

KRYSTYNA ZARZECKA¹**MAREK GUGAŁA**¹**ALICJA BARANOWSKA**²¹ Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Akademia Podlaska, Siedlce² Państwowa Szkoła Wyższa w Białej Podlaskiej

Zawartość i pobranie azotu, fosforu i potasu przez chwasty w uprawie ziemniaka w warunkach zróżnicowanych zabiegów agrotechnicznych

Content and uptake of nitrogen, phosphorus and potassium by weeds in potato cultivation at different agrotechnical treatments

Badania wykonano na próbach pochodzących z doświadczenia polowego przeprowadzonego w latach 2002–2004 w Rolniczej Stacji Doświadczalnej Zawady. Czynniki doświadczenia były dwa sposoby uprawy roli i siedem sposobów pielęgnacji ziemniaka. Zawartość azotu ogólnego oznaczono metodą Kjeldahla, fosforu kolorymetrycznie, potasu metodą absorpcji spektrofotometrii atomowej (ASA). Przed zwarciem rzędów ziemniaka zawartość makroelementów w suchej masie chwastów zależała istotnie od sposobów uprawy, pielęgnacji i warunków pogodowych. Z kolei przed zbiorem bulw zależała ona od sposobów pielęgnacji i warunków klimatycznych, a fosforu ponadto od sposobu uprawy. Pobranie azotu, fosforu i potasu przez chwasty z powierzchni jednego hektara zależało od czynników doświadczenia.

Słowa kluczowe: chwasty, makroelementy, pobranie, zawartość, ziemniak

The investigations were performed on samples collected in the field experiment carried out at the Experimental Station in Zawady in the years 2002–2004. The experimental factors included two soil tillage systems and seven weed control methods in potato. Total content of nitrogen was estimated according to the method recommended by Kjeldahl, that of phosphorus — according to the colorimetric method, and content of potassium using the method of atomic absorption spectrophotometry (AAS). Before closing of potato rows the content of macronutrients in weed dry matter depended significantly on soil tillage, weed control methods and weather conditions. Prior to tubers harvest, it depended on weed control methods and weather conditions during the growing season, and in the case of phosphorus — additionally on a soil tillage system. The uptake of nitrogen, phosphorus and potassium by weeds from an area of 1 hectare depended on the experimental factors.

Key words: weeds, macronutrients, uptake, content, potato

WSTĘP

Straty w plonach ziemniaka spowodowane zachwaszczeniem oceniane są na 20-70% (Gruczek, 2001; Hashim, 2003; Zarzecka i Gugąła, 2004). Według wielu autorów zastosowanie uproszczeń w uprawie roli powoduje wzrost zachwaszczenia, zmniejszenie plonu bulw ziemniaka i pogorszenie jego jakości (Boliłłowa i Gleń, 2003; Boydston i Vaughin, 2002; Gugąła i Zarzecka, 2008; Żurawski i Sienkiewicz, 1981). Ujemne skutki uproszczonej uprawy roli można zredukować stosując dobrze dobrane herbicydy. Herbicydy i ich mieszaniny przyczyniają się do obniżenia zachwaszczenia w ziemniaku od 40 do 99% w stosunku do zabiegów mechanicznych (Guttieri i Eberlein, 1997; Kraska i in., 2006; Mišovic i in., 1997; Zarzecka i in., 1999). Przy średnim zachwaszczeniu wynoszącym 1,5 tony suchej masy chwastów pobranie składników pokarmowych sięga 150 kg NPK, co w przeciętnych warunkach wystarcza na wyprodukowanie ponad 10 ton bulw ziemniaka. Przy większym zachwaszczeniu wzrasta wnos składników pokarmowych przez chwasty, a zmniejsza się ich pobranie przez roślinę uprawną (Trąba, 2001; Żurawski i Sienkiewicz, 1981). Nieliczne są badania dotyczące wpływu środków ochrony roślin na gromadzenie makroelementów w chwastach (Abulude, 2005; Czuba i Wróbel, 1983).

Celem badań było określenie zawartości i pobrania azotu, fosforu i potasu przez chwasty występujące w uprawie ziemniaka pielęgnowanego z udziałem herbicydów w warunkach zróżnicowanej uprawy roli.

MATERIAŁ I METODY

Badania wykonano na próbach chwastów pochodzących z doświadczenia polowego przeprowadzonego w latach 2002–2004 na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego w Rolniczej Stacji Doświadczalnej Zawady. Zawartość materii organicznej wynosiła 11,3–11,5 g·kg⁻¹, pH 5,6–6,5 (1 mol KCl dm³), a zawartość fosforu, potasu i magnezu odpowiednio: 38,7–43,6; 102,2–150,3; 70–159,0 mg·kg⁻¹ gleby. Doświadczenie przeprowadzono metodą losowanych podbloków, a schemat uwzględniał dwa czynniki.

Czynnik I rzędu obejmował dwa sposoby uprawy roli:

- I. tradycyjną (orka odwrotka, orka przedzimowa, bronowanie, kultywatorowanie, bronowanie) oraz
- II. uproszczoną (orka odwrotka, kultywatorowanie wiosną).

Czynnikami II rzędu były sposoby regulacji zachwaszczenia:

- 1. obiekt kontrolny – zabiegi mechaniczne,
- 2. Plateen 41,5 WG (metrybuzyna + flufenacet) 2,0 kg·ha⁻¹,
- 3. Plateen 41,5 WG (metrybuzyna + flufenacet) 2,0 kg·ha⁻¹ + Fusilade Forte 150 EC (fluazyfop-P-butyłowy) 2,5 dm³·ha⁻¹ (mieszanina),
- 4. Plateen 41,5 WG (metrybuzyna + flufenacet) 1,6 kg·ha⁻¹ + Fusilade Forte 150 EC (fluazyfop-P-butyłowy) 2,0 dm³·ha⁻¹ + adiuwant Atpolan 80 EC 1,5 dm³·ha⁻¹ (mieszanina),
- 5. Barox 460 SL (bentazon + MCPA) 3,0 dm³·ha⁻¹,

— 6. Barox 460 SL (bentazon + MCPA) 3,0 dm³·ha⁻¹+ Fusilade Forte 150 EC (fluazyfop-P-butyłowy) 2,5 dm³·ha⁻¹ (mieszanina),

— 7. Barox 460 SL (bentazon + MCPA) 2,4 dm³·ha⁻¹+ Fusilade Forte 150 EC (fluazyfop-P-butyłowy) 2,0 dm³·ha⁻¹ + adiuwant Atpolan 80 EC 1,5 dm³·ha⁻¹ (mieszanina),

Na obiektach 2–4 herbicydy stosowano przed wschodami, a w wariantach 5–7 po wschodach roślin ziemniaka.

Ziemniak jadalny odmiany Wiking sadzono ręcznie w rozstawie 67,5 × 37 cm. Nawożenie mineralne stosowano w ilości: 90 kg N, 32,9 kg P, 112,1 kg K, a nawożenie organiczne w formie obornika w dawce 25,0 t·ha⁻¹.

Analizy botaniczno-wagowe chwastów wykonano dwukrotnie – przed zwarciem rzędów roślin ziemniaka i tuż przed zbiorem bulw. Z powierzchni 1 m² każdego poletka pobrano chwasty i określono ich powietrznie suchą masę. W suchej masie chwastów oznaczono azot ogólny metodą Kjeldahla, fosfor metodą kolorymetryczną, a potas metodą absorpcji spektrofotometrii atomowej (ASA). Na podstawie suchej masy chwastów i ich składu chemicznego obliczono pobranie pierwiastków z powierzchni 1 ha. Wyniki opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji, wnioskowanie na poziomie istotności p = 0,05 przeprowadzono posługując się testem Tukeya. Warunki klimatyczne w okresach wegetacyjnych, były zróżnicowane (tab. 1). Najkorzystniejszym z trzech sezonów wegetacyjnych pod względem wilgotnościowym i termicznym był rok 2004, natomiast najgorszym sezon 2003 roku, w którym opady stanowiły tylko 39% w porównaniu do wielolecia, a temperatura była wyższa o 10,7%.

Tabela 1

Średnia temperatura powietrza i suma opadów w okresie IV-IX w Zawadach w latach 2002–2004
Mean air temperature and the sum of rainfall from April till September at Zawady
in the years 2002–2004

Lata Years	Miesiące Months						Kwiecień — Wrzesień April — September
	kwiecień April	maj May	czerwiec June	lipiec July	sierpień August	wrzesień September	
Temperatura powietrza Air temperature (°C)							Srednio Mean
2002	9,0	17,0	17,2	21,0	20,2	12,9	16,2
2003	7,1	15,6	18,4	20,0	18,5	13,5	15,5
2004	8,0	11,6	15,4	17,5	18,9	13,0	14,1
Średnia z wielolecia Multiyear mean 1981-1995	7,7	10,0	16,1	19,3	18,0	13,0	14,0
Opady Rainfall (mm)							Suma Sum
2002	12,9	51,3	61,1	99,6	66,5	18,7	310,1
2003	13,6	37,2	26,6	26,1	4,7	24,3	132,5
2004	35,9	97,0	52,8	49,0	66,7	19,5	320,9
Średnia z wielolecia Multiyear mean 1981-1995	52,3	50,0	68,2	45,7	66,8	60,7	343,7

WYNIKI I DYSKUSJA

Średnio w trzech latach badań największą masę chwastów stwierdzono na obiekcie kontrolnym pielęgnowanym tylko mechanicznie (tab. 2). Herbicydy i ich mieszaniny zmniejszyły masę chwastów na początku wegetacji od 41,2 do 83,1%, a przed zbiorem bulw od 27,9 do 73,7%. Zbliżoną redukcję zachwaszczenia uzyskali inni autorzy (Duer, 1986; Gruczek 2001; Mišovic i in., 1997; Zarzecka i in., 1999).

Tabela 2

Świeża masa chwastów w uprawie ziemniaka w g·m² (2002–2004)
Fresh matter of weeds in potato production in g·m² (2002–2004)

Regulacja zachwaszczenia Weed control methods	Przed zwarciem rzędów Before row closing	Przed zbiorem bulw Before tubers harvest
1. Mechaniczny-Mechanical (kontrola-control)	91,3 (100%)	362,8 (100%)
2. Plateen 41,5 WG	44,9 (50,8)	261,7 (27,9)
3. Plateen 41,5 WG + Fusilade Forte 150 EC	16,9 (81,5)	187,2 (49,6)
4. Plateen 41,5 WG + Fusilade Forte 150 EC + adiuwant (adjuvant)	15,4 (83,1)	153,1 (57,8)
5. Barox 460 SL	53,7 (41,2)	267,5 (73,7)
6. Barox 460 SL + Fusilade Forte 150 EC	39,4 (43,2)	229,1 (36,9)
7. Barox 460 SL + Fusilade Forte 150 EC + adiuwant (adjuvant)	35,7 (60,9)	195,5 (46,1)
Średnio Mean	42,5 (60,1)	236,7 (48,7)
NIR _{0,05}	17,3	71,8
LSD _{0,05}		

Skład chemiczny chwastów oraz ilość pobranych przez nie składników zależą od wielu czynników, do których należą między innymi: faza rozwojowa chwastów, zasobność gleby w składniki, konkurencja między roślinami, stosowanie nawozów i pestycydów, warunki klimatyczne podczas wegetacji (Czuba i Wróbel, 1983; Duer, 1986; Parylak 1996). Zawartość azotu, fosforu i potasu w chwastach zebranych przed zwarciem rzędów ziemniaka zależała istotnie od sposobów uprawy, sposobów pielęgnacji i warunków pogodowych w latach badań (tab. 3). Więcej N, P i K gromadziły chwasty zebrane z poletek z uprawą uproszczoną niż z tradycyjnej. Herbicydy spowodowały zmniejszenie zawartości oznaczonych makroelementów w porównaniu do obiektu kontrolnego pielęgnowanego mechanicznie. Najmniejszą zawartość azotu, fosforu i potasu gromadziły chwasty zebrane z poletek opryskiwanych mieszaninami herbicydów i mieszaninami herbicydów z dodatkiem adiuwanta.

Zawartość azotu w roślinności segetalnej oznaczonej tuż przed zbiorem rośliny uprawnej (skala BBCH 95-98) była mniejsza niż w chwastach młodych i zależała istotnie od sposobów pielęgnacji i warunków pogodowych w latach badań. Najwięcej azotu zawierały chwasty w 2004 roku, który był wilgotny i chłodny, a najmniej w 2003 roku, który był sezonem ciepłym, o nierównomiernie rozłożonych opadach. Również Parylak (1996) stwierdziła, że zawartość składników w chwastach malała w miarę ich dojrzewania. Chwasty starsze zawierały więcej fosforu i potasu niż oznaczone na początku rozwoju rośliny uprawnej.

Tabela 3

Zawartość azotu, fosforu i potasu w suchej masie części nadziemnej chwastów ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)
Content of nitrogen, phosphorus and potassium in dry matter of above-ground part of weeds ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)

Czynniki doświadczenia Experimental factors		Faza rozwojowa ziemniaka Stage of potato development					
		BBCH 26-28			BBCH 95-98		
		N	P	K	N	P	K
Uprawa roli Tillage systems	1. tradycyjny — traditional	38,82	7,03	73,86	32,27	8,24	85,91
	2. uproszczony — simplified	39,27	7,16	76,99	32,41	8,48	85,72
	NIR — $\text{LSD}_{0,05}$	0,09	0,04	0,47	r.n.;n.s	0,10	r.n.;n.s
Regulacja zachwaszczenia Weed control method	1. kontrola — control	39,63	7,66	76,87	32,41	8,74	86,78
	2. Plateen	39,24	7,16	75,85	32,53	8,56	85,02
	3. Plateen+Fusilade	38,87	7,07	75,09	32,48	8,43	85,23
	4. Plateen+Fusilade+adiuwant	38,76	6,96	75,48	32,31	8,38	85,85
	5. Barox	39,17	7,05	74,61	32,33	8,20	85,93
	6. Barox+Fusilade	38,89	6,99	74,87	32,34	8,15	85,78
	7. Barox+Fusilade+adiuwant	38,76	6,80	75,21	32,00	8,14	86,15
	NIR — $\text{LSD}_{0,05}$	0,29	0,21	0,77	0,21	0,18	0,77
Lata Years	2002	44,34	7,99	70,88	35,25	8,81	81,54
	2003	35,55	6,76	87,51	25,42	9,26	87,90
	2004	37,25	6,54	67,90	36,36	7,03	88,03
	NIR — $\text{LSD}_{0,05}$	0,14	0,06	0,72	1,25	0,15	r.n.;n.s
Średnio Mean		39,05	7,10	75,43	32,34	8,37	85,82
NIR _{0,05} — $\text{LSD}_{0,05}$ interakcja sposoby regulacji × lata weed control methods × years interaction		0,29	0,20	0,93	3,30	0,32	0,48

r.n. — różnice nieistotne
n.s. — non significant differences

Zawartość fosforu kształtowały istotnie czynniki doświadczenia i warunki klimatyczne, a o koncentracji potasu decydowały tylko sposoby pielęgnacji. Zawartość makroelementów w chwastach wynosiła średnio: N — 32,34, P — 8,37, K — 85,82 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ i była podobna do wartości podawanych przez innych autorów, według których koncentracja azotu w pospolicie występujących chwastach wynosi 20–45, fosforu 5–20, a potasu 49–120 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ w przeliczeniu na suchą masę (Abulude, 2005; Duer, 1986; Parylak, 1996; Trąba, 2001). Stwierdzono wpływ interakcji sposobów regulacji zachwaszczenia z latami na zawartość makroelementów w chwastach oznaczonych przed zwarciem rzędów ziemniaka i przed zbiorem bulw.

Pobranie makroelementów przez chwasty kształtowały istotnie czynniki badawcze oraz warunki klimatyczne w latach badań (tab. 4). Większe pobranie oznaczonych składników zanotowano na poletkach uprawy uproszczonej, które były bardziej zachwaszczone, niż uprawiane tradycyjnie. Herbicydy zmniejszyły masę chwastów oznaczoną przed zbiorem rośliny uprawnej średnio o 48,7% w stosunku do poletek kontrolnych, wskutek czego pobranie składników przez chwasty zmalało prawie dwukrotnie (N z 34,2 na obiekcie kontrolnym do 20,9 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ na obiektach opryskiwanych herbicydami, P z 7,9 do 4,4 i K z 86,6 do 51,2 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). Ponadto na poletkach opryskiwanych mieszaninami herbicydów pobranie makroelementów było najmniejsze. Trąba (2001) także stwierdziła, że pobranie

składników przez chwasty z powierzchni 1 ha zależało od koncentracji tych składników w chwastach i ich biomasy, którą warunkowały różne formy nawożenia organicznego.

Tabela 4

Pobranie azotu, fosforu i potasu przez chwasty (kg·ha⁻¹)
Uptake of nitrogen, phosphorus and potassium by weeds (kg·ha⁻¹)

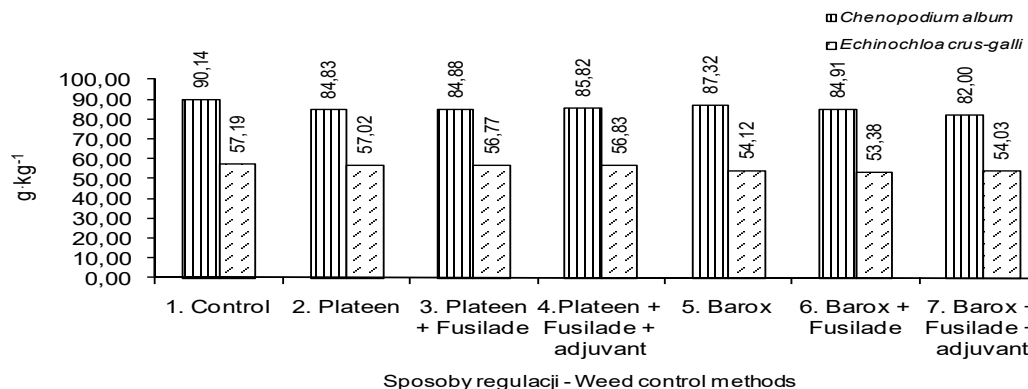
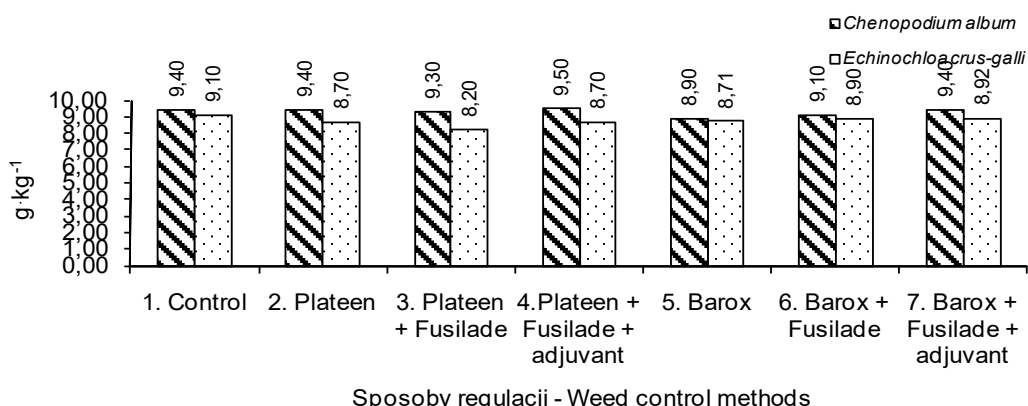
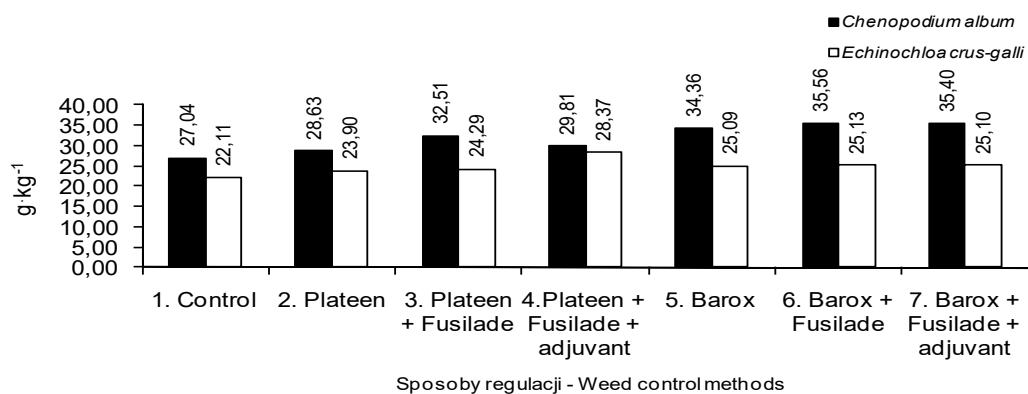
Czynniki doświadczenia Experimental factors		Faza rozwojowa ziemniaka Stage of potato development					
		BBCH 26-28			BBCH 95-98		
		N	P	K	N	P	K
Uprawa roli Tillage systems	1. tradycyjny — traditional	3,5	0,6	6,4	21,1	4,4	51,7
	2. uproszczony — simplified	5,3	1,0	10,2	24,5	5,4	60,8
	NIR — LSD _{0,05}	0,6	0,1	1,1	2,2	0,4	5,5
Regulacja zachwaszczenia Weed control methods	1. kontrola — control	8,7	1,7	17,5	34,2	7,9	86,6
	2. Plateen	4,8	0,8	8,3	24,0	5,1	58,7
	3. Plateen+Fusilade	2,1	0,4	4,0	18,4	4,0	45,2
	4. Plateen+Fusilade + adiuwant	1,6	0,3	2,9	13,8	3,1	34,8
	5. Barox	5,9	1,1	10,6	26,0	5,5	63,5
	6. Barox + Fusilade	4,2	0,8	7,5	23,3	4,8	56,3
	7. Barox + Fusilade + adiuwant	3,8	0,6	6,8	20,0	4,2	48,9
NIR — LSD _{0,05}	0,8	0,2	1,8	4,8	0,9	11,6	
Lata Years	2002	2,8	0,5	4,5	14,6	3,7	33,8
	2003	1,0	0,3	2,9	4,4	1,5	15,0
	2004	9,5	1,7	17,6	49,5	9,6	120,0
	NIR — LSD _{0,05}	0,9	0,1	1,7	3,4	0,6	8,5
Srednio Mean		4,4	0,8	8,3	22,8	4,9	56,3
NIR _{0,05} — LSD _{0,05} interakcja sposoby regulacji × lata weed control methods × years interaction		0,8	0,3	3,8	8,3	1,6	24,2

r.n. — różnice nieistotne

n.s. — non significant differences

W przeprowadzonych badaniach wykazano duży wpływ czynników pogodowych na zawartość i pobranie azotu, fosforu i potasu. W korzystnych warunkach wilgotnościowo-termicznych 2004 roku (opady i temperatury powietrza zbliżone do wielolecia) pobranie składników było kilkakrotnie większe niż w roku 2003, który był ciepły, ale z dużym niedostatkiem opadów. Podobną zależność stwierdził Dziekanowski i wsp. (1992).

Niektórzy autorzy (Czuba i Wróbel, 1983; Duer, 1986; Parylak, 1996) uważają, że na skład chemiczny zbiorowiska chwastów mają wpływ gatunki przeważające w zachwaszczeniu. W prowadzonych badaniach dominującymi taksonami były *Chenopodium album* i *Echinochloa crus-galli*, a zawartość N, P, K była dużo większa w komosie białej niż chwastnicy jednostronnej (rys. 1). Do podobnych spostrzeżeń doszli Czuba i Wróbel (1983) uznając jednocześnie te gatunki za najgroźniejszych konkurentów roślin okopowych w pobieraniu składników mineralnych. W porównaniu do innych eksperymentów uwzględniających wynos składników z masą chwastów (Duer, 1986; Parylak, 1996) w badaniach własnych stwierdzono małe ilości pobrania przez chwasty azotu, fosforu i potasu, głównie ze względu na skuteczną ochronę i niewielkie zachwaszczenie plantacji ziemniaka.



Rys. 1. Zawartość azotu, fosforu i potasu w *Chenopodium album* i *Echinochloa crus-galli* przed zbiorem bulw ziemniaka (g·kg⁻¹ s.m. części nadziemnych)

Fig. 1. Content of nitrogen, phosphorus and potassium in *Chenopodium album* and *Echinochloa crus-galli* before harvest of potato tubers (g·kg⁻¹ dry matter in above-ground part)

WNIOSKI

1. Zawartość azotu, fosforu i potasu w suchej masie dojrzałych chwastów zależała od sposobów pielęgnacji i warunków pogodowych w latach prowadzenia badań, a fosforu od sposobów uprawy roli. Najmniej makroelementów gromadziły chwasty pobrane z poletek opryskiwanych mieszaninami herbicydów i mieszaninami z dodatkiem adiuwanta.
2. Pobranie składników z powierzchni 1 ha zależało od czynników doświadczenia, warunków pogodowych oraz biomasy chwastów i ich składu chemicznego. Większe pobranie makroelementów stwierdzono na poletkach uprawy uproszczonej niż tradycyjnej oraz w wariantach pielęgnowanych wyłącznie mechanicznie niż po zastosowaniu herbicydów i ich mieszanin.

LITERATURA

- Abulude F. O. 2005. Nutritional evaluation of aquatic weeds in Nigeria. *Electron. J. Environ. Agric. Food Chem.* 4 (1): 835 — 840.
- Boligłowa E., Gleń K. 2003. Yielding and quality of potato tubers depending on the kind of organic fertilization and tillage method. *Electron. J. Polish Agric. Universities, S. Agronomy* 6 (1): 1 — 8.
- Boydston R.A., Vaughn S.F. 2002. Alternative weed management systems control weeds in potato (*Solanum tuberosum*). *Weed Technology* 16 (1): 23 — 28.
- Czuba R., Wróbel S. 1983. Ocena roli chwastów jako konkurentów w pobieraniu składników pokarmowych przez rośliny uprawne. *Rocz. Glebozn.* 34 (3): 175 — 184.
- Duer J. 1986. Skład chemiczny chwastów oraz pobranie składników mineralnych przez chwasty i zboża w zmianowaniach z różnym udziałem zbóż. *Pam. Puławski* 88: 191 — 203.
- Dzieskanowski A., Cieciko Z., Nowak G. 1992. Zawartość podstawowych makro- i mikroelementów w bulwach ziemniaka w zależności od poziomu nawożenia potasem. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olst., Agricultura* 54: 117 — 126.
- Gruczek T. 2001. Efektywne sposoby walki z chwastami i wpływ na jakość bulw ziemniaka. *Biul. IHAR* 217: 221 — 231.
- Gugała M., Zarzecka K. 2008. Plonowanie ziemniaka w zależności od sposobów uprawy i odchwaszczania. *Zesz. Probl. Postępów Nauk Rol.* 530: 151 — 159.
- Guttieri M. J., Eberlein C. V. 1997. Pre-emergence weed control in potatoes with rimsulfuron mixtures. *Weed Technology* 11 (4): 755 — 761.
- Hashim S. 2003. Chemical weed control efficiency in potato (*Solanum tuberosum* L.) under agro-climatic conditions of Peshawar, Pakistan. *Pakistan J. Weed Science Research* 9 (1–2): 105 — 110.
- Kraska P., Pałys E., Kuraszkiewicz R. 2006. Zachwaszczenie łąki ziemniaka w zależności od systemu uprawy, poziomu nawożenia mineralnego i intensywności ochrony. *Acta Agrophysica* 8 (2): 423 — 433.
- Mišović M. M., Bročić Z. A., Momirović N. M., Šinžar B. C. 1997. Herbicide combination efficacy and potato yield in agro-ecological conditions of Dragacevo. *Acta Horticulturae* 462: 363 — 368.
- Parylak D. 1996. Konkurencyjne pobieranie składników pokarmowych przez jęczmień jary i chwasty. *Fragm. Agron.* 4 (52): 68 — 74.
- Trąba Cz. 2001. Konkurencyjność chwastów wobec owsa w warunkach nawożenia mineralnego i organicznego. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Rośl.* 41 (2): 941 — 944.
- Zarzecka K., Gugała M. 2004. Kształtowanie się zachwaszczenia odmian ziemniaka w zależności od sposobu pielęgnacji. *Biul. IHAR* 232: 177 — 184.
- Zarzecka K., Ceglarek F., Gąsiorowska B., Gruzewska A. 1999. Impact of weed control on potato infestation and yielding. *Electron. J. Polish Agric. Universities, S. Agronomy* 2 (2): 1 — 8.
- Żurawski H., Sienkiewicz J. 1981. Wpływ uproszczeń w uprawie roli i zróżnicowanego nawożenia na plony roślin i pobranie składników pokarmowych. *Pam. Puławski* 74: 73 — 84.