

<sup>1</sup>Zakład Rolnictwa i Rozwoju Obszarów Wiejskich,  
Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Krośnie, 38-400 Krosno, ul. K. Wielkiego 6  
e-mail: bkmarczak@gmail.com

<sup>2</sup>Pracownia Towaroznawstwa Produktów Roślinnych, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie,  
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin  
e-mail: barbara.sawicka@up.lublin.pl

<sup>1</sup>BARBARA KROCHMAL-MARCZAK, <sup>2</sup>BARBARA SAWICKA

### **Zmienność cech gospodarczych *Ipomoea batatas* L. (Lam) w warunkach uprawy pod osłonami**

---

Variability of economic characteristics of *Ipomoea Batatas* L. (Lam.)  
in the conditions of cultivation under cover

**Streszczenie.** Badania oparto na doświadczeniu polowym, przeprowadzonym w latach 2007–2009 w południowo-wschodniej części Polski. Eksperyment założono metodą losowanych podbloków, w trzech powtórzeniach. Czynnikiem pierwszego rzędu były technologie uprawy: a) technologia tradycyjna jako obiekt kontrolny, b) technologia z zastosowaniem osłon z folii polietylenowej, c) technologia z użyciem włókniny polipropylenowej jako okrywy. Czynnikiem drugiego rzędu stanowiły trzy, zróżnicowane pod względem fizjologicznym, odmiany batata. Czynnikiem trzeciego rzędu były gęstości sadzenia, co 30, 40 i 50 cm w rzędzie. Uprawa batata pod osłonami przyczyniła się do wzrostu plonu ogólnego bulw w porównaniu z technologią tradycyjną, przy czym większy efekt w postaci wyżki plonu ogólnego i handlowego bulw uzyskano w przypadku stosowania folii polietylenowej, perforowanej. Najkorzystniejszą reakcję, w postaci wzrostu plonu ogólnego i handlowego bulw, na uprawę pod osłonami wykazała odmiana Carmen Rubin. Największy plon ogólny bulw odmiany White Triumph i Goldstar wydały przy gęstości sadzenia co 30 cm, zaś odmiana Carmen Rubin co 50 cm w rzędzie.

**Słowa kluczowe:** batat, osłony, odmiany, gęstość sadzenia, plon, struktura plonu

#### WSTĘP

Batata, *Ipomoea batatas* L. (Lam.), zwany również słodkim ziemniakiem, patatem lub wilcem ziemniaczanym, jest gatunkiem wieloletnim, uprawianym w strefie klimatu ciepłego oraz gorącego, a rośliną jednoroczną, jarą – w strefie umiarkowanej i należy do

rodziny powojowatych (*Convolvulaceae*) [Reveal 1999, Podbielkowski i Sudnik-Wójcikowska 2003]. Bulwy tego gatunku odznaczają się bardzo dużą wartością biologiczną i dietetyczną, o ok. 50% większą niż ziemniak i mogą stanowić doskonały pokarm dla ludzi, a także surowiec dla zakładów przetwórczych i farmaceutycznych [Akkamahadevi-Pasare i in. 1996, Sawicka i in. 2000, 2004, Takeno 2008]. Batat jest jednak gatunkiem o wysokich wymaganiach cieplnych, wrażliwym na chłody i przymrozki. Stąd też celem niniejszej pracy było określenie wpływu technologii uprawy z zastosowaniem okryw na płask oraz zróżnicowanej obsady roślin na plon i strukturę kilku odmian batata w warunkach południowo-wschodniej Polski.

#### MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2007–2009 w Żyznowie (woj. podkarpackie). Założono je metodą losowanych podbloków (split-split-plot) w układzie zależnym, w trzech powtórzeniach. Czynnikiem I rzędu były technologie uprawy: a) tradycyjna technologia – jako obiekt kontrolny, b) technologia z zastosowaniem osłon z folii polietylenowej, c) technologia z użyciem włókniny polipropylenowej jako okrywy. Czynnikiem II rzędu stanowiły trzy odmiany batata (Carmen Rubin, Goldstar i White Triumph). Czynnikiem III rzędu były gęstości sadzenia, co 30, 40 i 50 cm w rzędzie, zaś odległość między rzędami wynosiła 75 cm. Okrywy użyte w doświadczeniu to: włóknina polipropylenowa P-17, biała, której 1 m<sup>2</sup> waży 17 g; folia polietylenowa, perforowana PE, o grubości 0,1 mm, na 1 m<sup>2</sup> jej powierzchni znajduje się 400–500 otworów o średnicy 1 cm. Odmiana Carmen Rubin była wczesna, o różowej skórce i pomarańczowym miąższu. Goldstar to odmiana średnio późna, o pomarańczowej skórce i pomarańczowym miąższu bulw. Odmiana średnio wczesna White Triumph charakteryzowała się białą skórką i białym miąższem [Sand Hill Preservation Center 2008]. Przedplonem batata był jęczmień jary, po zbiorze którego wykonywano podorywkę pielęgnowaną. Nawożenie organiczne stosowano jesienią w formie obornika w ilości 25 t ha<sup>-1</sup>. Wiosną pole bronowano, a przed sadzeniem wysiewano nawozy mineralne w ilości: 80 kg N, 34,9 kg P, 99,6 kg K ha<sup>-1</sup>. Nawożenie mineralne ustalono na podstawie zasobności gleby w te składniki. Sadzonki batata uzyskano na drodze rozmnażania *in vitro*. Sadzenie przeprowadzono w 2007 r. – 18 maja, w 2008 r. – 15, a w 2009 r. – 16 maja. Powierzchnia poletek do zbioru wynosiła 20 m<sup>2</sup>. Osłony utrzymywano na roślinach przez 3, 4 tygodnie (w zależności od przebiegu warunków pogodowych) i zdejmowano je ok. 10–15 czerwca. Do zbioru batata przystąpiono w 2007 r. w końcu października, zaś w latach 2008–2009 – w połowie października. Sprzęt plonu wykonano kopaczką elewatorową. Po zbiorze oceniono strukturę plonu według frakcji o masie: <0,20; 0,21–0,40; 0,41–0,60; 0,61–0,80; 0,81–1,0; >1,0 kg; w każdej frakcji określono masę bulw oraz ich procentowy udział w plonie, a także plon ogólny i handlowy bulw, przyjmując jako frakcję handlową bulwy o masie > 0,20 kg. Wyniki badań obliczono statystycznie przy udziale analizy wariancji. Istotność źródeł zmienności testowano testem „F” Fischera-Snedecora, a oceny istotności różnic pomiędzy porównywanymi średnimi dokonano za pomocą wielokrotnych przedziałów Tukeya. Przebieg pogody w latach badań był zróżnicowany, co ilustruje rysunek 1.

## WYNIKI

Plon ogólny batata w doświadczeniu wyniósł przeciętnie 31,19 t $ha^{-1}$  i można go uznać za wysoki. Wszystkie czynniki eksperymentu modyfikowały tę cechę (tab. 1). Najlepszy efekt plonotwórczy uzyskano w technologii uprawy z zastosowaniem folii perforowanej, polietylenowej (wzrost plonu o 17,7%), nieco mniejszy, ale również istotny efekt uzyskano w uprawie pod włókniną polipropylenową (wzrost o 7,9%) w porównaniu z uprawą tradycyjną, bez osłon.

Tabela 1. Wpływ technologii uprawy, odmian, gęstości sadzenia i lat na plon ogólny bulw batata (t $ha^{-1}$ )

Table 1. Influence of cultivation technology, cultivars, plant density and years on the total yield of sweet potato tubers (t $ha^{-1}$ )

Czynniki eksperymentu Experimental factors		Technologia uprawy – Cultivation technology			Średnia Mean
		tradycyjna conventional	folia polietylenowa PE-sheeting	włóknina polipropylenowa PP-sheeting	
Odmiany Cultivars	Goldstar	22,25	27,76	26,36	25,46
	Carmen Rubin	47,00	53,83	48,57	49,80
	White Triumph	16,96	19,87	18,06	18,30
Gęstości sadzenia Plant density (cm)	30	27,30	30,54	28,27	28,70
	40	29,59	35,81	32,54	32,65
	50	29,32	35,11	32,18	32,20
Lata Years	2007	19,76	27,08	23,62	23,49
	2008	28,88	36,04	33,41	32,78
	2009	37,57	38,35	35,96	37,29
Średnio – Mean		28,74	33,82	31,00	31,19

Lata – Years 2,00

Technologie – Technologies 2,00

Odmiany – Cultivars 2,00

Gęstości sadzenia – Plant densities 2,00

Lata × technologie – Years × technologies n\*

Gęstości × technologie – Densities × technologies n

technologie × odmiany – Technologies × cultivars n

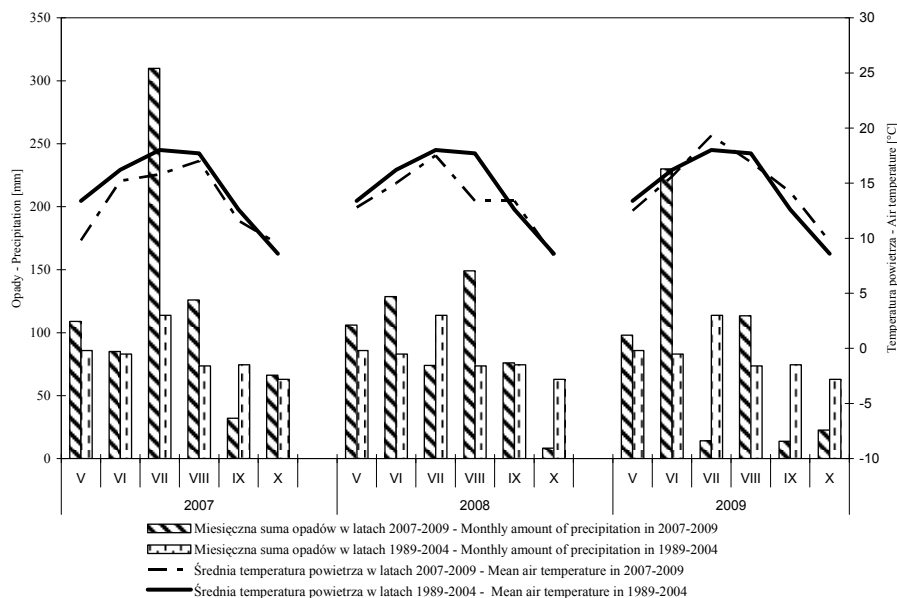
\*nieistotne przy poziomie  $\alpha \leq 0,05$  – not significant at  $\alpha \leq 0.05$

Cechy genetyczne badanych odmian decydowały w największym stopniu o masie plonu. Najplenniejszą okazała się odmiana pochodząca z Izraela – Carmen Rubin, najmniej plenną zaś włoska odmiana – White Triumph. Odmiana Goldstar plonowała istotnie wyżej niż White Triumph, ale prawie dwukrotnie niżej niż odmiana Carmen Rubin.

Największy plon uzyskano przy gęstości sadzenia co 40 cm. Dalsze rozrzedzenie sadzenia nie powodowało już zwiększenia wartości tej cechy a nawet obserwowano tendencję do spadku plonu w stosunku do obiektów z gęstością sadzenia co 40 cm.

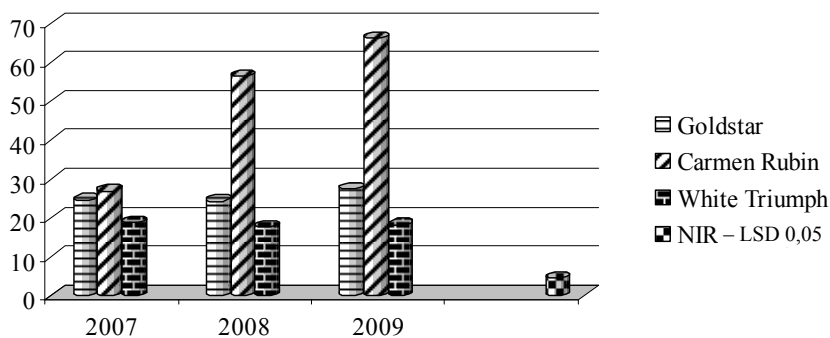
Warunki atmosferyczne w latach badań determinowały istotnie wielkość plonu bulw. Największą wartość tej cechy uzyskano w wilgotnym, ale ciepłym 2009 r., najmniejszą zaś w bardzo wilgotnym 2007 r.. Badane odmiany odmiennie reagowały na warunki atmosferyczne w latach badań. Odmiana Carmen Rubin uzyskiwała największy

plon bulw w wilgotnym 2009 r., zaś najmniejszą wartość badanej cechy u tej odmiany stwierdzono w bardzo wilgotnym 2007 r.. Podobną reakcję na warunki atmosferyczne zaobserwowano u odmiany Goldstar, natomiast odmienną – u odmiany White Triumph, która uzyskała największy plon bulw w 2007, zaś najniższy – w 2009 r. (rys. 1–2).



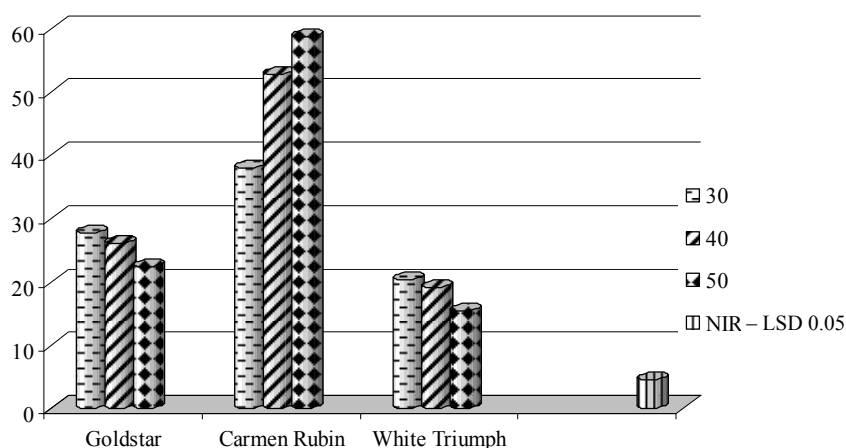
Rys. 1. Opady i temperatura powietrza w okresie wegetacji batata wg stacji meteorologicznej w Dukli (2007–2009)

Fig. 1. Precipitation and air temperature in the sweet potato vegetation period acc. to meteorological office Dukli (2007–2009)

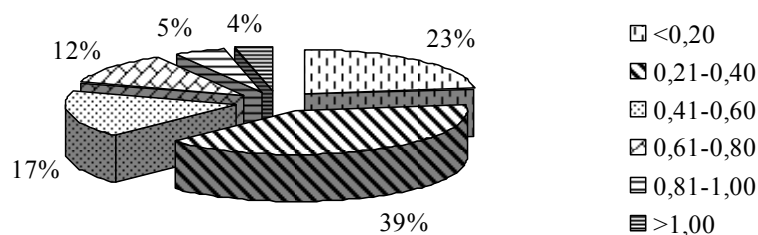


Rys. 2. Wpływ właściwości odmianowych i warunków atmosferycznych na plon bulw batata ogółem

Fig. 2. Influence of varietal characteristics and atmospheric conditions on total tuber yield of sweet potato



Rys. 3. Wpływ właściwości odmianowych i gęstości sadzenia na plon bulw batata  
 Fig. 3. Influence of cultivar and planting density on tuber yield of sweet potato



Rys. 4. Udział bulw poszczególnych frakcji w plonie ogólnym batata  
 Fig. 4. The share of the different fractions of tubers in the total yield of sweet potato

Badane odmiany wykazały odmienną reakcję na gęstości sadzenia roślin. Odmiany Goldstar i White Triumph największy plon bulw uzyskały w obiektach sadzonych co 30 cm, najmniejszy zaś – w kombinacjach sadzonych, co 50 cm w rzędzie. Odmiana Carmen Rubin, o długich płożących się pędach, największy plon uzyskała natomiast, gdy rośliny sadzono co 50 cm w rzędzie. W przypadku tej odmiany obserwowano wzrost plonu bulw w miarę zwiększania odstępów między roślinami w rzędzie (rys. 3).

W plonie ogółem największy udział stanowiły bulwy o masie 0,21–0,41 kg (39%), najmniejszy zaś – bulwy o wadze > 1 kg (4%) (rys. 4). Zastosowanie folii polietylenowej, perforowanej, przyczyniło się do zwiększenia udziału bulw najmniejszych, o masie < 0,20 kg oraz o masie 0,61–1,00 kg, a zmniejszenia udziału bulw o kalibrze 0,41–0,60 kg,

w porównaniu z tradycyjną technologią uprawy. Uprawa *Ipomoea batatas* z zastosowaniem włókniny polipropylenowej przyczyniła się z jednej strony do zwiększenia udziału bulw o masie: 0,61–0,80 kg; 0,81–1,00 kg i > 1,0 kg, z drugiej zaś do zmniejszenia udziału bulw o masie 0,21–0,60 kg, w porównaniu z technologią tradycyjną (tab. 2).

Spośród badanych odmian najkorzystniejszą strukturą masy bulw w plonie odznaczała się Carmen Rubin, z uwagi na największą partycypację w plonie bulw dużych, o masie od 0,61 do ponad 1 kg, zaś najmniejszą – bulw najdrobniejszych, o masie < 0,20 kg. Najmniej korzystną strukturą plonu odznaczała się odmiana White Triumph, ze względu na największy udział bulw najdrobniejszych, a najmniejszy – bulw o masie 0,61–0,80 kg; 0,81–1,00 kg i > 1,0 kg. Odmiana Goldstar cechowała się największą partycypacją bulw o masie 0,41–0,60 kg, zaś nie różniła się istotnie partycypacją bulw o masie 0,61–0,80 kg od odmiany Carmen Rubin (tab. 2).

Tabela 2. Wpływ technologii uprawy, odmian, gęstości sadzenia i lat na udział masy bulw poszczególnych frakcji w plonie ogółem (%)

Table 2. Influence of cultivation technologies, cultivars, planting densities and years on the share of individual tubers weight fraction of the total yield (%)

Czynniki eksperymentu Experimental factors		Frakcje bulw – Fractions of tubers (kg)					
		<0,20	0,21–0,40	0,41–0,60	0,61–0,80	0,81–1,00	>1,00
Technologia uprawy Cultivation technology	A	20,78	41,29	21,73	9,52	2,90	3,79
	B	27,89	39,56	15,58	11,32	3,09	2,56
	C	20,97	37,17	13,81	15,41	7,98	4,66
	NIR – LSD <sub>0,05</sub>	2,39	n	1,62	1,66	1,10	1,02
Odmiany Cultivars	Goldstar	23,11	37,29	18,45	13,16	4,41	3,58
	Carmen Rubin	17,66	40,83	15,30	13,54	7,32	5,35
	White Triumph	28,89	39,94	17,37	9,53	2,23	2,04
	NIR – LSD <sub>0,05</sub>	2,39	n	1,62	1,66	1,10	1,02
Gęstość sadze- nia Plant density (cm)	30	22,25	42,68	17,14	11,46	3,98	2,49
	40	24,62	39,21	17,92	11,64	3,68	2,93
	50	22,80	36,16	16,06	13,13	6,29	5,56
	NIR – LSD <sub>0,05</sub>	n*	n	n	1,64	1,10	1,02
Lata Years	2007	23,42	29,16	21,78	16,87	4,96	3,81
	2008	23,10	26,68	21,43	14,65	8,08	6,06
	2009	23,15	62,21	7,89	4,72	0,91	1,12
	NIR – LSD <sub>0,05</sub>	n	2,94	1,62	1,66	1,10	1,02
Średnia – Mean		23,22	39,35	17,04	12,08	4,65	3,66

A – technologia tradycyjna – conventional technology; B – folia polietylenowa – polyethylene sheeting; C – agrowłóknina – polypropylene sheeting; \*nieistotne przy poziomie  $\alpha \leq 0,05$  – not significant at  $\alpha \leq 0,05$

Gęste sadzenie roślin w rzędzie, co 30 cm, przyczyniło się do zwiększenia udziału masy bulw o wadze 0,21–0,40 kg oraz zmniejszenia udziału bulw o masie ponad 1 kg, natomiast najrzadsze ich sadzenie, co 50 cm w rzędzie, spowodowało zmniejszenie udziału bulw o masie 0,21–0,40 kg, a wzrost udziału bulw o masie od 0,61 do > 1 kg (tab. 2).

Tabela 3. Wpływ technologii uprawy, odmian i lat na udział oraz plon bulw handlowych batata  
 Table 3. Influence of cultivation technologies, cultivars and years on the share on the share of trade tubers and trade yields of sweet potato

Czynniki eksperymentu Experimental factors		Udział bulw handlowych Share of trade tubers (%)	Plon handlowy bulw Trade yield of tubers (t ha <sup>-1</sup> )
Technologia uprawy Cultivation technology	A	79,39	23,60
	B	72,72	25,50
	C	79,22	25,06
	NIR – LSD <sub>0,05</sub>	2,39	n
Odmiany Cultivars	Goldstar	78,24	19,80
	Carmen Rubin	82,02	41,43
	White Triumph	71,08	12,93
	NIR – LSD <sub>0,05</sub>	2,39	2,04
Lata Years	2007	76,08	17,91
	2008	78,57	26,17
	2009	76,69	30,08
	NIR – LSD <sub>0,05</sub>	n*	2,04
Średnia – Mean		77,11	24,72

Oznaczenia jak w tabeli 2 – Explanations see table 2

Warunki meteorologiczne w latach badań istotnie kształtowały strukturę plonu bulw. Najkorzystniejszą strukturę masy bulw w plonie ogółem uzyskano w wilgotnym 2008 r., w którym obserwowano największy udział bulw największych w plonie, tj. o masie ponad 0,81 kg, a mniejszy – bulw najdrobniejszych, o masie < 0,20 kg. W roku 2009, charakteryzującym się suszą w ostatnich miesiącach wegetacji, zanotowano natomiast największą partycypację bulw o masie 0,21–0,40 kg, nawet 2-krotnie większą niż w pozostałych latach badań, natomiast najmniejszą partycypację bulw dużych, o masie ponad 0,61 kg. W bardzo wilgotnym 2007 r. stwierdzono natomiast największy udział bulw o masie < 0,20 kg i 0,61–0,80 kg (tab. 2).

Udział bulw handlowych w plonie ogólnym bulw batata stanowił przeciętnie 77,1%, a przeciętny plon tej frakcji bulw wynosił 24,72 t ha<sup>-1</sup> (tab. 3). Największą partycypację bulw tego kalibrażu uzyskano w uprawie tradycyjnej, zaś najmniejszą – w technologii z zastosowaniem folii polietylenowej, perforowanej. Uprawa pod włókniną polipropylenową nie różniła się istotnie pod względem wartości tej cechy od obiektu kontrolnego, bez osłon. Czynniki te nie wywarły natomiast istotnego wpływu na plon handlowy, aczkolwiek obserwowano tendencję do wzrostu wartości tej cechy w technologiach uprawy z zastosowaniem okryw „na płask” w porównaniu z uprawą tradycyjną.

Największym udziałem oraz plonem bulw handlowych odznaczała się odmiana Carmen Rubin, najmniejszym zaś – White Triumph. Odmiana Goldstar miała zarówno istotnie większą partycypację, jak i plon bulw tego kalibrażu niż odmiana White Triumph, ale wydała ponad 2-krotnie mniejszy plon handlowy niż odmiana Carmen Rubin (tab. 3). Warunki atmosferyczne w latach badań determinowały istotnie tylko wielkość plonu handlowego bulw. Największą wartość tej cechy uzyskano w 2009 r., korzystnym dla uprawy batata, najmniejszą natomiast – w skrajnie wilgotnym 2007 r.

## DYSKUSJA

Stosowane w doświadczeniu technologie uprawy oraz gęstości sadzenia batata wywarły zróżnicowany wpływ na cechy ilościowe i jakościowe plonu trzech, zróżnicowanych pod względem morfologicznym i fizjologicznym, odmian batata. Plon ogólny bulw wynosił przeciętnie  $31,19 \text{ t ha}^{-1}$  i można go uznać za wysoki, gdyż średni, światowy plon batata ocenia się na  $15 \text{ t ha}^{-1}$  [FAOSTAT 2010]. Plony uzyskiwane w doświadczeniach wykonywanych na glebach dobrych, z zastosowaniem trzykrotnego nawadniania, Bhagsari i Harmon [1982] oraz Bhagsari i Ashley [1990] szacują na 30 do  $73 \text{ t ha}^{-1}$ . Zdaniem wielu autorów [Bhagsari i Harmon 1982, Bhagsari i Ashley 1990, Sen i in. 1990] plon bulw batata na poziomie  $10\text{--}25 \text{ t ha}^{-1}$  można uzyskać już po 4–5 miesiącach od posadzenia sadzonek. W warunkach gleb lekkich, w środkowo-wschodniej Polsce, Sawicka i in. [2000] uzyskali handlowy plon batata rzędu  $12,9 \text{ t ha}^{-1}$ , zaś Krochmal-Marczak i Sawicka [2006] w warunkach południowo-wschodniej Polski –  $28,3 \text{ t ha}^{-1}$ . Efekt plonotwórczy, uzyskany w przeprowadzonych badaniach w uprawie pod folią polietylenową w postaci wyższy plonu ogólnego i handlowego bulw, wynosił odpowiednio 17,7 i 8,1%, w porównaniu z technologią tradycyjną. Uzyskano go dzięki zwiększeniu w plonie udziału bulw o masie  $< 0,20$ ,  $0,61\text{--}0,80$  kg, a obniżeniu udziału bulw o masie  $0,41\text{--}0,60$  kg. Sawicka [1996] uzyskała w uprawie ziemniaka pod osłoną z folii polietylenowej wzrost plonu ogółem, w najwcześniejszym zbiorze – po 55 dniach od sadzenia – o około 54%, a plonu handlowego o 70%. W opinii Friesslebena [1984] przykrycie upraw folią polietylenową przyczynia się do wzrostu plonu bulw o około 54%. Le Core [1988], stosując folię polietylenową w uprawie wczesnych odmian ziemniaka, uzyskał wzrost plonu we wczesnym terminie zbioru od 4 do  $24 \text{ t ha}^{-1}$ .

Efekt plonotwórczy, w postaci wzrostu plonu ogółem i handlowego bulw batata, w uprawie pod osłoną z włókniny polipropylenowej okazał się nieco mniejszy niż w uprawie pod folią polietylenową i wynosił odpowiednio 7,9% i 6,2%, w porównaniu z uprawą tradycyjną, bez osłon. Uzyskanie takiego efektu było możliwe dzięki zwiększeniu partycypacji bulw o masie  $0,61\text{--}0,80$  i  $0,81\text{--}1,00$  i  $> 1$  kg, a zmniejszeniu partycypacji bulw o masie  $0,21\text{--}0,40$  i  $0,41\text{--}0,60$  kg. Włóknina P 17, użyta w badaniach, dzięki swojej siatkowej strukturze przepuszcza, zdaniem Sawickiej [1998], prawie 100% wody opadowej, pozwala na swobodną cyrkulację powietrza, a jednocześnie stwarza roślinom lepsze warunki cieplne. Badania Wierzbickiej [1995] wykazały, że w kwietniu temperatura gleby na polach osłoniętych włókniną w porównaniu z glebą nieosłoniętą była większa o  $1\text{--}2^\circ\text{C}$  na głębokości 5 cm, a głębiej nawet o  $2\text{--}3^\circ\text{C}$ . Okrycie roślin włókniną zaraz po zasadzeniu przyspiesza ich przyjęcie się, w zależności od warunków pogodowych o 3 do 10 dni. Rośliny pod osłoną z włókniny polipropylenowej są, w opinii Wadas [2003], wyższe i bardziej wyrównane, wcześniej rozpoczynają formowanie pąków kwiatowych i wykształcają większą masę części nadziemnych. Ponadto włóknina skutecznie zabezpiecza młode rośliny przed wiosennymi, przygruntowymi przymrozkami, nawet do  $-6^\circ\text{C}$ . Stosowanie włókniny polipropylenowej jako osłony w uprawie wczesnych odmian ziemniaka w opinii Prośby-Białczyk i Mydlarskiego [1998] daje w warunkach Polski południowo-zachodniej wyżkę plonu ogólnego o  $4,6\text{--}4,7 \text{ t ha}^{-1}$  i o 10% plonu handlowego. Według Wierzbickiej [1995], Sawickiej [1996, 1998], Grześkiewicza [1997], Prośby-Białczyk i Mydlarskiego [1998] i Wadas [2003] zastosowanie osłon w uprawie wczesnych odmian ziemniaka przyczynia się do wzrostu wydajności plonu handlowego



bulw poprzez poprawę struktury plonu na korzyść bulw dużych. Badania własne potwierdzają ten pogląd.

Cechy genetyczne badanych odmian decydowały w największym stopniu o masie plonu. Największy plon wydała odmiana izraelska Carmen Rubin, zaś najmniejszy – odmiana włoska White Triumph. Różnice w wielkości plonu bulw pomiędzy różnymi odmianami batata oraz pomiędzy poszczególnymi roślinami tej samej odmiany zdaniem Wilsona [1988] zależą od wielu czynników. Badania tegoż autora dowodzą, że różnice te wynikają z genotypu, wielkości i jakości sadzonek oraz czynników klimatycznych i glebowych. Potencjalna plenność odmiany Carmen Rubin w warunkach Brazylii oceniana jest na  $40,5 \text{ t ha}^{-1}$ , a plenność rzeczywista – na  $23,8 \text{ t ha}^{-1}$  [Silveira i in. 1997]. W warunkach polskich ta sama odmiana dawała plon bulw rzędu  $41,61 \text{ t ha}^{-1}$  ze współczynnikiem zmienności  $V = 45,8\%$  [Krochmal-Marczak i Sawicka 2006]. Najlepsze odmiany i rody batata dają w Chinach plon dochodzący do  $32,3 \text{ t ha}^{-1}$  [Yang-GuoHong i in. 1999]. W warunkach USA można uzyskać plony bulw batata rzędu  $19,5\text{--}26,4 \text{ t ha}^{-1}$  [Inasi i in. 1996]. W przeprowadzonych badaniach, w warunkach Podkarpacia, w ciepłym i wilgotnym 2009 r., najplenniejsza odmiana Carmen Rubin uzyskała, zależnie od obsady roślin, od 45 do ponad  $80 \text{ t ha}^{-1}$ , bez stosowania nawadniania. Zatem możliwości uzyskiwania plonu bulw batata w warunkach południowo-wschodniej Polski są duże i stwarzają nadzieję na szybkie wdrożenie tego gatunku do uprawy.

W strukturze masy plonu przeważały bulwy o wadze  $0,21\text{--}0,40 \text{ kg}$ , najmniejszy zaś udział stanowiły bulwy o masie powyżej  $1,0 \text{ kg}$ . Podobne wyniki uzyskała również Sawicka i in. [2000]. Autorzy ci twierdzą, że na zróżnicowanie plonu i jego strukturę mają wpływ warunki atmosferyczne, które modyfikują wartości tych cech. W badaniach własnych udział bulw o masie  $0,21\text{--}0,40 \text{ kg}$  był również zmienny w latach badań. Największą partycypację tej frakcji w plonie ogółem uzyskano w 2009 r., który cechował się najmniejszą sumą opadów i najwyższymi temperaturami w okresie lipiec–sierpień. Zdaniem Sawickiej [1998] wysoki poziom opadów w lipcu i sierpniu może zmniejszać liczbę bulw małych, zaś zwiększać liczbę bulw największych. Tę opinię potwierdzają badania własne, gdyż niskie opady w miesiącach lipiec–sierpień, w 2009 r., przyczyniły się do najmniejszej liczebności bulw największych w plonie, o masie powyżej  $1,0 \text{ kg}$ . Udział bulw poszczególnych frakcji w plonie był też modyfikowany przez technologie uprawy, a zwłaszcza przez zastosowanie włókniny w uprawie „na płask”. W opinii Wierzbieckiej [1995], Grześkiewicza [1997], Sawickiej [1996, 1998], Prośby-Białczyk i Mydlarskiego [1998], Wadas [2003] zastosowanie osłon w uprawie wczesnych odmian ziemniaka wpływa na poprawę struktury plonu, na korzyść bulw dużych, co znajduje odzwierciedlenie w badaniach własnych.

Wzrostowi i rozwojowi roślin sprzyjały lata ciepłe i wilgotne. Zdaniem Krochmal-Marczak i Sawickiej [2007] we wzroście i rozwoju roślin tego gatunku w klimacie umiarkowanym można wyróżnić dwa okresy: pierwszy – intensywnego wzrostu korzeni i liści oraz inicjacji bulw; drugi – wzrostu i rozwoju bulw. Wyższe temperatury są korzystne dla wzrostu i rozwoju liści, a później korzystniejsze są niższe temperatury dla wzrostu i rozwoju bulw. Długość całego okresu wegetacji *Ipomoea batatas* w klimacie umiarkowanym zależy w dużym stopniu od odmiany i może wynosić od 17,5 do 20 tygodni [Krochmal-Marczak i Sawicka 2007, Takeno 2008]. Zdaniem Midmose [1994], Novak i in. [2007] batat bardzo silnie reaguje na natężenie światła, a słabo na długość dnia. Dopiero przy skróceniu światła poniżej 7 godzin na dobę następuje zahamowanie

wzrostu bulw. W związku z wymaganiami cieplnymi batata ważna, zwłaszcza dla uprawy polowej, jest długość okresu bezprzymrozkowego, która powinna wynosić co najmniej 16 tygodni [Krochmal-Marczak i Sawicka 2007]. Stąd też uprawy towarowe batata powinny być lokalizowane w Polsce w rejonach, w których przymrozki wiosenne nie występują po 15–20 maja, jesienne zaś – przed 1 października. Takie warunki spełnia zarówno środkowa, południowo-wschodnia, jak i południowo-zachodnia część kraju. Uprawa towarowa w odkrytym gruncie powinna być lokalizowana w najkorzystniejszych rejonach, obejmujących środkowo-wschodnią część Polski, region sandomiersko-lubelski oraz szeroki pas środkowej części Polski.

Dalsze badania nad *Ipomoea batatas* w Polsce mogą przyczynić się do wprowadzenia go do uprawy, zwłaszcza w południowo-wschodniej i południowo-zachodniej części Polski.

#### WNIOSKI

1. Technologie uprawy batata pod osłonami zakładanymi „na płask” sprawdziły się w warunkach południowo-wschodniej części Polski i przyniosły wymierny efekt w postaci zarówno wyższy plonu ogółem, jak i handlowego, w porównaniu z technologią tradycyjną. Większy efekt uzyskano po zastosowaniu folii polietylenowej, perforowanej niż włókniny polipropylenowej jako okrywy.

2. Optymalną w warunkach południowo-wschodniej części Polski okazała się obsada 33 333 tys. szt. roślin  $\text{ha}^{-1}$ .

3. Odmianą najbardziej plenną i stabilną, godną polecenia dla gospodarstw towarowych, była Carmen Rubin.

4. Badane odmiany batata wyróżniały się zróżnicowaną reakcją na technologie i gęstości sadzenia. Najkorzystniejszą reakcję, w postaci wzrostu plonu ogólnego i handlowego bulw, na uprawę pod osłonami wykazała odmiana Carmen Rubin. Odmiany White Triumph i Goldstar największy plon ogólny bulw wydały przy gęstości sadzenia co 30 cm, zaś odmiana Carmen Rubin – co 50 cm w rzędzie.

5. Polowa uprawa batata w regionie południowo-wschodniej części Polski daje szansę na wprowadzenie nowego, alternatywnego gatunku zapewniającego dużą wartość biologiczną, a jednocześnie ciekawej rośliny dla gospodarstw agroturystycznych i może stanowić w przyszłości podstawę do oddziaływania na produkcję ogrodniczą oraz zapewnić surowiec dla przemysłu przetwórczego w tym regionie.

#### PIŚMIENNICTWO

- Akkamahadevi-Pasare B., Neera R., Srinivasan C.N., Pushapa B., Rao N., Bharati P., 1996. Composition and cooking quality of five sweet potato varieties. *J. Root Crops* 22, 2, 101–104.
- Bhagsari A.S., Ashley D.A., 1990. Relationship of photosynthesis and harvest index of sweet potato yield. *J. Hort. Sci.* 111, 288–293.
- Bhagsari A.S., Harmon S.A., 1982. Photosynthesis and photosynthesis partitioning in sweet potato genotypes. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 107, 506–510.

- FAOSTAT, 2010. FAO Statistical databases. Food and agriculture organization of the United Nations. <http://faostat.fao.org>
- Friessleben R., 1984. Studies in early ware potato cultivation under perforated polyethylene Sheeting. *Archiv. Für Acker und Pflanzenbau und Bodenkunde* 28 (2), 133–142.
- Grzeškiewicz H., 1997. Wykorzystanie włókniny w polowej uprawie ziemniaków na bardzo wczesny zbiór. *Wyd. Inst. Ziemn., Bonin*, 3–11.
- Inasi K.A., Philip J., Antony A., Sreekumar K., Nair R.R., Kunju U.M., Kunip G.T., Palniswami M S., Potty V.P., Paadmaja G., 1996. Crop production strategies of tuber crops intercropped with coconut in reclaimed alluvial soils. *Science Publishers, Inc., Lebanon, USA*, 264–273.
- Krochmal-Marczak B., Sawicka B., 2006. Zmienność fenotypowa cech *Ipomoea batatas* (L.) Lam. ważnych z punktu widzenia gospodarczego i wartości biologicznej surowca. *Mat. Konf. Nauk. nt. Przyrodnicze uwarunkowania produkcji roślinnej. Warszawa, SGGW*, 23–24 czerwca, 183–184.
- Krochmal-Marczak B., Sawicka B., 2007. Wpływ warunków meteorologicznych na wielkość plonu *Ipomoea batatas* L. [LAM]. *Konf. Nauk. nt. Problemy agrofizyczne kształtowania środowiska rolniczego i jakości surowców żywnościowych. Lublin, 12 maja*, 136–137.
- Le Core P., 1988. Deux techniques pour augmenter la précocité des pommes de terre primeurs: bâchage et aillage. *Pomme Terre Franç.*, 444, 9–14.
- Midmore D.J., 1994. Potato (*Solanum* spp.) in the tropics. A soil temperature effects on emergence plant development and yield. *Field Crops Res.*, 8 (4), 255–271.
- Novak B., Žutić I., Toth N., Dobričević N., 2007. Sweet potato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam] yield influenced by seedlings and mulching. *Agric. Consp. Sci.* (4), 357–359.
- Podbielkowski Z., Sudnik-Wójcikowska B., 2003. *Słownik roślin użytkowych. PWRiL, Warszawa*, ss. 708.
- Prośba-Białczyk U., Mydlarski M., 1998. Uprawa ziemniaków na wczesny zbiór przy zastosowaniu osłony z agrowłókniny. *Fragm. Agron.* 1, 74–84.
- Reveal J. L., 1999. *Reveal System of Classification. [W:] PBIO 250 Lecture Notes, Plant Taxonomy [on-line]. Department of Plant Biology, University of Maryland*, 489–492.
- Sawicka B., 1996. *Przyrodnicze i gospodarcze aspekty zastosowania folii polietylenowej w uprawie wczesnych odmian ziemniaka. Raport KBN, maszynopis*, ss. 70.
- Sawicka B., 1998. Efekty technologiczne i ekonomiczne uprawy wczesnych odmian ziemniaka pod folią polietylenową. *Rocz. AR w Poznaniu*, 307, *Rolnictwo*, 52, 175–182.
- Sawicka B., Pszczółkowski P., Mikos-Bielak M., 2000. Biologiczna wartość bulw *Ipomoea batatas* L. [Lam.] w warunkach Lubelszczyzny. *Rocz. AR w Poznaniu*, 323 (31), *Ogrodnictwo, Cz. I*, 453–457.
- Sawicka B., Pszczółkowski P., Krochmal-Marczak B., 2004. Jakość bulw *Ipomoea batatas* (L.) Lam. uprawianych w warunkach nawożenia azotem. *Annales UMCS, Sec. E*, 59(3), 1223–1231.
- Sand Hill Preservation Center. 2008. Sweet potato catalog. [http://www.sandhillpreservation.com/catalog/sweet\\_potatoes.html](http://www.sandhillpreservation.com/catalog/sweet_potatoes.html)
- Sen H., Mukhopadhyay S.K., Goswami S.B., 1990. Relative performance of some sweet potato entries at early harvesting. *J. Root Crops* 16, 18–21.
- Silveira M. A., Azevedo S.M., Maluf W.R., Campos V.P., Momente V.G., 1997. Palmas and Canuana new sweet potato cultivars with resistance to root knot nematodes. *Hort. Brasil.*, 15 (2), 122–123.
- Takeo K., 2008. Flowering response of *Ipomoea batatas* scions grafted onto Parities nil stocks. *Physiol. Plant.*, 82, 682–686.

- Wadas W., 2003. Efektywność ekonomiczna produkcji ziemniaka wczesnego pod osłonami z agrowłókniny. Pam. Puł. 133, 207–214.
- Wierzbicka B., 1995. Studia nad przyspieszoną uprawą wczesnych odmian ziemniaka. Zesz. Nauk. AR-T Olsztyn, Agricultura 61 B, Rozpr. hab., ss. 46
- Wilson J.E., 1988. Sweet potato (*Ipomoea batatas*). Planting material. Agro-Facts. IRETA Publications 2 (88), 1–10.
- Yang-Guohong., Jeong-Byeong CH., Oh-Yong B., Cho-Soo Y., 1999. Breeding of new starch-processing type sweet potato variety Yushu 13 with high yield and multiresistance. J. Henan Agricult. Sci. 3, 3–5.

**Summary.** The study was based on a field experiment, conducted in the 2007–2009 in the south-eastern part of Poland. The experiment was randomized sub-block in three replications. The field experiment used cultivation technologies: a) traditional technology – as an object of control, b) the technology with the use of covers of polyethylene, c) technology with the use of non-woven polypropylene, as a cover. The second-order factor were three cultivars of sweet potato that were physiologically differentiated. The third factor was planting density, every 30, 40 and 50 cm in a row. Cultivation of sweet potato under cover contributed to the increase in the total yield of tubers, as compared with traditional technology, with a greater effect in the form of yield increases for general and commercial tubers obtained in the case of polyethylene, perforated foil. The most favorable response, in terms of a higher total and marketable yield of tubers, cultivation under cover was shown by a cultivar of Carmen Rubin. The highest total yield of tubers of the cultivar White Triumph and Goldstar was observed at a density of planting, at 30 cm, while the cultivar Carmen Rubin – every 50 cm in a row.

**Key words:** sweet potato, cover, cultivars, planting density, yield, yield structure