000. Mikroelementy w rolnictwie. [Microelements in agriculture]. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. z. 471: 29–34.

GOSPODARKA MANGANEM NA ŁĄCIE TRWAŁEJ GRĄDOWEJ W WARUNKACH ZRÓŻNICOWANEGO NAWOŻENIA

Streszczenie

Badania prowadzone były w latach 2006–2009 w Zakładzie Doświadczalnym ITP w Falentach, na doświadczeniu łąkowym, o powierzchni łąnów ok. 0,3 ha, w warunkach grądu właściwego na czarnej ziemi zdegradowanej o składzie granulometrycznym gliny lekkiej pylastej. W prowadzonych badaniach, w warunkach zróżnicowanego odczynu gleby, na obiektach nawożonych nawozami mineralnymi oraz obornikiem(O) i gnojówką (G) na dwóch poziomach nawożenia azotem 60 (I) i 90 (II)kg · ha⁻¹, porównywano efekty w zakresie plonowania, zasobności gleby w mangan i jego zawartości w runi łąkowej. W runi dominowały trawy, których udział wynosił 80% (*Poa pratensis*, *Alopecurus pratensis*, *Dactylis glomerata*, *Arrhenatherum elatius*, *Lolium perenne*), pozostałe 20% stanowiły zioła i chwasty. W pierwszym roku badań, na wszystkich łąkach doświadczenia stwierdzono kwaśny odczyn górnych warstw gleby. Po trzech latach badań na obu poziomach nawożenia mineralnego i obornikiem notowano zmniejszenie się pH gleby. Nawożenie gnojówką wykazało stabilizujący wpływ na odczyn gleby. Najmniejsze roczne plony suchej masy runi łąkowej uzyskiwano z obu poziomów nawożenia wyłącznie obornikiem. Największe roczne plony suchej masy otrzymywano na obiekcie nawożonym nawozami mineralnymi w dawce 90 kg N·ha⁻¹ (NPK/II) oraz nawożonymi gnojówką na tym samym poziomie (G/II). Zasobność w mangan badanych gleb kształtowała się na niskim poziomie. Wyniki przeprowadzonych badań nie wykazały jednoznacznej zależności między odczynem gleby a jej zasobnością w mangan. Zawartość manganu w runi łąkowej wykazała wyraźny związek z jego zasobnością w glebie. Nawożenie obornikiem na obu poziomach powodowało zwiększenie zasobności gleby w mangan oraz istotny wzrost jego zawartości w runi łąkowej w kolejnych latach.

SŁOWA KLUCZOWE: łąka trwała, nawożenie, zasobność gleby, zawartość w runi, mangan

Hanna Gołębiowska

ZMIANY W ZBIOROWISKACH CHWASTÓW TOWARZYSZĄCYCH KUKURYDZY ZACHODZĄCYCH POD WPŁYWEM UPROSZCZEŃ W UPRAWIE ROLI
DYNAMICS OF CHANGES IN WEED INFESTATION ASSOCIATED MAIZE PHYTOCOENOSIS UNDER THE INFLUENCE OF TILLAGE SIMPLIFICATIONS

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
Zakład Herbologii i Techniki Uprawy Roli Wrocław
Department of Herbology and Soil Tillage Techniques, Institute of Soil Science
and Plant Cultivation – State Research Institute, Wrocław*

Na przestrzeni ostatnich lat w kształtowaniu składu gatunkowego upraw rolniczych coraz większe znaczenie odgrywają czynniki agrotechniczne wynikające ze zmian w produkcji rolniczej.

Celem badań prowadzonych w latach 2004–2012 była ocena zmian zachodzących na przestrzeni lat w składzie ilościowym i jakościowym zbiorowisk chwastów towarzyszących uprawie kukurydzy wynikających z wprowadzonych do jej uprawy systemów bezpłuznych. Badania przeprowadzone w południowo-zachodnim rejonie Polski na glebach płowych potwierdziły tezę o mniejszym bogactwie gatunkowym zbiorowisk chwastów w bezpłuznej uprawie kukurydzy w płodozmianie. Zbiorowiska te charakteryzowały się mniejszą stabilnością i większym zagrożeniem gatunkami wieloletnimi. W strukturze zachwaszczenia gatunkami dwuliściennymi z wyjątkiem komosy białej (*Chenopodium album* L.) znacznie zmniejszyła się liczebność fiołka polnego (*Viola arvensis* Murr.), maku polnego (*Papaver rhoeas* L.), chabra bławatka (*Centaurea cyanus* L.), tasznika polnego (*Capsella bursa pastoris* (L.) Medik.), maruny bezwonnej (*Matricaria inodora* L.), a wzrosła bodziszka polnego (*Geranium pusillum* L.) oraz rdestu ptasiego (*Polygonum aviculare* L.). W przypadku chwastów wieloletnich wzrosło zagrożenie bylicą pospolitą (*Artemisia vulgaris* L.). W obu systemach uprawy roli obserwowano większe nasilenia gatunków jednoliściennych jednorocznych głównie włośnicy zielonej (*Setaria glauca* (L.) P. Beauv.).

Opracowanie wykonano w ramach realizacji zadania 2,6 w programie wieloletnim IUNG-PIB.

Do cytowania – For citation: Gołębiowska H., 2013. Zmiany w zbiorowiskach chwastów towarzyszących kukurydzy zachodzących pod wpływem uproszczeń w uprawie roli. Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol. CV, 594: 15–26.

Częściej pojawiały się gatunki ciepłolubne jak: psianka czarna (*Solanum nigrum* L.) czy błekot pospolity (*Aethusa cynapium* L.).

SŁOWA KLUCZOWE: zbiorowiska chwastów, kukurydza, uprawa bezpłuzna, wskaźniki bioróżnorodności

WSTĘP

Na skutek zmian warunków pogodowych zachodzących na przestrzeni ostatnich trzech dekad (Kozyra 2004, Knezevic i wsp. 2002), jak też przekształceń własnościowych oraz wysycenia płodozmianów zbożami, w zbiorowiskach chwastów towarzyszących kukurydzy zachodziły istotne zróżnicowania. Na glebach płowych w rejonie południowo-zachodniej Polski w 2004 r. według listy florystycznej zbiorowisk chwastów towarzyszących uprawie kukurydzy dominowały chwastnica jednostronna *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. i komosa biała *Chenopodium album* L. Ponadto notowano wysoki, stały udział fiołka polnego *Viola arvensis* Murr. i chabra bławatka *Centaurea cyanus* (L.) oraz częstą obecność w zbiorowisku włośnicy zielonej *Setaria viridis* (L.) P. Beauv, przetacznika perskiego *Veronica persica* Poir., maku polnego *Papaver rhoas* (L.), maruny bezwonnej *Matricaria inodora* (L.), tasznika pospolitego *Capsella bursa-pastoris* (L.), pojawienie się przytuli czepnej *Galium aparine* (L.) i psianki czarnej *Solanum nigrum* (L.) oraz coraz rzadsze liczebności gwiazdnicy pospolitej *Stelaria media* (L.) i perzu właściwego *Elymus repens* (L.) Gould. (Rola i wsp. 2009).

W kształtowaniu składu gatunkowego roślin rolniczych oprócz czynników biotycznych i abiotycznych duże znaczenie odgrywały w ostatnich latach czynniki agrotechniczne, a zwłaszcza zmiany w technologii uprawy (Domaradzki, Rola 2002). Uproszczenie uprawowe, szczególnie systemy bezpłuzne sprzyjają ujawnianiu się gatunków ekspansywnych i powodują wzrost zagrożenia migracją obcych gatunków (Domaradzki i wsp. 2008, Stupnicka-Rodzynkiewicz i wsp. 2004).

Celem wieloletnich badań była ocena zmian zachodzących na przestrzeni lat w składzie ilościowym i jakościowym zbiorowisk chwastów towarzyszących fitocenozie kukurydzy wynikających z wprowadzenia do jej uprawy systemów bezpłuznych w porównaniu z systemem tradycyjnym z zachowaniem orki.

MATERIAŁ I METODY

W latach 2004–2012 w Stacji Doświadczalnej IUNG-PIB w Jelczu-Laskowicach (51°2'0"N, 17°20'0"E) na polach zróżnicowanych pod względem techniki uprawy prowadzono obserwacje zachwaszczenia metodą Braun-Blanqueta w celu wyodrębnienia charakterystycznego zbiorowiska chwastów. Rejestrowano wszystkie gatunki występujące na powierzchni, co najmniej 100 m². Dla każdego gatunku obliczono współczynnik pokrycia z uwzględnieniem stopnia ilościowości oraz stałość fitosocjologiczną (Banaszak, Wiśniewski 2003).

Obserwacje prowadzono na polach, gdzie stosowano zmianowanie: pszenica ozima + międzyplon gorczycy białej, kukurydza na ziarno, jęczmień jary, rzepak ozimy. W tym zmianowaniu od 2004 r. prowadzono dwa systemy uprawy roli: pierwszy płużny – oparty na orce pługiem odkładnicowym na głębokość 25 cm z doprawianiem roli broną talerzową i wałem strunowym oraz drugi bezpłużny, gdzie podstawowym zabiegiem była uprawa gruberem na głębokość 12 cm i agregatem uprawowym składającym się z wału strunowego do uprawy poźniwej. Każdy system uprawowy był realizowany na polu o powierzchni 10 ha, na glebie płowej wytworzonej z piasku gliniastego mocnego zdegradowanego na glinie lekkiej. Po każdej rotacji zmianowania, w latach 2004, 2008, 2012 wykonano po 40 zdjęć fitosocjologicznych w kukurydzy, posługując się wyżej opisaną metodą Braun-Blanqueta. Zebrane wyniki badań opracowano oddzielnie dla każdego systemu uprawy roli, określając: łączną i średnią liczbę gatunków występujących w zdjęciu fitosocjologicznym, S – stałość fitosocjologiczną oraz Wsp – współczynniki pokrycia powierzchni dla wszystkich gatunków jedno- i dwuliściennych, a wśród nich dla jedno- i dwuliściennych, wieloletnich, a także wyodrębniając gatunki dominujące charakterystyczne dla badanych systemów uprawowych.

WYNIKI I OMÓWIENIE

W podjętych badaniach zwrócono uwagę, na ile różne technologie uprawy roli (płużna i bezpłużna) mogą wpływać na stan zachwaszczenia kukurydzy uprawianej w tych samych warunkach siedliskowych w ogniwie zmianowania: pszenica ozima + międzyplon gorczycy białej, kukurydza na ziarno, jęczmień jary, rzepak ozimy.

Zmiany w zbiorowiskach chwastów towarzyszących uprawie kukurydzy w dwóch systemach uprawowych obserwowano na tle warunków pogodowych w poszczególnych latach badań. Rok 2004 charakteryzował się najniższą sumą efektywnych temperatur i opadów spośród badanych okresów. Kilkudniowe chłody i niskie uwilgotnienie pojawiające się po siewie wpłynęły na zahamowanie wschodów kukurydzy, lecz nie ograniczyły licznego występowania chwastów. Uszkodzenia na skutek niskich temperatur spowodowały obniżenie kondycji kukurydzy oraz wzrost konkurencyjności chwastów. W dalszym okresie poziom temperatury sprzyjał vegetacji kukurydzy, lecz nadal notowano dość niskie uwilgotnienie. Niewielki nadmiar opadów na przełomie czerwca i lipca oraz optymalne sumy efektywnych temperatur wpłynęły korzystnie na liczne wschody ciepłolubnych gatunków.

Rok 2008 charakteryzował się optymalnym poziomem temperatur i uwilgotnienia, co umożliwiło szybki rozwój kukurydzy i zahamowanie konkurencyjności wielu gatunków chwastów pojawiających się późną wiosną. Dość wyrównany poziom opadów i temperatur w całym okresie vegetacji oraz brak anomalii pogodowych nie spowodowały dużego zagrożenia ze strony chwastów (tab. 1).

Podobne warunki pogodowe z nadmiarem opadów w maju wystąpiły w 2012 r., co również skutkowało znacznie większym wtórnym zachwaszczeniem gatunkami ciepłolubnymi. Spośród badanych okresów 2012 r. należał do najcieplejszych i najbardziej wilgotnych. Chłodna i wilgotna jesień dodatkowo wpłynęła na dłuższą vegetację i niewielki wzrost zachwaszczenia przed zbiorem.

Tabela 1
Table 1

Warunki pogodowe w sezonach wegetacyjnych kukurydzy w latach 2009–2011 na podstawie sum efektywnych temperatur (ET) i opadów
Weather conditions in vegetation seasons of corn in 2009–2011 based on sum of effective temperature (ET) and precipitations

Lata Years	Suma temperatur i opadów od V–X Sum of temperature and rainfall from V–X		IV		V	VI	VII	VIII	IX	X
	ET* (°C)	opady (mm) precipitation	(°C)	(mm)						
2004	1974,7	366,4	(°C)	225	229,3	272,5	393,2	389,6	244	221,1
			(mm)	26,5	40,2	73,9	104,5	76,6	24,5	20,2
2008	2074,9	411,7	(°C)	225	238,5	399,5	391,2	422,5	264,0	134,2
			(mm)	62,2	48,5	35,3	39,3	147,6	34,5	44,3
2012	2159,6	472,2	(°C)	289,3	342,5	417	311	447,5	228	124,3
			(mm)	86,5	125,3	44,4	115,2	84,6	14,3	1,9

ET suma efektywnych temperatur = 0,5 (temp. max. + temp. min.) -6°C

ET = sum of effective temperature 0.5 (temp. max. + temp. min.) -6°C

W kolejnych rotacjach zmianowania, na liście florystycznej chwastów towarzyszących kukurydzy uprawianej systemem płuznym, notowano większą różnorodność gatunkową w porównaniu z systemem bezorkowym. W latach badań liczba poszczególnych gatunków utrzymywała się na podobnym poziomie. Natomiast agrocenoza kukurydzy w systemie bezpłuznym była gatunkowo uboższa i zmniejszała się w kolejnych latach w porównaniu z systemem płuznym z 28 do 19 gatunków (tab. 1a).

W zbiorowisku chwastów towarzyszących kukurydzy uprawianej systemem płuznym gatunkami dominującymi pozostawały *Chenopodium album* L. i *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. z najwyższymi współczynnikami pokrycia i stopniami stałości fitosocjologicznej. W porównaniu z 2004 r. znacznie nasiliło się występowanie ciepłolubnych włóśnic (*Setaria* spp.). O różnorodności flory segetalnej decydowały również *Viola arvensis* Murr., *Centaurea cyanus* (L.), *Papaver rhoas* (L.), *Matricaria inodora* (L.), *Capsella bursa-pastoris* (L.), przetacznik perski *Veronica persica* L., z wysokimi współczynnikami pokrycia, gatunki często spotykane, ale pojawiające się w mniejszym nasileniu. W ostatnim cyklu badań zanotowano brak obecności *Elymus repens* (L.) Gould., dotąd uciążliwego wieloletniego gatunku na tym stanowisku, a *Stellaria media* (L.) czy *Amaranthus retroflexus* (L.) pojawiały się rzadziej lub nawet sporadycznie. W porównaniu z 2004 r. wzrósł udział gatunków ciepłolubnych *Solanum nigrum* (L.) i blekotu pospolitego (*Aethusa cynapium* L. Częściej spotykany był bodziszek drobny (*Geranium pusillum* L.). Notowano też niezbyt częstą obecność *Galium aparine* L. (tab. 2).

W strukturze zachwaszczenia kukurydzy uprawianej systemem bezpłuznym, z wyjątkiem *Chenopodium album* L., znacznie zmniejszyła się liczebność gatunków dwuliściennych jednorocznych. W 2004 r. notowano ich 24, a w 2012 r. wyodrębniono 14 taksonów (tab. 1). W tym okresie swoją liczebność zmniejszyły *Viola arvensis* Murr., *Papaver rhoas* (L.), *Centaurea cyanus* (L.), *Capsella bursa-pastoris* (L.), *Matricaria inodora* (L.),

a zwiększyły *Geranium pusillum* L., oraz *Polygonum aviculare* L. W przypadku chwastów wieloletnich wzrosło zagrożenie *Artemisia vulgaris* L. (tab. 3).

Tabela 1a
Table 1a

Wybrane wskaźniki bioróżnorodności zbiorowisk chwastów w kukurydzy
Selected indices of weed infestation in maize

Wskaźniki bioróżnorodności zbiorowisk chwastów Indices of weed infestation	Uprawa płużna Ploughing tillage			Uprawa bezpłużna Simplified tillage								
	2004	2008	2012	2004	2008	2012						
Łączna liczba gatunków w tym: Total number of species, of which:	26	27	24	28	25	19						
– jednoliścienne jednoroczne annual monocotyledonous <i>Echinochloa crus-galli</i> , <i>Setaria spp</i>	2	2	2	2	2	2						
– jednoliścienne wieloletnie perennial monocotyledonous <i>Elymus repens</i>	1	1	–	1	1	1						
– dwuliścienne jednoroczne annual dicotyledonous	23	24	22	24	19	14						
– dwuliścienne wieloletnie perennial dicotyledonous <i>Artemisia vulgaris</i> , <i>Cirsium arvense</i> , <i>Convolvulus arvense</i>	–	–	–	1	2	2						
inne wieloletnie others <i>Equisetum arvense</i>	–	–	–	–	1	1						
Chwasty dominujące Dominating weed species	*S	*W.p.	*S	*W.p.	*S	*W.p.	*S	*W.p.	*S	*W.p.	*S	*W.p.
<i>Echinochloa crus-galli</i>	V	1285	V	1456	V	1065	V	1795	V	1736	V	1523
<i>Chenopodium album</i>	V	2405	V	2053	V	1719	V	2196	V	2406	V	2524
<i>Viola arvensis</i>	V	964	IV	796	IV	698	V	839	IV	644	III	396
<i>Centaurea cyanus</i>	V	796	III	526	III	579	IV	726	III	845	III	487
<i>Setaria spp.</i>	IV	391	IV	888	V	896	IV	441	IV	915	V	1556
<i>Veronica persica</i>	IV	252	III	357	III	345	IV	475	III	525	III	556
<i>Papaver rhoeas</i>	IV	225	IV	233	IV	209	IV	525	III	356	III	155
<i>Matricaria inodora</i>	IV	392	IV	278	IV	255	III	278	III	198	III	155
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	IV	378	III	246	III	233	IV	269	III	168	III	135
<i>Stellaria media</i>	IV	231	III	134	II	61	IV	231	III	117	II	95
<i>Solanum nigrum</i>	III	60	III	195	III	212	II	102	III	185	III	293
<i>Amaranthus retroflexus</i>	III	117	II	125	II	99	II	117	–	–	–	–
<i>Elymus repens</i>	II	222	II	244	–	–	III	275	III	235	III	282
<i>Aethusa cynapium</i>	II	35	II	72	II	95	II	75	III	170	III	185
<i>Geranium pusillum</i>	II	41	III	58	III	55	III	141	IV	239	IV	706
Suma współczynników pokrycia Sum of weed infestation rate	7794	7661	6521	8485	8739	9048						

*W.p. – Współczynnik pokrycia – Cover factor,

*S) – Stałość fitosocjologiczna – Phytosociological stability

Tabela 2
Table 2

Bioróżnorodność zbiorowisk chwastów w kukurydzy w systemie uprawy płużnej w zmianowaniu w latach 2004–2012

Biodiversity of weed communities in crop rotation of maize in the ploughing tillage system in crop rotation in 2004–2012 years

Lp.	Gatunek chwastu Weed species	Uprawa płużna – Ploughing tillage								
		2004			2008			2012		
		Liczba wystąpień No. of occurrence	*(S)	*W.p.	Liczba wystąpień No. of occurrence	*(S)	*W.p.	Liczba wystąpień No. of occurrence	*(S)	*W.p.
1.	<i>Echinochloa crus-galli</i>	40	V	1285	40	V	1456	40	V	1065
2.	<i>Chenopodium album</i>	40	V	2405	38	V	2053	39	V	1719
3.	<i>Viola arvensis</i>	37	V	964	30	IV	796	28	IV	698
4.	<i>Centaurea cyanus</i>	33	V	796	21	III	526	18	III	579
5.	<i>Setaria spp.</i>	30	IV	391	28	IV	888	34	V	896
6.	<i>Veronica persica</i>	31	IV	252	25	III	357	23	III	345
7.	<i>Papaver rhoas</i>	28	IV	225	26	IV	233	26	IV	209
8.	<i>Matricaria inodora</i>	27	IV	392	28	IV	278	29	IV	255
9.	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	30	IV	378	24	III	246	22	III	233
10.	<i>Stellaria media</i>	29	IV	231	18	III	134	13	II	61
11.	<i>Solanum nigrum</i>	18	III	60	19	III	195	21	III	212
12.	<i>Amaranthus retroflexus</i>	19	III	117	15	II	125	8	I	99
13.	<i>Elymus repens</i>	20	III	771	13	II	244	–	–	–
14.	<i>Aethusa cynapium</i>	12	II	35	14	II	72	16	II	95
15.	<i>Geranium pusillum</i>	17	II	41	16	III	58	14	II	55
16.	<i>Polygonum convolvulus</i>	14	II	98	12	II	72	14	II	58
17.	<i>Polygonum persicaria</i>	11	II	65	13	II	46	11	II	41
18.	<i>Fumaria officinalis</i>	9	II	22	11	II	23	11	II	21
19.	<i>Thlaspi arvense</i>	8	II	19	12	II	20	10	II	22
20.	<i>Sinapis arvensis</i>	6	II	15	–	–	–	–	–	–
21.	<i>Galinsoga parviflora</i>	7	I	13	9	II	12	–	–	–
22.	<i>Euphorbia helioscopia</i>	4	I	12	9	II	10	3	I	+
23.	<i>Tripleurospermum inodorum</i>	3	I	9	9	II	9	3	I	+
24.	<i>Cerastium arvense</i>	2	I	+	8	II	8	3	I	+
25.	<i>Galium aparine</i>	4	I	5	8	II	8	10	II	10
26.	<i>Veronica arvensis</i>	3	I	+	6	II	8	4	I	6
27.	<i>Spergula arvensis</i>	–	–	–	6	I	5	3	I	+
28.	<i>Vicia vilosa</i>	–	–	–	3	I	+	–	–	–

Tabela 3

Table 3

Bioróżnorodność zbiorowisk chwastów w kukurydzy w systemie uprawy bezplużnej w zmianowaniu w latach 2004–2012
 Biodiversity of weed communities in crop rotation of maize in the unplowing tillage system in crop rotation in 2004–2012 years

Lp.	Gatunek chwastu Weed species	Uprawa bezplużna – Simplified tillage								
		2004			2008			2012		
		Liczba wystąpięć No. of occurrence	*(S)	*W.p.	Liczba wystąpięć No. of occurrence	*(S)	*W.p.	Liczba wystąpięć No. of occurrence	*(S)	*W.p.
1.	<i>Echinochloa crus-galli</i>	40	V	1845	40	V	1736	40	V	1523
2.	<i>Chenopodium album</i>	40	V	2196	40	V	2406	40	V	2524
3.	<i>Viola arvensis</i>	33	V	839	32	IV	644	27	III	396
4.	<i>Setaria spp.</i>	28	IV	441	31	IV	915	37	V	1556
5.	<i>Centaurea cyanus</i>	28	IV	726	18	III	845	19	III	487
6.	<i>Veronica persica</i>	27	IV	475	18	III	525	18	III	556
7.	<i>Papaver rhoeas</i>	29	IV	525	24	III	356	19	III	155
8.	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	29	IV	269	19	III	168	19	III	135
9.	<i>Stellaria media</i>	29	IV	231	23	III	117	14	II	95
10.	<i>Elymus repens</i>	27	IV	275	25	III	235	24	III	282
11.	<i>Matricaria inodora</i>	23	III	278	19	III	198	18	III	155
12.	<i>Geranium pusillum</i>	22	III	141	28	IV	239	30	IV	706
13.	<i>Polygonum convolvulus</i>	21	III	128	18	III	123	18	III	125
14.	<i>Sinapis arvensis</i>	23	III	95	9	II	25	–	–	–
15.	<i>Galinsoga parviflora</i>	18	III	89	6	I	23	–	–	–
16.	<i>Solanum nigrum</i>	14	II	102	20	III	185	22	III	293
17.	<i>Amaranthus retroflexus</i>	14	II	117	–	–	–	–	–	–
18.	<i>Aethusa cynapium</i>	15	II	75	19	III	170	21	III	185
19.	<i>Polygonum aviculare</i>	12	II	55	18	III	119	18	III	127
20.	<i>Fumaria officinalis</i>	13	II	70	–	–	–	–	–	–
21.	<i>Thlaspi arvense</i>	10	II	39	–	–	–	–	–	–
22.	<i>Euphorbia helioscopia</i>	14	II	68	8	I	+	–	–	–
23.	<i>Galium aparine</i>	7	I	42	5	I	35	–	–	–
24.	<i>Cerastium arvense</i>	4	I	7	10	II	29	–	–	–
25.	<i>Veronica arvensis</i>	5	I	+	12	I	76	–	–	–
26.	<i>Spergula arvensis</i>	7	I	+	–	–	–	–	–	–
27.	<i>Vicia vilosa</i>	6	I	+	–	–	–	–	–	–
28.	<i>Equisetum arvense</i>	–	–	–	9	II	32	12	II	88
29.	<i>Artemisia vulgaris</i>	5	I	66	19	III	172	29	IV	466
30.	<i>Convolvulus arvensis</i>	–	–	–	4	I	+	–	–	–
31.	<i>Cirsium arvense</i>	–	–	–	–	–	–	3	I	+

Częstotliwość występowania poszczególnych gatunków chwastów oraz ich współczynniki pokrycia opracowane dla każdego systemu uprawowego kukurydzy pozwalają dokonać oceny faktycznego zagrożenia zachwaszczeniem. W warunkach uprawy uproszczonej zwiększyło się nasilenie gatunków jednoliściennych jednorocznych, zwłaszcza zwiększyły swój udział *Setaria glauca* (L.) P. Beauv, a także gatunek wieloletni – *Elymus repens* (L.) Gould, notowany na około 60% wszystkich zdjęć fitosocjologicznych. Listę gatunków wieloletnich, często lub stale obecnych, tworzyły poza *Elymus repens* (L.) Gould gatunki dwuliścienne, takie jak *Artemisia vulgaris* (L.) i sporadycznie *Cirsium arvense* (L.) Scop. oraz *Equisetum arvense* L. (tab. 3). Na uwagę zasługuje udział gatunków dominujących: *Chenopodium album* L., *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv., *Setaria* spp. w łącznym pokryciu powierzchni przez chwasty. W 2004 r. w obu systemach uprawowych udział tych gatunków był największy – w uprawie płuźnej suma współczynników pokrycia dla tych gatunków wynosiła 4081, a w systemie bezpłuźnym była na podobnym poziomie (Σ Wp = 4482). Natomiast w 2012 r. w uprawie płuźnej suma współczynników pokrycia dla gatunków dominujących zmniejszyła się do poziomu 3680, a w uprawie bezpłuźnej wzrosła do 5603 (tab. 1a). Największą bioróżnorodność flory segetalnej stwierdzono w kukurydzy uprawianej konwencjonalnie z zastosowaniem orki, zaś uboższe zachwaszczenie w uprawie bezpłuźnej. Uzyskane wyniki potwierdzają tezę o mniejszym bogactwie gatunkowym zbiorowisk chwastów w uprawie bezpłuźnej, charakteryzujących się mniejszą stabilnością i większym zagrożeniem ekspansywnymi gatunkami wieloletnimi, w porównaniu z uprawą płuźną (tab. 1a).

DYSKUSJA

Szeroko zakrojone badania prowadzone w latach 1972–1992 przez IUNG nad rozpoznaniem zachwaszczenia w uprawach rolniczych pozwoliły wytypować charakterystyczne zbiorowiska chwastów występujące w kukurydzy. Na glebach płowych o największym zasięgu w rejonie południowo-zachodnim zanotowano dominujący udział: *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv., *Chenopodium album* L. w mniejszym nasileniu występowały *Stelaria media* (L.) oraz *Elymus repens* (L.) Gould. Wysoką stałość fitosocjologiczną osiągały również *Viola arvensis* Murr. i *Anthemis arvensis* L., natomiast *Polygonum* spp. oraz *Setaria* spp. pojawiały się rzadko, ale utrzymywały się w zasiewach aż do zbioru (Rola, Rola 1987).

Podjęte w latach 2004–2012 badania wykazały zmiany ilościowe i jakościowe zachodzące na przestrzeni lat w zbiorowiskach chwastów w uprawie kukurydzy. Nadal dominującymi gatunkami w jej zasiewach pozostają *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. i *Chenopodium album* L. Dużym zagrożeniem dla kukurydzy niezależnie od systemu uprawowego było pojawienie się *Solanum nigrum* (L.), gatunku dotąd niespotykanego w tej uprawie oraz nasilenie występowania ciepłolubnych i późno wschodzących: *Setaria viridis* (L.) P. Beauv, szarłatki szorstkiej (*Amaranthus retroflexus* L.), *Aethusa cynapium* L. Natomiast zagrożenie bylicą pospolitą wzrastało zwłaszcza w systemie bezorkowym, gdzie notowano też większą liczebność form wieloletnich o wysokiej sile konkurencyjnej w stosunku do *Viola arvensis* Murr. i *Veronica persica* Poir. (Gołębiowska 2011). W systemie płuźnym nadal panowała duża różnorodność flory segetalnej, jednak noto-

wano mniejsze ich liczebności w zbiorowisku. W porównaniu z poprzednimi badaniami istotnie spadło zagrożenie *Stelaria media* (L.) i *Elymus repens* (L.) Gould.

Na terenach Saksonii w rejonie klimatycznie i glebowo zbliżonym do rejonu południowo-zachodniej Polski na liście florystycznej chwastów dwuliściennych obecnie towarzyszących zasiewom kukurydzy dominują: *Chenopodium album* L., *Fallopia convolvulus* (L.) Á. Löve, chwasty rumianowate (*Matricaria* ssp.), *Viola arvensis* Murr., rdest ptasi (*Polygonum aviculare* L.), jasnoty (*Lamium* spp.), *Galium aparine* (L.) oraz *Solanum nigrum* (L.). Spośród gatunków jednoliściennych najczęściej spotyka się *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. i *Setaria* spp., oraz samosiewy roślin rolniczych (Merthens i wsp. 2005, Pruszyński 2009).

Uprawa płużna, jak również uproszczona niszczą w dużej mierze wschodzące chwasty, jednak zachowanie orki w systemie uprawy bardziej sprzyja kiełkowaniu nasion poprzez lepsze doświetlenie, dotlenienie i ogrzanie gleby. Przy braku dostępu światła nasiona chwastów, pomimo że zalegają w wierzchniej warstwie gleby, pozostają w stanie spoczynku, nie zachwaszczając zasiewów zbóż. Ograniczenie zachwaszczenia w uprawach uproszczonych jest również związane z wydzielaniem przez warstwę mulczu substancji hamujących rozwój niektórych gatunków chwastów. Większa różnorodność gatunkowa chwastów w uprawie konwencjonalnej niż w systemie bezpłużnym wskazuje na zróżnicowaną zdolność przystosowania się do skrajnych warunków środowiskowych, jakim jest rezygnacja z orki.

Zatem trwałość zbiorowisk segetalnych jest wyższa w konwencjonalnych uprawach płużnych, gdzie również zachowane jest zmienowanie roślin uprawnych. Z danych literaturowych wiadomo, że niezależnie od stanowiska rośliny uprawnej w płodozmianie wszystkie gatunki chwastów wchodzące w skład zbiorowiska pojawiały się corocznie, a o ich składzie ilościowym i jakościowym decydował całokształt zabiegów uprawowych (Rajcan, Swanton 2001).

WNIOSKI

1. Liczba gatunków w zbiorowiskach chwastów towarzyszących kukurydzy uprawianej na glebie płowej, na skutek uproszczeń w uprawie roli, uległa zmianom zarówno ilościowym, jak i jakościowym. W kolejnych cyklach rotacyjnych zmienowania w bezpłużnym systemie uprawy różnorodność zbiorowisk chwastów zmniejszyła się, natomiast w uprawie płużnej pozostała podobna.

2. Na przestrzeni lat 2004–2012 wzrósł udział gatunków jednoliściennych, zwłaszcza ciepłolubnych z rodzaju *Setaria* oraz *Elymus repens* (L.) Gould.

3. Uprawa bezpłużna wpłynęła na zróżnicowanie liczebności chwastów dwuliściennych jednorocznych w zbiorowisku, zmniejszenie liczebności *Stelaria media* (L.), *Viola arvensis* Murr. i *Matricaria* ssp. oraz zwiększenie bodziszka polnego, notowano również wzrost liczebności *Artemisia vulgaris* L., gatunku wysoce ekspansywnego, który nie występował w uprawie płużnej.

5. Zmiany w pokryciu gleby gatunkami dominującymi w uprawie kukurydzy zacho-
dziły szybciej pod wpływem uproszczeń w uprawie roli w porównaniu z uprawą płużną.

PIŚMIENNICTWO

- Banaszak J., Wiśniewski H., 2003. Podstawy ekologii. „Ekologia biocenoz – Podstawowe metody badania struktury i funkcjonowania biocenoz”. Wydawnictwo Adam Marszałek, Toruń, 6,4: 232–246.
- Domaradzki K., Rola H., 2002. Wpływ długotrwałej uprawy roślin zbożowych na dynamikę zachwaszczenia pola. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin, 42: 228–233.
- Domaradzki K., Snopczyński T., Jezierska-Domaradzka A., 2008. *Abutilon theophrasti* Medik., nowy groźny chwast upraw polowych – charakterystyka, występowanie i możliwości zwalczania. Prog. Plant Protection /Post. Ochr. Rośl., 48: 563–566.
- Gołębiowska H., 2011. Diversity of weed infestation depending on maize cropping system. Acta Sci. Pol., Agricultura, 10 (1):13–23.
- Knezevic S.Z., Evans S.P., Blankenship E.E., Van Acker R.C., Lindquist J.L. 2002. Critical period for weed control: the concept and data analysis. Weed Sci., 50: 773–786.
- Kozyra J., 2004. Climatic conditions for millet cultivation in Poland. WMO – CagM Report, Geneva, 94: 34–35.
- Merthens J., Schulte M., Hurle, K., 2005. Weed flora in maize: results of a monitoring in Germany. Gesunde Pflanzen, 57 (8): 205–218.
- Pruszyński S., 2009. Ochrona roślin w różnych systemach produkcji a różnorodność biologiczna. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin, 49(3): 1091–1101.
- Rajcan I., Swanton C.J., 2001. Understanding maize-weed competition: resource competition, light quality and the whole plant. Field Crops Res., 71: 139–150.
- Rola H., Rola J., Domaradzki K., Gołębiowska H., 2009. Strategia regulacji zachwaszczenia w agrocenozach. Studia i Raporty IUNG-PIB, z. 18: 57–78.
- Rola J., Rola H., 1987. Dynamika chwastów segetalnych na polach uprawnych. IUNG Puławy, Mat. Symp. „Dynamika zachwaszczenia pól uprawnych” Wrocław 25–26 czerwiec 1987: 131–148.
- Stupnicka-Rodzinkiewicz E., Lepiarczyk A., 2004. Wpływ zmianowania, sposobu uprawy roli i herbicydów na bioróżnorodność zbiorowisk chwastów. Acta. Agr. Silv., 34: 127–130.

DYNAMICS OF CHANGES IN WEED INFESTATION ASSOCIATED MAIZE PHYTOCOENOSIS UNDER THE INFLUENCE OF TILLAGE SIMPLIFICATIONS

Summary

In recent years, the species composition in the development of agricultural crops growing importance of agronomic factors resulting from changes in agricultural production.

The aim of research conducted in the years 2004–2012 was to assess changes over time in quantitative and qualitative composition of weeds associated with maize under cultivation entered into the simplified tillage. Studies conducted out in the south-western region of Polish soils fawn, confirmed the thesis of less species richness of weeds in ploughless maize. These communities were characterized by a less stable and more dangerous multi species. The structure of dicotyledonous weed species except *Chenopodium album* L. significantly decreased the size of *Viola arvensis* Murr., *Papaver rhoeas* L., *Centaurea cyanus* L., *Capsella bursa pastoris* (L.) Medik., *Matricaria inodora* L., and *Geranium pusillum* L. and *Polygonum aviculare* L. In the case of perennial weeds

increased risk of *Artemisia vulgaris* L. In both tillage systems had higher severity of monocot species, mainly annuals *Setaria glauca* (L.) P. Beauv. More often appeared thermophilic species such as *Solanum nigrum* L., or *Aethusa cynapium* L.

KEY WORDS: weed investation, corn, simplified tillage, biodiversity indicators

**Beata Kuziemska, Dawid Jaremko,
Beata Bik, Magdalena Jakubicka**

**ZAWARTOŚĆ OŁOWIU I BARU W BIOMASIE KUPKÓWKI
POSPOLITEJ (*DACTYLIS GLOMERATA* L.) UPRAWIANEJ
NA GLEBIE ZANIECZYSZCZONEJ NIKLEM W WARUNKACH
ZRÓŻNICOWANEGO WAPNOWANIA I NAWOŻENIA
ORGANICZNEGO**

**CONTENT OF LEAD AND BARIUM IN BIOMASS
OF COCKSFOOT (*DACTYLIS GLOMERATA* L.) CULTIVATED
ON SOIL CONTAMINATED WITH NICKEL UNDER
DIFFERENT LIMING AND ORGANIC FERTILIZATION**

*Katedra Gleboznawstwa i Chemii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny
w Siedlcach*

*Department of Soil Science and Agricultural Chemistry, Siedlce University of Natural
Sciences and Humanities*

Celem pracy była ocena wpływu wapnowania oraz dodatku odpadowych materiałów organicznych na zawartość ołowiu i baru w kupkówce pospolitej (*Dactylis glomerata* L.) uprawianej na glebie zanieczyszczonej niklem w III roku doświadczenia wazonowego. W doświadczeniu uwzględniono trzy czynniki: 1. zanieczyszczenie gleb niklem (0, 75, 150 i 225 mg Ni·kg⁻¹ gleby); 2. wapnowanie (0 Ca i Ca wg 1 Hh gleby); 3. nawożenie organiczne – odpadowe materiały organiczne (bez dodatku odpadowych materiałów organicznych i baru, węgiel brunatny i słoma żytnia). Wpływ zróżnicowanej ilości niklu w glebie na zawartość ołowiu w biomacie rośliny testowej był niejednoznaczny. W większości przypadków rośliny zebrane z obiektów wapnowanych zawierały mniej ołowiu i baru niż zebrane z gleb niewapnowanych. Słoma i węgiel brunatny niejednoznacznie różnicowały zawartość ołowiu w trawie. W biomacie roślin zebranych z obiektów z dodatkiem odpadowych materiałów organicznych stwierdzono większą zawartość baru w porównaniu z roślinami zebranymi z obiektów kontrolnych.

SŁOWA KLUCZOWE: kupkówka pospolita, wapnowanie, nawożenie organiczne, nikiel, bar, ołów

Do cytowania – For citation: Kuziemska B., Jaremko D., Bik B., Jakubicka M., 2013. Zawartość ołowiu i baru w biomacie kupkówki pospolitej (*Dactylis glomerata* L.) uprawianej na glebie zanieczyszczonej niklem w warunkach zróżnicowanego wapnowania i nawożenia organicznego. Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol. CV, 594: 27–36.

WSTĘP

Spośród wielu substancji, które mają wpływ na środowisko naturalne, bardzo ważne są metale ciężkie (Bednarek i wsp. 2008). Duże niebezpieczeństwo stwarza ich wysoka zawartość w glebie, skąd mogą być pobierane przez rośliny i w efekcie trafić drogą pokarmową do organizmów zwierząt i ludzi. Kumulacja metali ciężkich w glebie powoduje niekorzystne zmiany w jej właściwościach fizycznych, chemicznych i biologicznych, co wpływa na dostępność wielu makro- i mikroelementów, a w konsekwencji może powodować zaburzenia wzrostu, rozwoju i składu chemicznego roślin (Ostrowska 1993, Rogóż, Opozda-Zuchmańska 2003). Do grupy metali ciężkich zaliczany jest między innymi nikiel, który w niewielkich ilościach stymuluje wzrost i rozwój różnych gatunków roślin, natomiast pobrany w nadmiarze zaburza przebieg wielu procesów fizjologicznych (Kabata-Pendias i wsp. 1993). Jego nadmiar wpływa między innymi na zakłócenie procesu fotosyntezy (Drażkiewicz 1994). W warunkach dużej zawartości niklu w glebie obserwuje się również zachwianie równowagi jonowej w organizmach roślinnych, co może wpływać na zaburzenia w metabolizmie składników pokarmowych (Spiak 1993, Koszelnik-Leszek 2002, Koszelnik-Leszek, Spiak 2006). Metal ten wpływa zarówno na bioprzyzwajalność, jak i biologiczny efekt działania *in vivo* pierwiastków, z którymi jest w interakcji typu antagonistycznego lub synergistycznego (Graczyk i wsp. 1999, Martyn i wsp. 2000, Kuziemska, Kalembasa 2009). Dotychczas nie zbadano interakcji pomiędzy niklem a ołowiem i barem. Ołów jest jednym z najbardziej znanych metali ciężkich stanowiących zagrożenie dla organizmów żywych z powodu blokowania grup funkcyjnych białek i aminokwasów nukleinowych (Węglarzy 2007). Objawia się to między innymi zahamowaniem wzrostu, zaburzeniami w pobieraniu wody i pierwiastków śladowych. Fizjologiczna rola baru dla roślin nie została dotychczas wyjaśniona, ale stwierdzono toksyczne działanie dużych jego dawek na organizm człowieka (zaburzenia żołądkowo-jelitowe, niedorozwój mięśni, trudności w oddychaniu).

Nadmierne pobieranie niklu przez rośliny uprawne może być wyeliminowane między innymi przez zabieg wapnowania i nawożenia odpadowymi substancjami organicznymi (Crooke 1956, Kalembasa, Kuziemska 2006). Celem niniejszej pracy była ocena wpływu wapnowania oraz dodatku odpadowych materiałów organicznych na zawartość ołowiu i baru w kupkowiec pospolitej (*Dactylis glomerata* L.) uprawianej na glebie zanieczyszczonej niklem w III roku doświadczenia wazonowego.

MATERIAŁ I METODY

Trzyletnie doświadczenie wazonowe przeprowadzono w obiekcie doświadczalnym Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach, w latach 2009–2011, w układzie całkowicie losowym, w czterech powtórzeniach. Uwzględniono w nim następujące czynniki:

- 1) Zanieczyszczenie gleb niklem (w formie wodnego roztworu $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$):
 - 0 mg Ni · kg⁻¹ gleby;
 - 75 mg Ni · kg⁻¹ gleby;
 - 150 mg Ni · kg⁻¹ gleby;
 - 225 mg Ni · kg⁻¹ gleby.

Uwzględniono tak wysokie dawki niklu, ponieważ zaobserwowano znaczne jego nagromadzenie się w środowisku spowodowane przez czynniki antropogeniczne (Kalembasa, Kuziemska 2006).

2) Wapnowanie (w formie CaCO_3):

- 0 Ca (bez wapnowania);
- Ca wg 1 Hh (wapnowanie w dawce wyliczonej według 1 kwasowości hydroli-tycznej gleby).

3) Nawożenie organiczne – odpadowe materiały organiczne:

- bez stosowania odpadowych materiałów organicznych (0);
- słoma żytnia – w dawce $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, czyli $1,33 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ gleby;
- węgiel brunatny (pochodzący z kopalni węgla w Turowie) – w dawce $40 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, czyli $13,3 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ gleby.

Glebę o składzie granulometrycznym piasku gliniastego pobrano z poziomu próchnicz-nego (0–20 cm) gleby płowej typowej. Charakteryzowała się ona następującymi właści-wościami: pH w 1 mol $\text{KCl} \cdot \text{dm}^{-3}$ – 5,5; zawartość azotu ogólnego $0,98 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$; węgla w związkach organicznych $7,9 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$; fosforu przyswajalnego $69 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ gleby, potasu przyswajalnego $75 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ gleby, niklu ogólnego $5,67 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ gleby. Właściwości gleby oznaczono następującymi metodami: pH – potencjometryczną, zawartość Corg – metodą oksydacyjno-miareczkową, Nog – metodą Kjeldahla, fosfor i potas przyswajalny metodą Egnera – Riehma, a zawartość całkowitą Ni – metodą atomowej spektrometrii emisyj-nej z plazmą indukcyjnie wzbudzoną, za pomocą aparatu firmy Perkin-Elmer Optima 3200RL, po wcześniejszej mineralizacji „na sucho” w piecu muflowym w temperaturze 450°C i rozpuszczeniu popiołu w 10% roztworze HCl.

Zastosowane w doświadczeniu wazonowym odpadowe materiały organiczne zawie-rały odpowiednio ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$): słoma: Ni – 3,84; Pb – 12,25; Ba – 25,60; węgiel brunatny: Ni – 5,10; Pb – 3,71; Ba – 31,9.

Wapnowanie, dodatek organicznego materiału odpadowego (węgiel brunatny i sło-mę żytnią pociętą na sieczkę) oraz dawki niklu zastosowano do gleby w listopadzie 2008 r. W tak przygotowanych wazonach o pojemności 15 dm^3 , zawierających 10 kg gle-by, wiosną 2009 r. wysiano kupkówkę pospolitą (*Dactylis glomerata* L.) odmiany Amera. W pierwszym (2009), drugim (2010) i trzecim (2011) roku uprawy zebrano po cztery odrosty (pokosy) co 30 dni. Trawę testową wysiewano każdego roku prowadzenia badań w tej samej ilości na wazon, aby obsada roślin w wazonie była taka sama i plon zebrany z każdego obiektu był porównywalny. W okresie wegetacyjnym, w wazonach, utrzymano wilgotność gleby na poziomie 60% PPW. Analizie poddano rośliny z czterech pokosów ostatniego roku badań. Zawartość ogólną ołowiu i baru w odpadowych materiałach or-ganicznych i biomasie kupkówki pospolitej oznaczono metodą atomowej spektrometrii emisyjnej z plazmą indukcyjnie wzbudzoną, za pomocą aparatu firmy Perkin-Elmer, Optima 3200RL, po wcześniejszej mineralizacji materiałów „na sucho” w piecu mufl-owym w temperaturze 450°C , i rozpuszczeniu popiołu w 10% roztworze HCl. Wyniki ba-dań opracowano statystycznie, poddając je analizie wariancji z wykorzystaniem rozkładu F-Fishera-Snedecora, według programu F.R.Anal.var 4.4, a wartość $\text{NIR}_{(0,05)}$ wyliczono według testu Tukey’a.

WYNIKI I OMÓWIENIE

Według wytycznych dla rolnictwa (Kabata-Pendias i wsp. 1993) dozwolone zawartości ołowiu (NDS) w trawie (sianie) wynoszą $10 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$ Podobną zawartość tego metalu jako dozwoloną w paszy z użytków zielonych (trawy i produkowane z niej siano, sianokiszonki i kiszonki) zaproponowała Baran i wsp. (2007). W warunkach prowadzenia badań własnych zawartość ołowiu w biomase kupkówki pospolitej wahała się w szerokich granicach (od 0,84 do $5,25 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$) (tab. 1). Zbliżone wyniki uzyskali Grygierzec i Gowin (2005), którzy badali zawartość tego metalu w wybranych gruntach i odmianach traw. Koncentracja ta ulegała zróżnicowaniu nie tylko pod wpływem badanych w eksperymencie czynników – wzrastającej ilości niklu w glebie, wapnowania, dodatku słomy i węgla brunatnego, ale również zależała od terminu pokosu. Największą średnią zawartość ołowiu stwierdzono w roślinach zebranych w terminie pierwszym ($2,38 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$), a najmniejszą w terminie trzecim ($1,29 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$). Wpływ wzrastających ilości niklu w glebie na omawianą cechę był niejednoznaczny, bez wyraźnych ukierunkowanych zmian i tendencji. Inne rezultaty uzyskano we wcześniej prowadzonych badaniach (Kuziemska i Kalembasa 2009), w których wykazano synergistyczny wpływ niklu na pobieranie ołowiu przez koniczynę czerwoną. Zastosowanie wapnowania spowodowało istotne zwiększenie ilości omawianego metalu w roślinach zebranych w pierwszym pokosie, a zmniejszenie jego ilości w roślinach zebranych w trzech pozostałych terminach. Rośliny pierwszego pokosu, uprawiane na obiektach z dodatkiem słomy zawierały istotnie mniej, a pokosu drugiego istotnie więcej ołowiu niż uprawiane na obiektach kontrolnych. W przypadku roślin uprawianych na glebach z dodatkiem węgla brunatnego wykazano zależność odwrotną. Fakt ten można łączyć ze składem węgla brunatnego i jego przemianami w glebie. Z węglem brunatnym wprowadzono ok. $0,042 \text{ mg} \text{ Pb}$, a ze słomą tylko $0,0138 \text{ mg}$ tego metalu na kg gleby.

Nie stwierdzono istotnego wpływu zróżnicowanych odpadowych materiałów organicznych na zawartość omawianego pierwiastka w roślinach zebranych w trzecim i czwartym terminie. Zawartość baru w biomase rośliny testowej, podobnie jak ołowiu (tab. 2), wahała się w szerokich granicach ($7,15 - 30,3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$) i ulegała istotnym zmianom w zależności od badanych czynników i terminu pobierania próbek rośliny testowej do analizy (tab. 2).

Największą średnią zawartość baru ($19,57 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$) stwierdzono w roślinach z pokosu pierwszego, a najmniejszą ($15,89 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$) z pokosu trzeciego. Wprowadzenie do gleby niklu (niezależnie od jego ilości) spowodowało istotne zwiększenie zawartości baru w biomase kupkówki pospolitej zebranej w pierwszym, trzecim i czwartym terminie, co może świadczyć o stymulującym wpływie niklu na pobieranie baru przez rośliny. Zależności tej nie stwierdzono w roślinach zebranych w terminie drugim.

Niezależnie od terminu pokosu rośliny zebrane z obiektów wapnowanych zawierały mniej baru w porównaniu z roślinami zebranymi z gleb niewapnowanych, co jest zgodne z wynikami uzyskanymi przez Godlewską i Kalembasę (2009). Inne rezultaty uzyskali w swoich badaniach Malinowska i Kalembasa (2011), którzy nie wykazali istotnego wpływu tego czynnika na zawartość omawianego metalu w życicy wielokwiatowej.

Tabela I
Table I

Zawartość ołowiu w biomasie kupkówki pospolitej ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m.)
The content of lead in cock's-foot biomass ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ D.M.)

Wapnowanie Liming		Bez wapnowania No liming				Ca wg 1 Hh gleby Ca acc. 1 Hh				Średnia Mean
		Nr pokosu No. cut		Średnia Mean		Dawki Ni – Doses of Ni ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ gleby – soil)		Średnia Mean		
		I	II	III	IV	0	75	150	225	
Bez nawożenia organicznego Without organic fertilization	I	1,89	1,85	1,71	2,19	1,91	2,56	2,63	2,71	2,31
	II	2,27	1,31	2,41	4,17	2,54	1,26	2,40	1,39	1,97
	III	1,40	1,21	1,36	1,40	1,34	1,39	1,01	1,17	1,21
	IV	1,20	1,81	1,34	1,19	1,39	1,17	1,65	1,17	1,28
Średnia – Mean		1,69	1,55	1,71	2,24	1,79	1,60	1,84	1,61	1,34
Słoma Straw	I	1,96	1,55	1,77	2,49	1,94	1,65	1,80	1,65	1,72
	II	1,90	1,88	3,47	5,08	3,08	1,21	1,09	2,25	2,09
	III	1,62	1,27	1,32	1,52	1,43	0,84	1,00	1,34	2,21
	IV	1,37	1,53	1,42	1,45	1,44	1,25	1,27	1,04	1,23
Średnia – Mean		1,71	1,53	2,00	2,64	1,98	1,24	1,25	1,24	1,34
Węgiel brunatny Brown coal	I	1,17	1,76	2,77	1,51	1,80	2,56	3,99	2,88	2,74
	II	2,58	1,26	2,44	2,36	2,16	1,77	1,48	1,47	2,09
	III	1,82	1,55	1,46	1,51	1,59	1,08	1,39	1,17	1,82
	IV	1,98	1,22	1,41	1,15	1,44	1,78	1,14	1,32	1,38
Średnia – Mean		1,89	1,45	2,02	1,63	1,75	1,80	2,14	1,66	1,83
Means of cuts	I	1,67	1,72	2,08	2,06	1,89	2,26	2,81	2,79	2,38
	II	2,25	1,48	2,77	3,87	2,59	1,41	1,66	1,28	2,00
	III	1,61	1,34	1,38	1,48	1,45	1,10	0,98	1,19	1,29
	IV	1,52	1,52	1,39	1,26	1,42	1,40	1,35	1,19	1,35
Średnia w doświadczeniu Mean of experiment		1,76	1,52	1,91	2,17	1,84	1,54	1,71	1,63	1,75

NIR_(0,05) dla:LSD_(0,05) for:

dawek niklu – doses of nickel

nawożenia organicznego – organic fertilization

wapnowania – liming

Pokosy – Cuts

I

0,571

0,448

0,302

II

0,263

0,2006

0,139

III

n.i.

n.i.

0,158

IV

0,135

n.i.

0,072

Tabela 2
Table 2

Zawartość baru w biomacie kupkówki pospolitej (mg·kg⁻¹ s.m.)
The content of barium in cock's-foot biomass (mg · kg⁻¹ D.M.)

Wapnowanie Liming		Bez wapnowania No liming				Ca w g l Hh gleby Ca acc. 1 Hh				Średnia Mean	
Nawożenie Fertilization	Nr pokosu No. of cut	Dawki Ni – Doses of Ni (mg·kg ⁻¹ gleby – soil)				Średnia Mean	Dawki Ni – Doses of Ni (mg·kg ⁻¹ gleby – soil)				Średnia Mean
		0	75	150	225		0	75	150	225	
Bez nawożenia organicznego Without organic fertilization	I	20,70	22,50	17,40	23,80	21,10	12,90	16,50	16,00	15,48	18,29
	II	23,20	21,60	21,00	31,00	24,20	9,80	8,60	7,15	8,18	16,49
	III	12,40	11,00	12,80	15,10	12,83	12,30	12,10	15,00	13,13	12,98
	IV	13,80	13,20	15,20	17,30	14,88	16,20	14,80	14,80	15,15	15,01
Średnia – Mean		17,53	17,08	16,60	21,80	18,25	12,80	13,00	13,24	12,98	15,62
Słoma Straw	I	15,70	29,00	21,90	20,40	21,75	17,00	13,40	16,90	15,83	18,79
	II	25,60	21,40	27,60	25,60	25,05	18,80	17,90	16,20	17,23	21,14
	III	20,60	18,60	18,90	19,70	19,45	13,30	13,10	26,20	18,20	18,82
	IV	18,20	17,00	19,70	20,90	18,95	16,40	18,00	17,20	11,50	17,36
Średnia – Mean		20,03	21,50	22,03	21,65	21,30	16,38	15,60	16,20	16,76	19,03
Węgiel brunatny Brown coal	I	16,30	22,30	33,20	28,30	25,03	12,70	22,60	20,20	17,88	21,46
	II	28,40	30,30	24,80	27,00	27,63	11,00	9,90	10,40	10,53	19,08
	III	15,30	21,90	17,70	16,00	17,73	14,80	13,30	12,40	13,98	15,86
	IV	13,10	21,60	18,70	22,10	18,88	13,00	12,00	11,80	12,88	15,88
Średnia – Mean		18,28	24,03	23,60	23,35	22,31	12,88	14,45	14,13	13,81	17,56
Means of cuts	I	17,57	24,60	24,17	24,17	22,63	14,20	17,50	16,17	16,39	19,57
	II	25,73	24,43	24,47	27,87	25,63	13,20	12,13	11,38	11,98	18,81
	III	16,10	17,17	16,47	16,93	16,67	13,47	12,83	18,23	15,10	15,89
	IV	15,03	17,27	17,87	20,10	17,57	15,20	14,93	15,57	12,70	16,08
Średnia w doświadczeniu Mean of experiment		18,61	20,87	20,74	22,27	20,62	14,02	14,35	14,41	14,52	17,57

NIR^(0,05) dla:LSD^(0,05) for:

dawek niklu – doses of nickel

nawożenia organicznego – organic fertilization

wapnowania – liming

Pokosy – Cuts

I

1,972

1,406

0,948

II

n.i.

1,790

1,208

III

1,676

1,314

0,887

IV

1,202

0,943

0,636

Rośliny wszystkich pokosów uprawiane na obiektach, gdzie zastosowano odpadowe materiały organiczne, zawierały istotnie więcej baru w porównaniu z roślinami zebranymi z obiektów kontrolnych, co należy łączyć z ich składem chemicznym (ze słomą wprowadzono do gleby 0,0289 mg Ba · kg⁻¹ gleby, a z węglem brunatnym 0,361 mg Ba · kg⁻¹ gleby).

W podsumowaniu przeprowadzonych badań własnych należy stwierdzić, że zawartość ołowiu i baru w biomasie kupkówki pospolitej kształtowały zarówno zróżnicowana ilość niklu w glebie, wapnowanie, dodatek słomy i węgla brunatnego, jak i termin zbioru roślin. Największą zawartość obu omawianych metali oznaczono w roślinach zebranych w terminie pierwszym, a najmniejszą w roślinach zebranych w terminie trzecim. Wpływ zróżnicowanej ilości niklu w glebie na zawartość ołowiu i baru w biomasie rośliny testowej był niejednoznaczny. W większości przypadków rośliny zebrane z obiektów wapnowanych zawierały mniej ołowiu i baru niż zebrane z gleb niewapnowanych. Wpływ nawożenia słomą i węglem brunatnym na ilość ołowiu w biomasie trawy był zależny od terminu zbioru roślin. Podkreślić należy, że zawartość obu metali w badanej trawie nie odbiegała od wartości średnich, typowych dla roślinności trawiastej Polski (Grygierzec, Gowin 2005).

WNIOSKI

1. Zawartość ołowiu i baru w kupkówce pospolitej nie przekraczała zawartości typowej dla tego gatunku.
2. Największą zawartość ołowiu i baru stwierdzono w roślinach zebranych w pierwszym pokosie, a najmniejszą w trzecim pokosie.
3. Wzrastająca ilość niklu w glebie niejednoznacznie różnicowała zawartość ołowiu i baru w biomasie kupkówki pospolitej.
4. Wapnowanie powodowało istotne zmniejszenie ilości ołowiu i baru w biomasie kupkówki pospolitej.
5. Słoma i węgiel brunatny niejednoznacznie różnicowały zawartość ołowiu w trawie.
6. Rośliny zebrane z obiektów z dodatkiem odpadowych materiałów organicznych zawierały więcej baru w porównaniu z roślinami zebranymi z obiektów kontrolnych.

PIŚMIENNICTWO

- Baran A., Spałek I., Jasiewicz Cz., 2007. Zawartość metali ciężkich w roślinach i gruntach przylegających do wybranych stacji paliw w Krakowie. *Mat. II Krakowskiej Konferencji Młodych Uczonych*. Kraków: 265–272.
- Bednarek W., Tkaczyk P., Dresler S., 2008. Zawartość metali ciężkich jako kryterium oceny jakości ziarna pszenicy ozimej. *Acta Agroph.*, 12(2): 315–326.
- Crooke W.M., 1956. Effect of soil reaction on uptake nickel from a serpentine soil. *Soil Sci.*, 81: 269–276.

- Drażkiewicz M., 1994. Wpływ niklu na aparat fotosyntetyczny roślin. *Wiad. Bot.*, 38 (1/2): 77–84.
- Godlewska A., Kalembsa S., 2009. Wpływ nawożenia organicznego, wapnowania i gatunku gleby na zawartość Li, Ba i Ti w życicy wielokwiatowej. *Ochr. Śr. Zasobów Nat.*, 41: 578–584.
- Graczyk A., Radomska K., Długaszek M., 1999. Synergizm i antagonizm jonowy między biopierwiastkami i metalami toksycznymi. *Post. Nauk Rol.*, 5: 1–16.
- Grygierzec B., Gowin K., 2005. Zawartość niektórych metali (Cr, Ni, Cd, Pb) w wybranych gatunkach i odmianach traw. *Obieg pierwiastków w przyrodzie. M. III Wyd. IOŚ Warszawa*: 311–314.
- Kabata-Pendias A., Motowicka-Terelak T., Piotrowska M., Witek T., 1993. Ocena stopnia zanieczyszczenia gleb i roślin metalami ciężkimi i siarką. *Wyd. IUNG Puławy*, P(53): 1–20.
- Kalembsa S., Kuziemska B., 2006. Wpływ zanieczyszczenia gleby niklem na plon kupkówki popolitej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 512: 297–304.
- Koszeliak-Leszek A., 2002. Dynamika pobierania niklu przez dwie odmiany jęczmienia jarego. *Rocz. Glebozn. LIII*, 1/2: 41–49.
- Koszeliak-Leszek A., Spiak Z., 2006. Zawartość makroskładników w roślinach doświadczalnych w zależności od poziomu niklu w glebie. *Zesz. Nauk. UP we Wrocławiu*, 546: 125–131.
- Kuziemska B., Kalembsa S., 2009. Influence of soil contamination with nickel and liming on lead and manganese contents in red clover biomass. *Arch. Environ. Prot.*, 35, 1: 95–105.
- Malinowska E., Kalembsa S., 2011. Wpływ dawek osadu ściekowego oraz wapnowania na zawartość Li, Ti, Ba, Sr i As w roślinach łąkowych. *Inż. Ekol.*, 27: 110–119.
- Martyn W., Molas J., Onuch-Amborska J., 2000. Zawartość mikroelementów w warzywach uprawianych na glebach o różnej zawartości niklu. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 471: 1053–1058.
- Ostrowska E.B., 1993. Nikiel w roślinach łąkowych. Chrom, nikiel i glin w środowisku – problemy ekologiczne i metodyczne. *Wyd. Ossolineum*: 147–152.
- Rogóż A., Opozda-Zuchmańska E., 2003. Właściwości fizykochemiczne gleb i zawartość pierwiastków śladowych w uprawianych warzywach. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 493: 471–481.
- Spiak Z., 1993. Wpływ formy chemicznej niklu na pobieranie tego pierwiastka przez rośliny. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 448a: 311–316.
- Węglarzy K., 2007. Metale ciężkie – źródła zanieczyszczeń i wpływ na środowiska. *Wiad. Zootech.*, 45(3): 31–38.

**CONTENT OF LEAD AND BARIUM IN BIOMASS OF COCKSFOOT
(*DACTYLIS GLOMERATA* L.) CULTIVATED ON SOIL CONTAMINATED
WITH NICKEL UNDER DIFFERENT LIMING AND ORGANIC
FERTILIZATION**

S u m m a r y

The aim of this study was to assess the impact of liming and the addition of waste organic materials on the content of lead and barium in cock's-foot (*Dactylis glomerata* L.) cultivated in soil contaminated with nickel, in the third year pot experiment. The factors considered in the experiments were: 1. soil contamination with nickel (0, 75, 150 and 225 mg Ni · kg⁻¹ soil); 2. liming (0 Ca and Ca according 1 Hh of soil); 3. organic fertilizers – waste organic materials (without addition of waste materials, brown coal and rye straw). The effect of different amounts of nickel in the soil for lead and barium content in the biomass plant test was inconclusive. In most cases, the plants harvested

from limed objects contained less lead and barium than soils harvested from not fertilized with lime ones. The brown coal and rye straw differentiated the lead content in the grass. In the biomass of plants harvested from objects fertilized with organic waste material, a higher content of the barium was found as compared to the plants harvested from control objects.

KEY WORDS: cock's-foot, liming, organic fertilization, nickel, barium, lead

Magda Podlaska, Michał Suchecki

FLORA I ROŚLINNOŚĆ WYBRANYCH SKŁADOWISK
ODPADÓW WE WROCŁAWIU
FLORA AND VEGETATION OF THE SELECTED WASTE
DUMPS IN WROCŁAW

*Katedra Botaniki i Ekologii Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Department of Botany and Plant Ecology, Wrocław University of Environmental
and Life Sciences*

Skład flory składowisk odpadów zależy w dużej mierze od czynników lokalnych – warunków siedliskowych oraz zabiegów przeprowadzonych po zakończeniu eksploatacji obiektów. Analiza flory trzech wrocławskich składowisk (składowisko odpadów komunalnych Wrocław-Maślice oraz gruzu budowlanego Wzgórze Andersa i Wzgórze Gajowe) wykazała obecność 129 gatunków flory naczyniowej, należących do 30 rodzin botanicznych. Na wszystkich składowiskach widoczna jest dominacja rodzin *Asteraceae* i *Poaceae*. Pod względem syntaksonomicznym na wszystkich obiektach dominują gatunki łąkowe i ruderalne – przedstawiciele klas *Molinio-Arrhenatheretea* oraz *Artemisietea vulgaris*, na Wzgórzu Gajowym istotny jest również udział przedstawicieli klasy *Stellarietea mediae* (chwasty siedlisk segetalnych i ruderalnych). Odnalezione fitocenozy mają charakter kałużowy. Na składowiskach stwierdzono obecność gatunków inwazyjnych (*Robinia pseudoacacia*, *Acer negundo*, *Rhus typhina*, *Helianthus tuberosus*, *Solidago gigantea*, *Solidago canadensis*, *Reynoutria ×bohemica*). Analiza flory pod kątem przynależności do grup geograficzno-historycznych wykazała zdecydowaną dominację apofitów na wszystkich składowiskach. Antropofity są nieliczne, a ich udział tylko na jednym obiekcie jest znaczny. Wśród flory dominują hemikryptofity, znaczący udział terofitów wykazano tylko na jednym obiekcie.

SŁOWA KLUCZOWE: składowiska odpadów, flora i roślinność, Wrocław

WSTĘP

Składowiska odpadów są specyficznymi formami powstałymi w wyniku działalności antropogenicznej. Panują na nich inne warunki siedliskowe niż w środowisku naturalnym, dlatego mogą się na nich kształtować odmienne lokalnie zbiorowiska roślinne, a nawet powstawać całkiem nowe, specyficzne zbiorowiska (Podbielkowski 1995, Cabała, Jarząbek 1999b). Szczególnie specyficzne warunki siedliskowe panują na składowiskach zlokalizowanych na terenach miejskich, gdzie średnia roczna temperatura jest wyższa niż poza miastem (Sunborg 1950, Bornstein 1968).

Składowiska to sztucznie powstałe obiekty, na których można wyróżnić dwa elementy decydujące o charakterze okrywy roślinnej: pierwszy związany jest z samym składowiskiem (wielkość, rozmieszczenie teras, rodzaj składowanych odpadów, rodzaj użytku utworu rekultywacyjnego), drugim jest czynnik ludzki (człowiek może wpływać na kształtujące się fitocenozy, poprzez zabiegi rekultywacji technicznej obiektu i celowe wprowadzanie określonych gatunków w mieszankach rekultywacyjnych) (Piotrowski i wsp. 2006).

Celem opracowania jest inwentaryzacja i analiza flory występującej na wybranych składowiskach na terenie Wrocławia, pod kątem przynależności systematycznej, syntaksonomicznej, obecności gatunków inwazyjnych, przynależności do grup geograficzno-historycznych i określenia form życiowych. Dodatkowo zinwentaryzowano gatunki inwazyjne.

MATERIAŁ I METODY

Na wybranych składowiskach odpadów komunalnych i gruzu budowlanego (Wrocław-Maślice, Wzgórze Andersa i Wzgórze Gajowe) przeprowadzono w sezonie wegetacyjnym 2011 r. spis naczyniowej flory zielnej (włącznie z siewkami drzew i krzewów), pojawiającej się spontanicznie, na łącznie 27 powierzchniach, po 25 m² każda. Liczba powierzchni, na których wykonano spisy florystyczne, zależała od wielkości obiektu, różnorodności siedlisk oraz zróżnicowania zbiorowisk roślinnych. Na składowisku Wzgórze Andersa wyznaczono 6 powierzchni, na składowisku odpadów komunalnych Wrocław-Maślice – 11, a na składowisku Wzgórze Gajowe – 10. Dokonano również spisów drzew i krzewów występujących na obiektach, nie ujęto ich jednak we florze składowisk, gdyż są to gatunki wprowadzone sztucznie (Suchecki 2012).

Gatunki roślin oznaczono za pomocą kluczy Rothmalera (2000, 2002) oraz Rutkowskiego (2006). Nomenklaturę roślin naczyniowych podano za Mirkiem i wsp. (2002), natomiast przynależność syntaksonomiczną roślin ustalono za Matuszkiewiczem (2011). Określono również przynależność flory do grup historyczno-geograficznych (Zajac 1979, Zajac, Zajac 1992, Zajac i wsp. 1998, Tokarska-Guzik 2005, Sudnik-Wójcikowska 2011), a także formy życiowe roślin porastających składowiska (Zarzycki i wsp. 2002).

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA OBIEKTÓW

Badane składowiska leżą w granicach Wrocławia, w południowo-wschodniej (składowiska gruzu) i w północno-zachodniej (składowisko odpadów komunalnych) części miasta. Według fizjograficznego podziału Polski obiekty leżą na obszarze Pradoliny Wrocławskiej, według podziału geobotanicznego – w Okręgu Nadodrzańskim (Szafer, Zarzycki 1977, Kondracki 2009). Klimat jest tu łagodny, a sezon wegetacyjny najdłuższy w kraju. Średnia roczna temperatura powietrza kształtuje się na poziomie 9,0°C. Opady rozłożone są optymalnie w ciągu całego okresu wegetacyjnego, średnia roczna suma opadów wynosi 583 mm (średnio od 156 do 167 dni z opadem atmosferycznym) (Bac, Rojek 1999, Woś 1999). Składowiska pokryte są gruntami pochodzenia antropogenicznego, naniesionymi podczas rekultywacji lub glebami wytworzonymi na bazie gruntów i odpadów organicznych deponowanych na składowiskach. Miąższość utworów glebowych użytych do rekultywacji składowiska odpadów komunalnych Wrocław-Maślice wynosi od 0,8 m na wierzchołwie do 1,0 m na zboczach składowiska, na jego powierzchnię naniesiono również warstwę humusu (Hydrobudowa... 2005). Wzgórze Andersa i Wzgórze Gajowe powstały w wyniku odgruzowywania miasta, dlatego pokryte są zróżnicowanymi rodzajami gruntów (grunt rodzimy z ceramiką budowlaną, złomem oraz pozostałościami konstrukcji drewnianych) (Proxima... 2009).

Eksploatowane w latach 1967–2000 składowisko odpadów komunalnych **Wrocław-Maślice** poddano rekultywacji biologicznej, ale część bryły składowiska jest nadal słabo zadarniona, a jego wierzchołwa okresowo przesyca. Bryła składowiska, o wysokości 48 m zajmuje obszar 11,42 ha (powierzchnia wierzchołwy: 5 ha, powierzchnia rzeczniwa czaszy: 11,68 ha). Odległość dolnej krawędzi składowiska od brzegu koryta Odry wynosi około 75 m. Objętość zdeponowanych odpadów to 1,9 mln³ (Hydrobudowa... 2005, Suchecki 2011).

Składowisko **Wzgórze Andersa** powstało w wyniku powojennego odgruzowywania miasta. Jest ono zrekultywowane (na zboczach utworzono terasy i szybkotoki), a do rekultywacji biologicznej użyto ozdobnych gatunków krzewów oraz drzew. Mała miąższość utworów rekultywacyjnych jest jednak wystarczająca do rozwoju roślinności. Składowisko stanowi część projektowanego terenu rekreacyjnego (Czerwiński 2000).

Składowisko **Wzgórze Gajowe**, eksploatowane od lat 50. do 80. XX w., jest hałdą powstałą w wyniku powojennego odgruzowywania miasta i późniejszego składowania odpadów komunalnych. Bryła składowiska zajmuje powierzchnię 8 ha i osiąga wysokość w przedziale 15–20 m. Rekultywację obiektu przeprowadzono w niewłaściwy sposób, dlatego na składowisku występują odsłonięte gruzu. Na początku XXI w. planowano zagospodarować obiekt w kierunku sportowo-rekreacyjnym, jednak ze względu na występowanie cennych gatunków entomofauny obecnie proponuje się utworzenie użytku ekologicznego (Guziak 2002, Proxima... 2009).

WYNIKI I OMÓWIENIE

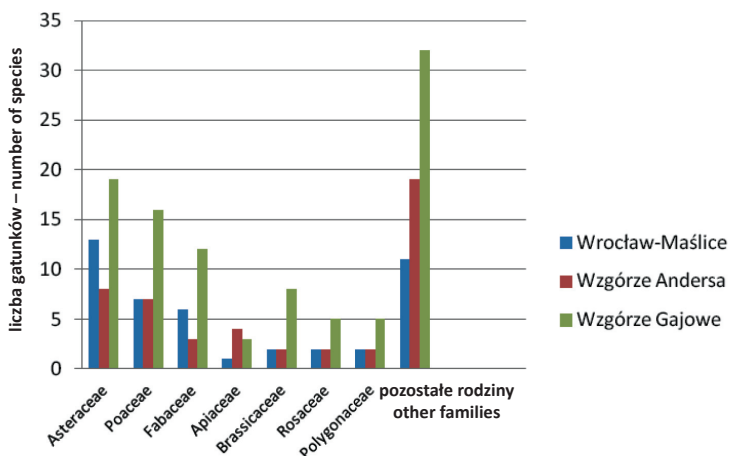
Składowiska odpadów na terenie Wrocławia, mimo licznych podobieństw, różnią się pod względem florystycznym. Spośród łącznie 129 odnalezionych gatunków stwierdzono 20 gatunków wspólnych dla wszystkich badanych obiektów, natomiast dla dwóch z trzech

badanych składowisk wspólne są 22 gatunki: 11 dla składowisk Wrocław-Maślice i Wzgórze Gajowe, 9 dla Wzgórza Gajowego i Andersa, a tylko 2 gatunki dla składowisk Wrocław-Maślice i Wzgórze Andersa. Aż 87 gatunków występuje wyłącznie na jednym obiekcie, przy czym najbogatsze pod tym względem jest Wzgórze Gajowe (60 gatunków), uboższe zaś Wzgórze Andersa (16 gatunków) i składowisko Wrocław-Maślice (11 gatunków). Różnorodność flory wynika zarówno z lokalnych uwarunkowań siedliskowych (lokalny mikroklimat, rodzaj składowanych odpadów), jak i działań prowadzonych po zakończeniu eksploatacji (rekultywacja lub jej brak). Często jest jednak, że na różnych typach składowisk flora jest zbliżona, przeważnie bogata w gatunki uprawne i ozdobne (Hohla 2013), czego jednak nie zaobserwowano we Wrocławiu.

Istotnym czynnikiem wpływającym na skład flory jest obecność gruzu i odpadów budowlanych, powodująca, iż w początkowych fazach istnienia składowisk odczyn podłoża jest zasadowy ($\text{pH} > 10$), co jednak jest korzystne, gdyż umożliwia immobilizację jonów metali ciężkich (Hupka, Rzechuła 2004). Początkowo wysoki odczyn utworów z upływem czasu spada. Wrocławskie składowiska gruzu oraz odpadów komunalnych (pokryte warstwą rekultywacyjną pobraną z gruzowisk) są obiektami na tyle wiekowymi, że obecność nawet odsłoniętych gruzów nie wpływa istotnie na parametry siedlisk.

Przynależność systematyczna flory składowisk odpadów

Składowiska różnią się pod kątem przynależności systematycznej odnalezionych gatunków flory naczyniowej (ryc. 1). Łącznie na wszystkich obiektach odnaleziono 129 gatunków w warstwie zielnej (łącznie z siewkami drzew i krzewów), należących do 30 rodzin botanicznych.



Ryc. 1. Przynależność systematyczna flory składowisk
Fig. 1. Taxonomical affiliation of the flora studied

Na składowisku Wrocław-Maślice stwierdzono występowanie 44 gatunków, należących do 17 rodzin botanicznych. Najliczniej reprezentowane rodziny to: *Asteraceae* (13 gatunków, 29% ogółu flory), *Poaceae* (7 gatunków, 16%) i *Fabaceae* (6 gatunków, 14%). Po 2 gatunki należą do rodzin: *Rosaceae*, *Scrophulariaceae*, *Brassicaceae* i *Polygonaceae*, po 1 gatunku: *Apiaceae*, *Resedaceae*, *Chenopodiaceae*, *Lamiaceae*, *Convolvulaceae*, *Boraginaceae*, *Onagraceae*, *Cyperaceae*, *Euphorbiaceae* i *Caryophyllaceae*. Na składowisku nie odnotowano występowania drzew, oznaczono siewki krzewu *Rubus caesius*.

Na składowisku Wzgórze Andersa stwierdzono występowanie 47 gatunków roślin z 20 rodzin botanicznych. Najliczniej reprezentowane rodziny to: *Asteraceae* (8 gatunków, 17%), *Poaceae* (7 gatunków, 15%), *Apiaceae* (4 gatunki, 8%). Po 3 gatunki należą do: *Fabaceae*, *Aceraceae* i *Caryophyllaceae*, po 2 do: *Plantaginaceae*, *Lamiaceae*, *Rosaceae*, *Polygonaceae* i *Brassicaceae*, a po 1 do: *Urticaceae*, *Convolvulaceae*, *Papaveraceae*, *Violaceae*, *Ranunculaceae*, *Fagaceae*, *Malvaceae*, *Scrophulariaceae* oraz *Geraniaceae*.

Na składowisku występują liczne gatunki drzew i krzewów, ale ze względu na ich pochodzenie (nasadzenia sztuczne) wyrosnięte okazy nie zostały uwzględnione w spisach roślinności i dalszych analizach. Odnaleziono następujące gatunki nasadzone: *Rosa canina*, *Juniperus communis*, *Sambucus nigra*, *Tamarix gallica*, *Cotoneaster* sp., *Sarothamnus scoparius*, *Rubus caesius*, *Ligustrum vulgare*, *Clematis vitalba*, *Rosa multiflora*, *Rosa × rugotida*, *Robinia pseudoacacia*, *Acer platanoides*, *Juglans regia*, *Populus nigra*, *Tilia platyphyllos*, *Acer pseudoplatanus*, *Prunus cerasifera*, *Acer negundo*, *Quercus robur*, *Sorbus aucuparia*, *Amelanchier* sp.

Na składowisku Wzgórze Gajowe odnaleziono 100 gatunków należących do 26 rodzin botanicznych. Najliczniej reprezentowane rodziny to: *Asteraceae* (19 gatunków, 19%), *Poaceae* (16 gatunków, 16%), *Fabaceae* (12 gatunków, 12%) i *Brassicaceae* (8 gatunków, 8%). Z rodzin *Polygonaceae* i *Rosaceae* odnaleziono po 5 gatunków (po 5%). Stwierdzono po 3 gatunki z rodzin: *Apiaceae*, *Lamiaceae*, *Scrophulariaceae*, *Convolvulaceae* oraz *Papaveraceae*, po 2 gatunki z: *Caryophyllaceae*, *Chenopodiaceae*, *Plantaginaceae*, *Ranunculaceae* i *Euphorbiaceae*, po 1 gatunku z: *Violaceae*, *Urticaceae*, *Amaranthaceae*, *Cannabaceae*, *Rubiaceae*, *Primulaceae*, *Boraginaceae*, *Onagraceae*, *Resedaceae*, *Geraniaceae*.

Również na tym składowisku występują nasadzone drzewa i krzewy (nie analizowane). Odnaleziono: *Robinia pseudoacacia*, *Acer negundo*, *Malus* sp., *Prunus cerasifera*, *Quercus robur*, *Tilia platyphyllos*, *Juglans regia*, *Fraxinus excelsior*, *Populus alba*, *Acer platanoides*, *Crataegus monogyna*, *Ulmus glabra*, *Ulmus minor*, *Salix fragilis*, *Acer pseudoplatanus*, *Salix caprea*, *Populus nigra*, *Cerasus avium*, *Populus balsamifera*, *Betula pendula*, *Corylus avellana*, *Sorbus aria*, *Rhus typhina*, *Rosa canina*, *Sambucus nigra*, *Clematis vitalba*, *Lonicera xylosteum*, *Rubus caesius*.

Dominacja rodzin *Asteraceae* (łącznie 24 gatunki) i *Poaceae* (17 gatunków) jest cechą wspólną wszystkich analizowanych składowisk. Trzecią najliczniej reprezentowaną rodziną jest rodzina *Fabaceae* (16 gatunków), choć dominuje ona tylko na dwóch składowiskach.

Florę wrocławskich składowisk porównano do składowisk innego typu odpadów, tzn. do hałd pokopalnianych i poprzemysłowych.

Łączna liczba 129 gatunków na składowiskach wrocławskich jest niższa od danych podawanych dla różnego typu zwałowisk z rejonu Górnośląskiego i Dolnośląskiego

Zagłębia Węglowego. Rostański i Stawowczyk (2006) z dwóch zwałowisk skały płonnej Górnosileskiego Zagłębia Węglowego („Silesia” i „Brzeszcze”) wykazują łącznie 179 gatunków roślin naczyniowych (dane z lat 2004–2005, 26 poletek badawczych o powierzchni 25 m² każde). Cabała i Jarząbek (1999a) podają z GOP-u (lata 1996–1997, zwałowiska Zakładów Azotowych, Hut Batory i Kościuszk, Kopalni Barbara-Chorzów i Elektrowni Chorzów) aż 296 gatunków naczyniowych, przy czym najwięcej należało do rodzin: *Asteraceae*, *Poaceae*, *Fabaceae*, *Rosaceae*, *Brassicaceae*. Z trzech różnowiekowych hałd (KWK „Victoria”) Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego podawane jest łącznie 246 gatunków roślin naczyniowych oraz 26 gatunków mszaków (Kuczyńska i wsp. 1984). Z Wałbrzycha, ze zwałowisk powstałych w wyniku eksploatacji węgla kamiennego oraz z ich bezpośredniego otoczenia, Klimko i wsp. (2004) podają 228 gatunków roślin należących do 49 rodzin botanicznych (kopalnie „Thores” i „Victoria”, lata 1999–2000). Najliczniej reprezentowane były rodziny: *Asteraceae*, *Poaceae* oraz *Fabaceae*. Z czterech różnego pochodzenia dolnośląskich składowisk (poserpentynitowa hałda w Grochowie, składowisko odpadów komunalnych Maślice, hałda pohutnicza w Siechnicach i hałda żużli przemysłu włókienniczego w Bielawie) Koszelnik-Leszek i wsp. (2013) podają łącznie 269 gatunków, należących do 51 rodzin botanicznych, przy czym aż 64 gatunki były wspólne dla składowiska odpadów komunalnych i hałdy żużli. Najliczniej reprezentowane były rodziny: *Asteraceae*, *Poaceae* oraz *Fabaceae*.

Mniejsza liczba gatunków odnalezionych na wrocławskich składowiskach może wynikać z faktu ograniczenia badań do jednego sezonu wegetacyjnego oraz z mniejszej liczby wykonanych tu spisów florystycznych. Na terenie kopalni „Victoria” (Kuczyńska i wsp. 1984) badano także roślinność bezpośredniego otoczenia hałd, czego nie praktykowano we Wrocławiu. Wrocławskie obiekty są również prawdopodobnie mniej zróżnicowane pod względem siedliskowym. Interesujące jest, że pomimo niekorzystnego składu granulometrycznego utworów (łupki ilaste, ilasto-piaszczyste i piaszczyste) – na hałdach poprzemysłowych występuje więcej gatunków niż na wrocławskich składowiskach, które zostały zreultywowane poprzez naniesienie na powierzchnię obiektów warstwy rekultywacyjnej.

Z hałd popioło-żużli elektrowni „Dolna Odra” Kitzczak i wsp. (1999) podają występowanie 45 gatunków roślin naczyniowych (dane z lat 1996–1998). Jest to wynik zbliżony do bogactwa florystycznego składowisk wrocławskich (Wrocław-Maślice – 44 gatunki, Wzgórze Andersa – 47) lub nawet wyraźnie niższy (Wzgórze Gajowe – 100 gatunków). Uwidaczniają się jednak znaczne różnice w składzie gatunkowym, a zwłaszcza dominacja gatunków trawiastych (udział 78,1–84,2%) (Kitczak i wsp. 1999). Na składowisku popiołów elektrowni „Dolna Odra” w Nowym Czarnowie (10 zdjęć fitosocjologicznych) (Meller i wsp. 1999) stwierdzono 58 gatunków roślin naczyniowych oraz 4 gatunki mszaków, przy czym liczba gatunków w zdjęciu wahała się od 29 do 44. Duże zróżnicowanie liczby gatunków budujących daną fitocenozę zauważyć można także na składowiskach wrocławskich, na których liczba gatunków w poszczególnych spisach oscylowała między 6 a 43. Znaczne wahania liczby gatunków na badanych powierzchniach (od 26 do 71) uwidaczniają badania ze składowiska odpadów komunalnych w Breitenau (Huber-Humer, Klug-Pümpel 2004).

Jak podają Majtkowski i wsp. (1999), flora składowiska fosfogipsów w Wiślinie koło Gdańska liczy zaledwie 15 gatunków roślin naczyniowych, z czego 7 należy do rodziny *Poaceae*. W rejonie składowiska odnaleziono również gatunki drzew i krzewów: *Pinus silvestris*, *Hippophaë rhamnoides*, *Betula verrucosa* oraz *Salix caprea*. Liczba gatunków

podawanych z hałd fosfogipsów jest wyraźnie niższa w porównaniu ze składowiskami wrocławskimi, co spowodowane jest toksycznością składowanych utworów.

Ze składowiska Wrocław-Żerniki podawane jest występowanie 27 gatunków roślin, z czego 5 gatunków należy do rodziny *Poaceae* (Piotrowski i wsp. 2006). Liczba gatunków traw na pozostałych wrocławskich składowiskach jest większa, wynosi odpowiednio: Wrocław-Maślice i Wzgórze Andersa po 7 gatunków oraz Wzgórze Gajowe – 16 gatunków. Jak podają Piotrowski i wsp. (2006), rozwój roślin dwuliściennych może przyczynić się do słabszego zadarnienia powierzchni składowiska – ze składowiska Żerniki podano np. słabszy rozwój traw z miejsc występowania skupisk *Tanacetum vulgare* oraz *Astragalus arenarius*. Na składowiskach Wrocław-Maślice, Wzgórze Andersa oraz Wzgórze Gajowe nie stwierdzono jednak redukującego wpływu tych gatunków na trawy.

Pomimo znacznych różnic pomiędzy poszczególnymi typami składowisk wszędzie zauważalna jest dominacja gatunków należących do rodzin *Asteraceae* i *Poaceae*, częsty jest także znaczny udział gatunków z rodziny *Fabaceae*.

Na składowiskach we Wrocławiu, podobnie jak na zwałowiskach „Silesia” oraz „Brzeszcze” (Rostański, Stawowczyk 2006), nie stwierdzono gatunków rzadkich, zagrożonych wyginięciem czy też chronionych, obecne są jedynie gatunki pospolite w całym kraju. Ze składowiska Wrocław-Maślice podawany był wprawdzie gatunek chroniony *Centaureum erythraea* (Suchecki 2011), nie stwierdzono go jednak obecnie. Z hałd węglowych obszaru GOP-u Cabała i Jarząbek (1999a) podają natomiast gatunki chronione: *Epipactis helleborine*, *Ribes nigrum* oraz gatunki rzadkie: *Bromus ramosus* i *Inula conyza*. Gatunki podlegające ochronie są też częste na hałdach górnictwa węgla kamiennego Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego (kopalnia „Victoria”) – Kuczyńska i wsp. (1984) podają obecność: *Epipactis helleborine*, *Carlina acaulis*, *Daphne mezereum*, *Lilium martagon* oraz *Lonicera periclymenum*.

Roślinność rzeczywista składowisk

Obecność roślinności synantropijnej na wrocławskich składowiskach jest niewątpliwie korzystnym zjawiskiem. Wkracza ona tu w większości w wyniku sukcesji naturalnej (Kuczyńska i wsp. 1984, Meller i wsp. 1999, Klimko i wsp. 2004, Nowak 2006), jednak również stosowanie roślinności synantropijnej w modelowaniu terenów zieleni miejskiej niesie ze sobą wiele korzyści, jakimi są: zachowanie bioróżnorodności i procesów sukcesji naturalnej, oraz rodzimych gatunków i zespołów (Trzaskowska 2012).

Roślinność rzeczywistą na poszczególnych wrocławskich składowiskach budują głównie gatunki charakterystyczne klas związanych z siedliskami ruderalnymi i segetalnymi. Odnaleźć można również przedstawicieli klas preferujących siedliska kserotermiczne i łąkowe. Pozostałe gatunki przeważnie nie są ściśle związane z siedliskami antropogenicznymi.

Na składowisku Wrocław-Maślice odnaleziono przedstawicieli 8 klas fitosocjologicznych oraz gatunki towarzyszące, niecharakterystyczne dla żadnej z klas (tab. 1). Na składowisku Wzgórze Andersa stwierdzono przedstawicieli 7 klas oraz gatunki towarzyszące, a na składowisku Wzgórze Gajowe reprezentowane jest 12 klas, tu również występują gatunki towarzyszące. Gatunki te dostały się na składowiska w wyniku samoistnej sukcesji naturalnej (częściowo też jako wynik celowych działań rekultywacyjnych, jednak skład

gatunkowy mieszanek jest niepotwierdzony). Na wszystkich badanych składowiskach występują zbiorowiska kałużowe, wykazujące cechy swoiste tylko dla klas lub rzędów.

Na składowiskach licznie reprezentowana jest klasa *Molinio-Arrhenatheretea* (tab. 2), obejmująca zbiorowiska antropogeniczne, budowane przez gatunki zbiorowisk łąkowych i pastwiskowych, muraw zalewowych i spodzich (Matuszkiewicz 2011). Na wszystkich składowiskach występują przedstawiciele rzędów *Trifolio fragiferae-Agrostietalia stoloniferae*, *Plantaginietalia majoris* oraz *Arrhenatheretalia*, przy czym na Wzgórzu Andersa i Gajowym dominują przedstawiciele rzędu *Arrhenatheretalia*.

Tabela 1

Table 1

Porównanie liczby gatunków reprezentujących poszczególne klasy fitosocjologiczne na poszczególnych obiektach

Comparison of the species number representing various phytosociological classes on the objects studied

Klasa fitosocjologiczna Phytosociological class	Udział przedstawicieli poszczególnych klas we florze składowisk (%) Share of the species representing particular classes of vegetation in the flora of waste dumps		
	Wrocław-Maślice	Wzgórze Andersa	Wzgórze Gajowe
<i>Molinio-Arrhenatheretea</i>	32	34	21
<i>Artemisietea</i>	32	36	21
<i>Stellarietea mediae</i>	9	4	27
<i>Agropyretea intermedio-repentins</i>	5	4	2
<i>Koelerio glaucae-Corynepherea canescentis</i>	5	2	3
<i>Trifolio-Geranietea sanguinei</i>	2	0	3
<i>Quercu-Fagetea</i>	0	7	0
<i>Festuco-Brometea</i>	2	0	3
<i>Rhamno-Prunetea</i>	0	2	2
<i>Epilobietea angustifolii</i>	2	0	1
<i>Nardo-Callunetea</i>	0	0	2
<i>Phragmitetea</i>	0	0	2
<i>Isoëto-Nanojuncetea</i>	0	0	1
Gatunki towarzyszące Accompanying species	11	11	12

Przedstawiciele tej klasy dominują we florze składowiska Wrocław-Maślice (32% ogółu flory), a na Wzgórzu Andersa (34%) oraz Gajowym (21%) stanowią drugą pod względem liczebności grupę. Generalnie, poszczególne gatunki charakteryzują się niską ilościowością, największą ilościowość wykazywał *Elymus repens* (Wrocław-Maślice i Wzgórze Gajowe). Duży udział gatunków łąkowych wynika z naturalnej sukcesji oraz wykorzystania mieszanki traw łąkowo-pastwiskowych (o niepotwierdzonym składzie) do rekultywacji biologicznej składowiska Wrocław-Maślice (Hydrobudowa... 2005) i prawdopodobnego wykorzystania takiej mieszanki do rekultywacji pozostałych składowisk. Znaczny udział zbiorowisk dywanowych z rzędu *Plantaginietalia majoris* wynika z wykorzystywania Wzgórz Andersa i Gajowego w kierunku rekreacyjnym (wydeptywanie określonych partii składowiska, co sprzyja pojawianiu się tego typu zbiorowisk).

Tabela 2
Table 2

Występowanie gatunków charakterystycznych klasy *Molinio-Arrhenatheretea* na poszczególnych obiektach
Occurrence of the characteristic species for the *Molinio-Arrhenatheretea* class in the particular objects

Gatunek – Species	Wrocław-Maślice	Wzgórze Andersa	Wzgórze Gajowe
<i>Cl. Molinio-Arrhenatheretea</i>; <i>O. Trifolio fragiferae-Agrostietalia stoloniferae</i>¹; <i>O. Plantaginetalia majoris</i>²; <i>O. Arrhenatheretalia</i>³			
<i>Festuca rubra</i>	.	.	+
<i>Plantago lanceolata</i>	.	+	+
<i>Poa pratensis</i>	+	+	+
<i>Poa trivialis</i>	.	.	+
<i>Trifolium pratense</i>	+	+	.
<i>Vicia cracca</i>	.	.	+
<i>Elymus repens</i> ¹	+	+	+
<i>Carex hirta</i> ¹	+	.	.
<i>Potentilla reptans</i> ¹	+	+	+
<i>Rumex crispus</i> ¹	+	.	+
<i>Festuca arundinacea</i> ¹	+	.	.
<i>Lolium perenne</i> ²	+	+	+
<i>Polygonum aviculare</i> ²	+	+	+
<i>Plantago major</i> ²	.	+	+
<i>Chamomilla suaveolens</i> ²	.	.	+
<i>Achillea millefolium</i> ³	+	+	+
<i>Dactylis glomerata</i> ³	+	+	+
<i>Daucus carota</i> ³	+	+	+
<i>Bromus hordeaceus</i> ³	.	.	+
<i>Lotus corniculatus</i> ³	.	.	+
<i>Pimpinella major</i> ³	.	+	+
<i>Taraxacum officinale</i> ³	+	+	+
<i>Arrhenatherum elatius</i> ³	.	+	+
<i>Bellis perennis</i> ³	.	+	.
<i>Trifolium repens</i> ³	+	+	+

Licznie reprezentowana jest klasa *Artemisietea* (tab. 3), obejmująca nitrofilne zbiorowiska roślin wieloletnich (np. pnączy i bylin na siedliskach ruderalnych). Na składowisku Wrocław-Maślice odnalezione gatunki stanowią 32% ogółu flory, na Wzgórzu Andersa – 36%, a na Wzgórzu Gajowym – 21%. Na składowiskach reprezentowane są podklasy *Artemisienea* z rzędami *Onopordetalia* i *Artemisietalia* oraz *Galio-Urticenea* z rzędami *Convolvuletalia* (Wrocław-Maślice i Wzgórze Gajowe) i *Glechometalia* (Wzgórze Andersa i Wzgórze Gajowe). Przeważają zbiorowiska z rzędów *Artemisietalia* oraz *Onopordetalia*, stanowiące drugą fazę zarastania terenów ruderalnych (Matuszkiewicz 2011). Mniej licznie reprezentowana jest podklasa *Galio-Urticenea* (okrajkowe zbiorowiska światłolubne, złożone z bylin, powstałe pod wpływem antropopresji w miejscach prześwietlonych) (Matuszkiewicz 2011). Liczniej gatunki budujące te zbiorowiska występują na Wzgórzu

Gajowym, co najprawdopodobniej związane jest z obecnością drzew na składowisku. Ilościowość wszystkich gatunków na badanych obiektach jest niska.

Tabela 3
Table 3

Występowanie gatunków charakterystycznych klasy *Artemisietea vulgaris*
na poszczególnych obiektach

Occurrence of the characteristic species for the *Artemisietea vulgaris* class
in the particular objects

Gatunek – Species	Wrocław-Maślice	Wzgórze Andersa	Wzgórze Gajowe
<i>Cl. Artemisietea vulgaris</i>; <i>SCL. Artemisienea</i>¹; <i>O. Artemisietalia</i>²; <i>O. Onopordetalia</i>²; <i>SCL. Galio-Urticenea</i>⁴; <i>O. Glechometalia</i>⁵; <i>O. Convolvuletalia</i>⁶			
<i>Urtica dioica</i>	.	+	+
<i>Cirsium arvense</i>	+	.	+
<i>Artemisia vulgaris</i>	+	+	+
<i>Melandrium album</i> ¹	.	+	+
<i>Malva sylvestris</i> ¹	.	+	.
<i>Linaria vulgaris</i> ¹	+	.	.
<i>Arctium lappa</i> ²	+	+	.
<i>Arctium minus</i> ²	.	.	+
<i>Armoracia rusticana</i> ²	.	.	+
<i>Rumex obtusifolius</i> ²	.	.	+
<i>Ballota nigra</i> ²	+	+	+
<i>Berteroa incana</i> ³	+	+	+
<i>Cichorium intybus</i> ³	.	.	+
<i>Oenothera biennis</i> ³	+	.	+
<i>Reseda lutea</i> ³	+	.	+
<i>Carduus acanthoides</i> ³	+	.	.
<i>Verbascum phlomoides</i> ³	+	+	+
<i>Melilotus albus</i> ³	+	.	.
<i>Melilotus officinalis</i> ³	.	.	+
<i>Tanacetum vulgare</i> ³	+	+	+
<i>Galium aparine</i> ⁴	.	.	+
<i>Carduus crispus</i> ⁴	.	+	.
<i>Fallopia dumetorum</i> ⁴	.	.	+
<i>Rubus caesius</i> ⁴ c	+	+	+
<i>Alliaria petiolata</i> ⁵	.	+	.
<i>Anthriscus sylvestris</i> ⁵	.	+	.
<i>Chelidonium majus</i> ⁵	.	+	.
<i>Glechoma hederacea</i> ⁵	.	+	.
<i>Viola odorata</i> ⁵	.	+	.
<i>Geranium robertianum</i> ⁵	.	+	.
<i>Calystegia sepium</i> ⁶	.	.	+
<i>Saponaria officinalis</i> ⁶	+	.	.
<i>Solidago canadensis</i> ⁶	.	.	+
<i>Solidago gigantea</i> ⁶	.	.	+

Tabela 4
Table 4Występowanie gatunków charakterystycznych klasy *Stellarietea mediae*
na poszczególnych obiektachOccurrence of the characteristic species for the *Stellarietea mediae* class in the particular objects

Gatunek – Species	Wrocław-Maślice	Wzgórze Andersa	Wzgórze Gajowe
Cl. <i>Stellarietea mediae</i>; O. <i>Polygono-Chenopodietalia</i>¹; O. <i>Centauretalia cyan</i>²; O. <i>Sisymbrietalia</i>³			
<i>Anagallis arvensis</i>	.	.	+
<i>Anchusa arvensis</i>	.	.	+
<i>Chaenorhynchus minus</i>	.	.	+
<i>Sinapis arvensis</i>	.	.	+
<i>Stellaria media</i>	.	+	.
<i>Thlaspi arvense</i>	.	.	+
<i>Viola arvensis</i>	.	.	+
<i>Euphorbia helioscopia</i> ¹	.	.	+
<i>Chenopodium album</i> ¹	+	.	+
<i>Geranium pusillum</i> ¹	.	.	+
<i>Lamium purpureum</i> ¹	.	.	+
<i>Sonchus oleraceus</i> ¹	.	.	+
<i>Veronica persica</i> ¹	.	.	+
<i>Fumaria officinalis</i> ¹	.	.	+
<i>Lamium amplexicaule</i> ¹	.	.	+
<i>Setaria viridis</i> ¹	.	.	+
<i>Papaver rhoeas</i> ²	.	.	+
<i>Aethusa cynapium</i> ²	.	.	+
<i>Lactuca tuberosa</i> ²	.	.	+
<i>Silene vulgaris</i> ²	.	.	+
<i>Matricaria maritima</i> subsp. <i>inodora</i> ²	+	.	+
<i>Vicia angustifolia</i> ²	.	.	+
<i>Vicia tetrasperma</i> ²	.	.	+
<i>Atriplex nitens</i> ³	.	.	+
<i>Bromus sterilis</i> ³	.	+	+
<i>Descurainia sophia</i> ³	.	.	+
<i>Lactuca serriola</i> ³	+	.	+
<i>Sisymbrium loeselii</i> ³	+	.	+

Na składowiskach Wrocław-Maślice i Wzgórze Andersa słabo reprezentowana jest klasa *Stellarietea mediae* (tab. 4), obejmująca antropogeniczne, nitrofilne zbiorowiska pól uprawnych oraz jednorocznych roślin ruderalnych (Matuszkiewicz 2011). Ilość gatunków należących do klasy *Stellarietea mediae* jest niska na wszystkich obiektach. Na obiekcie Wrocław-Maślice jej przedstawiciele stanowią 9% ogółu flory, a na Wzgórzu Andersa – jedynie 4%. Wzgórze Gajowe różni się od pozostałych obiektów dominacją zbiorowisk z klasy *Stellarietea mediae* (27%). Na obiekcie Wrocław-Maślice odnaleziono przedstawicieli rzędów *Sisymbrietalia* (związany z siedliskami ruderalnymi)

oraz *Polygono-Chenopodietalia* i *Centauretalia cyani* (związane z siedliskami segetalnymi – zbiorowiska chwastów upraw okopowych i ogrodowych oraz towarzyszące uprawom roślin zbożowych i lnu). Najliczniej reprezentowany jest rząd *Sisymbretalia*, stanowiący pierwszą fazę zarastania terenów ruderalnych (Matuszkiewicz 2011), obejmujący rośliny jednoroczne oraz dwuletnie. Występowanie tych zbiorowisk można uzasadnić kolonizacją przez rośliny ruderalne miejsc, gdzie rekultywacja biologiczna nie przyniosła oczekiwanych efektów. Na Wzgórzu Gajowym dominuje rząd *Polygono-Chenopodietalia*, mniej liczni są przedstawiciele rządów *Centauretalia* oraz *Sisymbretalia*. Tak znaczny udział gatunków segetalnych, nietypowy dla siedlisk ruderalnych, można wyjaśnić faktem, że gatunki te dominują w dolnej części składowiska, na terasie utworzonej na początku 2011 r. (początkowe stadia sukcesji).

Znacznie słabiej reprezentowane są pozostałe klasy, związane z siedliskami ruderalnymi, okrajkowymi i murawowymi (tab. 5) – *Agropyreteo intermedio-repentins* (2–5% flory), *Koelerio glaucae-Corynephoretea canescentis* (2–5%), *Trifolio-Geranietea sanguinei* (0–3%). Ilościowość gatunków należących do tych klas jest niska.

Tabela 5

Table 5

Występowanie gatunków charakterystycznych klasy *Agropyreteo intermedio-repentins*, *Koelerio glaucae-Corynephoretea canescentis* oraz *Trifolio-Geranietea sanguinei* na poszczególnych obiektach

Occurrence of the characteristic species for the *Agropyreteo intermedio-repentins*, *Koelerio glaucae-Corynephoretea canescentis* and *Trifolio-Geranietea sanguinei* in the particular objects

Gatunek – Species	Wrocław-Maślice	Wzgórze Andersa	Wzgórze Gajowe
<i>Cl. Agropyreteo intermedio-repentins; O. Agropyretalia intermedio-repentins</i>			
<i>Bromus inermis</i>	.	.	+
<i>Cerastium arvense</i>	.	+	.
<i>Convolvulus arvensis</i>	+	+	+
<i>Cardaria draba</i>	+	.	.
<i>Cl. Koelerio glaucae-Corynephoretea canescentis, O. Corynephoretalia canescentis</i>			
<i>Festuca ovina</i>	+	+	+
<i>Potentilla collina</i>	.	.	+
<i>Trifolium arvense</i>	+	.	.
<i>Trifolium campestre</i>	.	.	+
<i>Cl. Trifolio-Geranietea sanguinei, O. Origanetalia</i>			
<i>Astragalus glycyphyllos</i>	+	.	.
<i>Coronilla varia</i>	.	.	+
<i>Vicia tenuifolia</i>	.	.	+
<i>Vicia sepium</i>	.	.	+

Znaczącą grupę stanowią na wszystkich składowiskach przedstawiciele pozostałych klas: *Quercio-Fagetea*, *Festuco-Brometea*, *Rhamno-Prunetea*, *Nardo-Callunetea*, *Phragmitetea*, *Epilobietea angustifolii* i *Isoëto-Nanojuncetea* oraz gatunki towarzyszące (tab. 6). Łączny ich udział sięga na poszczególnych składowiskach od 15 do 23%. Ilościowość tych gatunków była na wszystkich obiektach generalnie niska.

Tabela 6

Table 6

Udział gatunków charakterystycznych klas *Quercu-Fagetea*, *Festuco-Brometea*, *Rhamno-Prunetea*, *Nardo-Callunetea*, *Phragmitetea*, *Epilobietea angustifolii* i *Isoëto-Nanojuncetea* oraz gatunki towarzyszące w roślinności poszczególnych składowisk
Share of the characteristic species for the *Quercu-Fagetea*, *Festuco-Brometea*, *Rhamno-Prunetea*, *Nardo-Callunetea*, *Phragmitetea*, *Epilobietea angustifolii* and *Isoëto-Nanojuncetea* and accompanying species in the particular objects

Gatunek – Species	Wrocław-Maślice	Wzgórze Andersa	Wzgórze Gajowe
Cl. <i>Quercu-Fagetea</i>, O. <i>Fagetalia sylvaticae</i>*			
<i>Acer campestre</i> c	.	+	.
<i>Aegopodium podagraria</i>	.	+	.
<i>Acer pseudoplatanus</i> * c	.	+	.
Cl. <i>Festuco-Brometea</i>, O. <i>Festucetalia valesiacae</i>*			
<i>Centaurea stoebe</i>	.	.	+
<i>Euphorbia cyparissias</i>	+	.	+
<i>Achillea pannonica</i> *	.	.	+
Cl. <i>Rhamno-Prunetea</i>			
<i>Clematis vitalba</i>	.	+	+
<i>Rosa canina</i>	.	.	+
Cl. <i>Nardo-Callunetea</i>, O. <i>Calluno-Ulicetalia</i>*			
<i>Agrostis capillaris</i> *	.	.	+
<i>Hieracium umbellatum</i> *	.	.	+
Cl. <i>Phragmitetea</i>, O. <i>Phragmitetalia</i>			
<i>Phragmites australis</i>	.	.	+
<i>Poa palustris</i>	.	.	+
Cl. <i>Epilobietea angustifolii</i>, O. <i>Atropetalia</i>			
<i>Calamagrostis epigejos</i>	+	.	+
Cl. <i>Isoëto-Nanojuncetea</i>, O. <i>Cyperetalia fusci</i>*			
<i>Potentilla supina</i> *	.	.	+
Gatunki towarzyszące – Accompanying species			
<i>Acer negundo</i> c	.	+	+
<i>Amaranthus retroflexus</i>	.	.	+
<i>Brassica napus</i>	.	.	+
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	.	.	+
<i>Conyza canadensis</i>	+	.	.
<i>Echium vulgare</i>	+	.	.
<i>Erigeron annuus</i>	+	+	+
<i>Helianthus tuberosus</i>	+	.	+
<i>Humulus lupulus</i>	.	.	+
<i>Medicago lupulina</i>	+	+	+
<i>Papaver somniferum</i>	.	.	+
<i>Polygonum persicaria</i>	.	.	+
<i>Quercus robur</i> c	.	+	.
<i>Ranunculus bulbosus</i>	.	.	+
<i>Reynoutria x bohemica</i>	.	+	.
<i>Senecio vulgaris</i>	.	.	+

W odniesieniu do roślinności Rostański i Stawowczyk (2006) podają, iż na zwalowiskach powęglowych najliczniej występują gatunki z klasy *Molinio-Arrhenatheretea* oraz *Stellarietea mediae*. W przypadku składowisk na terenie Wrocławia tylko na Wzgórzu Gajowym najliczniej reprezentowanymi klasami były *Stellarietea mediae* (27%) i *Molinio-Arrhenatheretea* (21%). Na składowiskach Wrocław-Maślice oraz Wzgórze Andersa dominowali przedstawiciele klasy *Molinio-Arrhenatheretea* (odpowiednio 33 i 35% odnalezionych gatunków), a kolejnym dominującym syntaksonem była klasa *Artemisietea*. Gatunki reprezentujące ten syntakson stanowią odpowiednio 33% dla Wzgórza Andersa oraz 26% dla składowiska Wrocław-Maślice. We florze naczyniowej siedlisk przemysłowych Wałbrzycha (Klimko i wsp. 2004) również dominują gatunki związane z siedliskami ruderalnymi (25%) i łąkowymi (24%), a liczba gatunków jest na porównywalnym poziomie ze składowiskami wrocławskimi.

Cabała i Jarząbek (1999a) podają z powęglowych zwalowisk przemysłowych dominację gatunków z klas: *Molinio-Arrhenatheretea*, *Artemisietea* oraz *Stellarietea mediae*. W wyniku badań roślinności zielnej zwalowisk przemysłowych Chorzowa (Cabała, Jarząbek 1999b) wyróżniono 11 zbiorowisk roślinnych (z których 4 zaklasyfikowano do zespołu), a w wyniku analizy roślinności zaroślowej i leśnej wyróżniono 4 zbiorowiska zaroślowe oraz 1 zbiorowisko leśne (Cabała, Jarząbek 1999c). Natomiast na składowiskach Wrocław-Maślice, Wzgórze Gajowe i Andersa występują jedynie zbiorowiska kadłubowe, wykazujące charakterystyczne kombinacje gatunków tylko dla klas lub rzędów.

Występujące na składowiskach popiołów (Meller i wsp. 1999) gatunki najczęściej należą do klas *Artemisietea* i *Molinio-Arrhenatheretea* oraz *Stellarietea mediae*, co upodabnia je do innych typów składowisk. Kitzak i wsp. (1999) podają natomiast najliczniejszy udział gatunków ruderalnych i łąkowych.

Zbiorowiska roślinności synantropijnej występują na terenie Wrocławia również poza składowiskami. Z terenu miasta Świerkosz (1993) podaje liczne zespoły z klas *Bidentetea*, *Stellarietea mediae*, *Artemisietea*, *Agropyretea intermedio-repentis*, *Molinio-Arrhenatheretea*. Najwięcej syntaksonów należy do klasy *Artemisietea*. Zbiorowiska roślinne składowiska Wzgórze Andersa mieszczą się natomiast w klasach *Molinio-Arrhenatheretea*, *Artemisietea*, *Stellarietea mediae*, *Agropyretea intermedio-repentis*, *Koelerio glaucae-Corynephoretea canescentis*, co częściowo pokrywa się z roślinnością pozostałej części miasta. Na składowiskach Wzgórze Gajowe i Wrocław-Maślice odnaleziono zbiorowiska z tych samych klas co na Wzgórzu Andersa i dodatkowo z klasy *Trifolio-Geranietea sanguinei*. Zbiorowiska podawane ze składowisk oraz z terenu reszty miasta należą do tych samych klas i są to przeważnie antropogeniczne zbiorowiska ruderalne i segetalne.

Gatunki inwazyjne

Na badanych obiektach stwierdzono występowanie kilku gatunków roślin inwazyjnych (uwzględniono także gatunki nasadzone, ponieważ stanowią one takie samo zagrożenie jak gatunki, które pojawiły się na składowiskach spontanicznie, gdyż np. *Acer negundo*, *Quercus rubra* i *Robinia pseudoacacia* odnawiają się z samosiewu (Dajdok, Śliwiński 2007)). Najwięcej z nich występuje na składowisku Wzgórze Gajowe i są to: *Robinia pseudoacacia*, *Acer negundo*, *Rhus typhina*, *Helianthus tuberosus*, *Solidago gigantea*,

Solidago canadensis. Na składowisku Wzgórze Andersa wykazano: *Robinia pseudoacacia*, *Acer negundo*, *Reynoutria ×bohemica*. Na składowisku Wrocław-Maślice stwierdzono obecność *Helianthus tuberosus*. Należy zaznaczyć, iż na składowisku tym odnaleziono wcześniej również inne gatunki inwazyjne: *Acer negundo*, *Bunias orientalis*, *Echinochloa crus-galli*, *Quercus robur*, *Robinia pseudoacacia*, *Reynoutria japonica*, *Reynoutria ×bohemica*, *Solidago gigantea*, *Solidago canadensis* (Matras 2011, Suchecki 2011), jednak nie odnaleziono ich na powierzchniach, na których wykonywano spisy florystyczne do niniejszego opracowania. Na wszystkich składowiskach gatunki występowały przeważnie w niewielkiej ilości.

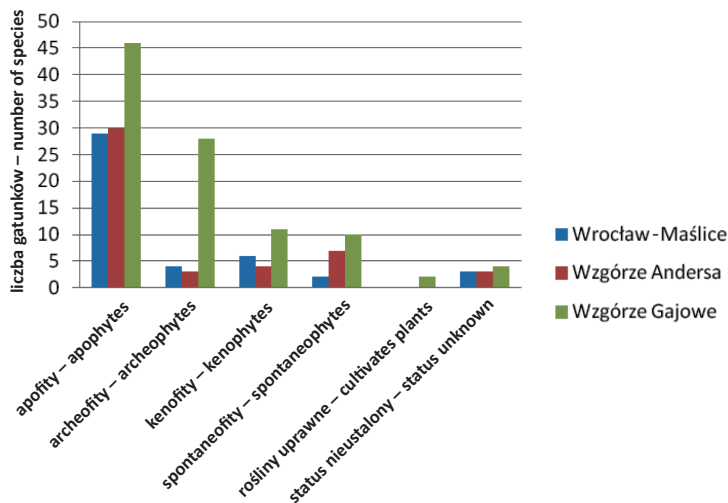
Gatunki inwazyjne łatwo zadomawiają się na terenach ruderalnych, ze względu na trywializację struktury zbiorowisk roślinnych tych obszarów oraz ciągłą antropopresję, dlatego gatunki występujące na badanych składowiskach należy zwalczać, a przynajmniej monitorować, aby nie dopuścić do ich rozprzestrzeniania się. Mogą one w istotny sposób zagrażać szacie roślinnej badanych składowisk oraz ich otoczenia, poprzez konkrowanie o zasoby siedliskowe, tworzenie monokulturowych zbiorowisk, co prowadzi do wypierania rodzimych gatunków i przekształcenia siedlisk (Dajdok, Śliwiński 2007, Dajdok, Pawlaczyk 2009).

W Polsce zasadniczo brak aktów prawnych określających postępowanie z gatunkami inwazyjnymi, jedynie „Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie roślin i zwierząt gatunków obcych, które w przypadku uwolnienia do środowiska przyrodniczego mogą zagrozić gatunkom rodzimym lub siedliskom przyrodniczym”, definiuje gatunki inwazyjne (Rozporządzenie Ministra... 2011). Tylko dwa gatunki inwazyjne (*Reynoutria japonica* oraz *Reynoutria ×bohemica*) spośród ośmiu stwierdzonych na wrocławskich składowiskach wymienione są w tym rozporządzeniu.

Gmina Wrocław właściwie nie zwalcza inwazyjnych kenofitów, jedynie ogranicza się do ich koszenia, przy okazji koszenia całych składowisk Wrocław-Maślice oraz Wzgórze Andersa (składowisko Wzgórze Gajowe nie jest koszone). Program Ochrony Środowiska dla Powiatu Wrocławskiego nie przewiduje konieczności zwalczania roślin inwazyjnych (Podgórska i wsp. 2009). W Wojewódzkim Programie Ochrony Środowiska Województwa Dolnośląskiego wspomniany jest jedynie negatywny wpływ wprowadzania i inwazji obcych gatunków roślin (Wojewódzki Program... 2008).

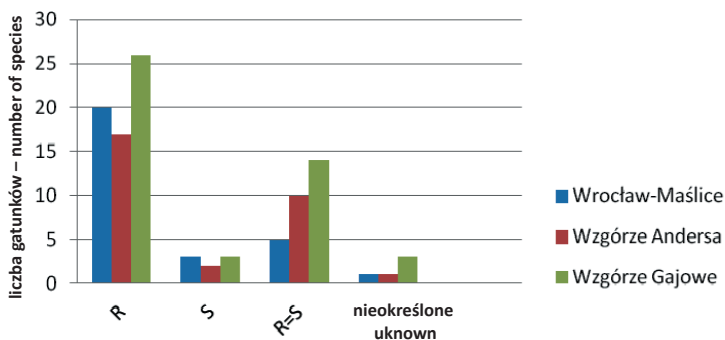
Przynależność flory do grup geograficzno-historycznych

Analiza flory składowisk pod względem przynależności do grup geograficzno-historycznych (ryc. 2) uwidacznia, że na wszystkich składowiskach dominują apofity, stanowiące 66% ogółu flory (29 gatunków) składowiska Wrocław-Maślice, 64% (30 gatunków) flory Wzgórze Andersa i 46% (46 gatunków) flory Wzgórze Gajowego. Archeofity są nieliczne – 6–9% (z wyjątkiem Wzgórze Gajowego – 28%), podobnie jak kenofity (9–14%) i spontaneofity niesynantropijne (4–15%). Jedynie na Wzgórze Gajowym odnaleziono 2 gatunki roślin uprawnych (2% ogółu flory składowiska), natomiast dla nielicznych gatunków (4–7% flory) nie udało się ustalić statusu.



Ryc. 2. Liczba gatunków w poszczególnych grupach geograficzno-historycznych
Fig. 2. Number of species belonging to the geographical-historical groups

Preferencje siedliskowe apofitów są na poszczególnych obiektach stosunkowo słabo zróżnicowane (ryc. 3). Dominują gatunki typowe dla siedlisk ruderalnych: Wrocław-Maślice – 69% ogółu apofitów (20 gatunków), Wzgórze Andersa – 57% (17 gatunków) i Gajowe – 56% (26 gatunków). Gatunki typowe dla siedlisk segetalnych stanowią 7–10% apofitów. Nieco więcej jest gatunków preferujących na równi siedliska ruderalne i segetalne (17–33%). Nieustalone preferencje siedliskowe wykazuje 3–7% apofitów.



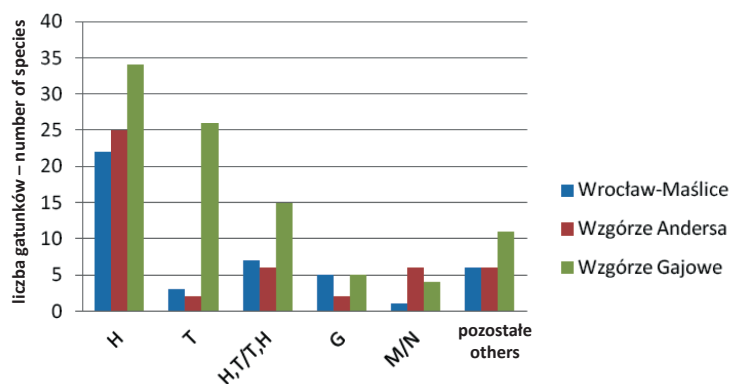
Objaśnienie: R – apofity preferujące siedliska ruderalne, S – apofity preferujące siedliska segetalne, R=S – apofity preferujące siedliska ruderalne na równi z segetalnymi
 Explanations: R – apophytes appearing in ruderal communities, S – apophytes appearing in segetal communities, R=S – apophytes appearing with equal frequency in ruderal and in segetal communities

Ryc. 3. Liczba gatunków apofitów preferujących określony typ siedliska
Fig. 3. Number of apophyte species preferring specified habitat type

Na wrocławskich składowiskach odpadów zdecydowanie dominującą grupę stanowią apofity, jedynie na Wzgórzu Gajowym liczby apofitów (46%) i antropofitów (39%) są zbliżone. Podobnie udział grup geograficzno-historycznych kształtuje się na innych typach hałd: na hałdach węgla kamiennego w obrębie GOP (80%) (Rostański, Stawowczyk 2006), na zwałach węgla kamiennego Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego (72% Wałbrzych, 87% Kuźnice Świdnickie, 87,3% Gorce) (Kuczyńska i wsp. 1984) i na wałbrzyjskich hałdach węgla kamiennego (79%) (Klimko i wsp. 2004). Cabała i Jarząbek (1999a) podają natomiast, że co trzeci gatunek występujący w Górnośląskim Okręgu Przemysłowym to antropofit, podczas gdy we Wrocławiu jedynie na składowisku Wzgórze Gajowe udział antropofitów jest większy i wynosi 39% (na pozostałych składowiskach – Wrocław-Maślice – 23% i Wzgórze Andersa – 15%).

Formy życiowe flory składowisk

Poszczególne składowiska różnią się istotnie udziałem we florze określonych form życiowych roślin (ryc. 4). Zdecydowanie dominują hemikryptofity, stanowiące 50% flory (22 gatunki) składowiska Wrocław-Maślice, 53% (25 gatunków) flory Wzgórze Andersa i 39% (39 gatunków, w tym 1 liana) flory Wzgórze Gajowego. Gatunki będące hemikryptofitami lub terofitami stanowią 8–11% flory składowisk, a terofitami lub hemikryptofitami – 4–6%. Terofity stanowią 4–7% flory (wyjątkiem jest Wzgórze Gajowe – aż 26%). Nieliczną grupą są również geofity (4–11%, w tym na Wzgórzu Gajowym występuje 1 hydrofit). Gatunki mogące być geofitami lub hemikryptofitami stanowią 6–9% (w tym 0–2 gatunki lian). Pojedynczy gatunek będący chamefitem odnaleziono tylko na Wzgórzu Andersa. Gatunki będące chamefitami lub hemikryptofitami reprezentują 3–4% flory. Na badanych powierzchniach odnaleziono jedynie siewki fanerofitów (nanofanerofity stanowią 2–4% flory, a obecne na 2 składowiskach megafanerofity – 0–8%).



Objaśnienia: H – hemikryptofity, T – terofity, H, T – hemikryptofity lub terofity, T, H – terofity lub hemikryptofity, G – geofity, M – mega fanerofity, N – nanofanerofity
 Explanations: H – hemicryptophytes or terophytes, T, H – terophytes or hemicryptophytes, G – geophytes, M – megaphanerophytes, N – nanophanerophytes

Ryc. 4. Udział form życiowych roślin we florze składowisk
 Fig. 4. Share of plant life-forms in the flora studied

Analiza flory pod względem form życiowych uwidacznia, że na wszystkich składowiskach zdecydowanie dominują hemikryptofity. Jest to stan charakterystyczny dla późniejszych stadiów sukcesji na składowiskach (Sudnik-Wójcikowska 2011). Zdecydowanie mniej jest tu gatunków reprezentujących inne formy życiowe, zwłaszcza udział terofitów jest niewielki. Wyjątkiem jest Wzgórze Gajowe, w którego florze terofity stanowią aż 26%, co wynika z obecności na nim powierzchni, na których dopiero zaczyna się proces sukcesji. Na takie powierzchnie masowo wkraczają terofity, niedające jednak trwałego zadarnienia i wypierane w późniejszych etapach przez rośliny wieloletnie (Sudnik-Wójcikowska 2011). Nie zauważono natomiast podawanego (Sudnik-Wójcikowska 2011) z takich siedlisk masowego występowania gatunków z rodziny *Chenopodiaceae*.

Koszelnik-Leszek i wsp. (2013) wykazują ze składowisk różnego pochodzenia udział hemikryptofitów na poziomie 36–70%, zaś terofitów – 18–19%.

WNIOSKI

1. Na trzech badanych składowiskach stwierdzono łącznie 129 gatunków flory naczyniowej, należących do 30 rodzin botanicznych. Bogactwo gatunkowe wrocławskich składowisk jest zróżnicowane: na Wzgórzu Gajowym odnaleziono 100 gatunków roślin naczyniowych, na Wzgórzu Andersa – 47 gatunków, na składowisku Wrocław-Maślice – 44 gatunki. Najliczniej reprezentowane były rodziny: *Asteraceae*, *Poaceae* oraz *Fabaceae*.

2. Cechą wspólną dla wszystkich składowisk jest dominacja zbiorowisk charakterystycznych dla siedlisk ruderalnych i łąkowych. Zbiorowiska odnotowane na składowisku Wzgórze Andersa należą do klas: *Molinio-Arrhenatheretea*, *Artemisietea*, *Stellarietea mediae*, *Agropyreteae intermedio-repentis*, *Koelerio glaucae-Corynephoretea canescentis*. Na składowiskach Wrocław-Maślice oraz Wzgórze Gajowe dodatkowo wykazano udział klasy *Trifolio-Geranietea sanguinei*. Kadłubowy charakter zbiorowisk występujących na wrocławskich składowiskach potwierdza występowanie w większości gatunków charakterystycznych tylko dla klas lub rzędów. Obecność gatunków z wielu klas, charakterystycznych dla różnych siedlisk, jest symptomem zachodzącego procesu sukcesji. Wskazuje również na znaczne zróżnicowanie siedlisk.

3. We florze wrocławskich składowisk dominują apofity, stanowią one: na składowisku Wrocław-Maślice 66%, na Wzgórzu Andersa 64% oraz na Wzgórzu Gajowym 46%. Tylko na Wzgórzu Gajowym liczba apofitów zbliżona była do liczby antropofitów (39%). Archeofity, kenofity oraz spontaneofity niesynantropijne występują na badanych składowiskach w różnych proporcjach, ale nigdzie nie dominują.

4. Na składowiskach stwierdzono występowanie gatunków inwazyjnych. Na Wzgórzu Gajowym wykazano obecność: *Robinia pseudoacacia*, *Acer negundo*, *Helianthus tuberosus*, *Solidago gigantea*, *Solidago canadensis*, na Wzgórzu Andersa: *Robinia pseudoacacia*, *Acer negundo*, *Reynoutria ×bohemica*, na składowisku odpadów komunalnych Wrocław-Maślice: *Helianthus tuberosus*.

5. Na składowiskach uwidacznia się szerokie spektrum form życiowych roślin, jednak zdecydowanie dominują hemikryptofity (Wrocław-Maślice – 50% flory, Wzgórze Andersa – 53%, Wzgórze Gajowe – 39%). Jedynie na Wzgórzu Gajowym znaczny jest

również udział terofitów – aż 26%, co związane jest z początkowymi etapami sukcesji na niektórych fragmentach obiektu. Gatunków o innych formach życiowych jest zdecydowanie mniej.

PIŚMIENNICTWO

- Bac S., Rojek M., 1999. Meteorologia i klimatologia w inżynierii środowiska. Wyd. AR we Wrocławiu, Wrocław.
- Bornstein R.D., 1968, Observation of the urban heat island effect in New York City [w:] Fortuniak K., 2003. Miejska wyspa ciepła. Podstawy energetyczne, studia eksperymentalne, modele numeryczne i statystyczne. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź: 14–17.
- Cabała S., Jarząbek Z., 1999a. Szata roślinna zwałowisk poprzemysłowych Chorzowa. Część I: Analiza flory. Archiwum Ochrony Środowiska. Z. 1. Uniwersytet Śląski. Katowice: 133–153.
- Cabała S., Jarząbek Z., 1999b. Szata roślinna zwałowisk poprzemysłowych Chorzowa. Część II: Roślinność zielna. Archiwum Ochrony Środowiska. Z. 2. Uniwersytet Śląski. Katowice: 131–148.
- Cabała S., Jarząbek Z., 1999c. Szata roślinna zwałowisk poprzemysłowych Chorzowa. Część III: Roślinność zaroślowa i leśna. Archiwum Ochrony Środowiska. Z. 4. Uniwersytet Śląski. Katowice: 119–129.
- Czerwiński J., 2000. Encyklopedia Wrocławia. Wydawnictwo Dolnośląskie, Wrocław.
- Dajdok Z., Śliwiński M., 2007. Rośliny inwazyjne Dolnego Śląska. Polski Klub Ekologiczny – Okręg Dolnośląski. Wrocław.
- Dajdok Z., Pawlaczyk P., 2009. Inwazyjne gatunki roślin ekosystemów mokradłowych Polski. Wydawnictwo Klubu Przyrodników, Świebodzin.
- Guziak A., 2002. Biosfera [w:] Informator o stanie środowiska Wrocławia 2002. Dolnośląska Fundacja Ekorozwoju, Wrocław: 74–98.
- Hohla M., 2013. Müll, Staub & Gestank zum Trotz! Pflanzen unserer Deponien. ÖKO-L 35/1: 12–27.
- Huber-Humer R., Klug-Pümpel B., 2004. The vegetation on different top covers of an abandoned solid waste landfill. Die Bodenkultur, 55 (4): 155–163.
- Hupka J., Rzechuła J., 2004. Gruz budowlany na składowiskach odpadów komunalnych. Recycling, 3 (39): 12.
- Hydrobudowa Polska S.A. i CTL Maczki-Bór Sp. z o.o., 2005. Projekt architektoniczno-budowlany. Projekt budowlany zamienny rekultywacji stałych odpadów komunalnych Wrocław-Maślice. Maszynopis, Wrocław: 12–30.
- Kitzak T., Gos A., Czyż H., Trzaskoś M., 1999. Roślinność hałd popioło-żużli. Zesz. Nauk. AR Szczecin, 75: 179–186.
- Klimko M., Czarna A., Bałuka B., 2004. Flora naczyniowa siedlisk poprzemysłowych miasta Wałbrzycha. Acta Botanica Silesiaca 1: 7–22.
- Kondracki J., 2009. Geografia regionalna Polski. PWN, Warszawa.
- Koszelnik-Leszek A., Podlaska M., Tomaszewska K., 2013. Diversity of Vascular Flora of Waste Dumps and Dumping Grounds in Lower Silesia. Archives of Environmental Protection, vol. 39, no. 1: 81–105.

- Kuczynska I., Pender K., Ryszka-Jarosz A., 1984. Roślinność wybranych hałd kopalni węgla kamiennego „Victoria” w Wałbrzychu. *Acta Universitatis Wratislaviensis. Z. 553. Prace Botaniczne XXVII*. Wrocław: 35–58.
- Majtkowski W., Głazewski M., Schmidt J., 1999. Roślinność trawiasta składowiska fosfogipsów w Wiślince koło Gdańska. *Zesz. Nauk. AR Szczecin*, 75: 207–210.
- Matras M., 2011. Charakterystyka roślin synantropijnych występujących na składowisku odpadów komunalnych Wrocław-Maślice. Praca magisterska, maszynopis, UP Wrocław.
- Matuszkiewicz W., 2011. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. PWN, Warszawa.
- Meller E., Kutyna I., Niedźwiecki E., Meller J., 1999. Zbiorowiska roślinne oraz skład chemiczny wybranych gatunków roślin na składowisku popiołów elektrowni „Dolna Odra”. *Zesz. Nauk. AR Szczecin*, 78: 179–188.
- Mirek Z., Zając A., Zając M., Piękoś-Mirkowa H., 2002. Flowering plants and pteridophytes of Poland. A checklist. PAN, Kraków.
- Nowak W., 2006. Rekultywacja biologiczna hałdy fosfogipsu w zakładach chemicznych „Wizów” S.A. *Zesz. Nauk. UP Wroc.*, 545: 195–203.
- Piotrowski M., Szyszkowski P., Wolski K., 2006. Ocena składu gatunkowego pokrywy rekultywacyjnej składowiska odpadów komunalnych Żerniki we Wrocławiu. *Zesz. Nauk. UP Wroc.*, 545: 205–209.
- Podbielkowski Z., 1995. Wędrowki roślin. WSiP, Warszawa.
- Podgórska B., Górniak J., Synowiec P., Janowska M., Leszczyński M., Orzechowski M., Stelmach M., 2009. Aktualizacja „Programu Ochrony Środowiska dla Powiatu Wrocławskiego na lata 2009–2012 z perspektywą 2013–2016”. Maszynopis, Wrocław.
- Proxima S.A., PiG., 2009. Baza danych geologiczno-inżynierskich wraz z opracowaniem atlasu geologiczno-inżynierskiego aglomeracji wrocławskiej. Maszynopis, Wrocław.
- Rostański A., Stawowczyk E., 2006. Wpływ zabiegów rekultywacyjnych na skład flory spontanicznej zwałowisk po górnictwie węgla kamiennego. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej*. Nr kol. 1732: 105–119.
- Rothmaler W., 2000. *Exkursionsflora von Deutschland. Gefäßpflanzen: Atlasband. Band 3*, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin.
- Rothmaler W., 2002. *Exkursionsflora von Deutschland. Gefäßpflanzen: Kritischer Band. Band 4*, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2011 r. w sprawie roślin i zwierząt gatunków obcych, które w przypadku uwolnienia do środowiska przyrodniczego mogą zagrozić gatunkom rodzimym lub siedliskom przyrodniczym (Dz.U. 2011 nr 210 poz. 1260).
- Rutkowski L., 2006. Klucz do oznaczania roślin naczyniowych Polski niżowej. PWN, Warszawa.
- Suhecki M., 2011. Dobór odpowiednich gatunków roślin do zagospodarowania rekreacyjnego składowiska odpadów komunalnych Wrocław-Maślice. Praca inżynierska, maszynopis, UP Wrocław.
- Suhecki M., 2012. Różnorodność florystyczna składowisk odpadów we Wrocławiu. Praca magisterska, maszynopis, UP Wrocław.
- Sudnik-Wójcikowska B., 2011. *Flora Polski. Rośliny synantropijne*. Multico, Warszawa.
- Sunborg A., 1950. Local climatological studies of the temperature condition in an urban area [w:] Fortuniak K. 2003. Miejska wyspa ciepła. Podstawy energetyczne, studia eksperymentalne, modele numeryczne i statystyczne. Wyd. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź: 14–17.
- Szafer W., Zarzycki K., 1977. *Szata roślinna Polski tom II*. PWN, Warszawa.

- Świerkosz K., 1993. Nowe zespoły roślinności synantropijnej we Wrocławiu. Acta Universitatis Wratislaviensis. Prace Botaniczne LIII. Wrocław: 59–95.
- Tokarska-Guzik B., 2005. The Establishment and Spread of Alien Plant Species (Kenophytes) in the Flora of Poland. Wydawnictwo UŚI., Katowice.
- Trzaskowska E., 2012. Zastosowanie roślinności synantropijnej w kształtowaniu terenów zieleni miast – nowe nurty w projektowaniu. Nauka, Przyroda, Technologie. T. 6. Z. 2. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu: 1–8.
- Wojewódzki Program Ochrony Środowiska Województwa Dolnośląskiego na lata 2008–2011 z uwzględnieniem lat 2012–2015. 2008. Maszynopis, Wrocław.
- Woś A., 1999. Klimat Polski. PWN, Warszawa.
- Zajac A., 1979. Pochodzenie archeofitów występujących w Polsce. Uniwersytet Jagielloński. Rozprawy Habilitacyjne 29, Kraków.
- Zajac M., Zajac A., 1992. A tentative list of segetal and ruderal apophytes in Poland. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Jagiellońskiego, Prace Botaniczne, 24: 9–23.
- Zajac A., Zajac M., Tokarska-Guzik B., 1998. Kenophytes in the flora of Poland: list, status and origwsp. Phytocoenosis 10. Suppl. Cartograph. Geobot. 9: 107–115.
- Zarzycki K., Trzcńska-Tacik H., Różański W., Szeląg Z., Wołek J., Korzeniak U., 2002. Ekologiczne liczby wskaźnikowe roślin naczyniowych Polski. Polish Academy of Sciences, Kraków.

FLORA AND VEGETATION OF THE SELECTED WASTE DUMPS IN WROCLAW

Summary

Composition of the waste dumps flora depends mostly on the local factors – habitat conditions and treatments carried after the end of objects exploitation. Analysis of the flora of three objects in Wrocław (one municipal waste dumps in Wrocław-Maślice and two dumps of construction debris in Wzgórze Andersa and Wzgórze Gajowe) revealed the presence of 129 species of vascular flora belonging to 30 botanical families. On every dumps there is a visible dominance of *Asteraceae* and *Poaceae* families. In terms of syntaxonomy on all of the objects dominate meadow and ruderal species – representatives of the *Molinio-Arrhenatheretea* and *Artemisietea vulgaris* classes. However on the dump in Wzgórze Gajowe there is also a notable contribution of the *Stellarietea mediae* class representatives (weeds of ruderal and segetal habitats). The phytocoenoses found Found fitocenoses have a simplified character. A number of invasive species has been reported (*Robinia pseudoacacia*, *Acer negundo*, *Rhus typhina*, *Helianthus tuberosus*, *Solidago gigantea*, *Solidago canadensis*, *Reynoutria × bohemica*). Analysis of the flora in relation to the geographical-historical groups showed an overwhelming dominance of apophytes at all objects. Anthropophytes are few in number and their contribution is notable only on the one object. Hemicryptophytes dominate among the flora, and only on the one object significant contribution of the therophytes was found.

KEY WORDS: waste dumps, flora and vegetation, Wrocław

Ryszard Weber¹, Henryk Bujak², Jan Kaczmarek², Edward Gacek³

**ZMIENNOŚĆ PLONOWANIA ODMIAN PSZENICY OZIMEJ
W POŁUDNIOWO-ZACHODNIEJ POLSCE**

**VARIABLE YIELDING OF WINTER WHEAT CULTIVARS
IN SOUTH-WESTERN POLAND**

*¹Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Państwowy Instytut Badawczy,
Zakład Herbolgii i Technik Uprawy Roli Wrocław*

Institute of Soil Science and Plant Cultivation, State Research Institute, Wrocław

*²Katedra Genetyki, Hodowli Roślin i Nasiennictwa, Uniwersytet Przyrodniczy
we Wrocławiu*

*Plant Breeding and Seed Production, Wrocław University of Environmental
and Life Sciences*

³COBORU Słupia Wielka

Research Centre for Cultivar Testing, 63-022 Słupia Wielka, Poland

Celem pracy jest analiza zmienności plonowania wybranych odmian pszenicy ozimej w zależności od warunków glebowo klimatycznych na obszarze południowo-zachodniej Polski. W latach 2007–2009 analizowano plony 9 odmian pszenicy w 7 miejscowościach na podstawie Krajowego Programu Porejstrowego Doświadczalnictwa Odmianowego. Analiza dyskryminacyjna wykazała zróżnicowany wpływ środowiska (miejscowości) na zmienność plonowania odmian. Odmiany odznaczały się istotnie wyższym plonowaniem na glebach kompleksu pszennego bardzo dobrego w porównaniu ze środowiskami na glebach lżejszych. W warunkach uprawy o obniżonych nakładach na produkcję największą zmienność plonowania odmian wykazano w miejscowościach Głubczyce i Pawłowice. Znaczny wpływ na zmienność plonowania odmian na glebach lekkich wywarły prawdopodobnie niewyrównane opady deszczu w okresie wegetacji. Odmiana Rapsodia odznaczała się wysokim i stabilnym plonowaniem w analizowanych środowiskach.

SŁOWA KLUCZOWE: G x E interakcja, zmienność plonów pszenicy ozimej, gleby, odmiany, analiza dyskryminacyjna

Praca wykonana w ramach Krajowego Programu Porejstrowego Doświadczalnictwa Odmianowego koordynowanego przez COBORU.

Do cytowania – For citation: Weber R., Bujak H., Kaczmarek J., Gacek E., 2013. Zmienność plonowania odmian pszenicy w południowo-zachodniej Polsce. Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol. CV, 594: 59–68.

WSTĘP

W ostatnich latach następuje stały wzrost powierzchni zasiewów pszenicy ozimej zarówno w Polsce, jak również w Europie Zachodniej. Uprawiana jest ona nie tylko na glebach o dobrej strukturze i stosunkach wodno-powietrznych, ale także na glebach lżejszych o gorszych właściwościach fizykochemicznych oraz w rejonach o okresowych niedoborach wody (Ellmer i wsp. 2000, Mittler 2000). Zwiększenie areалу uprawy pszenicy jest spowodowane wzrastającymi cenami ziarna na giełdach światowych. Szczególnie poszukiwane są odmiany dobrze plonujące w warunkach mniej intensywnej uprawy (Charles i wsp. 2006, Brancourt-Hulmel i wsp. 2005). Dotychczasowe badania wykazały znaczne zróżnicowanie odmian pszenicy ozimej pod względem ich reakcji na ograniczoną ochronę chemiczną (Jończyk 2002, Kulig i wsp. 2001). Jednak głównym czynnikiem wpływającym na wysokość plonów jest nawożenie azotem (Varga i wsp. 2001, Oleksiak, Mańkowski 2005). Badania Podolskiej (2004) wykazały, że odmiany pszenicy ozimej odznaczają się niejednakową reakcją na nawożenie azotem. Część odmian charakteryzuje się istotnymi przyrostami plonu przy wyższych dawkach azotu ($120\text{--}160 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$), inne nie reagują zwiększeniem plonowania.

Odmiana pszenicy powinna odznaczać się stabilnym plonem w różnych warunkach siedliskowych i latach (Navabi i wsp. 2006). Dlatego hodowla i selekcja odmian odznaczających się szeroką adaptacją w zróżnicowanych środowiskach glebowo-klimatycznych może przyczynić się do wzrostu plonowania tego gatunku w kraju. Celem pracy była analiza zmienności plonowania wybranych odmian pszenicy ozimej w zależności od warunków glebowo-klimatycznych na obszarze południowo-zachodniej Polski.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

W latach 2007–2009 analizowano zmienność plonów 9 odmian pszenicy ozimej uzyskanych z doświadczeń Porejestrowego Doświadczalnictwa Odmianowego (PDO) na Górnym Śląsku i w województwie opolskim. Spośród doświadczeń PDO wytypowano 7 miejscowości odznaczających się zróżnicowanymi warunkami atmosferycznymi glebowymi (tab. 1, 2). Doświadczenia założono w dwóch powtórzeniach metodą pasów prostopadłych niekompletnych. Czynnikiem pierwszym doświadczenia był poziom agrotechniki: a) standardowy; b) intensywny. Czynnikiem drugim były odmiany pszenicy ozimej. Spośród analizowanych odmian wybrano 9 uprawianych w kolejnych trzech latach badań (tab. 3). Zróżnicowane nawożenie azotem w poszczególnych doświadczeniach wynikało z zawartości tego składnika w glebie. Siew pszenicy ozimej w analizowanych latach wykonywano w trzeciej dekadzie września. Gęstość siewu uzależniona była od kompleksu gleby i wahała się od 400 do 450 sztuk ziaren na jednostce powierzchni. Na glebach zaliczanych do kompleksu II stosowano dolną granicę gęstości siewu. Ocenę wielkości i zmienności plonowania odmian pszenicy ozimej przeprowadzono, biorąc za podstawę plony uzyskane w wariacie standardowym, średnio z każdego obiektu w trzech latach badań w 7 miejscowościach. Zastosowano wielozmienną analizę wariancji (MANOVA) oraz metodę analizy dyskryminacyjnej opisaną w opracowaniach Morrisona (1976), Calińskiego i Chudzik (1980), Krzyśko (1990) oraz Mądrego (1993). Powyższa analiza

pozwala na ocenę plonów odmian pszenicy w przestrzeni zdefiniowanej przez siedem zmiennych – punktów doświadczalnych. Obliczenia wykonano za pomocą programu statystycznego Statistica.

Tabela 1

Table 1

Średnie miesięczne temperatury powietrza (°C) i sumy opadów (mm) w punktach doświadczalnych w latach 2007–2009

Average monthly temperatures (°C) and precipitation totals (mm) in the experimental points in 2007–2009

Średnie temperatury Average temperatures	Głęb- czyce	Koch- cice	Łosiów	Modzu- rów	Niezna- nice	Pawło- wice	Pagów
I	1,3	0,4	1,0	0,5	1,0	0,7	0,6
II	1,5	0,9	1,6	0,9	1,4	1,4	1,0
III	4,0	3,9	4,6	3,5	4,4	4,2	3,8
IV	9,7	9,6	10,2	9,0	9,9	10,2	9,4
V	14,1	13,9	14,5	12,9	14,3	14,2	13,5
VI	17,6	17,5	18,2	16,7	17,8	17,5	17,0
VII	19,6	19,0	20,0	18,9	19,6	19,6	18,6
VIII	18,7	18,5	19,4	18,4	18,7	18,7	17,9
IX	13,1	13,2	14,3	12,3	13,4	13,5	12,7
X	8,1	7,9	8,7	8,1	8,2	8,3	7,8
XI	4,4	4,1	4,8	4,5	4,6	4,5	4,3
XII	0,2	0,0	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3
Średnia suma opadów Average precipitation totals	9,3	9,1	9,8	8,8	9,5	9,4	8,9
	Głęb- czyce	Koch- cice	Łosiów	Modzu- rów	Niezna- nice	Pawło- wice	Pagów
I	37,2	57,3	39,2	43,4	56,2	45,7	66,3
II	29,2	37,3	37,9	39,0	42,1	36,7	44,1
III	55,5	58,3	52,2	38,9	62,6	53,0	58,6
IV	21,8	15,3	23,1	16,0	21,4	23,3	20,7
V	71,6	68,3	63,6	47,9	54,6	48,3	61,5
VI	79,7	116,7	110,8	70,7	107,4	94,3	106,2
VII	108,0	100,3	105,6	101,7	106,0	101,3	89,6
VIII	79,6	60,3	77,3	79,3	69,1	40,7	53,7
IX	92,8	50,0	39,5	48,4	62,1	62,3	38,8
X	58,4	46,7	51,0	35,8	53,4	48,0	47,5
XI	36,8	51,7	47,4	37,5	48,1	52,0	50,4
XII	35,6	35,7	27,3	34,4	32,8	33,3	39,3
Suma	706,3	698,0	674,8	593,0	715,5	639,0	676,6

Tabela 2
Table 2Warunki uprawy pszenicy ozimej w poszczególnych miejscowościach
Winter wheat growing conditions in different localities

Wyszczególnienie Specification	Głub- czyce	Koch- cice	Łosiów	Modzu- rów	Niezna- nice	Pawło- wice	Pagów
Kompleks gleb Soils complex	1	2	2	1	3	2	2
Klasa bonitacyjna gleby Soil bonitation class	II	IIIb	II	II	IVa	IIIb	IIIb
Zasobność gleby P ₂ O ₅ (mg/100 g) P ₂ O ₅ content in soil	30,3	31,0	–	–	20,0	9,2	23,6
Zasobność gleby K ₂ O (mg/100 g) K ₂ O content in soil	29,5	21,5	–	–	–	19,1	20,6
Zasobność gleby Mg (mg/100 g) Mg content in soil	10,2	13,8	–	–	–	7,6	10,1
pH gleby – pH of soil	6,5	6,3	6,3	6,5	6,0	6,0	7,0
Nawożenie N Fertilization (kg/ha)	120	114	89	76	100	100	136
Nawożenie P ₂ O ₅ Fertilization (kg/ha)	52	60	18	33	70	80	88
Nawożenie K ₂ O Fertilization (kg/ha)	78	99	48	88	105	132	120

– brak danych; – no data

WYNIKI

Ciepła jesień i zima na przełomie 2006/2007 r. wpłynęła na dobre przezimowanie roślin. Jednak znaczne spadki temperatur w okresie kwietnia w połączeniu z brakiem opadów spowodowały słabe rozkrzewienie pszenicy. Znaczne opady deszczu o charakterze burzowym w pierwszej dekadzie lipca przyczyniły się do znacznego wylegania zbóż. Sprzyjające warunki atmosferyczne w październiku i listopadzie 2007 wpłynęły korzystnie na jesienne krzewienie się odmian. Stosunkowo ciepła zima i pierwsze miesiące wiosny 2008 r. spowodowały wczesne ruszenie wegetacji. Duży niedobór wody w maju i czerwcu 2008 r. był przyczyną znacznej zmienności plonowania w poszczególnych miejscowościach. Pomimo sprzyjających warunków w miesiącach jesiennych i łagodnej zimy 2008/2009 plony pszenicy były niższe niż w poprzednim roku. Ostry niedobór opadów w kwietniu i maju był również przyczyną znacznej zmienności plonowania w analizowanych województwach. Reasumując, czynnikiem znacznie różnicującym plony badanych odmian w analizowanym trzyleciu były niewyrównane opady deszczu w badanych punktach doświadczalnych szczególnie na glebach lekkich w Nieznanicach (tab. 3).

Tabela 3
Table 3

Współczynniki zmienności plonów pszenicy ozimej w latach 2007–2009
Coefficients of variation of winter wheat yield in the years 2007–2009

Odmiany Cultivars	Miejscowość – Localizations							Średnia Mean
	Głęb- czyce	Koch- cice	Łosiów	Modzu- rów	Niezna- nice	Pawło- wice	Pągów	
Anthus	9,30	20,64	9,40	21,75	25,70	20,34	14,41	17,13
Bogatka	7,08	16,90	7,00	4,44	25,24	16,66	4,55	11,35
Boomer	4,48	16,92	12,90	13,14	32,42	14,61	6,22	14,11
Cubus	7,03	23,44	14,18	5,68	25,08	19,19	10,23	14,52
Finezja	3,75	11,70	7,60	11,67	28,13	12,29	9,82	11,85
Rapsodia	6,60	22,09	10,68	17,72	23,14	9,06	16,81	14,95
Tonacja	4,08	18,21	5,58	18,43	19,92	20,96	8,20	13,51
Turkis	5,70	8,65	11,30	19,27	29,36	14,16	3,25	12,92
Wydma	10,46	13,48	12,79	25,07	11,76	19,34	14,43	15,21
Średnia Mean	6,52	17,03	10,24	15,02	24,44	16,21	9,83	13,97

Tabela 4
Table 4

Średnie plony (dt/ha) odmian pszenicy ozimej
Mean of yields (dt/ha) of winter wheat cultivars

Odmiany Cultivars	Miejscowość – Localizations							Średnia Mean
	Głęb- czyce	Koch- cice	Łosiów	Modzu- rów	Niezna- nice	Pawło- wice	Pągów	
Anthus	9,938	8,193	8,798	9,001	8,429	8,190	8,533	8,726
Bogatka	9,877	8,477	8,138	10,068	8,099	8,975	8,832	8,924
Boomer	10,045	8,480	9,176	9,435	8,452	8,702	8,390	8,954
Cubus	10,062	83,37	8,782	9,636	8,323	8,333	8,672	8,878
Finezja	9,392	7,843	8,325	8,138	7,763	7,745	7,875	8,154
Rapsodia	10,750	8,907	9,490	9,581	9,256	8,985	9,268	9,463
Tonacja	8,920	8,128	8,232	9,055	8,066	7,978	8,327	8,387
Turkis	9,913	7,997	8,700	9,286	8,171	8,163	8,615	8,692
Wydma	9,492	7,658	8,475	8,415	8,701	7,958	8,688	8,484
średnia	9,821	8,224	8,680	9,179	8,362	8,337	8,578	8,740

NIR_{p=0,05} miejscowości 0,816; NIR odmiany 0,384; NIR odmiany x miejscowości 1,174
LSD_{p=0,05} Localizations 0,816; LSD cultivars 0,384; NIR (cultivars x localizations) 1,174

Na podstawie wartości współczynników zmienności plonów można stwierdzić, że dużą zmiennością plonowania analizowanych lat odznaczała się odmiana 'Anthus'. Analiza wariancji wykazała znaczne zróżnicowanie plonowania odmian średnio w trzy-letnim okresie (tab. 4). Na glebach kompleksu pszennego bardzo dobrego – miejscowości Głębzyce i Modzurów uzyskano istotnie wyższe plony pszenicy ozimej w porównaniu z uprawą w gorszych warunkach glebowych (Nieznanice, Kochcice i Pawłowice). Najlepiej plonowała odmiana 'Rapsodia', a najgorzej 'Finezja'. Plon odmian 'Tonacja' i 'Wydma' nie różnił się od plonu 'Finezji' istotnie. Odmiany charakteryzowały się zróż-

nicowaną wielkością plonów w poszczególnych miejscowościach, co świadczy o dużym efekcie interakcji genotypowo środowiskowej.

Wielowymiarowa analiza wariancji wykazała istotne zróżnicowanie plonowania badanych odmian w analizowanych miejscowościach (tab. 5). Przybliżona wartość testu F ($F=1,60$; $p<0,0304$) wskazuje, że hipotezę o równości centroidów 7 miejscowości należy odrzucić na poziomie istotności $\alpha=0,05$. Wartości lambdy cząstkowej Wilksa, jak również test F związany z indywidualnym wkładem danej zmiennej (miejscowości) do mocy dyskryminacyjnej modelu wskazują, że największy wpływ na zmienność odmian wywarły warunki glebowo-klimatyczne w Głubczycach i Pawłowicach. Natomiast pozostałe miejscowości w mniejszym stopniu wpłynęły na różnice w plonach odmian pszenicy.

Tabela 5
Table 5

Zestawienie analizy funkcji dyskryminacyjnej
Discriminant function analysis

Środowiska Environments	Lambda Wilksa Wilk's lambda	Cząstkowa lambda Wilksa Partial Wilk's lambda	F	Poziom p Level p	R ²
Głubczyce	0,1795	0,0650	21,56	0,0000	0,92
Kochcice	0,0186	0,6268	0,89	0,5504	0,90
Łosiów	0,0169	0,6885	0,67	0,7003	0,63
Modzurów	0,0207	0,5615	1,17	0,3884	0,74
Nieznanice	0,0153	0,7587	0,47	0,8501	0,85
Pawłowice	0,0437	0,2667	4,12	0,0139	0,87
Pagów	0,0213	0,5471	1,24	0,3549	0,85

Lambda Wilksa 0,0116; przybliżone $F=1,60$; $p<0,0304$
Wilk's lambda approximate

Plony odmian pszenicy w poszczególnych miejscowościach wykazywały również znaczne współzależności z pozostałymi zmiennymi (miejscowościami), o czym świadczą wysokie wartości R². Dlatego obliczenie różnic pomiędzy analizowanymi genotypami w przestrzeni euklidesowej może być obarczone dużym błędem. W celu potwierdzenia wyników wykonano analizę kanoniczną badanych zmiennych. Dalsza analiza pozwoliła uzyskać 7 liniowo niezależnych funkcji w postaci pierwiastków charakterystycznych. Funkcje te przedstawiają wielocechowe zróżnicowanie badanych środowisk w przestrzeni zmiennych kanonicznych (tab. 6). Istotność wartości poszczególnych pierwiastków – zmiennych kanonicznych oceniano testem chi-kwadrat. Rzeczywisty wymiar przestrzeni dyskryminacyjnej określa pierwszy pierwiastek charakterystyczny różniący się istotnie od zera, natomiast kryterium Kaisera (1960) wskazuje, że należałoby uwzględnić co najmniej dwie zmienne kanoniczne, ponieważ ich wartości własne są większe niż 1,0. W interpretacji znaczenia zmiennych kanonicznych wykorzystano standaryzowane współczynniki i wielkości korelacji pomiędzy badanymi środowiskami i pierwiastkami kanonicznymi. Wysokie bezwzględne wartości współczynników kanonicznych oraz znaczące korelacje pomiędzy badanymi zmiennymi i pierwiastkami kanonicznymi wskazują na duży wpływ poszczególnych miejscowości w różnicowaniu plonów odmian pszenicy ozimej. Dwie pierwsze zmienne kanoniczne wyjaśniają w 96% wzajemne odległości pomiędzy badanymi obiektami. Udział pozostałych zmiennych kanonicznych jest znacznie mniejszy. Na podstawie tabeli 6 można stwierdzić, że duży wkład w tworzeniu pierwszej

zmiennej kanonicznej dla wariantu standardowego uprawy mają miejscowości Głubczyce i Pawłowice. Analiza współczynników strukturalnych potwierdza jednak jedynie znaczącą korelację środowiska Głubczyce z pierwszym pierwiastkiem charakterystycznym. Należy więc stwierdzić, że największy wpływ na formowanie pierwszej funkcji dyskryminacyjnej wywiera tylko wyżej wymienione środowisko.

Tabela 6
Table 6Współczynniki standaryzowane dla zmiennych kanonicznych
Standardized coefficients for canonical variables

Zmienne Variables	Pierwiastki – Root						
	1	2	3	4	5	6	7
Głubczyce	-3,5877	-0,0002	-0,0398	0,1803	-0,1931	-0,3265	-0,1832
Kochcice	-0,1963	2,4737	1,0486	1,6418	0,9822	0,1229	-0,1185
Łosiów	0,1557	-0,0934	1,4096	-0,5695	0,4266	0,2522	0,4309
Modzurów	-0,7178	1,2271	-0,9217	-0,9357	0,0302	-0,1278	-0,4068
Nieznance	-0,1937	-1,6382	-0,4241	-0,4184	-1,4336	-0,0164	-1,4039
Pawłowice	-2,4392	0,1828	-0,2583	-0,2330	-1,1987	0,3919	0,4072
Pagów	-0,6378	-2,0736	-0,9241	0,3550	0,9689	0,1586	0,6339
Wartość własna Eigen value	18,9688	1,2762	0,6915	0,0491	0,0444	0,0145	0,0210
Skumulowany % Cumulating %	90,12	96,19	99,47	99,70	99,92	99,99	100

Tabela 7 zawiera kwadraty odległości Mahalanobisa, które stanowią miary odległości między dwoma odmianami w przestrzeni zdefiniowanej przez 7 środowisk. Odległość Mahalanobisa jest podobna do standardowej odległości Euklidesa, uwzględnia ona jednak dodatkowo korelacje między badanymi zmiennymi. Im większe są odległości wykazane w tabeli 5, tym dalej od siebie umiejscowione są analizowane obiekty i tym większą moc dyskryminacyjną posiada przedstawiony model w różnicowaniu plonów badanych odmian.

Tabela 7
Table 7Kwadraty odległości Mahalanobisa pomiędzy plonami odmian
Squared Mahalanobis distances between cultivars Poziom standardowy – Standard variant

Odmiany	(A)	(B)	(Bo)	(C)	(F)	(R)	(T)	(Tu)	(W)
Anthus (A)	0,0	12,4	6,4	3,5	32,4*	64,9*	52,3*	0,5	19,3
Bogatka (B)	12,4	0,0	8,8	4,0	70,9*	42,5*	92,6*	10,6	51,3*
Boomer (Bo)	6,4	8,8	0,0	2,5	57,3*	42,6*	84,6*	7,9	47,1*
Cubus (C)	3,5	4,0	2,5	0,0	53,8*	43,5*	77,0*	3,3	36,9*
Finezja (F)	32,4*	70,9*	57,3*	53,8*	0,0	188,0*	4,3	33,8*	16,2
Rapsodia (R)	64,9*	42,5*	42,6*	43,5*	188,0*	0,0	233,2*	65,9*	139,1*
Tonacja (T)	52,3*	92,6*	84,6*	77,0*	4,3	233,2*	0,0	51,9*	23,3
Turkis (Tu)	0,5	10,6	7,9	3,3	33,8*	65,9*	51,9*	0,0	18,3
Wydma (W)	19,3	51,3*	47,1*	36,9*	16,2	139,1*	23,3	18,3	0,0

* p < 0,05

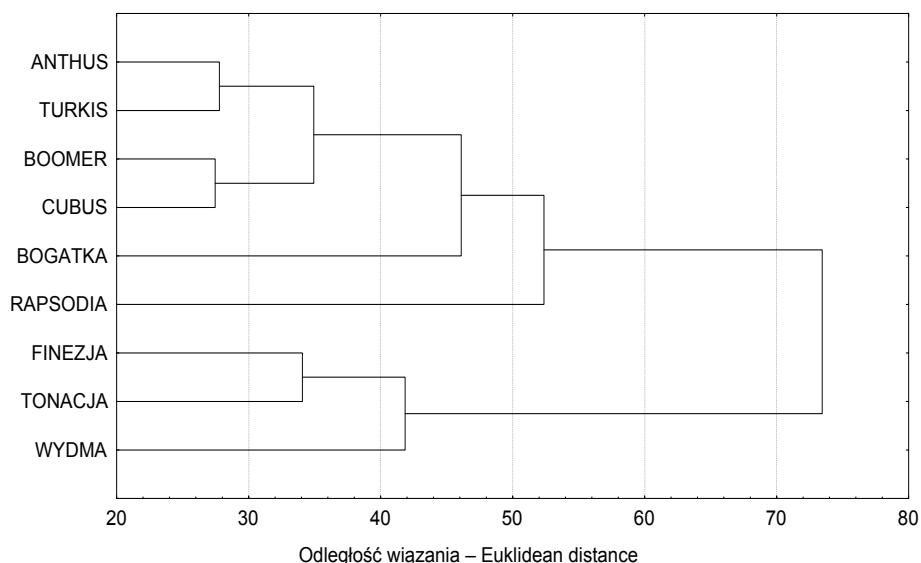
Analizując tabelę 7, można stwierdzić, że odmiany Rapsodia, Finezja i Tonacja odznaczają się znacznym oddaleniem od pozostałych odmian w analizowanym wariacie uprawy. Wymienione odmiany wykazywały inną reakcję na zmienne warunki klimatyczno-glebowe na obszarze Górnego Śląska i województwa opolskiego. Spośród badanych odmian Rapsodia w analizowanych środowiskach cechowała się najwyższymi plonami, natomiast Finezja i Tonacja plonowały istotnie niżej.

W celu porównania plonów 9 odmian pszenicy w przestrzeni utworzonej przez badane środowiska wykonano również analizę skupień metodą Warda (rys. 1). Im bliższe jest względem siebie położenie odmian, tym większe stwierdza się podobieństwo międzygrupowe badanych obiektów. Analizując skupienia obiektów, można wyróżnić trzy grupy odmian. Pierwszą jednoelementową grupę tworzy odmiana Rapsodia. Drugą grupę stanowią odmiany Finezja, Tonacja i Wydma. Genotypy te oznaczają się znaczną odległością euklidesową w stosunku do pozostałych badanych obiektów. Przedstawiony dendrogram określa odległości euklidesowe pomiędzy badanymi genotypami w przestrzeni 7-wymiarowej, jednak nie uwzględnia współzależności pomiędzy badanymi zmiennymi. Dlatego niektóre odległości Mahalanobisa nie odzwierciedlają oddalenia poszczególnych genotypów w przestrzeni euklidesowej. Można jednak zauważyć dużą zbieżność wyników. Zarówno w tabeli 5, jak i na przedstawionym dendrogramie Rapsodia odznacza się znacznym oddaleniem od pozostałych odmian pod względem zmienności plonowania w badanych miejscowościach. Natomiast małe odległości euklidesowe pomiędzy odmianami Anthus i Turkis oraz Boomer i Cubus, jak również nieistotne odległości Mahalanobisa między wymienionymi parami odmian wskazują na duże podobieństwo w zmienności plonów wymienionych odmian.

DYSKUSJA

Duży wpływ na plony badanych odmian wywarły różniące się warunki glebowo-klimatyczne, a szczególnie zmienna ilość sumarycznych opadów w okresie wegetacji roślin. Współczynnik zmienności plonów jest odchyleniem standardowym wyrażonym w procentach średniej arytmetycznej. Niewielkie różnice zmienności plonowania w poszczególnych miejscowościach uzyskane na podstawie współczynników zmienności są spowodowane wpływem wielkości średniej arytmetycznej plonów w tych środowiskach. Natomiast analiza dyskryminacyjna ocenia zmienność plonów bardziej kompleksowo. Znaczne zróżnicowanie plonów odmian w Głubczycach wskazuje, że warunki glebowo-klimatyczne w tej miejscowości mogą przyczynić się do odmiennego rankingu plonowania odmian niż wyniki uzyskane w pozostałych stacjach doświadczalnych. Obecnie poszukuje się odmian odznaczających się szeroką lub wąską adaptacją do warunków środowiskowych (Mądry i wsp. 2006, Navabi 2006). W praktyce rozróżnia się najczęściej dwa rodzaje stabilności: statyczny i dynamiczny (Jankowski i wsp. 2006). Genotyp stabilny dynamicznie w każdym ze środowisk daje plon różniący się od średniego plonu w danym środowisku o stałą wielkość, a więc nie wykazuje interakcji genotypowo-środowiskowej. Natomiast genotyp stabilny statycznie osiąga stałą wysokość plonowania we wszystkich badanych środowiskach. Analizując plony poszczególnych odmian w 7 miejscowościach, można odmianę Rapsodia zaliczyć do genotypu stabilnego dynamicznie.

Plony tej odmiany w każdej miejscowości w okresie trzech lat (z wyjątkiem miejscowości Modzurów) odznaczały się najwyższymi wartościami. W zróżnicowanych warunkach klimatycznych Polski, jak również na obszarze Europy wariancja interakcji G x E (genotypy x środowiska) wykazuje najczęściej największy udział w zmienności plonów ziarna. (Zalewski, Weber 2006, Sabo i wsp. 2002). Natomiast zmienność współdziałań genotyp x punkt doświadczalny jest często mniejsza niż efekty genotypowe (Mądry i wsp. 2006). Wydzielenie trzech grup odmian pod względem zmienności plonowania na Górnym Śląsku i w województwie opolskim wskazuje, że dużą rolę może odegrać mikrorejonizacja, a więc podział rejonu na podrejon (powiat, gmina) o określonych warunkach klimatyczno-glebowych (de la Vega, Chapman 2006). Odmiany o znacznej zmienności plonowania w makrorejonie mogą w utworzonych podregionach odznaczać się wysokim i stabilnym plonowaniem. Przedstawione wyniki badań wskazują na znaczne zróżnicowanie plonowania odmian w zmiennych warunkach środowiskowych analizowanych miejscowości. Powyższy wniosek potwierdzają publikacje innych autorów (de la Vega, Chapman 2006, Sabo i wsp. 2002, Zalewski, Weber 2006). Głównym powodem zróżnicowanej reakcji odmian mogło być gorsze dostosowanie form zagranicznych do warunków klimatyczno-glebowych Polski. Prawdopodobnie niedobory wody w okresie wegetacji roślin na glebach lżejszych spowodowały niższe plony niektórych odmian pszenicy. Odmiany pszenicy bardziej tolerancyjne na stres wodny odznaczają się istotnie wyższym plonem w porównaniu z innymi genotypami (Foulkes i wsp. 2001, Gupta i wsp. 2001). Wysokie plony odmiany Rapsodia w badanych środowiskach mogą wskazywać, że genotyp ten jest bardziej odporny na przejściowy deficyt wody w porównaniu z pozostałymi odmianami.



Rys. 1. Dendrogram analizy skupień plonów pszenicy ozimej w zróżnicowanych środowiskach
 Fig. 1. Dendrogram of the cluster analysis for yields of winter wheat cultivars
 in different environments

WNIOSKI

1. Odmiany pszenicy wykazywały istotnie wyższe plonowanie na glebach kompleksu pszennego bardzo dobrego w porównaniu ze środowiskami na glebach lżejszych.

2. W warunkach technologii produkcji o obniżonych nakładach największą zmienność plonowania odmian wykazano w miejscowościach Głubczyce i Pawłowice. Dobór odmian w tych miejscowościach nie powinien uwzględniać średnich plonów z makroregionu, lecz wyniki Porejestrowego Doświadczalnictwa Odmianowego w tych miejscowościach.

3. Na podstawie analizy skupień i plonów pszenicy ozimej można wyodrębnić grupy odmian odznaczających się zróżnicowaną reakcją na zmienne warunki środowiskowe. W mikroregionie najlepiej i najbardziej stabilnie plonującą była 'Rapsodia'. Odmiany Wydma, Tonacja i Finezja plonowały relatywnie słabiej.

PIŚMIENICTWO

- Brancourt-Hulmel M., Heumez E., Pluchard P., Beghin D., Depatureaux C., Giraud A., Le Gouis J., 2005. Indirect versus direct selection of winter wheat for low-input or high-input levels. *Crop Sci.*, 45: 1427–1431.
- Charles R., Jolliet O., Gaillard G., Pellet D., 2006. Environmental analysis of intensity level in wheat crop production using life cycle assessment. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 113: 216–225.
- Caliński T., Chudzik H., 1980. Grupowanie populacji na podstawie wyników wielozmiennej analizy wariancji. *Algorytmy biometr. i stat.*: 139–167.
- de la Vega A.J., Chapman S.C., 2006. Defining sunflower selection strategies for a highly heterogeneous target population of environments. *Crop Sci.*, 46: 136–144.
- Ellmer F., Peschke H., Köhn W., Chmielewski F.M., Baumecker M., 2000. Tillage and fertilizing effects on sandy soils. Review and selected results of long-term experiments at Humboldt University Berlin. *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, 163: 267–272.
- Foulkes M.J., Scott R.K., Sylvester-Bradley R., 2001. The ability of wheat cultivars to withstand drought in UK conditions: resource capture. *J. Agric. Sci.*, 137: 1–16.
- Gupta N.K., Gupta S., Kumar A., 2001. Effect of water stress on physiological attributes and their relationship with growth and yield of wheat cultivars at different stages. *J. Agron. Crop. Sci.*, 186: 55–61.
- Jankowski P., Zieliński A., Mądry W., 2006. Analiza interakcji genotyp-środowisko dla pszenicy ozimej z wykorzystaniem metody graficznej biplot typu GGE. Część I Metodyka. *Biuletyn IHAR 240/241*: 51–60.
- Jończyk K., 2002. Reakcja wybranych odmian pszenicy ozimej na uprawę w różnych systemach produkcji roślinnej. *Pam. Puł.*, 130: 339–345.
- Kaiser H.F., 1960. The application of electronic computers to factor analysis. *Educational and psychological measurement*, 20: 141–151.
- Kulig B., Kania S., Szafranski W., Zając T., 2001. Reakcja wybranych odmian pszenicy ozimej na intensywność uprawy. *Biuletyn IHAR 218/219*: 117–126.
- Krzyżko M., 1990. Analiza dyskryminacyjna. *Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa*. 3–153.

- Mądry W., 1993. Studia statystyczne nad wielowymiarową oceną zróżnicowania cech ilościowych w kolekcjach zasobów genowych zbóż. Wydawnictwo SGGW, Warszawa. 3–102.
- Mądry W., Talbot M., Ukalski K., Drzazga T., Iwańska M., 2006. Podstawy teoretyczne znaczenia efektów genotypowych i interakcyjnych w hodowli roślin na przykładzie pszenicy ozimej. Biuletyn IHAR, 240/241: 13–32.
- Morrison D.F., 1976. Multivariate Statistical Methods, 2 nd ed. New York: Mc Graw – Hill.
- Mittler S., 2000. Ökoviabilität von Winterweizen unter Standortbedingungen Nordostdeutschlands. Dissertation Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät der Humbolt-Universität zu Berlin: 4–155.
- Navabi A., Yang R.C., Helm J., Spanner D.M., 2006. Can spring wheat-growing megaenvironments in the Northern Great Plains be dissected for representative locations or niche-adapted genotypes? Crop Sci., 46: 1107–1116.
- Oleksiak T., Mańkowski D.R., 2005. Interakcja odmian pszenicy ozimej w zmiennych warunkach środowiskowych na podstawie wyników badań ankietowych. Biuletyn IHAR, 235: 5–11.
- Podolska G., 2004. Efektywność agrotechnicznych oddziaływań w wykorzystaniu potencjału plonowania pszenicy ozimej. Biuletyn IHAR, 231: 55–64.
- Sabo M., Bede M., Hardi Ž.U., 2002. Variability of grain yield components of some new winter wheat genotypes (*Triticum aestivum*). Rost. Vyr., 48, 5: 230–235.
- Varga B., Svecnjak Z., Pospisil A., 2001. Winter wheat cultivar performance as affected by production systems in Croatia. Agron. J., 93: 961–966.
- Zalewski D., Weber R., 2006. Ocena interakcji genotypowo-środowiskowej i stabilności plonowania odmian pszenicy ozimej. Biuletyn IHAR, 242, 33–43.

VARIABLE YIELDING OF WINTER WHEAT CULTIVARS IN SOUTH-WESTERN POLAND

Summary

The aim of the work is analysis of yielding variability of selected winter wheat cultivars depending on cultivation intensity and climate – soil conditions in the area of the South-West Poland. In the years 2007–2009 there were analyzed yields of 9 wheat cultivars in 7 localities on the basis of Post – register Domestic Program of cultivar experimentation. Cultivars yields were compared in the conditions of standard cultivation. Discriminative analysis proved diversified environmental (localities) effect on cultivars yielding variability. Varieties yielded significantly higher on soils very good wheat complex environments compared to the lighter soils. In standard cultivation variant with reduced expenditures for the production the highest yielding variation of cultivars showed in Głubczyce and Pawłowice. Significant impacts on the variability of yield variations in light soils were unadjusted rainfall during the growing season. High and stable yield in analyzed environments characterized cultivar Rapsodia.

KEY WORDS: G x E interaction, variability of winter wheat yields, soils, cultivars, discriminate analysis

Stanisław Wróbel, Krzysztof Domaradzki

**COMBINED FOLIAR APPLICATION OF BORON
AND MANGANESE WITH HERBICIDE IN SUGAR BEET
CULTIVATION**

**ŁĄCZNA APLIKACJA DOLISTNA BORU I MANGANU
Z HERBICYDEM W UPRAWIE BURAKA CUKROWEGO**

*Institute of Soil Science and Plant Cultivation State Research Institute in Pulawy
Department of Weed Science and Tillage Systems in Wrocław
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa Państwowy Instytut Badawczy w Pulawach
Zakład Herbologii i Techniki Uprawy Roli we Wrocławiu*

The effectiveness of joint application of boron and manganese with the herbicide Betanal Elite 274 EC was evaluated in the study. The strict field trials with sugar beet were carried out on good wheat complex soils (soil valuation classes II and IIIa).

Boron and manganese fertilization applied in combination with or separately from the herbicide, improved sugar beet root and leaf yields and raised the sugar content in beet roots. The yield-stimulating effectiveness of the micronutrient chelates was slightly better when they were applied together with the herbicide. The mixed foliar application of the micronutrient fertilizers with the herbicide Betanal Elite 274 EC did not impair the capability of the herbicide to control weeds. Under the mixed treatments, the development of sugar beet was similar to that observed when herbicide treatments were applied separately from the fertilizers. No undesirable changes, such as impeded growth, deformations, necroses or chloroses of the assimilatory surface of leaves were observed.

KEY WORDS: sugar beet, boron, manganese, herbicide, join application, yields, biological sugar

The article has been prepared as a part of task 2.6 in the ISSPC-SRI long-term programme.

For citation – Do cytowania: Wróbel S., Domaradzki K., 2013. Combined foliar application of boron and manganese with herbicide in sugar beet cultivation. Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol. CV, 594: 71–80.

INTRODUCTION

The specific biological characteristics of sugar beet, namely the fact that the crop is specialized for production of carbohydrates and generates high yields of roots and leaves, make it extremely sensitive to the cultivation, fertilization and pathogen control conditions. High-yielding hybrid cultivars of sugar beet respond negatively to any errors in fertilization, with both macro- and micronutrients (Haneklaus, Schnug 1998). Even on fertile soils, foliar feeding with micronutrients applied to high-yield cultivars of sugar beetroot usually gives measurable production benefits, i.e. higher yields and increased sugar content in roots (Czuba 1996, 2000, Hassanin, Abuldahab 1991, Orlovius et al. 2001). Here, among the major micronutrients, boron and manganese are the most important ones because when the soil reaction is regulated, as required for beetroot cultivation, these two elements are readily immobilized so that their plant availability evidently decreases (Prośba-Białczyk et al. 2000, Erjala 1986). As demonstrated by Stockfish and Koch (2001), boron deficiency in intensive sugar beetroot cultivation depressed the root yield and raised the content of molasses-forming constituents, as a result of which the technological sugar yield fell down by about 20%. Manganese is even more strongly affected by immobilization. This has been evidenced by some German (Haneklaus et al. 1998) and Finnish researchers (Erjala 1986). It is therefore obvious that micronutrients need to be added to soil under sugar beet plantations not nourished with FYM. High costs of sugar beet fertilization, protection and care force us to look for more economic solutions, for example mixed treatments. Taking into consideration the practical applicability of sprays, several methods of mixing fungicides and insecticides with micronutrient preparations have been worked out (Mrówczyński et al. 1998). Weeds must be controlled early, which restricts the applicability of foliar treatments with mixed herbicides and micronutrients. Studies completed at the IUNG PIB over the recent years have demonstrated that the best timing for a combined application of herbicides and micronutrients could be the last herbicide spraying after sowing, which is usually carried out during the 6–8-leaf growth stage of sugar beetroot (Domaradzki, Wróbel 2006). The purpose of the present study has been to assess the effects produced by a mixed, foliar application of boron and manganese with the herbicide Betanal Elite 274 EC on the development, yields and chemical composition of sugar beet grown in strict field trails.

MATERIAL AND METHODS

The experiment was run in 2007–2009, and consisted of strict, one-year field trials set up according to the split-plot method, with four replications. The trials were located at two experimental sites on the Wrocław black earths, which belonged to the good wheat complex and classes II and IIIa in the Polish soil valuation system. In total, six annual trials were performed. With respect to texture, the soils were classified as IV agronomic category (medium loams), characterized by slightly acid and neutral reaction and very high abundance in organic matter as well as the macronutrients P, K and Mg. The content of the available forms of the most important micronutrients (B, Cu, Mn and Zn) during the study tended to remain on a moderate level (Fertilization Recommendations 1990).

The design of the experiment:

1st order factor A – type of applied foliar nourishment, variants of the 1st order factor, $n = 4$;

A1 – control treatment (no micronutrients);

A2 – foliar boron application;

A3 – foliar manganese application;

A4 – foliar boron and manganese application.

2nd order factor B – method of the application of the micronutrients (together with or separately from the herbicide Betanal Elite 274 EC), variants of the 2nd order factor, $n = 2$:

B1 – applied together in combined sprays;

B2 – applied in separate sprays.

During the experiment, sugar beetroot cultivars were grown intensively, according to the principles of rational agronomy. Basic NPK fertilization without FYM was used. The first herbicide treatment (T-1) was performed in the cotyledon phase of weeds, and the subsequent ones (T-2, T-3, and T-4) – at 7- to 10-day intervals, as new weeds emerged. The fourth treatment (T-4), when the herbicide alone or in combination with the micronutrients was sprayed, fell on the 6–8-leaves stage in the development of sugar beet; the fifth one (T-5), when only micronutrients were applied, was carried out in the 8-leaves stage. Boron and manganese were applied in the following doses (pure element): B – 0.3 kg ha^{-1} and Mn – 1.0 kg ha^{-1} , as the fertilizers Insol B and Insol Mn.

The treatments were carried out using a backpack sprayer Gloria, at constant pressure of 0.25 MPa and the working liquid use of 250 l ha^{-1} . The phytotoxic effect of the applied agri-chemicals was assessed visually 7 to 10 days after the treatments on a 1 to 9 scale. Beetroots were harvested in the technological maturity stage, and root yields were measured.

For chemical analyses the following were sampled: leaf blades from the centre of a rosette 80 days after plant emergence, i.e. indicator organs according to Bergmann (1986), and leaf blades and roots at harvest. The samples were submitted to the determination of Ca, B, Mn and Fe. Chemical analyses of soil and plants were made according to the methods used in chemical and agricultural stations (Methods ... 1980). Concentrations of micronutrients in dry-mineralized plants were determined with the ASA method (manganese and iron) or the curcumin method (boron). The concentration of calcium was assayed by flame photometry. Concentrations of the elements in the dry matter of indicator organs of sugar beet were evaluated relative to the threshold ranges by Bergmann (1986). Determination of the content of sugar, K^+ , Na^+ and α -amino acid N was performed in an automatic analyzer VENEMA IIIIG, using the polarimetric method (sugar content), flame photometry (K^+ , Na^+) and fluorimetry (α -amino acid N). Analysis of variance and correlations, aided by the computer programme Statgraphics Centurin XV, were applied to the statistical elaboration of the results. Significance of differences between treatments was assessed with Tukey's test ($p=0.05$). The article contains only the most important components of the statistical processing.

RESULTS AND DISCUSSION

The weather during the growing seasons in 2007–2009 was characterized by relative shortages of precipitation during the critical plant development stages (April–August), whereas the 2009 season was distinguished by good water supply until September.

Although the weather conditions were reflected in the sugar beet yields, they were within the plant tolerance limits and did not modify the effect of the experimental factors, which enabled the calculation of the synthesis of crop yields year x location. As seen in Table 1, concentrations of boron and manganese in the indicator organs of sugar beet were within the optimum concentrations given by Bergmann (1986).

Table 1
Table 1

Boron and manganese concentration in sugar beet (mean for 3 years)
Zawartość boru i manganu w buraku cukrowym (średnio z 3 lat badań)

Treatment Obiekty doświadczenia		B			Mn		
		(mg kg ⁻¹)					
First rate factor Czynnik I rzędu	Second rate factor Czynnik II rzędu	Indicator parts Części wskaźnikowe	Roots Korzenie	Leaves Liście	Indicator parts	Roots Korzenie	Leaves Liście
A1		60.86	11.18	50.43	72.88	23.40	61.26
A2	B1	77.70	11.80	54.60	72.98	23.45	62,58
	B2	74.31	11.50	55.77	73.61	25.26	63,74
A3	B1	55.35	11.21	49.28	87.53	35.21	87,08
	B2	61.62	10.95	50.88	88.31	33.01	84,66
A4	B1	77.73	11.70	55.48	91.78	35.00	87,91
	B2	79.20	11.49	53.11	98.48	36.75	93,18
Interaction Współdziałanie LSD – NIR _{p=0,05}	II/I	3.22	n.s.	1.16	6.48	n.s.	5.02
	I/II	6.09	0.55	2.76	9.23	8.83	9.67
Reference value Dane referencyjne		40–100*	12.0**	36.0**	35–100*	40.1**	114.0**

* optimal concentration in indicator parts according to Bergmann (1986)

zawartości optymalne w częściach wskaźnikowych według Bergmanna (1986)

** average concentration in roots according to Fotyma and Mercik (1995)

przeciętna zawartość w korzeniach według Fotymy i Mercika (1995)

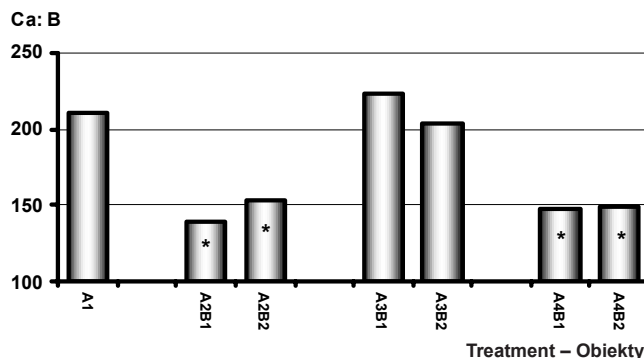
n.s. – non-significant differences

różnice nieistotne statystycznie

Likewise, during harvest, the supply of boron to roots was close, and to leaves – higher than the average amounts reported by Fotyma, Mercik (1995). Despite the adequate supply of boron, according to the applied criteria of boron supply to sugar beet, the application of this micronutrient was followed by a significant increase in its concentration in the indicator organs. This direction in changes, although not verified statistically, continued also in roots and leaves sampled during the harvest.

Although beet was properly supplied with manganese in early July, it was found out that the initial concentrations of Mn in roots and leaves from sugar beet grown in the

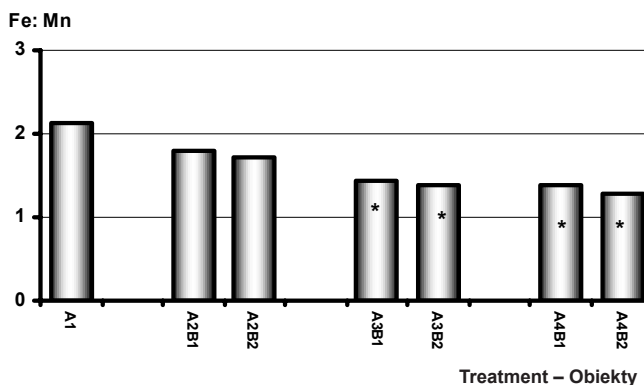
control sub-block A1 – without micronutrient fertilization – were two-fold lower than the compared values. The Mn chelate sprayed over leaves, whether separately or mixed with the herbicide, significantly raised the concentration of this element, although not to the reference concentration established by Fotyma, Mercik (1995). In order to evaluate more precisely the supply of the analyzed micronutrients to sugar beet, the quantitative concentration ratios Ca:B and Fe:Mn in young beet leaves (indicator organs) were computed. Changes in these indices, which evidenced a better supply of boron and manganese to sugar beet as a result of the tested treatments, are illustrated in Figures 1 and 2.



* statistically significant differences relative to control subblock A1 (without micronutrients)
różnice statystycznie istotne w stosunku do podbloku kontrolnego A1 (bez mikroelementów)

Fig. 1. Changes of Ca:B quantitative ratio in the sugar beet indicator parts under boron foliar treatment (mean effect)

Rys. 1. Zmiany stosunku ilościowego Ca:B w częściach wskaźnikowych buraka cukrowego pod wpływem dolistnej aplikacji boru (wyniki średnie)



* refer Figure 1 – patrz rysunek 1

Fig. 2. Changes of Fe:Mn quantitative ratio in the sugar beet indicator parts under manganese foliar treatment (mean effect)

Rys. 2. Zmiany stosunku ilościowego Fe:Mn w częściach wskaźnikowych buraka cukrowego pod wpływem dolistnej aplikacji manganu (wyniki średnie)

The quantitative ratio of an analyzed nutrient in young plant organs relative to another element that acts most antagonistically is a better supply index than its absolute content (Finck 1982). How important a good supply of manganese to beet plants is for attaining high yields is demonstrated by the correlations found between the root yield levels and the concentration of Mn in beet leaves $r=0.6732$ at $p=0.007$ and in roots $r=0.6811$ at $p=0.003$.

The natural alkalinity index (AI), in turn, is a good indicator of the quality of sugar beet roots. In ripe and properly fertilized beets, it should be equal or higher than 1.8. If it is too low, then beet juices have to be made more alkaline, which leads to further losses of sugar in molasses. When it is too high, it causes foaming of juices, so that sulphur compounds must be added. The value of natural alkalinity depends on the content of the so-called molasses-forming constituents (potassium, sodium and α -amino acid nitrogen) in roots of technologically mature sugar beets. $NA = K+Na/\alpha$ -amino acid N. Fertilization can modify the content of these components. Generous nitrogen fertilization leading to a higher content of **α -amino acid nitrogen in beet roots, decreases their natural alkalinity** (Bzowska-Bakalarz, Banach 2009, Szymczak-Nowak, Tyburski 2005). Changes in the content of molasses-forming constituents in sugar beet roots may also be induced by the agronomic practice and weather conditions (Domaradzki, Kucharski 2010, Michalska-Klimczak, Wyszyński 2010). Until today, no investigations have been completed on the effect of mixed application of herbicides and micronutrients on the accumulation of three substances in sugar beet roots.

The data set in Table 2 reveal a certain tendency for maintaining the content of potassium and $N-\alpha-NH_2$ on a level close to the initial one (in sub-block A1, without micronutrients) in the treatments A2B1 and A3B2 (manganese fertilization), whereas the content of the same substances tended to decrease in the other fertilization variants due to the application of the micronutrients regardless of the method (mixed with or separately from the herbicide). This tendency was also observed with respect to the content of sodium, including the treatments with manganese application. As a result of these changes, the alkaline index calculated for particular fertilization treatments was similar, indicating the beneficial effect of foliar application of boron and manganese, whether in combination or separately from the herbicide (a slight decrease in the value of natural alkalinity) (Bzowska-Bakalarz, Banach 2009).

The above relationships affected both the volume of sugar beet yields and the yield of biological sugar. Statistically significant increments in root yields versus the control sub-block A1 were demonstrated for the subblocks A3B1 and A4B1 (combined application of Mn and B+Mn with the herbicide Betanal Elite 274 EC). The separate application of B+Mn, as well as the combined or separate application of B, was only slightly less effective, so the differences were statistically non-significant (Fig. 3).

The yield of biological sugar was closely correlated with both the root yield ($r=0.955$, $p=0.0008$) and the content of sugar in roots ($r=0.886$, $p=0.0078$).

The present experiment verified our working hypothesis, in which we presumed that foliar nourishment of sugar beet with micronutrients under a moderate supply of soil with available forms of these elements would be beneficial. This was evidenced by the enrichment of the crop's chemical composition with these elements (Tab. 1, Figs 1–2) and the statistically significant response of the sugar beet root yields and biological sugar (Fig. 3). In sugar beet farming, even when the supply of boron is quite satisfactory, some periodic

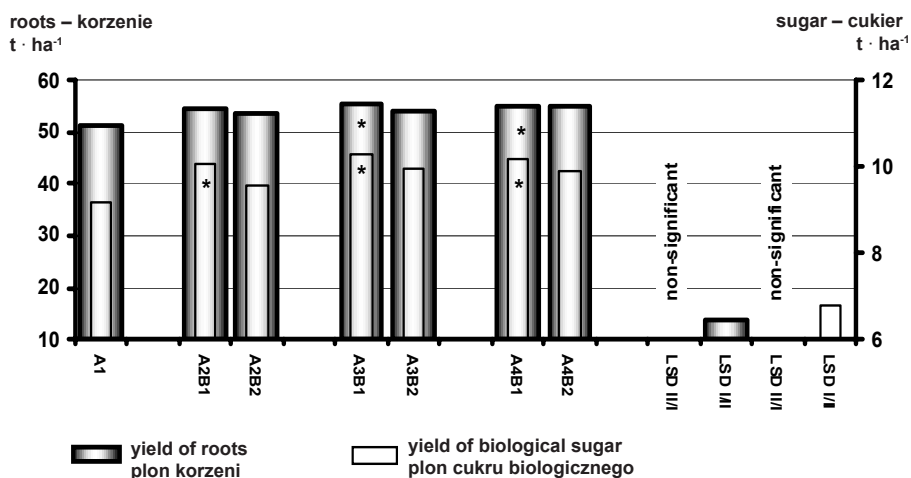
boron deficits are possible, for example induced by a change in the soil conditions (moisture content, pH, antagonistic effects). The risk of boron deficits is often underlined by authors of scientific reports on studies dealing with the nutritional requirements of sugar beet (Hassanin, Abuldahab 1991, Narayan et al. 1989).

Table 2
Tabela 2

Sugar and molasses-forming elements content in roots of sugar beet (mean for 3 years)
Zawartość cukru i czynników melasotwórczych w korzeniach buraka cukrowego
(średnio z 3 lat badań)

Treatment Obiekty doświadczenia		Content of sugar Zawartość cukru	(mmol kg ⁻¹ pulp) (mmol·kg ⁻¹ miazgi)			Natural alkalinity index Wskaźnik alkaliczności naturalnej
First rate factor Czynnik I rzędu	Second rate factor Czynnik II rzędu	(%)	K	Na	N-α-NH ₂	$K+Na/N-\alpha-NH_2$
A1		17.90	47.20	7.80	18.20	3.02
A2	B1	18.42	45.00	7.63	17.58	2.99
	B2	17.80	44.25	7.68	17.34	2.99
A3	B1	18.54	47.17	6.63	18.33	2.94
	B2	18.28	47.35	7.07	18.63	2.94
A4	B1	18.46	44.25	6.53	17.62	2.88
	B2	18.04	45.10	7.03	18.45	2.82
Interaction	II/I	0.39	n.s.	0.47	0.75	n.s.
LSD _{p=0,05}	I/II	0.44	1.39	0.92	0.50	0.11

n.s. – non-significant differences
różnice nieistotne statystycznie



* refer Figure 1 – patrz rysunek 1

Fig. 3. Yields of biological sugar against sugar beet root yields in experiments (mean results)

Rys. 3. Plony cukru biologicznego na tle plonów korzeni buraka cukrowego z doświadczeń (wyniki średnie)

In the present study, it is noteworthy that manganese had a slightly better yield-forming effect than boron. This can be attributed to the soil conditions, described above, which had stronger impact on the plant availability of manganese than boron. When no farmyard manure, a good source of manganese, is introduced to soil, deficits of this element can largely reduce yields and have an adverse effect on the sugar content in beet roots, as has been previously observed by other authors (Czuba 2000, Erjala 1986, Kramer, Sattelmacher 1995, Orlovius et al. 2001, Zorn, Prausse 1993).

Recapitulating, the present experiment can be said to suggest that combined application of the weed controlling herbicide Betanal Elite 274 EC and foliar nourishment of plants with boron and manganese chelates is fully justified. No negative effects of such treatments were seen on plants, for example inhibited growth, changes in the turgor pressure, deformations, necrotic or chlorotic leaves, etc. The canopy density did not suffer either. Mixing the herbicide Betanal Elite 274 EC with boron and manganese chelates did not depress the weed-controlling potential of the former preparation. The development of sugar beet plants was similar to that observed when the herbicide and micronutrients were applied separately. The fertilizing effect of micronutrient chelates was comparable to the effect of salts, which was studied before in other experiments (Domaradzki, Wróbel 2006, Wróbel, Domaradzki 2006).

CONCLUSIONS

Under the present experimental conditions, the foliar nutrition of sugar beet with boron and manganese enriched the crop with these elements and raised the root and biological sugar yields.

1. Application of boron and manganese chelates combined with a herbicide (Betanal Elite 274 EC) did not impair the weed-controlling power of the herbicide. The success of the fertilizing effect of the micronutrient chelates was slightly better when the micronutrients were applied together with the herbicide.

2. A more evident yield-stimulating effect of manganese than boron can be attributed to the chemical properties of this micronutrient, which can be readily retarded in soils under beetroot plantations, with regulated soil reaction.

3. Considering the economic benefits from combined treatments, the results of the present trials can be considered as having the character of applied research.

REFERENCES

- Bergmann W., 1986. Coloured atlas of crops nourishment disorders. Visual and analytical diagnostics. VEB Gustaw Fischer Verlag, Jena: 1–306 (in German).
- Bzowska-Bakalarz M., Banach M., 2009. Technological properties of sugar beet produced in modified fertilisation technology. *Acta Agrophysica*, 14(1): 31–40.
- Czuba R., 1996. Purposefulness and possibility of supplementing microelements deficiencies in plants. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol.*, 434, 1: 55–64 (in Polish).
- Czuba R., 2000. Microelements in contemporary fertilization systems. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol.*, 471, 2: 161–170 (in Polish).

- Domaradzki K., Kucharski M., 2010. Influence of herbicide microrate system on yield parameters and level of residues in sugar beet roots. *Prog. Plant Protec.*, 50 (4): 1881–1887 (in Polish).
- Domaradzki K., Wróbel S., 2006. Possibility of joint application of herbicide protection and trace element fertilization in sugar beet cultivation. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 508: 47–53 (in Polish).
- Domaradzki K., Wróbel S., 2010. Evaluating the possibilities of combined herbicide application with trace element fertilization in sugar beet cultivation. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 556: 71–78 (in Polish).
- Erjala M., 1986. Control of manganese deficiency in sugar beet by placement of a manganated fertilizer. *J. Agricult. Sci. Fin.*, 58: 215–220.
- Fertilization Recommendations, 1990. Part I. Threshold values for evaluation of the soil content of macro- and micronutrients. Collective work. IUNG, P (44), 1–34 (in Polish).
- Finck A., 1982. Fertilizers and Fertilization. Verlag Chemie, Weinheim 1–438.
- Fotyma M., Mercik S., 1995. Agricultural chemistry. PWN: 1–354 (in Polish).
- Haneklaus S., Schnug E., 1998. Evaluation of critical values of soil and plant nutrient concentration of sugar beet by means of boundary lines applied to a large data set from production fields. Protection and production of sugar beet and potatoes, Churchill College, Cambridge, 52: 87–93.
- Haneklaus S., Schnug E., Knudsen L., 1998. Minimum factors for the mineral nutrition of field grown sugar beet in northern Germany and eastern Denmark, Protection and production of sugar beet and potatoes. Churchill College, Cambridge, 52: 57–64.
- Hassanin M.A., Abdulhahab A., 1991. Effect of foliar fertilization with some micronutrients on the yield and quality of sugarbeet (*Beta vulgaris* L.). *Bulletin of Faculty of Agriculture, University of Cairo*, 42: 3, 663–672.
- Krahmer R., Sattelmacher B., 1995. Determination of the Mn efficiency of crop plants in pot experiments. *Kongressband VDLUFA*: 117–120.
- Methods of Laboratory Assays in Agrochemical Stations, 1980. Part I. Soil tests. Part II. Plant Material Tests. ISSPC, Puławy (in Polish).
- Michalska-Klimczak B., Wyszynski Z., 2010. Sugar beet yielding in various agronomical and environmental conditions. Part I. Yield and root quality vs. technological sugar yield. *Fragm. Agron.*, 27(1): 88–97 (in Polish).
- Mrówczyński M., Stobiecki S., Zachmann A., 1998. Economic prospects of agrochemicals joint application. *Prog. Plant Protec.*, 38 (1): 283–287 (in Polish).
- Narayan D., Chandel A., Singh G., 1989. Effect of boron fertilization on yield and quality of sugar-beet (*Beta vulgaris* L., *Indian J. Plant Phys.*, 32, 2: 164–168.
- Orlovius K., Horst W., Schenk M. K., Burkert A., 2001. Effect of foliar fertilization with magnesium, sulfur, manganese and boron to sugar beet, oilseed rape, and cereals. *Plant Nutrition*. Kluwer Academic Publishers: 788–789.
- Prośba-Białczyk U., Spiak Z., Mydlarski M., 2000. Effect of fertilization on microelement contents in sugar beet. Part III. Manganese and boron. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol.*, 471: 455–462 (in Polish).
- Stockfish N., Koch H.J., 2001. Reaction of sugar beet fertilization in experiments [in:] *Boron in Plant and Animal Nutrition*. Goldbach H.E. at all., Ed.: Kluwer Acad. Pub. New York: 381–385.
- Szymczak-Nowak J., Tyburski J., 2005. Effect of different fertilizing schemes on the processing performance of sugar beet. *Pam. Puł.*, 139: 269–276 (in Polish).

Wróbel S., Domaradzki K., 2006. Effect of combined foliar application of boron and manganese with herbicide on yield and chemical composition of sugar beet. *Pam. Puł.*, 142: 585–593 (in Polish).

Zorn W., Prausse A., 1993. Manganese content of cereals, maize and beet as an indicator of soil acidity. *Z. Pflanzenernaehr. Bodenk.*, 156, 4: 371–376.

ŁĄCZNA APLIKACJA DOLISTNA BORU I MANGANU Z HERBICYDEM W UPRAWIE BURAKA CUKROWEGO

Streszczenie

W badaniach oceniono skuteczność łącznego stosowania boru i manganu z herbicydem Betanal Elite 274 EC w ścisłych doświadczeniach polowych z burakiem cukrowym na glebach kompleksu pszennego dobrego (klasa bonitacyjna II i IIIa).

Nawożenie borem i manganem, stosowane zarówno łącznie z herbicydem, jak i oddzielnie, powodowało przyrosty plonów korzeni i liści buraka, a także zawartości cukru w korzeniach. Efektywność plonotwórcza stosowanych chelatów mikroelementowych była nieznacznie lepsza w warunkach łącznego stosowania z herbicydem. Połączenie aplikacji dolistnej nawozów mikroelementowych z ochroną herbicydową środkiem Betanal Elite 274 EC nie osłabiało zdolności chwastobójczej herbicydu. W warunkach zabiegów połączonych rozwój buraka cukrowego przebiegał podobnie jak w przypadku, gdy ochronę herbicydową i nawożenie mikroelementami stosowano oddzielnie. Na roślinach nie obserwowano niekorzystnych zmian, np. zahamowania wzrostu, deformacji, nekroz bądź chloroz powierzchni asymilacyjnej.

SŁOWA KLUCZOWE: burak cukrowy, bor, mangan, herbicyd, łączna aplikacja, plony, cukier biologiczny

Franciszek Kapusta

**ZMIANY STRUKTURY AGRARNEJ W POLSCE
W LATACH 1996–2010**
**CHANGES OF THE AGRARIAN STRUCTURE IN POLAND
IN YEARS 1996–2010**

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

Celem opracowania było: przedstawienie współczesnego ujęcia struktury agrarnej, zmian gospodarstw rodzinnych w latach 1997–2010, cech szczególnych tych gospodarstw, zmian liczby i powierzchni w dwóch okresach; 1997–2003 i 2004–2010, różnicowania się gospodarstw pod względem zasobów pracy i wykształcenia kierowników gospodarstw (2010 r.), typów rolniczych (2007 r. i 2010 r.), działalności pozarolniczej (2010 r.). Stwierdzono: zróżnicowane tempo zmian liczby i powierzchni gospodarstw w poszczególnych okresach i grupach obszarowych, różnicowanie się gospodarstw pod względem typu rolniczego i powiązań z rynkiem, wielkości produkcji, rozwoju gospodarstw ekologicznych. Okres drugi (WPR) charakteryzował się wyższą dynamiką zmian liczby i powierzchni gospodarstw niż okres pierwszy.

SŁOWA KLUCZOWE: gospodarstwo, struktura agrarna, zmiany, liczba, powierzchnia, różnicowanie

WSTĘP

Gospodarstwa rodzinne w rolnictwie polskim powstały w wyniku uwłaszczenia chłopów w okresie przechodzenia gospodarki z feudalnej na kapitalistyczną. Proces ten odbył się w okresie zaborów i na zasadach ustalonych przez państwa zaborcze. Uwłaszczenie odbyło się poprzez nadanie chłopom prawa własności do całości lub części użytkowanej

przez nich ziemi, w zamian za płacone bezpośrednio bądź pośrednio odszkodowanie (Groniowski 1976).

Kształtowanie podstaw struktury agrarnej trwało do 1950 r. W późniejszym okresie podjęto próbę (do 1989 r.) ograniczania zasięgu i znaczenia gospodarstw rodzinnych w rolnictwie polskim (szerzej Kapusta 2012). Na początku lat dziewięćdziesiątych XX w. rozpoczął się proces transformacji gospodarki, w tym rolnictwa i stosunek do gospodarstw rodzinnych uległ zasadniczej zmianie.

Po 1990 r. można wyodrębnić dwa okresy różniące się celami i środkami działania, ale służące wzmocnieniu pozycji ekonomicznej gospodarstw rodzinnych w rolnictwie. Są to (szerzej Kapusta 2006):

1. Okres transformacji ustrojowej i przygotowań do akcesji do Unii Europejskiej (od 1990 r. do 30.04.2004 r.). W tym okresie nastąpiło:

- a) uchwalenie ustaw: z 13 lipca 1990 r. o prywatyzacji przedsiębiorstw państwowych, z 19 października 1991 r. o gospodarowaniu nieruchomościami Skarbu Państwa oraz zmianie niektórych ustaw, z 11 kwietnia 2003 r. o kształtowaniu ustroju rolnego;
- b) liberalizacja ekonomiczna, tworząca obiektywne warunki do przekształcania w Polakach „ducha przedsiębiorczości” w aktywną siłę angażującą się w rozwój różnych form prywatnej działalności;
- c) podpisanie i ratyfikowanie Układu Europejskiego.

Cel działania:

- a) stworzenie prawnych możliwości transformacji przedsiębiorstw państwowych w inne formy gospodarki;
- b) nowe rozwiązania w zakresie kształtowania ustroju rolnego i struktury agrarnej;
- c) rozwój działalności pozarolniczej w środowisku wiejskim i aktywizacja gospodarza tego środowiska.

2. Wspólna Polityka Rolna (z ograniczeniami akcesyjnymi od 1 maja 2004 r.) – to rozwiązania obejmujące:

- a) rolnictwo, leśnictwo, uprawę winorośli oraz ogrodnictwo;
- b) wspólny rynek oznacza, że zostają zniesione ograniczenia w handlu produktami gleby, lasu i morza wewnątrz WE; obowiązuje zakaz stosowania barier taryfowych ceł i parataryfowych (np. subwencje) utrudniających swobodny przepływ towarów rolnych pomiędzy krajami członkowskimi, przy zachowaniu obowiązku spełnienia wybranych norm w zakresie bezpieczeństwa żywnościowego (bariery pozataryfowe); funkcjonują wspólne ceny, stałe kursy walutowe w obrotach towarami rolnymi, nastąpiła harmonizacja przepisów administracyjnych, fitosanitarnych, weterynaryjnych i ochrony zdrowia; częścią składową WPR jest Polityka Strukturalna;
- c) podstawowe założenie polityki rolnej to:
 - podstawową jednostką produkcyjną w rolnictwie jest gospodarstwo rodzinne;
 - rolnictwo jest szczególnym sektorem gospodarki unijnej, które ma zapewnić samowystarczalności WE w zakresie produktów rolnych;
 - polityka rolna wymaga osobnych regulacji prawnych;
- d) podstawowe zasady WPR to:
 - zasada jednolitego rynku (swobodny przepływ produktów rolnych między państwami członkowskimi);
 - zasada preferencji WE (pierwszeństwo zbytu własnych produktów);

- zasada finansowej solidarności (finansowanie kosztów ponoszą wszystkie państwa członkowskie); zasada ta jest realizowana za pośrednictwem Europejskiego Funduszu Rolniczego i Rozwoju Obszarów Wiejskich (poprzednio: Europejskiego Funduszu Orientacji i Gwarancji Rolnych);
- e) osiągnięciu celów WPR mają służyć:
 - regulacja poszczególnych rynków rolnych;
 - wsparcie finansowe dochodów rolników;
 - współfinansowanie projektów inwestycyjnych i modernizacyjnych w rolnictwie i na obszarach wiejskich;
 - system składowania i sprzedaży towarów rolnych;
 - wspólne techniki stabilizacji wywozu lub przywozu towarów;
- f) mechanizmy stabilizacji:
 - interwencja na rynku wewnętrznym i ochrona zewnętrzna obejmująca: zboża, cukier, oliwę, masło, mleko w proszku, wołowinę, wieprzowinę, świeże owoce i warzywa,
 - ochrona zewnętrzna bez interwencji obejmująca: rzepak, jaja, drób, wino, chmiel, kwiaty;
 - refundacje wywozowe (eksportowe) w formie subsydiów (rekompensata dla różnicy pomiędzy wyższymi cenami na rynkach wewnętrznych a niższymi na rynkach światowych) obejmują: zboża, cukier, produkty mleczne, wołowinę, wieprzowinę, świeże owoce i warzywa;
 - refundacje produkcyjne w formie subsydiów (rekompensata dla różnicy pomiędzy wyższymi cenami na rynkach wewnętrznych a niższymi cenami surowców importowanych) obejmują: zboża i cukier.

CEL, MATERIAŁ I METODY

Celem opracowania było zbadanie zmian struktury agrarnej w zmieniających się warunkach polityki rolnej, a szczególnie:

1. Zdefiniowanie gospodarstwa rodzinnego: które gospodarstwa takimi są, a które nie.
2. Zdefiniowanie współczesnego pojęcia struktura agrarna oraz zaproponowanie zestawu mierników i wskaźników oceny jej zmian.
3. Scharakteryzowanie zmian struktury agrarnej w okresie przedakcesyjnym (lata 1997–2003 – 7 lat) i poakcesyjnym do Unii Europejskiej (lata 2004–2010 – 7 lat). Lata 1996 i 2003 stanowią podstawę porównań zmian w okresach: 1996 – I, 2003 – II. W analizie uwzględniono również tendencje zmian liczby gospodarstw w 2011 r. W celu scharakteryzowania zmian niektórych cech gospodarstw wykorzystano informacje z innych lat niż wyżej wymienione. Opracowanie powstało na podstawie takich źródeł wiedzy, jak: publikacje naukowe zwarte i ciągłe oraz materiały statystyczne.

Sformułowane cele opracowania wymagają zastosowania zespołu metod badawczych do ich realizacji. Tak więc, zgromadzony materiał został opracowany i zinterpretowany z wykorzystaniem metod: porównawczej (porównań) w formie wertykalnej (Kapusta 1976, Stachak 2003), statystycznej (Stachak 1997). W analizie zmian struktury agrarnej wykorzystano metodykę jej badania zaproponowaną przez Kapustę (2005, 2012).

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

WYNIKI I OMÓWIENIE

a) Pojęcie gospodarstwa rodzinnego i jego cechy

Zmieniają się warunki gospodarowania w rolnictwie, a szczególnie po przystąpieniu Polski do Unii Europejskiej, która stawia na rozwój gospodarstw rodzinnych. Powstaje więc pytanie, które gospodarstwa rolne są rodzinnymi, a które takimi nie są.

Pojęcie gospodarstwa rodzinnego w Polsce funkcjonuje w potocznej mowie od momentu uwłaszczenia chłopów. Nie zostało jednak wcześniej zdefiniowane w sensie prawnym.

Definicję gospodarstwa rodzinnego wprowadziła dopiero Ustawa z 11 kwietnia 2003 r. o kształtowaniu ustroju rolnego (Ustawa 2003). Ustawa ta w art. 5 stanowi, że gospodarstwo rodzinne to takie, które jest prowadzone przez rolnika indywidualnego, a łączna jego powierzchnia użytków rolnych (u.r.) nie przekracza 300 ha.

Rolnikiem indywidualnym zaś (art. 2, 6) jest osoba fizyczna będąca właścicielem lub dzierżawcą nieruchomości rolnej o łącznej powierzchni u.r. nie mniejszej niż 1 ha, a nieprzekraczającej 300 ha, prowadząca osobiście gospodarstwo rolne, posiadająca kwalifikacje rolnicze, zamieszkała w gminie, na obszarze której położona jest jedna z nieruchomości rolnych wchodzących w skład tego gospodarstwa. Osoba fizyczna osobiście prowadzi gospodarstwo rolne, jeżeli podejmuje wszelkie decyzje dotyczące prowadzenia działalności rolniczej w tym gospodarstwie. Osoba taka powinna posiadać kwalifikacje rolnicze, co oznacza, że uzyskała wykształcenie rolnicze co najmniej zasadnicze lub wykształcenie średnie albo wyższe bądź osobiście prowadziła gospodarstwo rolne lub pracowała w gospodarstwie rolnym przez okres co najmniej 5 lat.

Ekonomiści rolni i socjologzy wsi akcentują inne cechy gospodarstwa rodzinnego, nazywanego często chłopskim. Jego model funkcjonowania został opisany i przeanalizowany m.in. przez Czajanowa (1972), Tepichta (1973) i Mendrasa (1976).

Według Czajanowa definicja gospodarstwa chłopskiego opiera się na następujących zasadach:

- istnieje wzajemna relacja między organizacją produkcji i potrzebami konsumpcyjnymi;
- praca jest wykonywana przez rodzinę i nie można jej oceniać w kategoriach zysku, albowiem obiektywny koszt pracy rodzinnej nie jest możliwy do określenia;
- produkcja ma na celu wytwarzanie wartości użytkowych, a nie wartości wymiennych.

Z kolei według Mendrasa występuje pięć charakterystycznych cech, które określają idealny typ społeczeństwa chłopskiego:

- relatywna autonomia względem otaczającego społeczeństwa,
- strukturalne znaczenie grup rodzinnych,
- system gospodarczy oparty na relatywnej wystarczalności,
- społeczeństwo oparte na wzajemnej znajomości,
- decydująca funkcja notabli, którzy zapewniają łączność między społeczeństwem lokalnym i globalnym.

W ujęciu Mendrasa odnajdujemy wszystkie cechy charakterystyczne gospodarstwa chłopskiego zdefiniowane przez Czajanowa, a szczególnie te, które odnoszą się do stosunków między produkcją a rodziną. Znajdujemy tam ponadto pewien wymiar socjologiczny przy uwzględnieniu stosunków między gospodarstwem chłopskim, społeczeństwem lokalnym i społeczeństwem globalnym. Nie ulega więc wątpliwości, że zdefiniowane w ten sposób gospodarstwo chłopskie jest gospodarstwem rodzinnym.

Współcześnie uważa się, że każde gospodarstwo chłopskie jest gospodarstwem rodzinnym, ale nie każde gospodarstwo rodzinne jest gospodarstwem chłopskim (farma rodzinna, która staje się podobna lub tożsama z systemem gospodarowania właściwym dla przedsiębiorstw).

Gospodarstwo rodzinne stanowi dominujący typ gospodarowania w rolnictwie światowym. W różnych okresach historycznych gospodarstwa te wykazywały swą żywotność i odporność na występujące trudności ekonomiczne oraz zawsze spełniały wiele funkcji, wspierając ogólny rozwój gospodarczy kraju.

Należy jeszcze zwrócić uwagę na to, że w statystyce funkcjonuje określenie gospodarstwa rolnego w użytkowaniu indywidualnym (w domyśle ogół gospodarstw indywidualnych, co utożsamia się z rodzinnymi), które obejmuje (Kapusta 2009, Rocznik 2012):

- 1) indywidualne gospodarstwa rolne, tj. gospodarstwa o powierzchni powyżej 1 ha użytków rolnych, prowadzone przez rolników na gruntach własnych i niewłasnych;
- 2) gospodarstwa indywidualne o powierzchni do 1 ha użytków rolnych (działki rolne, w tym np. działki służbowe), użytkowane rolniczo przez osoby fizyczne oraz właściciele zwierząt gospodarskich nieposiadających użytków rolnych (Kapusta 2009).

W dalszej części opracowania te pojęcia będą używane i w domyśle należy traktować, że każde gospodarstwo indywidualne jest zarazem rodzinnym.

b) Współczesne ujęcie struktury agrarnej i metodyka badania jej zmian

Struktura agrarna według A. Szemberg (1998) jest kategorią historyczną i zmienną. Jest ona kształtowana przez kolejne ustroje i systemy prawne państwa, warunki ekonomiczne, demograficzne, społeczno-kulturowe i inne. Współcześnie można ją zdefiniować jako rozkład gospodarstw rodzinnych według (Kapusta 2005):

- a) obszaru (w hektarach fizycznych lub przeliczeniowych);
- b) ilości i jakości zasobów pracy (kwalifikacje i umiejętności zarządcze);
- c) wyposażenia w środki trwałe (budynki i środki techniczne);
- d) wielkości produkcji (w Europejskich Jednostkach Wielkości – ESU, Standardowej Produkcji – S0, tys. zł, tys. euro lub innych jednostkach miary wielkości produkcji);
- e) typu rolniczego;
- f) wielkości powiązań z rynkiem (wartość sprzedaży produktów, wartość zakupu środków produkcji, pobrane kredyty, wartość niematerialnego majątku, zatrudnienie poza gospodarstwem, wielkość dochodów z działalności pozarolniczej itp.).

Ze względu na brak w statystyce wystarczających informacji o gospodarstwach rolnych często rezygnujemy z pełnej charakterystyki struktury agrarnej, ograniczając się tylko do zróżnicowania gospodarstw pod względem obszaru. Jest to duże uproszczenie, ponieważ w nowoczesnym rolnictwie występuje substytucja czynników produkcji, zwłaszcza ziemi przez inne czynniki (Sondel 1964). Ponadto, następuje różnicowanie się gospodarstw pod względem intensywności gospodarowania i wielkości uzyskiwanych dochodów.

Wyrażenie ilościowe poszczególnych elementów struktury agrarnej napotyka trudności ze względu na niepełne dane statystyczne. Ale wszędzie tam, gdzie takimi informacjami dysponujemy, powinniśmy z nich skorzystać.

c) Charakterystyka zmian struktury agrarnej w latach 1996–2010

Zmiany liczby gospodarstw, w tym rodzinnych w latach 1997–2003 i 2003–2010 przedstawiono w tabeli 1. Gospodarstwa rodzinne w analizowanym okresie stanowiły 99,8% ogólnej liczby gospodarstw. Tempo zmian – zmniejszania ich liczby w pierwszym okresie (1997–2003) było mniejsze niż w okresie drugim (2004–2010). W pierwszym okresie średniorocznie liczba gospodarstw zmniejszała się o 31 514, w tym rodzinnych o 31 280, zaś w okresie drugim (odpowiednio) 81 189 oraz 81 127. Należy zaznaczyć, że w 2011 r. tempo zmniejszania się liczby gospodarstw maleje, ponieważ dla 1 roku wynosi (odpowiednio) 24 478 oraz 23 749. Odmienne są również kierunki zmian.

Zmiany liczby gospodarstw przebiegały niejednorodnie w grupach obszarowych i okresach. I tak, w okresie pierwszym wzrastała liczba gospodarstw o obszarze: 1–2, 30–50, 50 i więcej ha oraz 20–30 ha (kolejność według wielkości przyrostu). W okresie drugim zaś wzrastała liczba gospodarstw o obszarze: 50 i więcej ha, 20–30 oraz 30–50 ha, a więc tylko gospodarstw o powierzchni powyżej 20 ha. Ponadto w okresie drugim przyrost liczby gospodarstw o powierzchni 20 i więcej ha był mniejszy niż w okresie pierwszym. Zauważyć również można, że pod koniec okresu drugiego liczba tych gospodarstw zaczęła maleć.

Znacznie różniące się tendencje zmian liczby gospodarstw od przedstawionych powyżej w okresie drugim stwierdzamy w 2011 r. Powstaje pytanie, czy zarysowuje się nowa tendencja zmian?

W powierzchni użytków rolnych gospodarstw rodzinnych występują odmienne tendencje w okresie pierwszym niż w okresie drugim. I tak, w okresie pierwszym powierzchnia gospodarstw rodzinnych wzrastała, a szczególnie o obszarze: 50 i więcej ha, 30–50, 20–30 oraz 1–2 ha. Następuje również wzrost powierzchni gospodarstw o obszarze 0–1 ha. W okresie drugim zaś powierzchnia gospodarstw rodzinnych malała, a przyrost ziemi następował tylko w gospodarstwach o obszarze 50 i więcej ha, 30–50 oraz 20–30 ha. Wielkość tego przyrostu w % była zróżnicowana w grupach obszarowych, podobnie zresztą jak ubytek ziemi w pozostałych grupach obszarowych.

Porównując dane tabeli 1 i 2, stwierdza się pewne odmienności w tendencji zmian liczby gospodarstw i powierzchni ziemi.

Tabela 1
Table 1Gospodarstwa w rolnictwie polskim
Farms in Polish agriculture

Rok Years	Ogółem Total	W tym rodzinne Including family		Z tego o obszarze (w ha) Of which											50 i więcej and more
		liczba number	(%)	0-1	razem total	1-2	2-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-30	30-50		
1996	3066535	3060132	99,8	1018752	2041380	462206	281527	386061	520816	217202	89417	55696	19551	8904	
2000	2859196	2854374	99,8	973492	1880882	448171	268941	344668	447677	185668	83882	62208	27015	12652	
2002	2933228	2928578	99,8	976852	1951728	516836	280996	348466	426520	182505	83790	64080	31432	17101	
2003	2845935	2841175	99,8	990634	1850541	477100	273328	337083	408723	171200	77114	56454	31372	18167	
Zmiany Changes	-220600	-218957	0,0	-28118	-190839	+14894	-8199	-48978	-112093	-46002	-12303	+758	+11821	+9263	
1996-2003 Średniorocznie Annual average	-31514	-31280	0,0	-4017	-27263	+2128	-1171	-6997	-16013	-6572	-1758	+108	+1689	+1338	
2004	2844168	2839664	99,8	987887	1851777	484194	264167	329591	402944	177124	79821	62403	32219	19314	
2005	2733364	2728908	99,8	946577	1782331	446835	258614	326516	388182	167592	77103	64258	34470	18761	
2006	2598624	2594579	99,8	788184	1806395	419069	267851	342890	414980	169491	77971	61553	32820	19770	
2007	2579178	2575114	99,8	771050	1804064	422533	273675	340303	399868	166435	77474	65189	37126	21461	
2008	2565969	2562085	99,8	755575	1806510	428457	267415	336178	412044	164430	76937	62158	36160	22731	
2009	2501337	2497646	99,9	731707	1765939	413276	268676	327926	390503	166377	77398	62561	34790	24432	
2010	2277613	2273284	99,8	714871	1558413	342189	230712	288539	351462	152173	72162	61100	35737	24339	
Zmiany Changes	-568322	-567891	0,0	-275763	-292128	-134911	-42616	-48544	-57261	-19027	-4952	+4646	+4365	+6172	
2003-2010 Średniorocznie Annual average	-81189	-81127	0,0	-39395	-41733	-19273	-6088	-6935	-8180	-2718	-707	+664	+624	+882	
2011	2253135	2249535	99,8	597869	1651666	391805	256218	307283	341818	158850	74002	62323	35294	24073	
Zmiany Changes	-24478	-23749	0,0	-117002	+93253	+48616	+25506	+18744	-9644	+6677	+1840	+1223	-443	-266	
2011-2010															

Źródło – Source: Rocznik statystyczny rolnictwa i obszarów wiejskich 2005, GUS, Warszawa 2005, s. 199; 2007, s. 211; Rocznik statystyczny rolnictwa 2011, GUS, Warszawa 2011, s. 97; 2012, s. 105. Obliczenia własne – Own calculation.

Tabela 2
Table 2Powierzchnia użytków rolnych w gospodarstwach rodzinnych według grup obszarowych
Agricultural area in family farms, according to area groups

Rok Year	Ogółem Total	W tym rodzinne Including family		Z tego o obszarze w ha (%) Of which with area in ha											
		(ha)	(%)	Razem 1 ha i więcej Total 1 ha and more		1-2	2-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-30	30-50	50 i więcej and more	
				(ha)	(%)										
1966	17 348 340	14 639 193	84,4	379 666	14 259 527	100,0	4,6	4,8	10,6	26,0	18,5	10,7	9,3	5,0	10,5
2002	16 899 297	14 858 469	87,9	396 527	14 461 942	100,0	5,0	4,7	9,4	21,0	15,3	9,9	10,6	8,1	16,0
Zmiany Changes 1996-2002	-449 043	+219 276	+3,5	+16 861	+202 415	0,0	+0,4	-0,1	-1,2	-5,0	-3,2	-0,8	+1,3	+3,1	+5,5
Średniorocznie Annual average	-74 841		+0,58	+2820	+33 736	x	+0,67	-0,01	-0,2	-0,83	-0,53	-0,13	+0,22	+0,52	+0,92
2010	15 502 975	13 660 414	88,1	256 334	13 404 090	100,0	3,7	4,2	8,4	18,7	13,8	9,3	11,0	10,0	20,9
Zmiany Changes 2002-2010	-1 396 322	-1 198 055	+0,2	-140 176	-1 057 852	0,0	-1,3	-0,5	-1,0	-2,3	-1,5	-0,6	+0,4	+1,9	+4,9
Średniorocznie Annual average	-174 540	-149 757	+0,025	-17 522	-132 233	x	-0,16	-0,06	-0,13	-0,29	-0,19	-0,08	+0,05	+0,24	+0,61

Źródło - Source: Przemiany agrarne, GUS, WUS, Olsztyn 2003, s. 29-30

Charakterystyka gospodarstw rolnych. Powszechny Spis Rolny 2010, GUS, Warszawa 2012, s. 191.

Obliczenia własne - Own calculation.

Tabela 3
Table 3Zasoby pracy i wykształcenie kierowników gospodarstw rolnych w 2010 r.
Labor resources and education of households' leaders in 2010

Wyszczególnienie Specification	Ogółem Total	Struktura gospodarstw (%) – Structure of households										
		do 1 ha to 1 ha including	razem total	1–2	2–3	3–5	5–10	10–15	15–20	20–30	30–50	50 i więcej and more
Pracownicy (osób/100 ha u.r.) Employees (persons/ 100 ha of a.l.)	32,6	304,5	x	131,8	87,8	60,4	35,7	22,0	16,0	11,7	7,6	2,3
Pracownicy (AWU/100 ha u.r.) Employees (AWU/ 100 ha of a.l.)	14,5	79,7	x	43,3	33,4	26,7	18,9	13,3	10,2	7,8	5,1	1,5
Gospodarstwa ogółem – Households total Gospodarstwa, w których osoba kierująca posiada wykształcenie ogólne Households in which a leading person has education – wyższe – higher	10,2	21,5	78,5	20,3	14,4	18,7	23,4	10,2	4,9	4,1	2,4	1,6
– wyższe – higher	1,4	0,4	1,0	0,4	0,2	0,3	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
– policealne – secondary	24,0	5,0	19,0	24,2	4,9	3,4	4,2	5,3	2,5	1,3	1,2	0,6
– średnie zawodowe – secondary vocational education	6,1	1,7	4,4	5,6	1,4	1,0	1,2	0,4	0,2	0,2	0,1	0,0
– średnie ogólnokształcące – secondary general	38,7	7,3	31,4	40,0	7,5	5,4	7,3	9,8	4,5	2,2	1,8	0,5
– zasadnicze zawodowe – vocational education	17,5	4,0	13,5	17,2	3,2	2,6	3,6	4,4	1,8	0,8	0,5	0,1
– gimnazjalne, podstawowe – lower secondary, primary	2,1	0,7	1,4	1,8	0,6	0,3	0,4	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0
– podstawowe nieukończone i bez wykształcenia szkolnego – primary unfinished and without education	41,0	4,8	36,2	46,1	6,1	5,0	7,5	11,8	6,3	3,3	3,0	1,3
W tym z wykształceniem rolniczym Including agricultural education												
Z tego do ogółu gospodarstw w grupie Including to the total of households in the group:												
– wyższym – higher	1,9	1,0	0,9	2,2	1,5	1,6	1,9	2,5	2,9	3,8	5,2	11,8
– policealnym – secondary	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5
– średnim zawodowym – secondary vocational education	8,3	3,8	4,5	9,6	5,5	6,1	9,6	13,5	16,6	19,9	23,8	25,6
– zasadniczym zawodowym – vocational education	10,9	4,1	6,8	12,7	5,4	6,8	9,2	15,0	21,6	24,3	26,1	19,2
– kurs rolniczy – agricultural rate	19,7	13,4	6,3	21,4	1,8	20,0	22,1	23,7	23,8	23,1	22,0	17,9

Źródło – Source: Charakterystyka gospodarstw rolnych. Powszechny Spis Rolny 2010, GUS, Warszawa 2012, s. 252–253; 460–461. Obliczenia własne – Own calculation.

Badane gospodarstwa charakteryzowały się zróżnicowanymi zasobami pracy (osób, AWU – *annual work unit* = 2120 roboczogodzin) na 100 ha użytków rolnych (tab. 3). Tradycyjnie najwyższymi zasobami pracy charakteryzowały się gospodarstwa najmniejsze obszarowo. W miarę wzrostu obszaru gospodarstw malały zasoby pracy. Poniżej średnich zasobów dla gospodarstw od 1 ha charakteryzowały się już gospodarstwa z grupy 10 i więcej ha. Należy odnotować fakt, że zasoby pracy w osobach fizycznych są ponad dwukrotnie wyższe niż w AWU – faktycznie wykorzystywane. Tak więc, w badanych gospodarstwach tkwią duże potencjalne zasoby pracy predestynujące je do rozwijania działalności pozarolniczej.

Jak wynika z tabeli 3 – 41,0% osób kierujących gospodarstwem rolnym posiadało wykształcenie rolnicze lub kurs rolniczy. W miarę wzrostu obszaru gospodarstw odsetek ten wyraźnie wzrasta z 14,4% w grupie 1–2 ha do ponad 2/3 dla grup gospodarstw o powierzchni 15 i więcej ha. Ukończeniem kursu rolniczego legitymowało się 21,4% osób kierujących gospodarstwem powyżej 1 ha. Najwyższy odsetek omawianych osób stwierdzono w gospodarstwach z grup: 5–10, 10–15 i 15–20 ha, a najniższy w gospodarstwach najmniejszych o powierzchni 1–2 ha – 1,8% i największych o powierzchni 50 ha i więcej – 17,9%.

W porównaniu z wynikami PSR z 2002 r. wzrósł odsetek kierujących z wyższym wykształceniem rolniczym do 2,2% (w 2002 r. – 1,0%). Udział ten był najniższy w grupie obszarowej do 1 ha – 1,0%, a najwyższy w grupie 50 ha i więcej – 11,8%.

Większość osób kierujących – 68,9% posiada ponad dziesięcioletnie doświadczenie w prowadzeniu gospodarstwa rolnego (w 2002 r. – 59,8%), w tym 36,6% (w 2002 r. – 32,4%) stanowią osoby prowadzące gospodarstwo ponad 20 lat (Charakterystyka...2012).

Wśród gospodarstw prowadzących działalność rolniczą 1878,1 tys. (99,3%) posiadało użytki rolne, 1867,6 tys. (98,8%) – użytki rolne w dobrej kulturze rolnej, a 1060,8 (56,1%) utrzymywało zwierzęta gospodarskie. W porównaniu ze spisem z 2002 r. odsetek gospodarstw z użytkami rolnymi pozostał na zbliżonym poziomie (w 2002 r. wynosił 99,2%), natomiast znacznie zmniejszył się odsetek gospodarstw posiadających zwierzęta gospodarskie (w 2002 r. – 66,9%) (Charakterystyka...2012).

Blisko 77% gospodarstw prowadzących działalność rolniczą posiada grunty pod zasiewami. Wśród upraw najbardziej popularne są zboża, które produkuje 68,6% jednostek.

Bydło utrzymuje 27,8% gospodarstw z działalnością rolniczą, co piąte gospodarstwo hoduje trzodę chlewną, a 40,8% prowadzi produkcję drobiu kurzego.

Należy zaznaczyć, że gospodarstwa o najmniejszym obszarze (do 1 ha u.r. włącznie) stanowią ponad 20% ogółu gospodarstw rolnych, a użytkowały zaledwie 1,2% ogólnej powierzchni u.r. w dobrej kulturze i posiadały 4,6% ogółu sztuk dużych zwierząt gospodarskich. Ponad 55% ogólnej powierzchni u.r. w dobrej kulturze i ogółu sztuk dużych zwierząt gospodarskich znajduje się w gospodarstwach o powierzchni 15 ha i więcej, które stanowią ok. 10% ogółu gospodarstw prowadzących działalność rolniczą.

Spśród 1,4 mln gospodarstw rolnych (tj. ponad 2/3 ogółu gospodarstw prowadzących działalność rolniczą) ponad 45% jednostek – 647,8 tys. sprzedawało część wytworzonych produktów bezpośrednio konsumentom. Z tej liczby dla ponad 1/3 gospodarstw wartość bezpośredniej sprzedaży konsumentom wynosiła więcej niż 50% wartości ogólnej sprzedaży gospodarstwa.

Ponad 60% gospodarstw indywidualnych, w tym 66% o powierzchni powyżej 1 ha u.r. wytwarzało produkty rolnicze przeznaczone głównie na sprzedaż. W prawie 40% gospodarstw indywidualnych, w tym 34% gospodarstw o powierzchni powyżej 1 ha u.r., gospodarstwo domowe użytkownika zużywało więcej niż 50% wartości wytworzonej produkcji rolniczej, a więc produkuje głównie na samozaopatrzenie.

W tabeli 4 zestawiono gospodarstwa o typie rolniczym w 2007 r. i w 2010 r.

Różnicowały się gospodarstwa pod względem profilu produkcyjnego; wzrastał odsetek gospodarstw specjalizujących się w: uprawach polowych, ogrodniczych, w chowie zwierząt żywionych paszami treściwymi, mieszanych – różne uprawy i zwierzęta oraz niesklasyfikowanych. Znacząco (7,3 punkta procentowego) zmniejszał się odsetek gospodarstw specjalizujących się w chowie zwierząt żywionych paszami objętościowymi.

Część gospodarstw, tj. mniej niż 1% spośród prowadzących działalność rolniczą, posiadała certyfikat rolnictwa ekologicznego lub było w trakcie przedstawiania na ekologiczne metody produkcji rolniczej. Większość (ok. 66%) tych gospodarstw stosowało ekologiczne metody produkcji wyłącznie w uprawie roślin, a pozostałe zarówno w produkcji roślinnej, jak i zwierzęcej. Odsetek gospodarstw ekologicznych wzrasta wraz ze wzrostem powierzchni u.r. z 0,1% w grupie 1–2 ha do 11,9% w grupie obszarowej 100 ha i więcej (Charakterystyka... 2012). Znajduje to swoje odzwierciedlenie w średniej powierzchni gospodarstwa ekologicznego wynoszącej 32,33 ha u.r., tj. prawie 4-krotnie więcej od ogółu gospodarstw prowadzących działalność rolniczą.

W 2010 r. 54,7 tys. gospodarstw rolnych (2,9% ogółu gospodarstw prowadzących działalność rolniczą) prowadziło działalność gospodarczą inną niż rolnicza bezpośrednio związaną z gospodarstwem rolnym (tab. 5). W porównaniu z 2007 r. liczba omawianych gospodarstw zmniejszyła się o ponad połowę. Część z nich zaniechała prowadzenia działalności rolniczej na rzecz rozwoju działalności pozarolniczej.

Odsetek gospodarstw prowadzących działalność inną niż rolnicza wzrastał wraz ze wzrostem powierzchni u.r. – od 1,4% w grupie obszarowej 0–1 ha do 16,3% w grupie 100 ha i więcej. Najwyższy odsetek gospodarstw prowadzących działalność inną niż rolnicza stwierdza się w przypadku (Charakterystyka... 2010) :

- działalności usługowej z wykorzystaniem własnego sprzętu – w grupie obszarowej 50–100 ha u.r. (27,5% ogółu gospodarstw tej grupy prowadzących działalność inną niż rolnicza);
- agroturystyki – w grupie obszarowej 1–2 ha (23,4%);
- przetwórstwa produktów rolnych – w grupie obszarowej 100 ha i więcej (9,6%);
- przetwórstwa surowego drewna – w grupie obszarowej 2–3 ha (4,9%);
- rękodziela – w grupie obszarowej 0–1 ha (4,9%);
- akwakultury – w grupie obszarowej 100 ha i więcej (30,8%);
- wytwarzania energii odnawialnej na rynek – w grupie obszarowej 100 ha i więcej (1,5%);
- innych działalności (np. prowadzenie sklepu ze sprzedażą produktów gospodarstwa rolnego) – w grupie obszarowej 0–1 ha (56,3% ogółu gospodarstw tej grupy prowadzących działalność inną niż rolnicza).

Tabela 4
Table 4Gospodarstwa o typie rolniczym w 2007 i 2010 roku
Households of agricultural type in 2007 and in 2010

Wyszczególnienie Specification	% w roku % in year		Zmiany changes	Gospodarstwa o wielkości ekonomicznej w 2010 r. (tys. euro) Households of economic importance in 2010 (in thous euro)									
	2007	2010		0-2	2-4	4-8	8-15	15-25	25-50	50-100	100-500	500-1000	1000 i więcej and more
Specializujące się w: Specialising in:													
- uprawach polowych – field crops	100,0	100,0	0,0	45,2	16,0	14,6	10,4	6,0	5,0	1,9	0,8	0,1	0,0
- uprawach ogrodniczych – horticultural crops	27,0	39,8	+12,8	25,3	6,9	3,9	1,8	0,9	0,6	0,3	0,1	0,0	0,0
- uprawach trwałych – permanent crops	1,5	2,4	+0,9	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,0	0,0
- chowie zwierząt żywionych paszami objętościowymi	5,3	4,3	-1,0	1,9	0,6	0,6	0,6	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	-
- livestock with volume fodder	17,1	9,8	-7,3	1,1	1,4	1,6	1,6	1,5	1,9	0,6	0,1	0,0	0,0
- chowie zwierząt żywionych paszami treściwymi	4,9	5,6	+0,7	3,1	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,3	0,1	0,0
- livestock with specialised fodder													
- mieszane – różne uprawy	8,9	4,1	-4,8	1,6	0,9	0,7	0,5	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
- mixed – various crops													
- mieszane – różne zwierzęta	10,0	7,0	-3,0	0,4	1,3	1,8	1,7	1,0	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0
- mixed – various animals													
- mieszane – różne uprawy i zwierzęta	20,6	20,7	+0,1	5,1	4,1	5,3	3,4	1,5	0,9	0,3	0,1	0,0	0,0
- mixed – various crops and animals													
- niesklasyfikowane – unclassified	4,7	6,3	+1,6	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Źródło – Source: Charakterystyka gospodarstw rolnych w 2007 r., GUS, Warszawa 2008, s. 296; Charakterystyka gospodarstw rolnych. Powszechny Spis Rolny 2010, GUS, Warszawa 2012, s. 384–385. Obliczenia własne – Own calculation.

Tabela 5
Table 5

Gospodarstwa prowadzące działalność rolniczą i nierolniczą w 2010 r.
Households with agricultural and non-agricultural activity in 2010

Wyszczególnienie Specification	Gospodarstwa domowe z ponad 50% dochodem z: Households with above 50% share coming from:							Pozostałe Other	
	Ogółem Total	działalności rolniczej i pracy najemnej agriculture and employment	działalności rolniczej i pracy najemnej agriculture and employment	pracy najemnej i działalności rolniczej employment and agriculture	działalności pozarolniczej non-agriculture activity	emerytury i renty pension	niezarobkowych źródeł utrzymania poza emeryturą i rentą non-employment sources other than pensions		
Ogółem – Total	54 018	10 253	610	4 997	1 544	24 065	2 802	697	9 049
Agroturystyka – Agritorism	8 970	1 762	110	1 795	397	2 539	828	178	1 361
Rękodzieło – Handicraft	1 298	185	9	187	41	404	217	83	173
Przetwórstwo produktów rolnych	3 162	743	49	294	98	927	300	50	700
Przetwarzanie surowego drewna	236	65	3	18	3	87	20	3	37
Produkcja energii odnawialnej	1 997	257	20	96	62	1 117	63	14	368
Produkcja energii odnawialnej	4 798	969	62	420	132	2 360	188	33	634
Przetwarzanie surowego drewna	5 611	1 727	105	372	196	2 144	127	23	917
Akwakultura – Aquacultures	2 432	631	52	134	67	1 100	48	16	383
Rolniczych prac kontraktowych	1 257	294	31	208	43	376	116	19	170
Agrolniczych prac kontraktowych	27 907	4 780	255	1 810	674	14 157	1 020	310	4 902
Nierolniczych prac kontraktowych									
Leśnictwa – Forestry									
Innych działalności – Other activities									

Źródło – Source: Charakterystyka gospodarstw rolnych. Powszechny Spis Rolny 2010, GUS, Warszawa 2012, s. 332–333.

Udział przychodów ze sprzedaży wyrobów i usług z działalności innej niż rolnicza bezpośrednio związanej z gospodarstwem rolnym w ogólnej sprzedaży gospodarstwa rolnego (Charakterystyka... 2012):

- nie przekraczał 10% w przypadku 38,7% ogółu gospodarstw prowadzących działalność inną niż rolnicza;
- mieścił się w przedziale 11–50% dla 26,9% omawianych gospodarstw;
- wynosił ponad 50% w przypadku 34,4% omawianych gospodarstw.

Przychody z działalności innej niż rolnicza były większe niż z działalności rolniczej przede wszystkim w gospodarstwach najmniejszych do 10 ha u.r. (ok. 42% omawianych gospodarstw), natomiast w gospodarstwach obszarowo większych sytuacja ta dotyczyła niespełna 1/5 gospodarstw.

PODSUMOWANIE

Gospodarstwa rodzinne w rolnictwie polskim powstały w wyniku uwłaszczenia chłopów. Proces ten odbył się w okresie zaborów i na zasadach ustalonych przez państwa zaborcze. Kształtowanie podstaw ustroju rolnego trwało do 1950 r.

Po 1990 r. można wyodrębnić dwa okresy różniące się celami i środkami działania. Są to:

1) Okres transformacji ustrojowej i przygotowań Polski do akcesji do Unii Europejskiej (1990–30.04 2004 r.).

2) Wspólnej Polityki Rolnej od 1 maja 2004 r.

Pojęcie gospodarstwa rodzinnego zdefiniowano dopiero w Ustawie z 11 kwietnia 2003 r. o kształtowaniu ustroju rolnego. Według ustawy gospodarstwo rodzinne to takie, które jest prowadzone przez rolnika indywidualnego, a łączna jego powierzchnia użytków rolnych nie przekracza 300 ha. Ponadto rolnik powinien posiadać kwalifikacje rolnicze.

Gospodarstwa rodzinne podlegają różnicowaniu – struktura agrarna pod względem: obszaru, ilości i jakości zasobów pracy, wyposażenia w środki trwałe, wielkości produkcji, typu rolniczego i wielkości powiązań z rynkiem. Pełny obraz zmian struktury agrarnej uzyskujemy przy uwzględnieniu wszystkich wymienionych jej składników.

W analizowanym okresie (1997–2010) gospodarstwa rodzinne stanowiły 98,8% wszystkich gospodarstw. Zmiany ich przebiegały odmiennie w okresie pierwszym (1996–2003) niż okresie drugim (2004–2010); odmiennie było tempo zmian liczby gospodarstw ogółem i w poszczególnych grupach obszarowych oraz ich powierzchnia użytków rolnych.

Badane gospodarstwa według grup obszarowych w 2010 r. charakteryzowały się zróżnicowanymi zasobami pracy oraz kwalifikacjami ich kierowników. Gospodarstwa dzielą się jeszcze na prowadzące działalność rolniczą i nieprowadzące działalności rolniczej. Gospodarstwa prowadzące działalność rolniczą różnicują się pod względem: typu rolniczego i wielkości ekonomicznej, powiązań z rynkiem, rozwoju produkcji ekologicznej i działalności pozarolniczej.

W sumie w okresie drugim (WPR) zmiany gospodarstw przebiegały intensywniej niż w okresie pierwszym i coraz wyraźniej zaznaczała się dywersyfikacja dochodów w gospodarstwach.

PIŚMIENNICTWO

- Charakterystyka gospodarstw rolnych. Powszechny Spis Rolny 2010, 2012. GUS, Warszawa, s. 79, 81, 191, 332–333, 384–385.
- Charakterystyka gospodarstw rolnych w 2007 r., 2008. GUS, Warszawa: 296.
- Czajanow A., 1972. Pour une thèse systèmes économiques non capitalistes (Ku teorii niekapitalistycznych systemów gospodarczych). *Annalyse et Prévision*, styczni: 19–53.
- Groniowski K., 1976. Uwłaszczenie chłopów w Polsce. Geneza, realizacja, skutki. Warszawa.
- Kapusta F., 2009. Zarządzanie gospodarstwem rodzinnym w rolnictwie polskim [w:] T. Listwan, H. Mruk (red.) *Zarządzanie małymi i średnimi przedsiębiorstwami. Problemy współczesne*, Wyd. Forum Naukowe, Poznań: 69–76.
- Kapusta F., 2006. *Przedsiębiorczość. Teoria i praktyka*. Wyd. Forum Naukowe, Poznań-Wrocław: 74–80.
- Kapusta F., 1976. Zmiany struktury agrarnej i kierunków produkcji rolniczej w Legnicko-Głogowskim Okręgu Miedziowym. PWN, Warszawa: 11–12.
- Kapusta F., 2005. Metodyka badania stanu oraz tendencji zmian ustroju rolnego i struktury agrarnej. *Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu*, T. VII, z. 5, Warszawa-Poznań: 39–40.
- Kapusta E., 2012. *Agrobiznes*. Difin, Warszawa: 142–151.
- Mendras H., 1976. *Sociétés paysannes (Społeczeństwo chłopskie)*. Coll. U Prisme, Armand Colin, Paris: 236.
- Sondel J., 1964. Aspekt ekonomiczny substytucji niektórych czynników produkcji przez postęp techniczny. „*Roczniki Nauk Rolniczych*”, T. 77-G-2: 375–393.
- Przemiany agrarne*, 2003. GUS, WUS, Olsztyn: 29–30;
- Rocznik statystyczny rolnictwa i obszarów wiejskich 2005*. GUS, Warszawa: 199.
- Rocznik statystyczny rolnictwa i obszarów wiejskich 2007*. GUS, Warszawa: 211.
- Rocznik statystyczny rolnictwa 2011*. GUS, Warszawa: 97
- Rocznik statystyczny rolnictwa 2012*. GUS, Warszawa: 105.
- Rocznik statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2012*, GUS, Warszawa: 449.
- Stachak S., 2003. *Podstawy metodologii nauk ekonomicznych*. Książka i Wiedza, Warszawa: 213–216.
- Stachak S., 1997. *Wstęp do metodologii nauk ekonomicznych*. Książka i Wiedza, Warszawa: 132–133.
- Szemberg A., 1998. *Struktura agrarna i polityka strukturalna*. Encyklopedia Agrobiznesu, Fundacja Innowacja, WSS-E, Warszawa: 867.
- Tepicht J., 1973. *Marxisme et agriculture. Le paysan polonais (Marksizm i rolnictwo. Chłop polski)*, Coll. U Prisme, Armand Colin, Paris.
- Ustawa z 11 kwietnia 2003 r. o kształtowaniu ustroju rolnego, Dz.U. 2003 nr 64, poz. 592.

CHANGES OF THE AGRARIAN STRUCTURE IN POLAND IN YEARS 1996–2010

S u m m a r y

The aim of the study was: to present the contemporary scene of the agrarian structure, changes of family farms in the 1996–2010 period, the specific characteristics of these households, changes in number and size in two periods, 1996–2003 and 2003–2010, the differentiation of the farms in terms of labor and education of households' leaders (2010), types of farming (2007 and 2010), non-agricultural activities (2010). Results: varied pace of change in the number and area of farms in each period and area groups, differentiation of types of farms in terms of agricultural and market linkages, production level, development of organic farms. The second period (CAP) is characterized by a higher growth rate of the number and area of farms than the first period.

KEY WORDS: farm, agrarian structure, changes, number, size, differentiation