

## WPLYW NAWADNIANIA NA ZAWARTOŚĆ I PLON SKROBI WYBRANYCH ODMIAN ZIEMNIAKA W TRZECH REGIONACH POLSKI

PIOTR PSZCZÓLKOWSKI<sup>1</sup>, BARBARA SAWICKA<sup>2</sup>, TOMASZ LENARTOWICZ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Zakład Doświadczalny Oceny Odmian COBORU, Uhnin, 21-211 Dębowa Kłoda,

<sup>2</sup>Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin,

<sup>3</sup>Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych, 63-022 Słupia Wielka

**Synopsis.** Badania przeprowadzono w latach 2009–2011 w stacjach Centralnego Ośrodka Badania Odmian Roślin Uprawnych, rozmieszczonych w różnych regionach Polski. Celem pracy było określenie wpływu nawadniania kilku odmian ziemniaka na zawartość i plon skrobi. Doświadczenia polowe, w układzie zależnym, split-split-plot, w 3 powtórzeniach, przeprowadzono zgodnie z metodyką oceny wartości gospodarczej odmian roślin uprawnych. Badano trzy czynniki: czynnikiem pierwszego rzędu było deszczowanie zastosowane w dwóch wariantach: A – bez deszczowania (obiekt kontrolny), B – deszczowanie na podstawie wskazań tensjometru. Czynnikiem drugiego rzędu było 5 bardzo wczesnych odmian ziemniaka, czynnikiem trzeciego rzędu były 3 lokalizacje eksperymentów polowych na różnej wysokości nad poziomem morza. Zawartość skrobi określano w świeżej masie bulw, w 2 terminach zbioru: po 60 dniach od sadzenia i po dojrzeniu bulw na wadze hydrostatycznej. Udowodniono istotny wpływ badanych czynników na zawartość i plon skrobi. Deszczowanie plantacji ziemniaka przyczyniło się do zmniejszenia zawartości skrobi w bulwach (w drugim terminie zbioru), ale zwiększyło plon tego składnika; przy czym wyższy efekt tego zabiegu uzyskano w zbiorze bulw po dojrzeniu. Uzyskaniu wyższej zawartości skrobi w bulwach sprzyjały warunki meteorologiczne z bardzo wilgotnym majem i czerwcem, wilgotnym lipcem i posusznym sierpniem. W warunkach gleb lekkich, w północno-zachodniej części Polski, potrzeby nawadniania były wyższe niż w Małopolsce, czy w Polsce centralnej, ze względu na niski stopień akumulowania wody.

**Słowa kluczowe:** nawadnianie, ziemniak, odmiany, lokalizacja, terminy zbioru, skrobiowość

### WSTĘP

Ziemniak należy do roślin wrażliwych na niedobór wody, szczególnie w okresie zawiązywania bulw (od fazy pąkowania do kwitnienia) [Głuska 1998]. Deficyt wody w okresie wzrostu bulw powoduje tendencję do zmniejszania się ich gęstości, zwłaszcza, gdy towarzyszą temu wysokie temperatury powietrza. Aby utrzymać wysoką gęstość bulw, zawartość dostępnej wody w glebie powinna być utrzymywana powyżej 65%, w całym okresie wzrostu bulwy, a tuż przed zbiorem winna zmniejszyć się [Ekelöf i in. 2015, Karam i in. 2014, Singh 2014a, 2014b]. Zdaniem Głuskiej [1998] i Żarskiego i in. [2011] najlepsze warunki do wzrostu i rozwoju ziemniaka, w warunkach Polski, występują wówczas, gdy wilgotność gleby na głębokości 10 cm wynosi na początku okresu wegetacji około 55–60% połowej pojemności wodnej, a w okresie po zwarciu rzędów – 65–70%. Zapotrzebowanie roślin na wodę jest większe przy wyższej temperaturze powietrza i zwiększonym nasłonecznieniu plantacji. Przeciętna ilość

<sup>1</sup> Adres do korespondencji – *Corresponding address*: P.Pszczolkowski.inspektor@coboru.pl

opadów w okresie wegetacji ziemniaka jest zwykle mniejsza niż zapotrzebowanie tego gatunku na wodę. Karam i in. [2014] oraz Singh [2014b] sugerują, że w przypadku, gdy gospodarstwo nie ma żadnych ograniczeń wody, a powierzchnia nawadniana nie może być zwiększona, najlepszym rozwiązaniem jest, aby stosować głębokość nawadniania. W ten sposób wynik netto jest taki sam, przy jednoczesnym zmniejszeniu zużycia wody. Jednakże, jeśli gospodarstwo ma tylko ograniczenia wody, najlepszym rozwiązaniem jest, aby dostarczyć wodę dla roślin. Rolnicy mogą, zatem zwiększyć swoje zyski, stosując mniej wody niż jest wymagane do osiągnięcia maksymalnych plonów. Rolnicy mogą też korzystać ze zmniejszonych kosztów nawadniania przy zachowaniu opłacalności na 1 mm, o tej samej wielkości, lub większej bez ograniczeń zużycia wody. Oszczędność wody z powodu jej deficytu w glebie wskazuje, że zmniejszenie podaży nawadniania ze strategii dobrze nawadnianej umożliwia podział danej dostawy wody do nawadniania do proporcjonalnie większej powierzchni [Borówczak i Rębarz 2008, Singh 2014b]. Gdy woda jest czynnikiem ograniczającym, rolnicy często opracowują strategię nawadniania intuicyjne, aby zmaksymalizować zyski netto. Wyniki badań Karam i in. [2014] oferują nowe możliwości zaangażowania menedżerów nawadniania i rolników chętnych do podejmowania praktyk nawadniania przy deficycie wody w suchych regionach. W literaturze są liczne doniesienia o spadku zawartości skrobi pod wpływem nawadniania [Das i in. 2015, Karam i in. 2014, Stark i in. 2015, Singh 2013, 2015]. Z kolei z badań Trawczyńskiego [2012] oraz Ekelöf i in. [2015] wynika, iż stosowanie nawadniania i fertygacji powoduje zwiększenie zawartości skrobi w bulwach. Stąd też podjęte badania miały na celu stwierdzenie czy deszczowanie ziemniaka, ustalone na podstawie tensjometru, może zapobiec spadkowi zawartości i plonu skrobi bardzo wczesnych odmian ziemniaka.

## MATERIAŁ I METODY

Badania polowe przeprowadzono w latach 2009–2011 w 3 Stacjach Doświadczalnych Oceny Odmian Centralnego Ośrodka Badania Odmian Roślin Uprawnych: Masłowicach (woj. łódzkie), Szczecin Dąbie (woj. zachodniopomorskie) i Węgrzce (woj. małopolskie). Badania prowadzono w układzie split-split-plot, w trzech powtórzeniach. W doświadczeniu badano 3 czynniki: deszczowanie, odmiany i lokalizacje. Zastosowano wariant wodny: A – bez deszczowania, jako obiekt kontrolny, B – z deszczowaniem. W każdym wariantcie wodnym A i B rozlosowano 5 bardzo wczesnych odmian ziemniaka (Denar, Flaming, Justa, Lord i Miłek). Doświadczenie, w takim samym układzie, przeprowadzono w trzech miejscowościach, zlokalizowanych w 3 regionach fizjograficznych Polski. Masłowice są usytuowane w południowo-zachodniej części województwa łódzkiego w powiecie Wieluń (51°15' N, 18°38' E, 174 m n.p.m.). Miejscowość Szczecin Dąbie (58°23' N, 14°40' E, 9 m n.p.m.) jest położona w woj. zachodniopomorskim. Węgrzce leżą w woj. małopolskim, graniczą z Krakowem od północnej strony (50°07' N, 19°59' E, 285 m n.p.m.). Warunki glebowe w analizowanych miejscowościach były zróżnicowane (tab. 1 i 2). Eksperymenty polowe zostały zrealizowane na trzech typach gleb; gleby bielcowe (Luvisols) w Masłowicach, poprzez gleby murszowate (Chernozems) w Szczecin-Dąbie, do brunatnej właściwej, wytworzonej z lessu w Węgrzcach (Cambisols) [WBG 2014]. Kompleksy przydatności rolniczej kształtowały się od klasy V w Szczecinie Dąbiu, poprzez klasę IIIa (Masłowice) do klasy II (Węgrzce) [Marcinek i in. 2011].

W doświadczeniu stosowano nawożenie w ilości: 100 kg N, 44 kg P i 125 kg K·ha<sup>-1</sup>. Zabiegi uprawowe przeprowadzono zgodnie z zasadami dobrej praktyki rolniczej. Stosowano chemiczną ochronę roślin w zakresie zwalczania: chwastów, stonki ziemniaczanej i zarazy ziemniaka. Dawki, terminy stosowania i dobór preparatów były zgodne z zasadami Dobrej Praktyki Rol-

Tabela 1. Zasobność gleb w przyswajalny fosfor, potas i magnez oraz pH gleby w poszczególnych miejscowościach

Table 1. Abundance of soil available phosphorus, potassium and magnesium and pH of the soil in different localities

Lokalizacja Locality	Lata Years	Zawartość przyswajalnych form (mg·100 g <sup>-1</sup> s.m. gleby) The content of available forms (mg·100 g <sup>-1</sup> in DM of soil)			pH (1M KCl)
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg	
Masłowice	2009	37,4	24,2	4,5	6,4
	2010	40,0	21,9	5,6	6,7
	2011	21,4	16,9	6,6	5,7
	Średnia–Mean	32,9	21,0	5,6	6,3
Szczecin-Dąbie	2009	18,4	25,0	9,9	7,8
	2010	15,4	19,2	7,6	7,8
	2011	19,2	23,0	8,6	7,7
	Średnia–Mean	17,7	22,4	8,7	7,8
Węgrzce	2009	23,5	24,0	10,0	6,3
	2010	23,0	25,2	9,9	6,0
	2011	24,2	21,9	10,6	6,2
	Średnia–Mean	23,6	23,7	10,2	6,2

Źródło: wyniki badań wykonano w Stacjach Chemiczno-Rolniczych

Source: results of research performed in the Chemical-Agricultural Stations

Tabela 2. Warunki polowe doświadczeń

Table 2. Conditions of field experiences

Warunki glebowe Soil conditions	Masłowice			Szczecin-Dąbie			Węgrzce		
	lata – years								
	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011
Kompleks rolniczej przydatności gleby The complex of agricultural suitability of the soil	złotni bardzo dobry very good rye complex	złotni bardzo dobry very good rye complex	złotni bardzo dobry very good rye complex	zbożowo-pastewny słaby cereal-fodder weak complex	Zbożowo-pastewny słaby cereal-fodder weak complex	złotni słaby weak rye complex	pszenny dobry good rye complex	pszenny bardzo dobry very good wheat complex	pszenny bardzo dobry very good wheat complex
Klasa bonitacyjna gleby The grading of the soil class	IIIb	IIIa	IIIa	V	V	V	II	II	II
Przedplon Previous crop	gorczyca biała white mustard	groch pea	jęczmień ozimy winter barley	kapusta głowiasta head cabbage	kapusta głowiasta head cabbage	pszenica jara spring wheat	jęczmień jary spring barley	pszenica jara spring barley	owies oat

niczej i zaleceniami IOR-PIB. Przedplonem ziemniaka były: zboża jare, jęczmień ozimy, gorczyca, groch i kapusta głowiasta (tab. 2). Nawadnianie stosowano wg kryterium optymalnego uwilgotnienia gleby przy spadku wilgotności w warstwie 0–30 cm poniżej 70% polowej pojemności wodnej. Aktualne uwilgotnienie gleby sprawdzano przy użyciu tensjometru i zgodnie z jego wskazaniem deszczowano w odpowiednich terminach i dawkach (tab. 3). Do nawadniania używano deszczowni szpulowych, wyposażonych w niskociśnieniową konsolę rozlewającą. Jednorazowa dawka wody wynosiła 16–30 dm<sup>3</sup>m<sup>-2</sup>.

Pierwszy zbiór bulw wykonano po 60 dniach od daty sadzenia (tj. po 40 dniach od wschodów), zaś drugi zbiór – w okresie pełnej dojrzałości fizjologicznej bulw, tj. w fazie 99 wg skali BBCH. W czasie zbioru oznaczono plon ogólny bulw i pobrano próby po 5,5 kg bulw do oznaczeń zawartości skrobi. Zawartość skrobi oznaczano w świeżej masie bulw, na wadze

Tabela 3. Dawki wody i terminy nawadniania w okresie wegetacji ziemniaka w latach 2009–2011 w miejscowościach Masłowice, Szczecin-Dąbie i Węgrzce (mm)

Table 3. Doses of water and terms of irrigation during the growing season of potato in 2009–2011 in localities: Masłowice, Szczecin-Dąbie and Węgrzce (mm)

Miejscowości Locality	Lata – Years					
	2009		2010		2011	
	Terminy nawadniania The terms of irrigation	Dawka wody The dose of water (dm <sup>3</sup> m <sup>-2</sup> )	Terminy nawadniania The terms of irrigation	Dawka wody The dose of water (dm <sup>3</sup> m <sup>-2</sup> )	Terminy nawadniania The terms of irrigation	Dawka wody The dose of water (dm <sup>3</sup> m <sup>-2</sup> )
Masłowice	30.04.2009	20,0	25.06.2010	20,0	20.05.2011	20,0
			28.06.2010	20,0	23.05.2011	20,0
			30.06.2010	20,0	30.05.2011	20,0
			08.07.2010	20,0	06.06.2011	20,0
					10.06.2011	20,0
					16.06.2011	20,0
Suma – Sum	–	20,0	–	80,0	–	120,0
Szczecin- Dąbie	10.07.2009	20,0	18.06.2010	20,0	03.06.2011	20,0
			24.06.2010	20,0	09.06.2011	20,0
			30.06.2010	20,0	15.06.2011	20,0
			03.07.2010	20,0	01.07.2011	20,0
			09.07.2010	20,0		
			12.07.2010	20,0		
			17.07.2010	20,0		
			28.07.2010	20,0		
Suma – Sum	–	20,0	–	160,0	–	80,0
Węgrzce	15.05.2009	16,0	10.07.2010	16,0	11.06.2011	30,0
	21.05.2009	16,0	17.07.2010	16,0	17.06.2011	30,0
	25.05.2009	16,0			14.07.2011	30,0
	08.06.2009	16,0				
	16.06.2009	16,0				
	12.07.2009	16,0				
	03.08.2009	16,0				
Suma – Sum	–	112,0	–	32,0	–	90,0

hydrostatycznej (wg Reimanna-Parowa). W niniejszej publikacji zamieszczono uśrednione wyniki z dwu terminów zbioru dla zawartości skrobi, pełne wyniki dla plonu bulw i plonu skrobi oraz dla zawartości skrobi w II terminie zbioru. Zgodnie z metodyką COBORU [Kamasa 1998] w obliczeniach statystycznych zawartość skrobi w pierwszym terminie zbioru, po 60 dniach od sadzenia, przyjmuje się jako 10%, z uwagi na niski poziom akumulacji skrobi w tym okresie.

Wyniki badań poddano czteroczynnikowej analizie wariancji (ANOVA) oraz wielokrotnym testom t-Tukeya, przyjętym przy poziomie istotności  $p = 0,05$ , które umożliwiły szczegółowe analizy porównawcze średnich, poprzez wyodrębnianie jednorodnych statystycznie grup średnich (grupy homogeniczne) oraz wyznaczanie tzw. najmniejszych istotnych różnic średnich, które przy testach Tukey'a oznaczano przez HSD (Tukey's Honest Significant Difference). Zastosowanie wieloczynnikowej analizy wariancji pozwoliło obliczyć dla każdej zmiennej łączny współczynnik zmienności (CV lub RSD – relative standard deviation). Są to miary zmienności losowej analizowanych zmiennych. Współczynnik ten obliczono korzystając z pierwiastka średniego kwadratu dla błędu, dzieląc go przez średnią ogólną i wyrażając w % [SAS 9.2 2008].

Warunki meteorologiczne w latach badań, jak i w miejscowościach, były zróżnicowane (tab. 4). W okresie wegetacji bardzo wczesnych odmian ziemniaka (IV–VIII) wyznaczono wartości współczynnika hydrotermicznego Sielianinova, który jest miarą efektywności opadów,

Tabela 4. Wartości współczynników Sielianinova w okresie wegetacji ziemniaka wg stacji meteorologicznych w Masłowicach, Szczecin-Dąbie i Węgrzce

Table 4. Values of Sielianinov during the growing season of potato by meteorological stations in Masłowie, Szczecin-Dąbie and Węgrzce

Miejscowości Localization	Miesiące Month	Lata – Years			Średnia Mean
		2009	2010	2011	
Masłowice	IV	0,0	0,8	0,4	0,4
	V	1,5	4,8	0,7	2,3
	VI	2,5	0,6	1,0	1,4
	VII	1,7	2,6	2,0	2,1
	VIII	0,8	1,5	0,9	1,1
	Średnia – Mean	1,3	2,1	1,0	1,5
Szczecin-Dąbie	IV	0,4	0,3	0,4	0,4
	V	1,5	1,4	1,3	1,4
	VI	1,4	0,4	1,0	0,9
	VII	0,8	0,7	3,1	1,5
	VIII	1,2	2,6	0,9	1,6
	Średnia – Mean	1,1	1,1	1,3	1,2
Węgrzce	IV	0,1	1,0	2,3	1,1
	V	2,2	5,6	1,1	3,0
	VI	2,9	3,1	0,9	2,3
	VII	1,2	2,2	3,2	2,2
	VIII	0,9	2,5	1,0	1,5
	Średnia – Mean	1,5	2,9	1,7	2,0

Wartości współczynników – Value of coefficient: >0,5 – susza – drought; 0,5–1 – posucha – semi drought; 1,1–2 – wilgotny – moist; > 2 – bardzo wilgotny – very humid

jak i kształtowania się temperatur powietrza w danym miesiącu. Wszystkie lata badań były na ogół wilgotne; przy czym rok 2008 w miejscowości Szczecin-Dąbie był na granicy posuchy. Kwiecień w miejscowościach Masłowice i Szczecin-Dąbie był skrajnie suchy we wszystkich latach badań, zaś w Węgrzcach był skrajnie suchy tylko w 2009 roku. W okresie wschodów ziemniaka, w maju, w latach 2009–2010, było wilgotno, zaś w Masłowicach i Węgrzcach – bardzo wilgotno. Czerwiec, jako okres ważny dla wiązania i wzrostu bulw, w 2009 roku był wilgotny we wszystkich miejscowościach, zaś suchy lub posuszny w Masłowicach i Szczecin-Dąbie. W 2010 roku czerwiec okazał się posuszny we wszystkich miejscowościach. Lipiec, decydujący dla plonu bulw zbieranych w II terminie zbioru, po dojrzeniu, był zróżnicowany pod względem wilgotności. W Mysłowicach i Węgrzcach był wilgotny lub bardzo wilgotny, zaś w miejscowości Szczecin-Dąbie, w latach 2009–2010 – posuszny, a w 2011 roku – wilgotny.

## WYNIKI BADAŃ

Deszczowanie wpłynęło istotnie na zawartość skrobi w bulwach ziemniaka (tab. 5). Zastosowanie uzupełniającego nawadniania spowodowało spadek zawartości skrobi w bulwach o 0,2–0,3% skrobi, zależnie od roku i o 0,1–0,4%, zależnie od odmiany. Obserwowano tendencję do spadku zawartości skrobi w bulwach pod wpływem deszczowania u odmian Flaming i Miłek.

Tabela 5. Wpływ deszczowania, odmian i lat na zawartość skrobi w świeżej masie bulw (średnia dla terminów zbioru) (%)

Table 5. Effect of irrigation, cultivars and years on the starch content of the tubers (average for the deadlines harvest) (%)

Odmiana Cultivars	Lata – Years									Deszczowanie Irrigation		Średnia Mean
	2009		Średnia Mean	2010		Średnia Mean	2011		Średnia Mean	A	B	
	A*	B		A	B		A	B				
Denar	10,6	10,5	10,5	10,3	10,3	10,3	10,2	10,1	10,2	10,4	10,3	10,3
Flaming	13,9	13,4	13,7	12,5	12,2	12,3	11,5	11,0	11,3	12,6	12,2	12,4
Justa	12,0	11,8	11,9	11,4	11,2	11,3	10,9	10,6	10,7	11,4	11,2	11,3
Lord	10,8	10,7	10,8	10,5	10,4	10,4	10,4	10,2	10,3	10,5	10,4	10,5
Miłek	13,2	12,8	13,0	12,0	11,6	11,8	11,0	10,6	10,8	12,0	11,7	11,8
Średnia Mean	12,1	11,8	12,0	11,3	11,1	11,2	10,8	10,5	10,6	11,4	11,2	10,6

NIR<sub>0,05</sub>–HSD<sub>0,05</sub>: deszczowanie – irrigation = 0,2; odmiany – cultivars = 0,5; lata – years = 0,3; deszczowanie x odmiany – irrigation x cultivars = r.n.; deszczowanie x lata – irrigation x years = r.n.; lata x odmiany – years x cultivars = r.n.

\*A – obiekt kontrolny, bez deszczowania – control object without irrigation; B – obiekt z deszczowaniem – object with irrigation

r.n. – różnice nieistotne – non significant differences

Na zawartość skrobi w bulwach miały również wpływ warunki pogodowe w latach i lokalizacja badań. W warunkach Szczecin-Dąbie we wszystkich latach badań odnotowano 0,2% spadek zawartości skrobi w bulwach ziemniaka na obiektach z deszczowaniem uzupełniającym.

Największy spadek zawartości tego składnika bulw, pod wpływem tego zabiegu, obserwowano w warunkach południowej Polski, w pierwszym i trzecim roku badań: odpowiednio o 0,3 i 0,4% skrobi w bulwach, lecz nie był to spadek istotny (tab. 6).

Tabela 6. Zawartość skrobi w bulwach w zależności od nawadniania, lat i lokalizacji (%)  
Table 6. The starch content in potato tubers depending on irrigation, years and locality (%)

Lokalizacja Locality	Lata – Years									Deszczowanie Irrigation		Średnia Mean
	2009		Średnia Mean	2010		Średnia Mean	2011		Średnia Mean	A	B	
	A*	B		A	B		A	B				
Masłowice	12,1	11,9	12,0	11,4	11,2	11,3	10,8	10,5	10,7	11,4	11,2	11,3
Szczecin Dąbie	11,6	11,4	11,5	11,1	10,9	11,0	10,6	10,4	10,5	11,1	10,9	11,0
Węgrzce	12,6	12,3	12,4	11,5	11,4	11,4	11,0	10,6	10,8	11,7	11,4	11,6
Średnia – Mean	12,1	11,8	12,0	11,3	11,1	11,2	10,8	10,5	10,6	11,4	11,2	11,3
NIR <sub>0,05</sub> –HSD <sub>0,05</sub> : deszczowanie – irrigation = 0,2; lokalizacja – locality = 0,3; lata – years = 0,3; deszczowanie x lokalizacja – irrigation x locality = r.n.; lata x deszczowanie – years x irrigation = r.n.; lata x lokalizacja – years x locality = r.n.												

\*A – obiekt kontrolny, bez deszczowania – control object without irrigation; B – obiekt z deszczowaniem – object with irrigation

r.n. – różnice nieistotne – non significant differences

Zastosowanie uzupełniającego deszczowania spowodowało spadek zawartości skrobi w bulwach badanych odmian w II terminie zbioru, średnio o 0,1 do 0,4%, zależnie od roku i o 0,2–0,3% – zależnie od odmiany oraz o 0,2–0,6% – zależnie od miejscowości (tab. 7). Największy ujemny efekt nawadniania obserwowano w 2011, mokrym roku, mniejszy w 2009 roku, a w 2010 roku wpływ deszczowania na zawartość skrobi okazał się nieistotny. Reakcja odmian na nawadnianie zależała również od lokalizacji badań. W miejscowości Masłowice, położonej w Centralnej Polsce, ujemny efekt nawadniania dotyczył wszystkich odmian, ale najsilniejszy niekorzystny wpływ nawadniania na wartość tej cechy obserwowano u odmian Lord i Miłek (odpowiednio o 1,0 i 0,6%). W miejscowości Szczecin-Dąbie, o najmniej korzystnych warunkach glebowych i pogodowych ujemna reakcja odmian na nawadnianie była słabsza (spadek zawartości skrobi o 0,1–0,4%). W miejscowości Węgrzce (Małopolska), o najlepszych warunkach glebowych i najwyższych opadach w okresie wegetacji ziemniaka, odmiany Denar, Flaming i Lord wykazały nawet wzrost zawartości skrobi (o 0,2–0,3%), zaś Justa i Miłek – spadek ilości tego składnika w bulwach, pod wpływem deszczowania.

Plon skrobi, będący wypadkową zawartości skrobi (tab. 5, 6, 7) i plonu bulw (tab. 8), zależał o zastosowanego deszczowania, lokalizacji badań i odmian (tab. 9). W obu terminach zbioru uzyskano istotny wzrost plonu skrobi pod wpływem nawadniania. Efekt nawadniania zależał od lokalizacji badań. W obu terminach zbioru istotny efekt uzyskano w 2 miejscowościach: Masłowice i Szczecin-Dąbie. Najwyższy plon skrobi, w zbiorze po 60 dniach od posadzenia, uzyskano w warunkach północno-zachodniej części kraju (Szczecin-Dąbie) na obiektach z deszczowaniem, zaś w drugim terminie zbioru, po dojrzewaniu – w miejscowości Masłowice (Centralna Polska) (tab. 9).

Tabela 7. Wpływ nawadniania, odmian i lat na zawartość skrobi w świeżej masie bulw w II terminie zbioru (%)  
 Table 7. Effect of irrigation, cultivars and years on the starch content in the fresh mass of tubers in the second period of the harvest (%)

Lokalizacja Locality	Odmiany Cultivars	Lata – Years											
		2009				2010				2011			
		A*	B	Srednia Mean		A	B	Srednia Mean		A	B	Srednia Mean	
Maslowice	Denar	11,3	10,5	10,9	10,3	10,0	10,2	10,2	11,5	10,2	10,2	11,0	10,6
	Flaming	14,7	14,6	14,7	13,3	13,0	13,2	13,2	15,9	14,9	15,4	14,6	14,4
	Justa	11,4	11,8	11,6	12,4	11,9	12,2	12,2	13,4	13,3	13,4	12,4	12,4
	Lord	11,7	11,0	11,4	10,7	10,0	10,4	10,4	12,4	10,7	11,6	11,6	11,1
	Milek	13,6	13,3	13,5	13,5	13,2	13,4	13,4	13,4	12,3	12,9	13,5	12,9
	Średnia	12,5	12,2	12,4	12,0	11,6	11,8	11,8	13,3	12,3	12,8	12,6	12,3
Szczecin Dąbie	Denar	10,6	10,4	10,5	10,8	10,6	10,7	10,7	10,4	10,4	10,4	10,6	10,5
	Flaming	14,4	13,6	14,0	12,9	12,6	12,8	12,8	14,3	14,3	14,3	13,9	13,7
	Justa	11,4	11,6	11,5	11,6	11,4	11,5	11,5	12,5	11,3	11,9	11,8	11,6
	Lord	10,6	10,2	10,4	11,0	10,6	10,8	10,8	10,3	10,8	10,6	10,6	10,6
	Milek	12,8	12,6	12,7	12,6	12,4	12,5	12,5	12,0	12,3	12,2	12,5	12,4
	Średnia	12,0	11,7	11,8	11,8	11,5	11,7	11,7	11,9	11,8	11,9	11,9	11,7
Węgrzce	Denar	11,8	11,7	11,8	9,2	10,1	9,7	9,7	11,0	11,1	11,1	10,7	11,0
	Flaming	15,7	15,5	15,6	13,6	14,3	14,0	14,0	15,4	15,5	15,5	14,9	15,1
	Justa	13,4	12,3	12,9	12,0	12,0	12,0	12,0	13,5	13,3	13,4	13,0	12,5
	Lord	12,0	12,3	12,2	9,5	10,1	9,8	9,8	11,5	11,4	11,5	11,0	11,1
	Milek	16,3	15,8	16,1	14,5	14,1	14,3	14,3	14,8	14,2	14,5	15,2	14,7
	Średnia	13,8	13,5	13,7	11,8	12,1	11,9	11,9	13,2	13,1	13,2	12,9	12,9
Odmiany średnio Cultivars mean	Denar	11,2	10,9	11,1	10,1	10,2	10,2	10,2	11,0	10,6	10,8	10,8	10,7
	Flaming	14,9	14,6	14,8	13,3	13,3	13,3	13,3	15,2	14,9	15,1	14,5	14,4
	Justa	12,1	11,9	12,0	12,0	11,8	11,9	11,9	13,1	12,6	12,9	12,4	12,1
	Lord	11,4	11,2	11,3	10,4	10,2	10,3	10,3	11,4	11,0	11,2	11,1	10,8
	Milek	14,2	13,9	14,1	13,5	13,2	13,4	13,4	13,4	12,9	13,2	13,7	13,4
	Średnia – Mean	12,8	12,5	12,6	11,9	11,8	11,8	11,8	12,8	12,4	12,6	12,5	12,2

NIR<sub>0,05</sub>-HSD<sub>0,05</sub>: deszczowanie – irrigation = 0,3; odmiany – cultivars = 0,6; lata – years = 0,4; lokalizacja – locality = 0,4; deszczowanie x odmiany – irrigation x cultivars = r.n.; deszczowanie x lata – irrigation x years = r.n.; lata x odmiany – years x cultivars = r.n.; lokalizacja x deszczowanie – locality x irrigation = r.n.; lokalizacja x odmiany – locality x cultivars = 1,9; lokalizacja x lata – locality x years = 1,1

A\* – bez deszczowania – without irrigation; B – z deszczowaniem – with irrigation; r.n. – różnice nieistotne – non significant differences



Tabela 8. Plon ogólny bulw ziemniaka w zależności od odmian i lat badań w pierwszym i drugim terminie zbioru ( $t \cdot ha^{-1}$ )Table 8. Total yield of potato tubers depending on the cultivars and years of research in the first and second harvest dates ( $t \cdot ha^{-1}$ )

Odmiany Cultivars	Terminy zbioru – Harvest dates							
	I				II			
	Lata – Years							
	2009	2010	2011	Średnia Mean	2009	2010	2011	Średnia Mean
Denar	30,8	23,2	29,7	27,9 ab	72,4	60,9	79,3	70,9 a
Flaming	24,1	20,0	19,3	21,1 c	54,9	43,9	62,1	53,7 b
Justa	23,6	18,1	22,4	21,4 c	47,5	42,9	48,5	46,3 c
Lord	30,3	22,7	28,4	27,1 b	70,3	58,9	80,2	69,8 a
Milek	34,6	24,9	27,8	29,1 a	59,4	51,9	57,5	56,3 b
Średnia – Mean	28,7 a	21,8 c	25,5 b	25,3	60,9 b	51,7 c	65,5 a	59,4
CV–RSD (%)	6,9				5,3			
NIR <sub>0,05</sub> –HSD <sub>0,05</sub>								
Lata – Years	1,1				2,0			
Odmiany – Cultivars	1,7				3,0			
Lata x Odmiany Years x Cultivars	r.n.				r.n.			

r.n. – różnice nieistotne – non significant differences

Wskaźniki literowe grup homologicznych (jednakowe wskaźniki literowe przy średnich wartościach danej cechy oznaczają brak istotnych różnic pomiędzy nimi) – The letters indicators of groups of homologous (identical letters indices at the average values of the characteristics indicate no significant differences between them)

Tabela 9. Plon skrobi w zależności od nawadniania i lokalizacji uprawy w pierwszym i drugim terminie zbioru (średnia lat 2009–2011) ( $t \cdot ha^{-1}$ )Table 9. The yield of starch depending on the irrigation and locality of cultivation in the first and second harvest dates (mean for years 2009–2011) ( $t \cdot ha^{-1}$ )

Lokalizacja Locality	Terminy zbioru – Harvest dates					
	I			II		
	Technologia – Technology					
	A*	B	Średnia Mean	A	B	Średnia Mean
Masłowice	2,47	2,78	2,63 a	7,70	8,51	8,10 a
Szczecin Dąbie	2,45	2,92	2,69 a	6,10	6,90	6,50 c
Węgrzce	2,20	2,38	2,29 b	6,94	7,26	7,10 b
Średnia – Mean	2,37 b	2,69 a	2,35	6,92	7,56 a	7,24
CV–RSD (%)	6,9			7,5		

Tabela 9. cd.  
Table 9. cont.

NIR <sub>0,05</sub> -HSD <sub>0,05</sub>		
Deszczowanie – Irrigation	0,07	0,23
Lokalizacja – Locality	0,16	0,34
Lokalizacja x Deszczowanie Locality x Irrigation	0,19	0,58

\*A – obiekt kontrolny, bez deszczowania – control object without irrigation; B – obiekt z deszczowaniem – object with irrigation

r.n. – różnice nieistotne – non significant differences

Wskaźniki literowe grup homologicznych (jednakowe wskaźniki literowe przy średnich wartościach danej cechy oznaczają brak istotnych różnic pomiędzy nimi) – The letters indicators of groups of homologous (identical letters indices at the average values of the characteristics indicate no significant differences between them)

Warunki glebowe i meteorologiczne decydowały istotnie o plonie skrobi. Najwyższy plon tego składnika, w pierwszym terminie zbioru, uzyskano w 2009 roku, o bardzo wilgotnym maju i czerwcu i wilgotnym lipcu, natomiast w drugim terminie zbioru (w pełnej dojrzałości) najwyższe wartości tej cechy uzyskano w 2011 roku, o posusznym kwietniu, maju i czerwcu, ale bardzo wilgotnym lipcu. Współdziałanie lat i odmian okazało się nieistotne (tab. 10).

Tabela 10. Plon skrobi w zależności od odmian i lat oraz terminów zbioru (t·ha<sup>-1</sup>)

Table 10. The yield of the starch depending on the variety and the years of research and harvest dates (t·ha<sup>-1</sup>)

Odmiany Cultivars	Terminy zbioru – Harvest dates							
	I				II			
	Lata – Years							
	2009	2010	2011	Średnia Mean	2009	2010	2011	Średnia Mean
Denar	3,09	2,33	2,97	2,79 ab	7,99	6,13	8,53	7,55 a
Flaming	2,41	2,00	1,93	2,11 c	8,09	5,81	9,35	7,75 a
Justa	2,36	1,81	2,24	2,14 c	5,69	5,40	6,21	5,77 b
Lord	3,02	2,27	2,84	2,71 b	7,92	5,87	8,97	7,59 a
Milek	3,46	2,49	2,78	2,91 a	8,36	6,71	7,52	7,53 a
Średnia – Mean	2,87 a	2,18 c	2,55 b	2,53	7,61 b	5,98 c	8,12 a	7,24
CV-RSD (%)	6,90				7,50			
NIR <sub>0,05</sub> -HSD <sub>0,05</sub>								
Lata – Years	0,11				0,34			
Odmiany – Cultivars	0,16				0,51			
Lata x Odmiany Years x Cultivars	r.n.				r.n.			

r.n. – różnice nieistotne – non significant differences

Wskaźniki literowe grup homologicznych (jednakowe wskaźniki literowe przy średnich wartościach danej cechy oznaczają brak istotnych różnic pomiędzy nimi) – The letters indicators of groups of homologous (identical letters indices at the average values of the characteristics indicate no significant differences between them)

Najwyższy plon skrobi, w obiekcie z nawadnianiem, uzyskano w pierwszym terminie zbioru u odmiany Miłek, zaś odmiany Denar i Lord okazały się homogeniczne, pod względem tej cechy. W zbiorze bulw po dojrzaniu najwyższy plon skrobi zgromadziła odmiana Flaming w obiekcie z nawadnianiem, zaś odmiany Miłek, Denar i Lord okazały się jednorodne, pod względem tej cechy i znajdowały się w tej samej grupie homogenicznej (tab. 11). Na plon skrobi istotny wpływ wywarły odmiany we współdziałaniu z nawadnianiem. W I terminie zbioru jedynie odmiana Justa nie wykazała się istotnym wzrostem plonu tego składnika na nawadnianie. W II terminie zbioru nie stwierdzono współdziałania odmian i nawadniania.

Tabela 11. Plon skrobi w zależności od nawadniania, odmian oraz terminów zbioru (średnia lat 2009–2011) ( $t \cdot ha^{-1}$ )

Table 11. The yield of starch depending on the irrigation, cultivars and harvest dates (mean for years 2009–2011) ( $t \cdot ha^{-1}$ )

Odmiany Cultivars	Terminy zbioru – Harvest dates					
	I			II		
	Deszczowanie – Irrigation					
	A*	B	Średnia Mean	A	B	Średnia Mean
Denar	2,60	2,99	2,79 ab	7,22	7,88	7,55 a
Flaming	1,91	2,31	2,11 c	7,36	8,13	7,75 a
Justa	2,02	2,26	2,14 c	5,42	6,11	5,77 b
Lord	2,58	2,85	2,71 b	7,29	7,88	7,59 a
Miłek	2,75	3,07	2,91 a	7,28	7,78	7,53 a
Średnia – Mean	2,37 b	2,69 a	2,53	6,92 b	7,56 a	7,24
CV–RSD (%)	6,9			7,5		
NIR <sub>0,05</sub> –HSD <sub>0,05</sub>						
Deszczowanie – Irrigation	0,07			0,23		
Odmiany – Cultivars	0,16			0,51		
Odmiany x Deszczowanie Cultivars x Irrigation	0,27			r.n.		

\*A – obiekt kontrolny, bez deszczowania – control object without irrigation; B – obiekt z deszczowaniem – object with irrigation

r.n. – różnice nieistotne – non significant differences

Wskaźniki literowe grup homologicznych (jednakowe wskaźniki literowe przy średnich wartościach danej cechy oznaczają brak istotnych różnic pomiędzy nimi) – The letters indicators of groups of homologous (identical letters indices at the average values of the characteristics indicate no significant differences between them)

Współczynnik zmienności (CV lub RSD), który jest miarą zmienności losowej, w analizowanych doświadczeniach był bardzo niski i wynosił od 5,3 do 7,5%. Oznacza to, że uzyskane wyniki są wiarygodne, co sprawia, iż zaufanie do wyników z doświadczeń jest wysokie (tab. 8–11).

## DYSKUSJA

Deszczowanie plantacji ziemniaka w Polsce, przy niedostatecznych opadach w okresie wegetacji i ich nierównomiernym rozkładzie, jest obok nawożenia mineralnego najważniejszym czynnikiem decydującym o zawartości i plonie suchej masy oraz zawartości i plonie skrobi [Głuska 1998, Żarski i in. 2012]. Potwierdzają to przeprowadzone badania. Nawadnianie przyczyniło się do istotnego zwiększenia plonu skrobi, w stosunku do obiektu nienawadnianego. Wzrost ten wahał się, zależnie od roku badań, w pierwszym terminie zbioru od 6,5 do 18,5% i w drugim terminie zbioru – od 2,4 do 22,2%.

Ciągły wzrost światowej populacji i jednoczesny spadek zasobów wody dobrej jakości podkreśla potrzebę korzystania z powierzchniowych i podziemnych zasobów wód do nawadniania [Singh 2014]. W warunkach Polski [Głuska 1998, Rębarz i Borowczak 2006, Trawczyński 2012], w okresie intensywnego wzrostu, nawet kilkudniowe braki dostępnej wody w glebie mogą spowodować zahamowanie wzrostu i istotny spadek plonu bulw. Z kolei nierównomierny rozkład opadów na glebach związanych powoduje zniekształcenie bulw, spękania, dzieciuchowatość, brunatną pustowatość i rdzawą plamistość miąższu, a także zmniejszenie akumulacji skrobi w bulwach. Duże wahania wilgotności gleby w okresie intensywnego wzrostu bulw powodują zmiany w procesach biochemicznych. Nawadnianie w tym okresie zapobiega dużym zmianom ilości cukrów redukujących i zawartości skrobi, odgrywających zasadniczą rolę w przetwórstwie na frytki i chipsy. Badania Głuskiej [1998] wykazały, że potrzeby wodne ziemniaka w czerwcu, istotne dla odmian bardzo wczesnych i wczesnych, są najwyższe i wywierają istotny wpływ nie tylko na wielkość plonu, ale też na gromadzenie suchej masy i skrobi. Z przeprowadzonych badań wynika, iż zastosowanie interwencyjnego nawadniania spowodowało spadek zawartości skrobi u testowanych odmian, udowodnione w drugim terminie zbioru, po dojrzeniu bulw. W opinii Rzekanowskiego i in. [2004] oraz Pińskiej i in. [2009] nawadnianie uzupełniające przyczynia się do spadku zawartości skrobi w bulwach ziemniaka. Badania własne potwierdzają ten pogląd. Odmienne wyniki uzyskała natomiast Bártová i in. [2009], Trawczyński [2012] oraz Ekelöf i in. [2015]. Lokalizacja plantacji ziemniaka może wywierać pewien wpływ na reakcję odmian ziemniaka na nawadnianie, choć nie udowodniono tego statystycznie. W miejscowości Węgrzce, o najlepszych warunkach glebowych i nadmiernych opadach w okresie wegetacji ziemniaka, odmiany Denar, Flaming i Lord wykazały, bowiem wzrost zawartości skrobi pod wpływem nawadniania (o 0,2–0,3%), nie był to jednak wzrost istotny, chociaż można oczekiwać takiej reakcji od niektórych odmian. Natomiast plony skrobi były istotnie wyższe w obiektach nawadnianych niż nie nawadnianych. W zbiorze bulw po 60 dniach od sadzenia stwierdzono wzrost plonu tego składnika o 10,5–20,9%, zaś w zbiorze po dojrzeniu – o 6,8–12,7%, zależnie od odmiany. Potwierdzają to rezultaty badań Trawczyńskiego [2012].

Zwiększona zawartość azotu w przetwórstwie odmian ziemniaka była do tej pory postrzegana negatywnie, ze względu na ich łatwe przejście do odpadów ubocznych skrobi. Obecnie produkuje się tzw. ziemniaczane soki owocowe (PFJ) uzyskując obiecujące właściwości użytkowe, takie jak: zdolność do tworzenia i stabilizowania emulsji i pianki. Ekelöf i in. [2015] dowiedli, iż nawadnianie istotnie zwiększa wydajność skrobi i jakość bulw dzięki zmniejszeniu porażenia ich parchem zwykłym, zwłaszcza w obiektach z intensywnym systemem nawadniania.

Zmniejszanie różnic między potrzebami roślin a ilością opadów może odbywać się poprzez działania genetyczne – wyhodowanie odmian odpornych na stres wodny. Dominique i in. [2014] udowodnili, iż niedobór wody podczas wegetacji powoduje 12% utratę plastyczności bulw, ale w tym czasie zwiększa się zawartość suchej masy bulw o 1–2%, w stosunku do obiektu kontrolnego.

W opinii Głuskiej [1998], aby uzyskać zawartość skrobi przydatną dla przetwórstwa spożywczego, odmiany wczesne wymagają w okresie wegetacji od 250 do 300 mm opadów o proporcjonalnym rozkładzie od kwietnia do końca lipca. Na glebach lekkich, o małej zawartości próchnicy, potrzeby wodne ziemniaka są o 20% wyższe z uwagi na mały stopień akumulowania wody.

## WNIOSKI

1. Nawadnianie plantacji ziemniaka przyczyniło się do zmniejszenia zawartości skrobi w bulwach ziemniaka, w zbiorze bulw po dojrzeniu, ale do zwiększenia plonu tego składnika, w obu terminach zbioru; przy czym wyższy efekt tego zabiegu uzyskano w zbiorze bulw po dojrzeniu.
2. Odmianą o najwyższym plonie skrobi w 60 dni od sadzenia okazała się Miłek, zaś w zbiorze po dojrzeniu odmiana Flaming.
3. Badane odmiany we współdziałaniu z nawadnianiem i terminami zbioru determinowały plon skrobi. Wyższy efekt nawadniania ziemniaka uzyskano w pierwszym terminie zbioru, (po 60 dniach od sadzenia) u odmiany Flaming, zaś w II terminie u odmiany Justa.
4. Uzyskaniu najwyższej zawartości skrobi w bulwach sprzyjały warunki meteorologiczne z bardzo wilgotnym majem i czerwcem, wilgotnym lipcem i posuszonym sierpniem.
5. W warunkach gleb lekkich, w północno-zachodniej części Polski, potrzeby nawadniania były wyższe niż w Małopolsce, czy w Polsce centralnej, ze względu na niski stopień akumulowania wody.

## PIŚMIENNICTWO

- Bártová V., Bárta J., Diviš J., Švajner J., Peterka J. 2009. Crude protein content in tubers of starch processing potato cultivars in dependence on different agro-ecological conditions. *J. Cent. Europ. Agric.* 10: 57–66.
- Borówczak F., Rębarz K. 2008. Influence of irrigation and cultivation system on the yielding components and grain sowing value of spring barley. *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 53: 27–31.
- Das B., Singh A., Panda S.N., Yasuda H. 2015. Optimal land and water resources allocation policies for sustainable irrigated agriculture. *Land Use Policy* 42: 527–537.
- Domínguez A., Martínez-Romero A., Leite K.N., Tarjuelo J.M., de Juan J.A., López-Urrea R. 2013. Combination of typical meteorological year with regulated deficit irrigation to improve the profitability of garlic growing in central Spain. *Agric. Water Manage.* 130: 154–167.
- Ekelöf J., Guamán V., Jensen E.S., Persson P. 2015. Inter-row subsoiling and irrigation increase starch potato yield, phosphorus use efficiency and quality parameters. *Potato Res.* 58: 15–27.
- Głuska A. 1998. Influence of water shortage at different stages of the potato plant on field tuber quality. *Potato Res.* 41: 195–196.
- IUSS Working Group WRB 2014. World reference base for soil resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. Rome: FAO, Ser.: World Soil Resources Reports 106.
- Kamasa J. 1998. *Metodyka badania wartości gospodarczej odmian (WGO) roślin uprawnych. Ziemniak.* Wyd. COBORU, Słupia Wielka.
- Karam F., Amacha N., Fahed S., Asmar T.E.L., Domínguez A. 2014. Response of potato to full and deficit irrigation under semiarid climate: Agronomic and economic implications. *Agric. Water Manage.* 142: 144–151.

- Marcinek J., Komisarek J., Bednarek R., Mocek A., Skiba S., Wiatrowska K. 2011. Systematyka Gleb Polski. *Rocz. Glebozn.* 62(3): 5–12.
- Pińska M., Wojdyła T., Rolbiecki S., Rzekanowski Cz., Rolbiecki R. 2009. Wpływ nawadniania uzupełniającego i nawożenia azotem na jakość wczesnych odmian ziemniaka. *Inf. Ekol. Terenów Wiejskich* 6: 245–256.
- Polskie Towarzystwo Gleboznawcze 2011. Klasyfikacja uziarnienia gleb i utworów mineralnych, 1–10 (<http://www.ptg.sggw.pl>).
- Posadas A., Rojas G., Málaga M., Mares V., Quiroz R.A. 2008. Partial root-zone drying: An alternative irrigation management to improve the water use efficiency of potato crop. CIP Production Systems and the Environment Working Paper 2008-2.
- Rębarz K., Borówczak F. 2006. Wpływ deszczowania, technologii uprawy i nawożenia azotowego na jakość ziemniaków odmiany Bila. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 511(2): 287–301.
- Rzekanowski Cz., Wojdyła T., Rolbiecki S., Rolbiecki R., Grzelak B., Pińska M. 2004. Wpływ nawadniania deszczownianego i nawożenia azotem na plon oraz wartość technologiczną i przechowalniczą ziemniaka odmiany 'Drop'. *Rocz. AR Poznań* 357, Ser. Mel. Inż. Środ. 25: 535–540.
- SAS Institute Inc. 2008. SAS/STAT®9.2 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Singh A. 2013. Groundwater modelling for the assessment of water management alternatives. *J. Hydrol.* 481: 220–229.
- Singh A. 2014a. Simulation-optimization modelling for conjunctive water use management. *Agric. Water Manage.* 141: 23–29.
- Singh A. 2014b. Conjunctive use of water resources for sustainable irrigated agriculture. *J. Hydrology* 519: 1688–1697.
- Singh A. 2015. Land and water management planning for increasing farm income in irrigated dry areas. *Land Use Policy* 42: 244–250.
- Stark C.J., Olsen N., Kleinkopf G.E., Love S.L. 2015. Tuber quality ([www.cals.uidaho.edu/potatoes](http://www.cals.uidaho.edu/potatoes)).
- Supita I., van Diepenb C.A., de Witb A.J.W., Wolfd J., Kabata P., Baruthc B., Ludwig F. 2012. Assessing climate change effects on European crop yields using the Crop Growth Monitoring System and a weather generator. *Agric. Forest. Meteorol.* 164: 96–111.
- Trawczyński C. 2012. Precyzyjne nawadnianie i fertygacja ziemniaków. *Ziemniak Polski* 3: 1–4.
- Żarski J., Dudek S., Kuśmierk-Tomaszewska R. 2011. Needs and irrigation effects on potato in areas of particular deficits in the water. *IERA* 5: 175–182.

P. PSZCZÓLKOWSKI, B. SAWICKA, T. LENARTOWICZ

## EFFECT OF IRRIGATION SEVERAL SELECTED CULTIVARS OF POTATO ON THE YIELD AND STARCH CONTENT IN THREE REGION OF POLAND

### Summary

The study was conducted in 2009–2011 at stations of the Centre for Cultivar Testing, located in different regions of Poland. The aim of the study was to evaluate the effect of irrigation several selected cultivars of potato on the yield and starch content. Field experiments, in a subsidiary, split-split-plot design, with 3 replications, conducted in accordance with the methodology of assessing the economic value of crop cultivars. We examined three factor in the first row irrigation was applied in two variants: A – without irrigation (control), B – irrigation based on indications tensiometer. The factor of the second order were 5 very early varieties of potatoes, and factor in the third row were 3 locations of field experiments at different heights above sea level. Factors: irrigation and with out irrigation, 5 cultivars and 3 locations with different altitudes. All the features were determined at 2 dates of harvest: after 60 days of planting and after ripening of tubers. The starch content was determined by standard methods. It has been proven a significant influence of the examined factors on the content (in the second harvest) and yield of starch. The irrigation

of potato plantation has reduced starch content in tubers and increases the yield of the starch; wherein the higher the effect of this treatment was obtained in a harvest of tubers after ripening. Obtaining a higher starch content in tubers of favorable weather conditions with very wet May and June, humid July, but dry August. In terms of light soils in the north-western part of the Polish, the needs for irrigation were higher than in the Malopolska region, or Central Poland, due to the low level of accumulation of water.

**Key words:** irrigation, potato, cultivars, location, time of harvest, the starch content

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 10.06.2016

Do cytowania – *For citation*

Pszczołkowski P., Sawicka B., Lenartowicz T. 2016. Wpływ nawadniania na zawartość i plon skrobi wybranych odmian ziemniaka w trzech regionach Polski. *Fragm. Agron.* 33(3): 65–79.