

BARBARA SAWICKA<sup>1</sup>, PIOTR BARBAŚ<sup>2</sup>, JAN KUŚ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin – Akademia Rolnicza w Lublinie

<sup>2</sup>Zakład Agronomii Ziemniaka IHAR, Oddział w Jadwisinie

<sup>3</sup>Zakład Systemów i Ekonomiki Produkcji Roślinnej

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

## WPŁYW ZACHWASZCZENIA ŁANU NA PLON OGÓLNY I HANDLOWY BULW ZIEMNIAKA W WARUNKACH EKOLOGICZNEGO I INTEGROWANEGO SYSTEMU PRODUKCJI

The influence of weed infestation of potato canopy on the total and trade yield under organic  
and integrated crop production systems

**ABSTRAKT:** Badania oparto na doświadczeniu polowym przeprowadzonym w latach 2000–2002 w stacji doświadczalnej IUNG Osiny, na glebie kompleksu żytniego dobrego. Czynnikiem eksperymentu były: system produkcji roślinnej (integrowany i ekologiczny) i odmiany ziemniaka (Baszta, Wolfram, Ania, Salto, Wawrzyn). Bulwy ziemniaka w kl. A sadzono w rozstawie 70 cm × 35 cm 25–27 kwietnia. W każdym z systemów stosowano różne zmianowania oraz technologie produkcji. W systemie integrowanym (ziemniak – jęczmień jary – bobik – pszenica ozima + poplon z gorczycy białej) wnoszono nawożenie mineralne równoważące pobranie w ilości: 110 kg N, 60 kg P, 60 kg K. Kompost w dawce 35 t ha<sup>-1</sup> stosowano tylko raz w rotacji zmianowania – pod ziemniak. Chemiczne zabiegi ochrony roślin stosowano uwzględniając progi szkodliwości agrofagów. W systemie ekologicznym (ziemniak – jęczmień jary – koniczyna z trawą użytkowana 2 lata – pszenica ozima + poplon z gorczycy białej i wyki jarej) nie stosowano nawozów mineralnych i pestycydów z wyjątkiem preparatów Novodor i Permasect przeciwko stonce ziemniaczanej. Pod ziemniak wnoszono tylko 2-letni kompost (słoma + koniczyna czerwona + obornik) w ilości 35 t ha<sup>-1</sup>. Ograniczanie występowania chwastów w tym systemie polegało na bronowaniu broną chwastownikiem do wschodów, 3-krotnym obredlaniu i jednokrotnym pieleniu ręcznym tuż przed ostatnim redleniem.

Stwierdzono istotną zależność plonu ogólnego i handlowego bulw od świeżej i suchej masy chwastów oznaczanej przed zbiorem bulw. W każdym systemie uprawy wykres zależności plonu ogólnego i handlowego od suchej masy chwastów był parabolą. Powietrznie sucha i świeża masa chwastów były silniej związane z plonem niż liczba chwastów.

**słowa kluczowe – key words:**

ziemniak – *potato*, systemy produkcji – *crop production systems*, odmiany – *cultivars*, zachwaszczenie – *weed infestation*, wskaźniki zachwaszczenia – *indexes of weed infestation*

## WSTĘP

Chwasty są konkurentami w pobieraniu składników pokarmowych, wody, dostępie do światła, utrudniają przeprowadzenie zbioru, zwiększają udział bulw uszkodzonych mechanicznie, przyczyniają się do ich zdrobnienia, a w efekcie powodują obniżkę plonu o 10 do 70% (1, 2, 4, 10, 12, 17, 14, 15, 18, 21, 24, 26). Badania przeprowadzone dotychczas przez Radeckiego (17), Zawisłak i in. (27), Pomykałską (15), Sawicką (18) oraz Zarzecką (26) dowodzą, iż istnieje ścisła zależność między plonem ogólnym bulw a masą i liczbą chwastów w systemie integrowanym. Mało jest natomiast prac na temat wpływu zachwaszczenia łąnu na plon ogólny i handlowy bulw ziemniaka uprawianego w ekologicznym systemie produkcji. Ponadto ważnym zagadnieniem jest ustalenie sposobu oceny zagrożenia plonu przez chwasty w obu systemach produkcji. Podstawowym kryterium, stosowanym przy ustalaniu tzw. progu szkodliwości, jest liczba chwastów na jednostce powierzchni (5, 15, 18, 20, 23). Posługiwanie się takim miernikiem byłoby w praktyce bardzo pożądane i wygodne, lecz opracowanie go nie jest łatwe, gdyż nadal nie dysponujemy odpowiednią liczbą badań na ten temat. Sam termin „próg szkodliwości” nie jest w ochronie roślin dokładnie zdefiniowany i posiada wiele synonimów, takich jak: próg zagrożenia, wartość progowa szkód, próba potrzeby zwalczania, krytyczny poziom szkodliwości i inne (18, 23). Wyniki naszych badań stanowią, zatem próbę oznaczenia progu szkodliwości całego zbiorowiska chwastów, po przekroczeniu którego następuje istotny spadek plonu ziemniaka, oraz określenie, czy i w jakim stopniu różne sposoby ochrony plantacji przed zachwaszczeniem mogą ograniczyć ujemne zależności między plonem ogólnym i handlowym bulw a stopniem zachwaszczenia ziemniaka.

## MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

Wyniki badań oparto na doświadczeniu polowym przeprowadzonym w latach 2000–2002 w polowej stacji doświadczalnej w Osinach, na glebie wytworzonej z piasków gliniastych mocnych, kompleksu żytniego bardzo dobrego, o odczynie lekko kwaśnym (pH w KCl 5,5). Doświadczenie założono metodą losowanych podbloków. Czynnikiem I rzędu był system uprawy roślin – integrowany i ekologiczny, zaś II rzędu – odmiana ziemniaka: Baszta – średnio wczesna, Ania, Salto, Wolfram – średnio późne i Wawrzyn – późna. W każdym z systemów stosowano różne zmianowania oraz technologie produkcji.

W systemie integrowanym (ziemniak → jęczmień jary → bobik → pszenica ozima + poplon z gorczyicy białej) wnoszono nawozy mineralne równoważące pobranie w ilości: 110 kg N, 60 kg P, 60 kg K. Kompost w dawce 35 t·ha<sup>-1</sup> stosowano tylko raz w rotacji zmianowania – pod ziemniak. Ograniczanie liczebności i masy chwastów w systemie integrowanym polegało na wykonywaniu zabiegów mechanicznych do wschodów roślin: bronowanie broną chwastownikiem, jednokrotne obredlanie

i obsypywanie, a tuż przed wschodami ziemniaka stosowano Afalon Dyspersyjny 450 SC w dawce  $2 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ , zaś po wschodach (w fazie 15–20 cm wysokości roślin), gdy stwierdzono lokalne zachwaszczenie chwastami jednoliściennymi – opryskiwanie herbicydem Fusilade Super 125 EC ( $2 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Chemiczne zabiegi ochrony przed chorobami i szkodnikami stosowano uwzględniając progi szkodliwości agrofagów. Stonkę ziemniaczaną zwalczano przy użyciu preparatów Bulldock 0,25 EC ( $0,25 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) i Bancol 50 WP ( $0,4 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), a zarazę ziemniaka – fungycydami, takimi jak: Dithane M-45 80 WP, Acrobat MZ 69 WP, Curzate M 72,5 WP, Tattoo C 750 SC, Brestanid 502 SC, w zalecanych przez IOR dawkach. Decyzję o potrzebie stosowania środków chemicznych podejmowano na podstawie obserwacji własnych zagrożenia plantacji przez stonkę i zarazę ziemniaka oraz na podstawie komunikatów PIORiN.

W systemie ekologicznym (ziemniak → jęczmień jary → koniczyna z trawą użytkowaną 2 lata → pszenica ozima + poplon z gorczycy białej i wyki jarej) nie stosowano nawozów mineralnych, a z pestycydów jedynie preparaty Novodor i Permasect przeciwko stonce ziemniaczanej. Pod ziemniak wnoszono tylko 2-letni kompost (słoma + koniczyna czerwona + obornik) w ilości  $35 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Ograniczanie zachwaszczenia w tym systemie produkcji polegało na bronowaniu broną chwastownikiem do wschodów, 3-krotnym obredlaniu i jednokrotnym pieleniu ręcznym tuż przed ostatnim redleniem. Doświadczenie prowadzono na polach wszystkich roślin równocześnie. Wielkość każdego z pól wynosiła około 1 ha. Dokładne dane dotyczące uprawy w obu systemach gospodarowania podano w tabeli 1. Przed zbiorem ziemniaka oznaczono zachwaszczenie metodą ilościowo-wagową w sześciu powtórzeniach każdej kombinacji doświadczenia polowego. Określano: świeżą i powietrznie suchą masę chwastów, liczbę chwastów jedno- i dwuliściennych oraz ich skład botaniczny.

W czasie zbioru pobrano próbki bulw w trzech powtórzeniach z każdej kombinacji doświadczenia do oznaczenia plonu i jego struktury. Wyniki oceny zachwaszczenia, przeprowadzonej przed zbiorem, a dotyczące: ogólnej liczby chwastów, liczby chwastów jedno- i dwuliściennych, świeżej i powietrznie suchej ich masy oraz plonu ogólnego i handlowego bulw (o średnicy  $>4 \text{ cm}$ ), poddano analizie regresji wielomianowej, oddzielnie dla każdego systemu pielęgnowania. Parametry funkcji określono metodą najmniejszych kwadratów, a weryfikację istotności przeprowadzono testem t Studenta. Zmienność analizowanych wyników badań oceniono za pomocą: średniej arytmetycznej, odchylenia standardowego i współczynnika zmienności V, obliczanego według wzoru:

$$V = \frac{S}{\bar{x}} \cdot 100,$$

gdzie: S – odchylenie standardowe,  $\bar{x}$  – średnia arytmetyczna.

Współczynnik zmienności, będący ilorazem bezwzględnej miary zmienności cechy jako wielkość niewymiarowa pozwala na porównywanie zróżnicowania zarówno kilku zbiorowości pod względem tej samej cechy, jak i tej samej zbiorowości pod względem kilku cech. Charakterystykę statystyczną badanych zmiennych zamieszczono w tabeli 1. Za miarę dopasowania linii regresji do danych empirycznych przyjęto współczynnik

determinacji D ( $D = R^2 \cdot 100\%$ ), przyjmujący wartości w przedziale (0–100%); (6). Warunki w latach badań omówiono w I części pracy (21).

## WYNIKI

Cechy zawarte w tabeli 1 charakteryzowały się istotnym zróżnicowaniem między systemami produkcji. Większe wartości plonu ogólnego i handlowego uzyskano w integrowanym systemie produkcji, zaś wyższe wartości wskaźników zachwaszczenia obserwowano w systemie ekologicznym niż integrowanym. Większą stabilność plonu ogólnego i handlowego obserwowano w integrowanym niż ekologicznym systemie produkcji. Wskaźniki zachwaszczenia łąnu ziemniaka okazały się mało stabilne; przy czym tylko powietrznie sucha masa chwastów okazała się mniej stabilna w systemie ekologicznym niż integrowanym, zaś w pozostałych przypadkach większą stabilność, czyli mniejszą zmienność cech, obserwowano w systemie ekologicznym. Przeprowadzone badania wykazały, iż system uprawy miał istotny wpływ na plon ogólny i handlowy bulw ziemniaka (tab. 1). Wynikał on przede wszystkim z różnicy w zachwaszczeniu łąnu ziemniaka w obu systemach produkcji. Większą bioróżnorodność gatunków chwastów obserwowano w ekologicznym niż integrowanym systemie uprawy. W systemie integrowanym zanotowano 3 gatunki chwastów jednoliściennych, z których najliczniej występowała *Echinochloa crus-galli*, oraz 14 gatunków chwastów dwuliściennych, o największym udziale: *Capsella bursa-pastoris* i *Galium aparine*. W systemie ekologicznym dodatkowo stwierdzono obecność 9 gatunków chwastów dwuliściennych: *Achillea millefolium*, *Anthemis arvensis*, *Centaurea cyanus*, *Euphorbia helioscopia*, *Lamium purpureum*, *Papaver rhoeas*, *Polygonum nodosum*, *Raphanus raphanistrum* i *Veronica persica*. Większy plon ogólny i handlowy bulw uzyskano w systemie integrowanym niż w ekologicznym.

W celu stwierdzenia, czy między plonem ogólnym i handlowym bulw a wskaźnikami zachwaszczenia istnieje zależność i jak silny jest ten związek, przeprowadzono analizę korelacji i regresji. Zależność pomiędzy analizowanymi cechami charakteryzuje współczynnik korelacji R, przyjmujący wartości z przedziału [-1,1], oraz współczynnik determinacji D, przyjmujący wartości w przedziale [0%, 100%]; (6).

Zależność między plonem ogólnym i handlowym a liczbą chwastów jednoliściennych miała przebieg paraboliczny. Model empiryczny wyjaśnił 54,7% rzeczywistej zmienności plonu ogólnego bulw w systemie ekologicznym i 45,6% w systemie integrowanym oraz odpowiednio 64,6% i 43,8% zmienności plonu handlowego bulw (tab. 2, 3). Z równań regresji wyliczono tolerowaną liczbę chwastów jednoliściennych, która nie powoduje spadku plonu bulw. W przypadku plonu ogólnego wynosiła ona 31 szt. – w ekologicznym i 61 szt. – w integrowanym systemie uprawy, zaś w przypadku plonu handlowego odpowiednio 30 i 58 szt.·m<sup>-2</sup> (rys. 1, 2).

Analiza regresji wielomianowej wykazała istotną, paraboliczną zależność plonu bulw, w obu systemach uprawy, od liczby chwastów dwuliściennych (tab. 2, 3). Model regresji wielomianowej wyjaśnił 46,7% rzeczywistej zmienności plonu ogólnego

Tabela 1

Statystyczna charakterystyka zmiennych zależnych i niezależnych  
Table 1. Statistical characteristics of dependent and independent variables

Systemy produkcji Crop production systems*	Średnia arytmetyczna Arithmetical means	Odchylenie standardowe Standard deviations	Współczynnik zmienności Variability coefficient (%)
Plon ogólny bulw (t·ha <sup>-1</sup> ); Total yield of tubers (t·ha <sup>-1</sup> )			
A	26,7	90,8	33,8
B	38,6	96,0	24,9
NIR; LSD ( $\alpha \leq 0,05$ )	1,6		
Plon handlowy bulw (t·ha <sup>-1</sup> ); Trade yield of tubers (t·ha <sup>-1</sup> )			
A	24,8	92,9	37,5
B	35,9	104,1	3,1
NIR; LSD ( $\alpha \leq 0,05$ )	1,5		
Ogólna liczba chwastów na 1 m <sup>2</sup> ; Total number of weeds per 1 m <sup>2</sup>			
A	41,7	43,2	107,0
B	19,3	17,7	116,7
NIR; LSD ( $\alpha \leq 0,05$ )	4,5		
Liczba chwastów jednoliściennych na 1 m <sup>2</sup> ; Number of monocotyledonous weeds per 1 m <sup>2</sup>			
A	12,0	25,5	43,2
B	7,8	7,7	103,2
NIR; LSD ( $\alpha \leq 0,05$ )	0,8		
Liczba chwastów dwuliściennych na 1 m <sup>2</sup> ; Number of dicotyledonous weeds per 1 m <sup>2</sup>			
A	28,6	25,5	43,2
B	9,2	7,7	103,2
NIR; LSD ( $\alpha \leq 0,05$ )	3,0		
Świeża masa chwastów (g·m <sup>-2</sup> ); Fresh matter of weeds (g·m <sup>-2</sup> )			
A	222	287,9	1,3
B	104	96,2	104,2
NIR; LSD ( $\alpha \leq 0,05$ )	25		
Powietrznie sucha masa chwastów (g·m <sup>-2</sup> ); Air-dry matter of weeds (g·m <sup>-2</sup> )			
A	72	101,8	143,6
B	31	26,4	84,7
NIR; LSD ( $\alpha \leq 0,05$ )	8		

\* A – ekologiczny system uprawy; organic production system  
B – integrowany system uprawy; integrated production system

w systemie ekologicznym i zaledwie 32,5% w systemie integrowanym oraz odpowiednio 49,5% i 24,8% zmienności plonu handlowego bulw. Niskie współczynniki determinacji tych równań sugerują, że na wielkość plonu mogły wywierać wpływ również inne, nie uwzględnione w modelu czynniki środowiska. Wyliczona z równań regresji progowa liczba chwastów dwuliściennych nie obniżająca plonu ogółem i handlowego bulw w systemie ekologicznym wynosiła 6 szt., zaś w systemie integrowanym odpowiednio 1 i 5 szt.·m<sup>-2</sup> (rys. 3, 4).

Tabela 2

Zależności między plonem ogólnym bulw a wskaźnikami zachwaszczenia ziemniaka  
Relationships between total yield of tubers and weed infestation indices of potato

Systemy produkcji Crop production systems*	Równania regresji Regression equations	Poziom istotności Significance level	Współczynnik determinacji Coefficient of determination (%)
Liczba chwastów jednoliściennych na 1 m <sup>2</sup> ; Number of monocotyledonous weeds per 1 m <sup>2</sup>			
A	$y=249,531+5,990x-0,097x^2$	0,0101	54,7
B	$y=418,578-6,014x+0,049x^2$	0,0083	45,6
Liczba chwastów dwuliściennych na 1 m <sup>2</sup> ; Number of dicotyledonous weeds per 1 m <sup>2</sup>			
A	$y=192,809+0,484x-0,041x^2$	0,0063	46,7
B	$y=399,573+0,471x-0,165x^2$	0,0102	32,5
Ogólna liczba chwastów na 1 m <sup>2</sup> ; Total numbers of weeds per 1 m <sup>2</sup>			
A	$y=209,173+0,301x-0,017x^2$	0,0026	50,1
B	$y=445,529-5,108x+0,031x^2$	0,0041	48,4
Świeża masa chwastów (g·m <sup>-2</sup> ); Fresh matter of weeds (g·m <sup>-2</sup> )			
A	$y=331,665-0,481x+0,0003x^2$	0,0001	63,2
B	$y=404,530-0,279x+0,0005x^2$	0,0689	43,4
Powietrznie sucha masa chwastów (g·m <sup>-2</sup> ); Air-dry matter of weeds (g·m <sup>-2</sup> )			
A	$y=321,654-1,271x+0,0025x^2$	0,0002	57,2
B	$y=389,121+0,182x-0,0057x^2$	0,0082	49,7

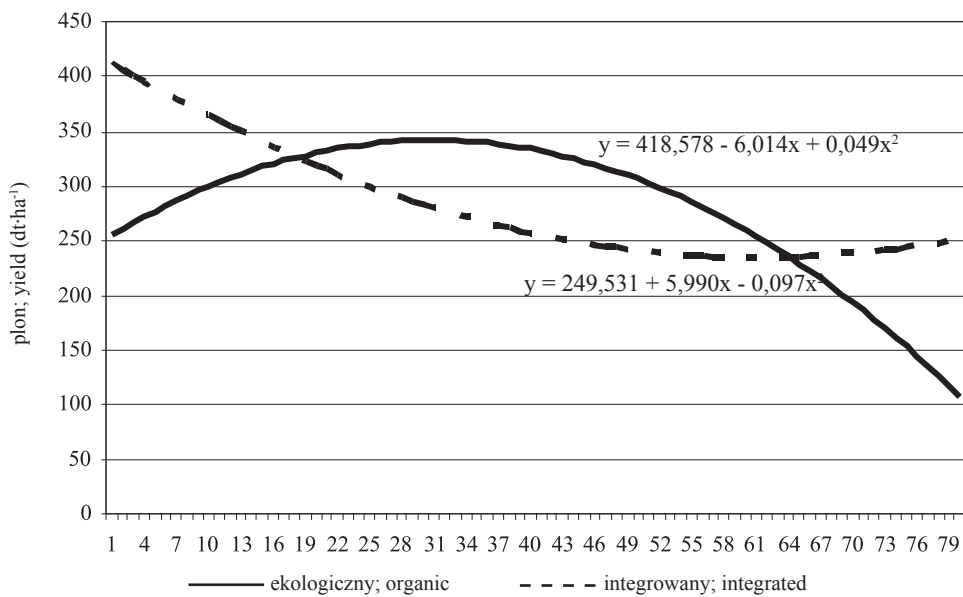
\* oznaczenia jak w tabeli 1; explanations as in table 1

Tabela 3

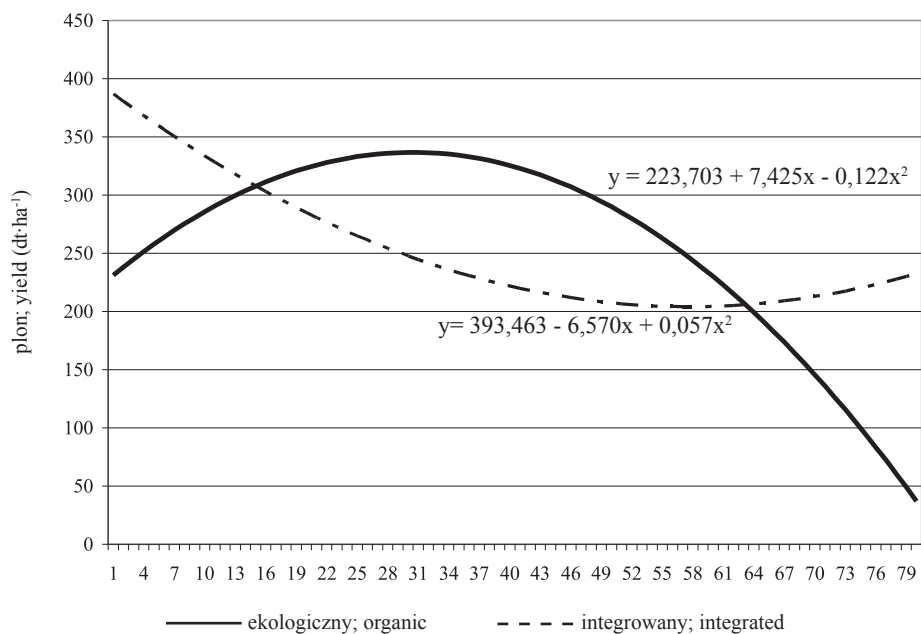
Zależności między plonem handlowym bulw a wskaźnikami zachwaszczenia ziemniaka  
Relationships between trade yield of tubers and weed infestation indices of potato

Systemy produkcji Crop production systems*	Równania regresji Regression equations	Poziom istotności Significance level	Współczynnik determinacji Coefficient of determination (%)
Liczba chwastów jednoliściennych na 1 m <sup>2</sup> ; Number of monocotyledonous weeds per 1 m <sup>2</sup>			
A	$y=223,703+7,425x-0,122x^2$	0,0007	64,6
B	$y=393,463-6,570x+0,057x^2$	0,0125	43,8
Liczba chwastów dwuliściennych na 1 m <sup>2</sup> ; Number of dicotyledonous weeds per 1 m <sup>2</sup>			
A	$y=165,434+0,524x-0,044x^2$	0,0030	49,5
B	$y=363,697+1,941x-0,180x^2$	0,2706	24,8
Ogólna liczba chwastów na 1 m <sup>2</sup> ; Total numbers of weeds per 1 m <sup>2</sup>			
A	$y=179,215+0,345x-0,019x^2$	0,0007	54,4
B	$y=416,062-4,944x+0,031x^2$	0,0129	43,6
Świeża masa chwastów (g·m <sup>-2</sup> ); Fresh matter of weeds (g·m <sup>-2</sup> )			
A	$y=313,027-0,504x+0,0003x^2$	0,0001	64,4
B	$y=371,263-0,197x+0,0004x^2$	0,0009	84,5
Powietrznie sucha masa chwastów (g·m <sup>-2</sup> ); Air dry matter of weeds (g·m <sup>-2</sup> )			
A	$y=301,589-1,314x+0,0026x^2$	0,0002	57,3
B	$y=353,126-0,675x+0,009x^2$	0,0089	47,4

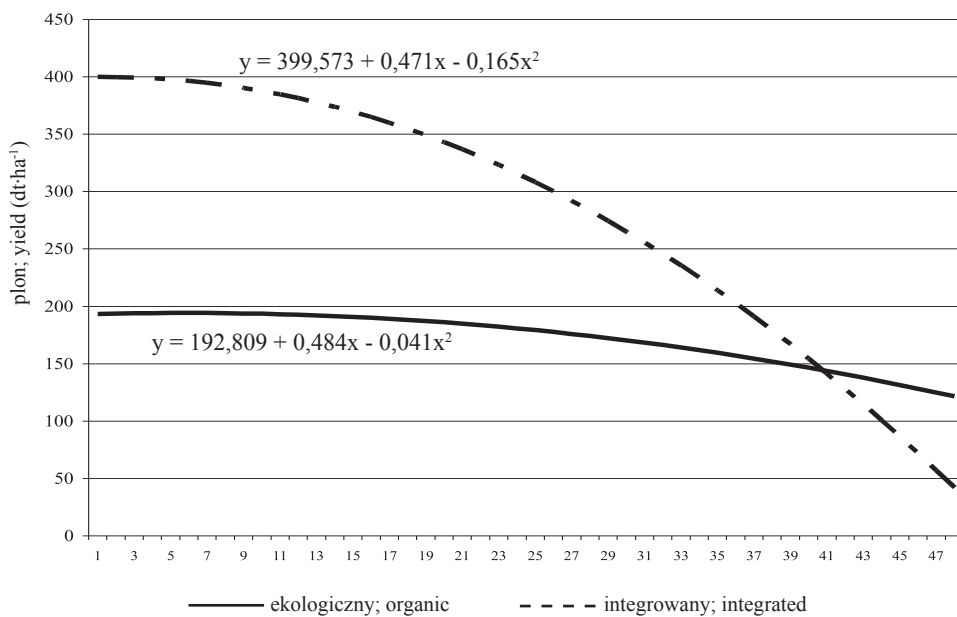
\* oznaczenia jak w tabeli 1; explanations as in table 1



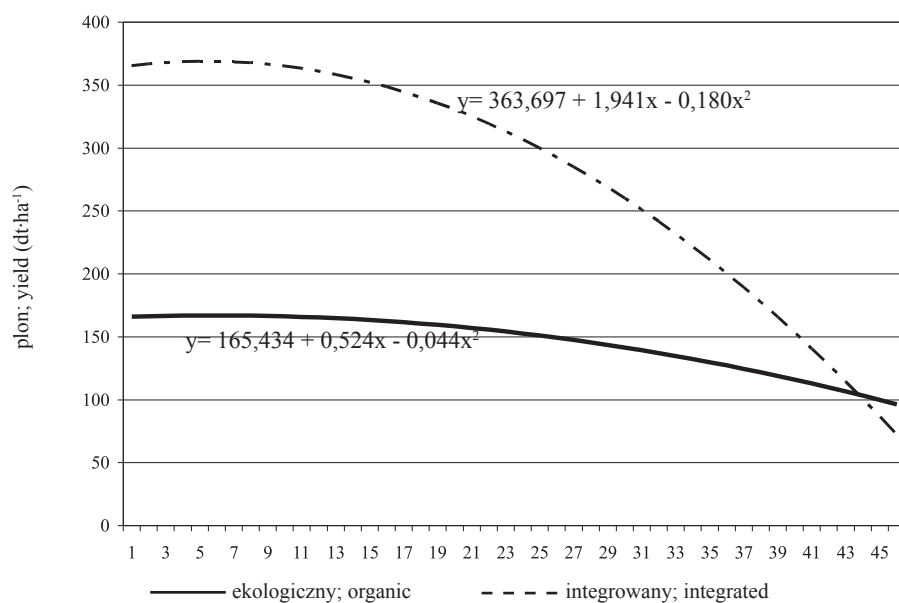
Rys. 1. Zależność plonu ogólnego bulw od liczby chwastów jednoliściennych  
Relationship between total yield of tubers and number of monocotyledonous weeds



Rys. 2. Zależność plonu handlowego bulw od liczby chwastów jednoliściennych  
Relationship between trade yield of tubers and number of monocotyledonous weeds

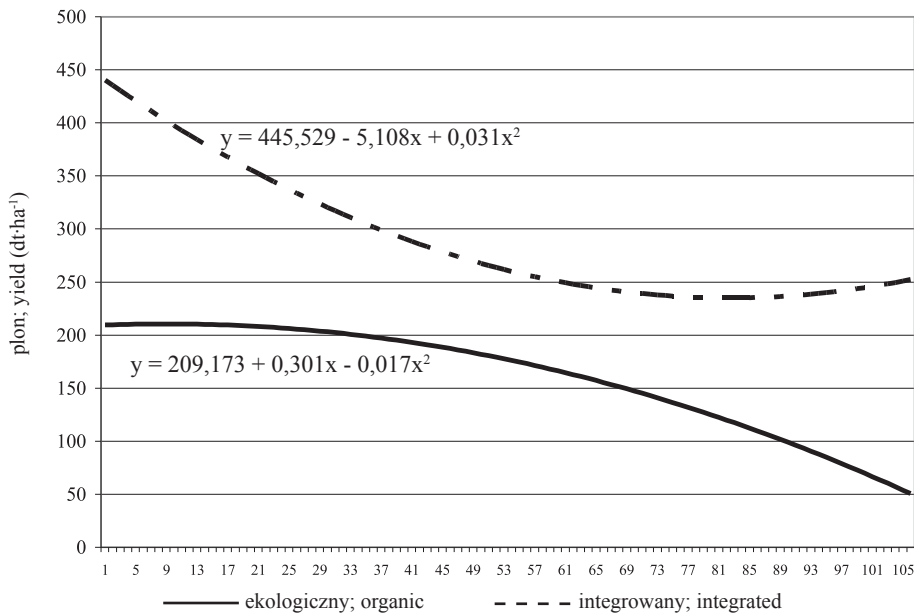


Rys. 3. Zależność plonu ogółem od liczby chwastów dwuliściennych  
Relationship between total yield of tubers and number of dicotyledonous weeds

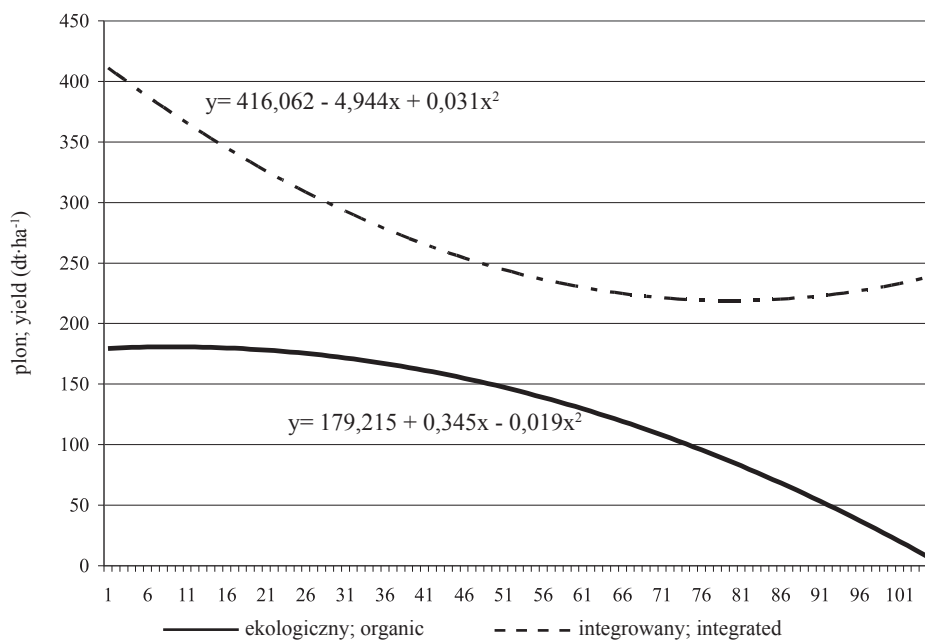


Rys. 4. Zależność plonu handlowego bulw od liczby chwastów dwuliściennych  
Relationship between trade yield of tubers and number of dicotyledonous weeds

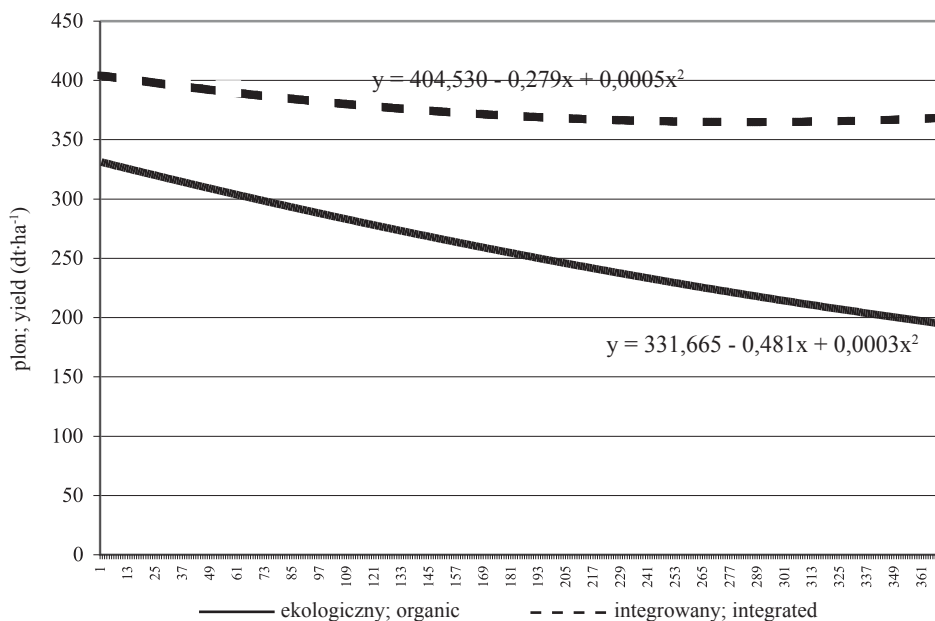




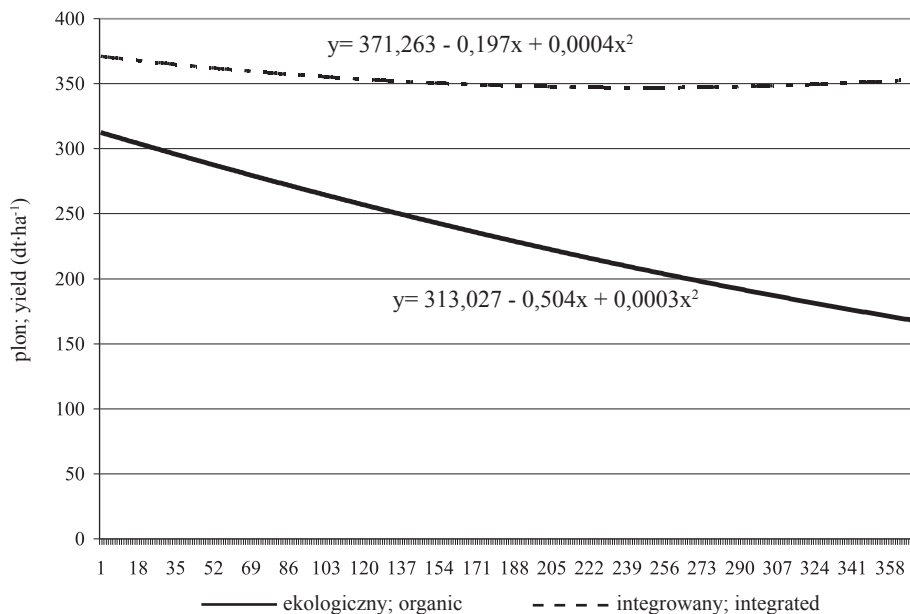
Rys. 5. Zależność plonu ogółem od liczby chwastów jedno- i dwuliściennych  
Relationship between total yield of tubers and number of mono- and dicotyledonous weeds



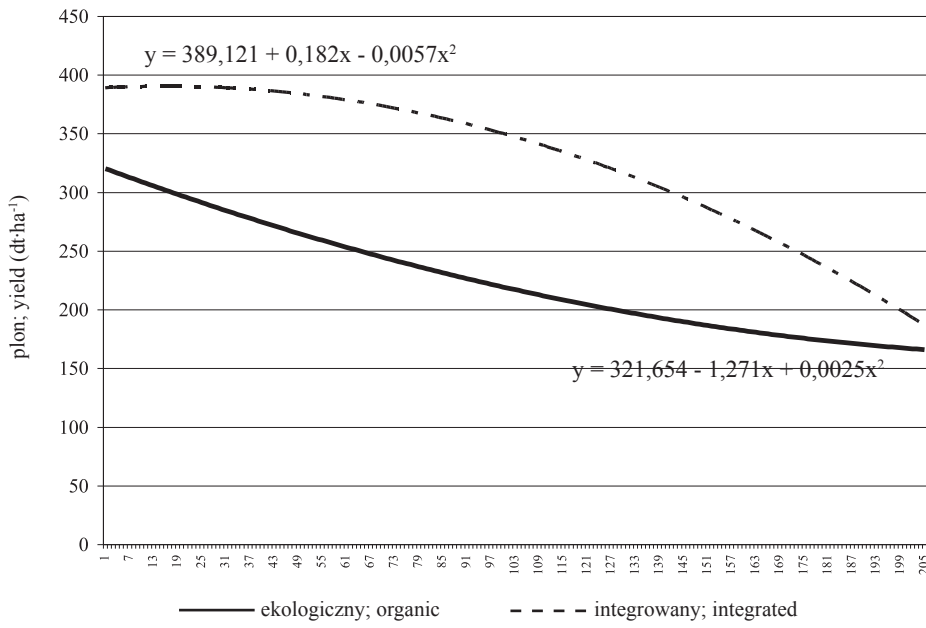
Rys. 6. Zależność plonu handlowego bulw od liczby chwastów jedno- i dwuliściennych  
Relationship between trade yield of tubers and number of mono- and dicotyledonous weeds



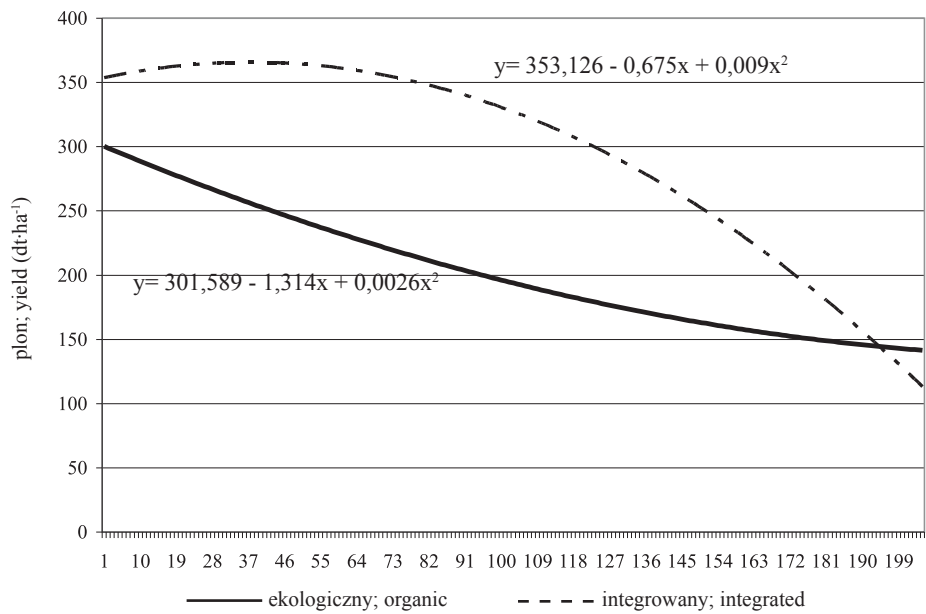
Rys. 7. Zależność plonu ogólnego bulw od świeżej masy chwastów  
 Relationship between total yield of tubers and fresh weight of weeds



Rys. 8. Zależność plonu handlowego bulw od świeżej masy chwastów  
 Relationship between trade yield of tubers and fresh weight of weeds



Rys. 9. Zależność plonu bulw ogółem od suchej masy chwastów  
Relationship between total yield of tubers and dry weight of weeds



Rys. 10. Zależność plonu handlowego bulw od suchej masy chwastów  
Relationship between trade yield of tubers and dry weight of weeds

Wzrost liczby chwastów ogółem, w zakresie od 1 do 105 szt. $\cdot$ m<sup>-2</sup>, obniżał plon ogólny i handlowy bulw w obu systemach uprawy. Zależność plonu bulw od zachwaszczenia przyjęła w doświadczeniu charakter paraboli (tab. 2 i 3). Model empiryczny, przedstawiony na rys. 5 i 6, pozwolił na wyjaśnienie 50,1% rzeczywistej zmienności plonu ogółem w systemie ekologicznym i 48,4% w systemie integrowanym oraz odpowiednio 54,4% i 43,6% zmienności plonu handlowego bulw, zależnie od tej cechy zachwaszczenia. Występowanie zależności krzywoliniowej 2. stopnia pozwoliło określić z równania regresji wartość zachwaszczenia, która nie wpływa na plon. Wartość ta w systemie uprawy ekologicznej dla plonu ogólnego i handlowego wynosiła 9 szt., zaś w systemie integrowanym odpowiednio – 82 i 80 szt. $\cdot$ m<sup>-2</sup>.

Świeża masa chwastów, rozpatrywana w zakresie odchylenia standardowego od średniej arytmetycznej, przyczyniła się do spadku plonu ogólnego i handlowego, a zależności te przybrały postać krzywej 2-stopnia (tab. 2 i 3). Równania te wyjaśniły zmienność plonu ogólnego w systemie ekologicznym w 63,2%, a w systemie integrowanym – w 43,4% oraz odpowiednio w 64,4% i 84,5% zmienność plonu handlowego. Z modelu regresji wyliczono dopuszczalną, progową wartość świeżej masy chwastów, która w warunkach doświadczenia nie wpływała istotnie na plon. Wartość ta w systemie ekologicznym była zbliżona i stanowiła 802 g dla plonu ogólnego i 840 g $\cdot$ m<sup>-2</sup> dla plonu handlowego, zaś w systemie integrowanym wyniosła odpowiednio: 279 i 246 g $\cdot$ m<sup>-2</sup> (rys. 7, 8).

Zależność między plonem ogólnym i handlowym a powietrznie suchą masą chwastów przyjęła postać równania 2. stopnia (tab. 2 i 3). Model empiryczny wyjaśnił 57,2% rzeczywistej zmienności plonu ogólnego w systemie ekologicznym i 49,7% w systemie integrowanym oraz odpowiednio 57,3% i 47,4% zmienności plonu ogólnego i handlowego bulw. Wyliczona z analizy regresji dopuszczalna, progowa sucha masa chwastów w systemie ekologicznym wynosiła – w przypadku plonu ogólnego – 254 g, a w przypadku plonu handlowego – 253 g $\cdot$ m<sup>-2</sup>. W systemie integrowanym wartość ta stanowiła odpowiednio: dla plonu ogólnego – 16 g, dla plonu handlowego – 38 g $\cdot$ m<sup>-2</sup> (rys. 9, 10).

Plon ogólny i handlowy bulw silniej zależał od świeżej i suchej masy chwastów niż od liczby chwastów.

## DYSKUSJA

Badania nad uprawą ziemniaka w gospodarstwach ekologicznych naszego kraju wskazują na możliwość uzyskiwania plonów na poziomie 25–35 t $\cdot$ ha<sup>-1</sup> (16, 22). Przeciętne plony ziemniaka w gospodarstwach ekologicznych są jednak o około 10–40% niższe niż w gospodarstwach integrowanych. W badaniach przeprowadzonych przez Sawicką i Kusia (19) plon ogólny bulw w systemie ekologicznym był mniejszy o 49%, natomiast plon handlowy o 59% w porównaniu z systemem integrowanym. Różnice w plonach ziemniaka, między gospodarstwami ekologicznymi a integrowa-

nymi, są tym większe im intensywniejsze jest rolnictwo integrowane (9, 11). Poziom plonów ziemniaka w gospodarstwach ekologicznych wykazuje jednak większe wahania niż w gospodarstwach integrowanych. Wynika to przede wszystkim ze stosowania w gospodarstwach integrowanych nawożenia mineralnego i syntetycznych środków ochrony roślin, które w znacznym stopniu niwelują ujemne skutki niekorzystnego przebiegu pogody i błędów popełnionych w agrotechnice (16). Głównymi czynnikami obniżającymi plony ziemniaka w gospodarstwach ekologicznych są, zdaniem Kosty i Tyburskiego (7), zachwaszczenie plantacji oraz zaraza ziemniaka.

O skuteczności chwastobójczej poszczególnych sposobów pielęgnowania decyduje intensywność zabiegów mechanicznych, rodzaj stosowanych herbicydów, warunki klimatyczne i glebowe, a także skład gatunkowy występujących chwastów. W zależności od tych czynników skuteczność chwastobójcza może się wahać w dość szerokich granicach. Zawiałak i in. (27) podają 40–80% skuteczność przy stosowaniu herbicydów. Zarzecka (25) przy zastosowaniu herbicydów w uprawie ziemniaka na chwasty jedno- i dwuliścienne notowała 50–72% skuteczność. Według Gruczka (4) skuteczność mechaniczno-chemicznej pielęgnacji ziemniaka z 2-krotnym stosowaniem herbicydu wynosiła 90–96%, natomiast zabiegi mechaniczne zmniejszyły o ok. 70% liczbę chwastów. Wyniki uzyskane w naszych badaniach potwierdzają tę opinię. Wyższy plon uzyskano w integrowanym systemie produkcji ziemniaka, w porównaniu z ekologicznym.

Przeprowadzone przez nas badania wskazują na istnienie ścisłej zależności między plonem bulw a stopniem zachwaszczenia ładu ziemniaka. Podobny pogląd wyrażają również Domańska (3), Radecki (17), Adamiak i in. (1), Zarzecka (26), Sawicka i Pszczołkowski (20). Spadek plonu w doświadczeniu pod wpływem zachwaszczenia przyjął charakter paraboliczny; przy czym zarówno świeża, jak i sucha masa chwastów, wywarły większy wpływ na wielkość plonu ogólnego i plonu handlowego bulw niż liczba chwastów ogólnego, czy też liczba chwastów jedno- i dwuliściennych. Współczynnik determinacji układów równań 2<sup>o</sup> osiągnął w większości postulowany przez Kranza i Royale'a (8) poziom 50%, co pozwala uważać przyjętą metodę za wiarygodną. Współczynnik ten, choć jest miarą dywersyfikacji najmniej intuicyjną z prezentowanych, cieszy się dużą popularnością. Jest to znana w statystyce miara dobroci dopasowania modelu, informująca o zależności liniowej bądź krzywoliniowej pomiędzy zmienną zależną i niezależną.

Świeża i sucha masa chwastów okazała się lepszym wskaźnikiem oceny wielkości plonu niż liczba chwastów jedno- i dwuliściennych. W innym doświadczeniu, natomiast stwierdzono, iż stosunkowo wysoka korelacja ujemna występująca między cechami plonu a liczbą chwastów pod koniec wegetacji świadczyć może o tym, że długość okresu wzrostu, rozwoju i przebywania chwastów na plantacji decyduje o ich konkurencyjności i ujemnym wpływie na rośliny ziemniaka (18). Odmienny pogląd na ten temat mają Pomykańska (15), Zarzecka (26) oraz Sawicka i Pszczołkowski (20). Autorzy ci wykazali, iż szkodliwość chwastów w mniejszym stopniu zależy od ich liczby na jednostce powierzchni niż od wytworzonej przez nie biomasy.

## WNIOSKI

1. Stosowanie nawożenia organicznego i mineralnego oraz pełnej ochrony chemicznej przed chwastami i szkodnikami w systemie integrowanym przyczyniło się do istotnego wzrostu plonu ogólnego i handlowego bulw ziemniaka w porównaniu z ekologicznym systemem gospodarowania, opierającym się jedynie na nawożeniu organicznym i mechanicznych zabiegach pielęgnacyjnych.

2. Zależność plonu ogólnego i handlowego bulw od zachwaszczenia przyjęła w doświadczeniu charakter paraboliczny.

3. Większa zależność plonu bulw od świeżej i suchej masy chwastów niż od ich liczby dowodzi, iż masa chwastów może być dokładniejszym miernikiem wyznaczającym wartości progowe w uprawie ziemniaka.

4. Chemiczne zwalczanie chwastów w integrowanej uprawie ziemniaka powinno się podejmować na podstawie faktycznego nasilenia występowania chwastów oraz wyników badań nad progami ich szkodliwości.

## LITERATURA

1. Adamiak J., Zawiślak K., Jańczak D.: Wpływ sposobów pielęgnacji na właściwości fizyczne gleby, zachwaszczenie i plonowanie ziemniaka. Zesz. Nauk. AR-T Olsztyn, 1982, **33**: 42-53.
2. Ceglarek F., Jabłońska-Ceglarek R., Dąbrowska K.: Uproszczenia w pielęgnacji ziemniaków. Cz. I. Sposoby pielęgnacji a zachwaszczenie i plonowanie ziemniaków. Roczn. Nauk Rol., 1989, **A-108**, **4**: 9-23.
3. Domańska H.: Efektywność mechaniczno-chemicznych metod odchwaszczania ziemniaka. Wyd. IUNG Puławy, 1971.
4. Gruczek T.: System pielęgnowania ziemniaka a jakość plonu. *Fragm. Agron.*, 2001, **2(70)**: 36-51.
5. Kapeluszny J.: Krytyczne zagęszczenie perzu właściwego (*Agropyron repens* [L.] P.B.) w pszenicy ozimej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1988, **349**: 35-40.
6. Koronacki J., Mielniczuk J.: Statystyka. WNT, Warszawa. 2004.
7. Kostiw M., Tyburski J.: Ochrona ziemniaka w rolnictwie ekologicznym. *Post. Nauk Rol.*, 2004, **4**: 97-112.
8. Kranz J., Royale D. L.: Perspectives in mathematical modelling of plant disease epidemics. *Plant disease epidemiology*. Red.: Scott P.R. Bainbridge A., Blackwell-Sci. Public., 1986.
9. Krasowicz S.: Analiza i ocena gospodarstw ekologicznych, integrowanych i tradycyjnych w rejonie Polski północno-wschodniej na tle warunków przyrodniczych i ekonomicznych rolnictwa. Rozpr. hab., Wyd. IUNG Puławy, 1996.
10. Krężel R., Kłobus M.: Wpływ sposobów pielęgnowania na zachwaszczenie i plonowanie ziemniaków. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1998, **349**: 105-115.
11. Marks N.: Efekty ekologicznej i integrowanej produkcji ziemniaków. *Wiś Jutra*, 2004, **2**: 34-36.
12. Osmers K.: Unkraut-und Ungrass-bekämpfung in Kartoffeln. *Kartoffelbau*. 1985, **36(3)**: 88-91.
13. Pawłowski F., Pomykańska A.: Wpływ brakujących roślin na plon i zachwaszczenie ziemniaków. *Rocz. Nauk Rol.* 1991, **A-109(2)**: 37-45.
14. Pomykańska A.: Wpływ niektórych zabiegów agrotechnicznych na plon ziemniaków. *Rocz. Nauk Rol.*, 1982, **A-105(3)**: 57-67.
15. Pomykańska A.: Badania nad określeniem progów szkodliwości chwastów w łanie ziemniaków. *Rocz. Nauk Rol.*, 1991, **A-109(2)**: 21-35.

16. Prośba-Białczyk U.: Uprawa ziemniaka z uwzględnieniem aspektów rolnictwa ekologicznego. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 2002, **489**: 33-45.
17. Radecki A.: Badanie możliwości ograniczenia zabiegów pielęgnacyjnych w uprawie ziemniaków. Cz. III. Badanie zależności plonowania ziemniaków od stopnia ich zachwaszczenia. Roczn. Nauk Rol., 1977, **A-102(4)**: 21-33.
18. Sawicka B.: Zachwaszczenie ziemniaka w warunkach stosowania herbicydu Sencor 70 WP. Cz. II. Wpływ zachwaszczenia łąnu na plon ogólny i handlowy bulw. Roczn. Nauk Rol., 1996, **A-112(1-2)**: 183-191.
19. Sawicka B., Kuś J.: Plon i jakość ziemniaka w zależności od systemu produkcji. Pam. Puł., 2000, **120**: 379-390.
20. Sawicka B., Pszczołkowski P.: Próby ograniczenia zachwaszczenia łąnu ziemniaka w uprawie pod osłonami. Cz. III. Wpływ zachwaszczenia łąnu na plon ogólny i handlowy bulw. Biul. IHAR, 2003, **217**: 233-247.
21. Sawicka B., Barbaś P., Kawalec A.: Zachwaszczenie łąnu ziemniaka w warunkach ekologicznego i integrowanego systemu produkcji. Pam. Puł., 2005, **139**: 211-223.
22. Siebeneicher G. E.: Podręcznik rolnictwa ekologicznego. Wyd. PWN, Warszawa, 1997.
23. Stachyra T.: Progi zagrożenia. Ochr. Rośl., 1975, **9**: 5-6.
24. Wesołowski M., Kacuga W.: Plonowanie i zachwaszczenie ziemniaka w plonie głównym i wtórnym w zależności od sposobu zwalczania chwastów. Roczn. Nauk Rol., 1989, **A-108(4)**: 24-40.
25. Zarzecka K.: Badania nad stosowaniem zabiegów pielęgnacyjnych na plantacjach ziemniaka. Cz. I. Sposoby pielęgnowania a zachwaszczenie ziemniaków. Roczn. Nauk Rol., 1997, **A-112(3-4)**: 141-150.
26. Zarzecka K.: Zależność plonowania ziemniaka od zachwaszczenia. Fragm. Agron., 2000, **2(66)**: 121-134.
27. Zawisłak K., Adamiak J., Janczak-Tabaszewska D.: Chwastobójcza i plonotwórcza efektywność herbicydów doglebowych w uprawie ziemniaka. Zesz. Nauk. AR-T Olsztyn, 1986, **43**: 77-94.

THE INFLUENCE OF WEED INFESTATION OF POTATO CANOPY ON THE TOTAL AND TRADE YIELD UNDER ORGANIC AND INTEGRATED CROP PRODUCTION SYSTEMS

Summary

Studies were based on a field experiment performed in 2000–2002 on a rye complex soil in Mid-Eastern Poland. The experimental factors were made by: plant production systems (integrated and organic); potato cultivars (Ania, Baszta, Salto, Wolfram, and Wawrzyn). Potato tubers, in class A, were sown at a spacing of 70 × 35 cm on 25–27.04. In each system various cropping systems and production technologies were used. At the integrated system (potato – spring barley – faba bean – winter wheat + after-crop of white mustard) the mineral fertilization was introduced equivalent to the uptake of the following quantities: 110 kg N, 60 kg P, 60 kg K·ha<sup>-1</sup>. Compost at a dose of 35 t·ha<sup>-1</sup> was used only once at crop rotation – i.e. under potato. The chemical plant protection treatments were applied according to agrophage damage thresholds. At the organic system (potato – spring barley – clover and grass used for two years – winter wheat + aftercrop of white mustard and spring vetch) no fertilizations or pesticides were introduced, except Novodor and Permasect preparation against potato beetle. Only two-year compost (straw + red clover + supplement of manure) was used under potato at a rate of amount 35 t·ha<sup>-1</sup>. Weed control in this system consisted in the harrowing with weeder till plant emergence, triple hillings and single hand hoeing prior to the last hilling. Significant dependence of total and commercial tuber yields on fresh and dry matter of weeds determined before tuber harvest was found. Decrease of total and commercial yields under the influence of dry matter of weeds grown was of parabolic character in each crop production system. Air-dried matter and fresh matter of weeds appeared to be a more accurate measure to determine their threshold values at potato cultivation than was weed number.

*Praca wpłynęła do Redakcji 15 III 2005 r.*