

## WPLYW WARUNKÓW ŚRODOWISKOWYCH NA ZAWARTOŚĆ SKROBI W BULWACH ODMIAN ZIEMNIAKA ŚREDNIO WCZESNEGO

*Katarzyna Rymuza<sup>1</sup>, Elżbieta Radzka<sup>2</sup>, Tomasz Lenartowicz<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Katedra Metod Ilościowych i Gospodarki Przestrzennej,  
Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach  
ul. B. Prusa 14, 08-110 Siedlce  
e-mail: katarzyna.rymuza@uph.edu.pl

<sup>2</sup>Zakład Agrometeorologii i Inżynierii Rolniczej,  
Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach  
ul. B. Prusa 14, 08-110 Siedlce

<sup>3</sup>Zakład Badania Wartości Gospodarczej Odmian,  
Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych w Słupi Wielkiej  
63-022 Słupia Wielka

**Streszczenie.** W pracy wykorzystano dane z lat 2010-2013 dotyczące zawartości skrobi w bulwach średnio wczesnych odmian ziemniaka jadalnego. Dane pochodziły z sześciu stacji COBORU położonych w różnych rejonach Polski. Wykonano analizę wariancji zgodnie z modelem trzyczynnikowej klasyfikacji krzyżowej z jedną obserwacją w podklasie. Wykazano istotny wpływ miejscowości, lat badań oraz odmian na zawartość skrobi. Istotna okazała się również interakcja lat i miejscowości oraz interakcja miejscowości i odmian. Niezależnie od odmiany najwyższą zawartością skrobi charakteryzowały się bulwy ziemniaka zbierane w Uhninie, a najniższą w Słupi. Najwięcej skrobi zgromadziły bulwy w 2013 roku, istotnie mniej w 2012, a najmniej w roku 2010. Lata 2012-2013 w większości stacji charakteryzowały się niższymi sumami opadów okresu wegetacyjnego w porównaniu do lat 2010-2011. Najwięcej skrobi zgromadziły odmiany Gawin oraz Tajfun. Odmiana Finezja charakteryzowała się taką samą skrobiowością jak odmiana Cekin. Porównywalne pod względem zawartości skrobi były również odmiany Stasia i Ametyst, a najmniejszą zawartością skrobi charakteryzowała się odmiana Satina.

**Słowa kluczowe:** suma opadów, temperatura powietrza, zawartość skrobi, odmiana, sezon wegetacji

### WSTĘP

Ziemniak jest jedną z głównych roślin uprawnych na świecie plonującą w różnych warunkach glebowych i klimatycznych. W Polsce większa część pro-

dukcji tej rośliny przeznaczana jest do bezpośredniej konsumpcji, dlatego ziemniak jadalny powinien charakteryzować się odpowiednią wartością odżywczą, konsystencją i smakiem (Lisińska 2006, Leszczyński 2012, Lubecka-Ziembińska i Janiak 2012). Wartość odżywcza ziemniaka wynika z jego składu chemicznego: zawartości suchej masy, białka, witaminy C oraz mikroelementów (Leszczyński 2000, 2012). Głównym składnikiem suchej masy bulw jest skrobia, która decyduje o wartości energetycznej i konsystencji bulw po ugotowaniu. Wartość energetyczna skrobi zawartej w ziemniakach wynika z faktu, że pod wpływem enzymów jest ona rozkładana do glukozy, dzięki czemu jest praktycznie całkowicie i szybko trawiona (Leszczyński 2012). Wpływ skrobi na konsystencję bulw po ugotowaniu związany jest z jej pęcznieniem, które powoduje zniszczenie struktur komórkowych oraz jej ziarnistością i rozmieszczeniem w komórkach (Shomer i Levy 1988, Marle i in. 1997, Lamberti i in. 2004).

Zmienność zawartości skrobi, podobnie jak liczne cechy morfologiczne, są uwarunkowane genetycznie. Cechy te są również modyfikowane przez agrotechnikę oraz warunki pogodowe i glebowe. Wpływ warunków agrotechnicznych i glebowych na zawartość skrobi w bulwach ziemniaka był już szeroko omawiany (Pytlarz-Kozicka 2002, Zarzecka i Gąsiorowska 2002, Wierzbicka 2006, Wierzbicka i in. 2008, Marks i in. 2004).

Celem pracy było przeanalizowanie wpływu warunków środowiska określonych przez lata badań na zawartość skrobi w bulwach sześciu średnio wczesnych odmian ziemniaka jadalnego.

## MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiły wyniki dotyczące zawartości skrobi w bulwach średnio wczesnych odmian ziemniaka jadalnego uzyskane z lat 2010-2013 serii doświadczeń PDO (Porejestrowe Doświadczalnictwo Odmianowe) wykonanych w sześciu Stacjach Doświadczalnych Oceny Odmian: Karzniczka, Naroczyce, Słupia, Sulejów, Uhnin i Węgrzce (tab. 1). Doświadczenia zakładano w trzeciej dekadzie kwietnia w układzie losowanych bloków w trzech powtórzeniach w rozstawie 75 cm. Zbioru dokonywano w pełni dojrzałości, w drugiej dekadzie września. Wszystkie zabiegi agrotechniczne prowadzone były zgodnie metodyką opracowaną przez stacje COBORU. Warunki termiczno-opadowe okresu wegetacji przedstawiono w tabelach 2 i 3. W analizowanych latach w większości stacji średnia miesięczna temperatura powietrza była zbliżona do wartości średnich wieloletnich (1967-2013). Natomiast miesięczne sumy opadów, szczególnie w czerwcu i lipcu, w większości analizowanych stacji w latach 2010-2013 znacznie przewyższały sumy z wielolecia (1967-2013). We wszystkich latach i w każdej stacji notowano miesiące, w których suma opadów o ponad 100 mm przewyż-

szala sumę wieloletnią. Można stwierdzić, że druga połowa okresów wegetacyjnych w analizowanych latach charakteryzowała się nadmiernym uwilgotnieniem. Miesięczne sumy opadów w znacznej mierze przewyższały zapotrzebowanie opadowe średnio wczesnych odmian ziemniaka jadalnego.

**Tabela 1.** Współrzędne geograficzne stacji  
**Table 1.** Geographic coordinates of the stations

Stacja – Station	Współrzędne geograficzne Geographic coordinates		H <sub>s</sub> m n.p.m.
	φ°	λ°	
Karżniczka	54°29'	17° 14'	80
Naroczyce	51° 31'	16° 26'	110
Słupia	50° 38'	19° 58'	290
Sulejów	51° 21'	19° 52'	188
Uhnin	51° 34'	23° 02'	157
Węgrzce	50° 07'	19° 59'	285

Objaśnienia: φ° – szerokość geograficzna, λ° – długość geograficzna, H<sub>s</sub> – wysokość m n.p.m.  
Explanations: φ° – geographic latitude, λ° – geographic longitude, H<sub>s</sub> – m elevation above sea level.

Podstawą analizy były średnie odmianowe zawartości skrobi uzyskiwane z próby zbiorczej dromadzonej na każdym doświadczeniu w każdej miejscowości w kolejnych latach. Do analizy wybrano odmiany: Ametyst, Cekin, Finezja, Gawin, Satina, Stasia i Tajfun.

Z uwagi na układ danych, w celu zbadania wpływu miejsca uprawy i lat badań na zawartość skrobi w bulwach w/w odmian zastosowano analizę wariancji zgodnie z modelem trzyczynnikowej klasyfikacji krzyżowej z jedną obserwacją w podklasie (Trętowski i Wójcik 1991):

$$y_{ijl} = m + a_i + b_j + c_l + ab_{ij} + ac_{il} + e_{ijl};$$

gdzie:

$y_{ijl}$  – jest wartością badanej cechy,

$m$  – średnia populacji,

$a_i$  – efekt i-tego poziomu czynnika A (miejscowości),

$b_j$  – efekt j-tego poziomu czynnika B (lat),

$c_l$  – efekt l-tego poziomu czynnika C (odmiany),

$ab_{ij}$  – efekt interakcji czynnika A i B (miejscowości i lat),

$ac_{il}$  – efekt interakcji czynnika A i C (miejscowości i odmian),

$bc_{jl}$  – efekt interakcji czynnika B i C (lat i odmian),

$e_{ijl}$  – błąd losowy, w skład którego wchodzi również interakcja  $A \times B \times C$ .

Porównania średnich dokonano w oparciu o test Tukey'a przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ . Obliczenia statystyczne wykonano w oparciu o własny algorytm napisany w programie Excel zgodnie z powyższym modelem matematycznym.

**Tabela 2.** Średnia miesięczna temperatura powietrza (°C) w analizowanych stacjach w latach 2010-2013  
**Table 2.** Average monthly air temperatures (°C) at the analysed stations in 2010-2013

Miesiąc Month	Rok – Year				Średnia wieloletnia Long-term mean (1967-2013)
	2010	2011	2012	2013	
Karzniczka					
IV	6,8	9,3	7,6	6,1	6,5
V	9,7	12,5	13,3	13,7	11,9
VI	15	16,5	14,7	15,9	15,0
VII	19,7	17,7	18	18,2	17,2
VIII	17,9	17,4	17,6	17,7	17,0
Naroczyce					
IV	8,7	11,4	8,7	8,4	9,2
V	12,2	13,7	14,9	13,8	14,2
VI	17,0	18,5	16,2	17,0	17,1
VII	21,1	17,9	19,5	20,1	19,5
VIII	18,3	18,7	19,0	18,6	18,6
Słupia					
IV	8,3	9,8	8,8	7,5	7,6
V	12,4	13,5	14,7	14,2	13,4
VI	16,9	18,1	17	17,3	16,3
VII	20,6	17,6	20,5	19,4	18,2
VIII	18,5	18,3	18,8	18,3	17,5
Sulejów					
IV	8,3	9,8	8,8	7,5	7,6
V	12,4	13,5	14,7	14,2	13,4
VI	16,9	18,1	17	17,3	16,3
VII	20,6	17,6	20,5	19,4	18,2
VIII	18,5	18,3	18,8	18,3	17,5
Uhnin					
IV	9,2	9,6	9,4	8,0	7,9
V	14,9	14,0	15,0	15,6	13,7
VI	18,2	18,4	17,5	18,8	16,8
VII	21,9	18,7	21,8	19,4	18,8
VIII	20,0	18,1	18,7	18,8	17,7
Węgrzce					
IV	9,1	10,5	9,8	9,4	8,5
V	13	14,1	14,8	14,6	13,9
VI	17,5	18,3	17,8	18	16,7
VII	21,1	17,9	20,3	20,3	18,6
VIII	19,2	19,4	19,1	19,7	18,0

**Tabela 3.** Miesięczna suma opadów atmosferycznych (mm) w analizowanych stacjach w latach 2010-2013

**Table 3.** Monthly atmospheric precipitation sums (mm) at the analysed stations in 2010-2013

Miesiąc Month	Rok – Year				Średnia wieloletnia Long-term mean (1967-2013)
	2010	2011	2012	2013	
Karzniczka					
IV	10	24	42	28	36
V	112	41	19	78	48
VI	16	75	124	52	71
VII	142	100	172	77	95
VIII	173	113	84	108	80
Naroczyce					
IV	6	67	109	97	27
V	43	74	52	118	104
VI	12	82	37	182	84
VII	41	49	107	140	95
VIII	24	122	165	59	39
Słupia					
IV	44	29	56	24	44
V	205	50	17	104	66
VI	78	27	100	133	77
VII	169	170	81	86	92
VIII	155	71	55	44	73
Sulejów					
IV	26	22	44	22	37
V	147	50	23	113	57
VI	58	53	69	172	80
VII	87	176	60	35	80
VIII	131	85	54	39	60
Uhnin					
IV	17	40	30	67	36
V	93	46	38	132	58
VI	64	117	101	98	69
VII	63	170	53	54	75
VIII	141	43	70	7,0	69
Węgrzce					
IV	29	74	43	19	43
V	228	49	34	104	74
VI	167	48	128	229	90
VII	141	176	47	36	85
VIII	148	60	33	16	76

## ANALIZA WYNIKÓW

Analiza wariancji wykazała istotny wpływ miejscowości, lat badań oraz odmian na zawartość skrobi. Istotna okazała się również interakcja lat i miejscowości oraz interakcja miejscowości i odmian.

W czteroleceniu niezależnie od odmiany najwyższą zawartością skrobi charakteryzowały się bulwy zbierane w Uhninie (17,11%), najniższą zaś w Słupi (13,61). Istotnie niższą zawartość skrobi kumulowały w swych bulwach niezależnie od roku badań odmiany w Węgrzcach (16,18%) i Sulejowie (16,0%). Różnic pomiędzy tymi miejscowościami jednak nie udowodniono. Taką samą zawartość skrobi odnotowano w bulwach ziemniaków uprawianych w Karżniczce (14,91%) i Naroczycach (14,36%) i była ona istotnie niższa od zaobserwowanej w Uhninie, Węgrzcach i Sulejowie, lecz wyższa od uzyskanej w Słupi (tab. 4).

**Tabela 4.** Zawartość skrobi w bulwach ziemniaka (%) w zależności od lokalizacji doświadczenia oraz lat badań

**Table 4.** Starch content in potato tubers (%) in relation to experimental locations and study years

Miejscowości Locations	Lata – Years				Średnie dla miejscowości Means for locations
	2010	2011	2012	2013	
Karżniczka	14,19	14,10	15,56	15,83	14,92
Naroczyce	12,60	13,63	14,76	16,49	14,37
Słupia	10,77	9,51	15,93	17,76	13,49
Sulejów	14,19	15,46	16,60	18,23	16,12
Uhnin	15,64	16,26	17,01	18,34	16,81
Węgrzce	13,75	15,40	17,26	19,53	16,48
Średnie dla lat Means for years	13,52	14,06	16,19	17,70	15,37

NIR<sub>(0,05)</sub> dla miejscowości = 0,71 / LSD<sub>(0,05)</sub> for locations = 0.71,

NIR<sub>(0,05)</sub> dla lat = 0,52 / LSD<sub>(0,05)</sub> for years = 0.52,

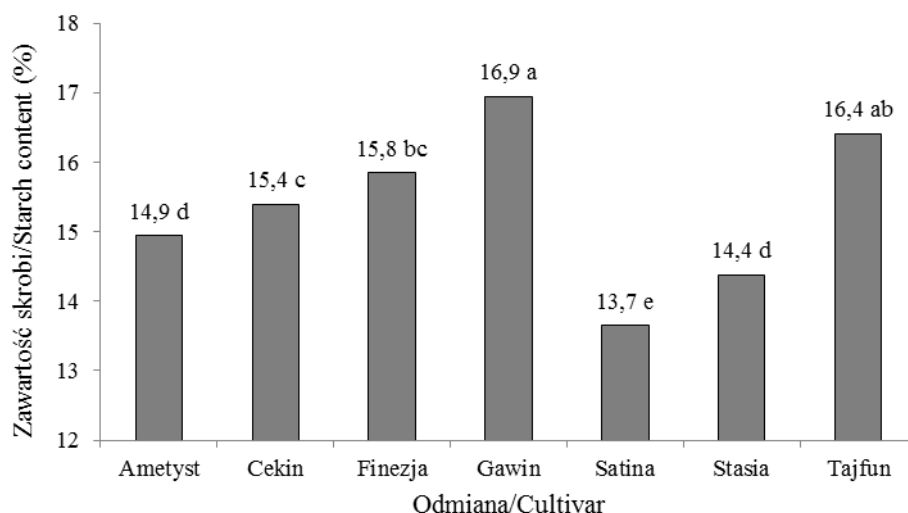
NIR<sub>(0,05)</sub> dla miejscowości x lata = 1,30 / LSD<sub>(0,05)</sub> for locations x years = 1.30.

Zawartość skrobi, którą kumulowały odmiany w poszczególnych latach, istotnie się różniła (tab. 4). Najwięcej skrobi zgromadziły bulwy w 2013 roku (17,7%), istotnie mniej w 2012 (16,19%), zaś najmniej 2010 w roku (13,52%). Lata 2012-2013 w większości stacji charakteryzowały się niższymi sumami opadów okresu wegetacyjnego w porównaniu do lat 2010-2011.

Istotność interakcji miejscowości i lat dowodzi, że zawartość skrobi w bulwach ziemniaków uprawianych w kolejnych latach w poszczególnych miejscowo-

ściach kształtowała się inaczej. W Uhninie, Sulejowie i Naroczycach proces gromadzenia skrobi w poszczególnych latach kształtował się podobnie. Najwięcej skrobi zgromadziły ziemniaki w 2013 roku (odpowiednio: 19,53%, 17,75% i 16,48%), istotnie mniej w 2012 (odpowiednio: 17,01%, 16,6% i 14,75%), zaś najmniej w 2010 roku (odpowiednio: 15,64%, 14,18%, 12,6%). W roku 2011 zawartość skrobi w bulwach nie różniła się statystycznie od zaobserwowanej w 2012 i 2010.

W Karzniczce najwięcej skrobi skumulowały bulwy w 2013 (15,82%) i 2012 roku (15,56%), najmniej zaś w 2010 (14,18%) i 2011 roku (14,10%). W Słupi, podobnie jak w Karzniczce, najwięcej skrobi zaobserwowano w 2013 roku (18,22%), istotnie mniej w 2012 (15,92%) i najmniej w latach 2010 (10,77%) i 2011 (9,51%). Różnic w zawartości skrobi pomiędzy 2010 i 2011 rokiem nie udowodniono. W Węgrzcach gromadzenie skrobi w kolejnych latach przebiegało podobnie jak w Uhninie, Sulejowie i Naroczycach z tą różnicą, że ilość skumulowanego wielocukru w 2011 roku (15,40%) istotnie się różniła się od zgromadzonego w 2010 (13,75%) i 2012 roku (17,25%).



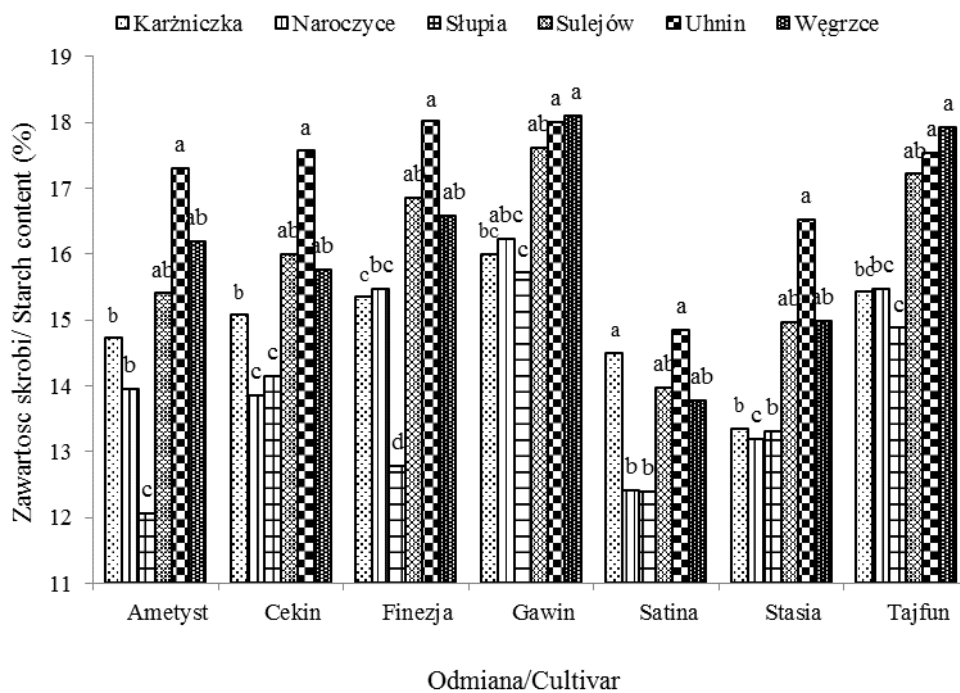
Średnie oznaczone tymi samymi literami: a, b, c, d, e nie różnią się między sobą istotnie przy  $p \leq 0,05$   
Mean values indicated with the same letters: a, b, c, d, e do not differ significantly at  $p \leq 0,05$

**Rys. 1.** Zawartość skrobi (%) w bulwach ziemniaka badanych odmian  
**Fig. 1.** Starch content (%) in potato tubers of cultivars studied

Na rysunku 1 przedstawiono średnią zawartość skrobi w poszczególnych odmianach. Najwięcej skrobi zgromadziły odmiany Gawin (16,9%) oraz Tajfun (16,4%), które nie różniły się pod tym względem od odmiany Finezja (15,8%).

Odmiana Finezja charakteryzowała się taką samą skrobiowością jak odmiana Cekin (15,4%). Porównywalne pod względem zawartości skrobi były również odmiany Stasia (14,4%) i Ametyst (14,9%). Najmniejszą zawartością skrobi charakteryzowała się natomiast odmiana Satina (13,7%). Istotność interakcji miejscowość x odmiana dowodzi, że te same odmiany w różnych miejscowościach gromadziły w swych bulwach inną zawartość skrobi.

Odmiana Ametyst najwięcej skrobi zgromadziła na polach doświadczalnych w Uhninie, najmniej zaś w Słupi. Podobną reakcję zaobserwowano u odmian Cekin i Stasia, z tym, że niską zawartość skrobi w ich bulwach zaobserwowano również na obiektach zlokalizowanych w Naroczycach. U odmian: Finezja, Gawin i Tajfun najwyższe zawartości skrobi odnotowano w Uhninie, Sulejowie i Węgrzcach. Najmniej skrobi odmiany te zgromadziły w Słupi (Finezja) oraz Słupi, Naroczycach i Karżniczce (Gawin i Tajfun) – rysunek 2.



Średnie oznaczone tymi samymi literami: a, b, c, d, e nie różnią się między sobą istotnie przy  $p \leq 0,05$   
 Mean values indicated with the same letters: a, b, c, d, e do not differ significantly at  $p \leq 0,05$

**Rys. 2.** Zależność zawartości skrobi (%) od miejscowości i odmiany  
**Fig. 2.** Starch content relationship (%) with locations and cultivars



## DYSKUSJA

Zawartość skrobi determinowana jest głównie właściwościami odmianowymi i zdaniem Mazurczyka (1994) oraz Sawickiej i in. (2011) należy do najbardziej stabilnych cech ziemniaka. Zarzecka i in. (2004) wskazują, że zawartość suchej masy i skrobi zależy od odmiany i warunków pogodowych oraz że występuje wzajemna interakcja tych czynników. W przeprowadzonych badaniach nie wykazano interakcji lat i odmian, co dowodzi, że wszystkie odmiany wykazywały taką samą reakcję na warunki wegetacji w poszczególnych latach. Nieco inne wyniki otrzymał Kołodziejczyk (2014), udowadniając zróżnicowaną reakcję odmian na warunki pogodowe panujące w poszczególnych okresach wegetacji w zakresie gromadzenia skrobi. Zdaniem Puły i Skowery (2004) czynnikiem istotnie ograniczającym gromadzenie skrobi w bulwach były duże ilości opadów atmosferycznych. Najmniej (13,0%) skrobi gromadziły bulwy ziemniaka w 1997 roku, określonym jako wilgotny i w 2000 roku (15,2%) z opadami w sezonie wegetacyjnym sięgającymi 500 mm. W pozostałych latach, w których opady atmosferyczne były niższe, zawartość skrobi w ziemniakach była wyższa. W badaniach własnych zawartość skrobi była uzależniona od miejscowości, odmian i lat. Najniższą zawartość odnotowano w roku 2010, który charakteryzował się najwyższymi sumami opadów okresu wegetacyjnego, a średnia temperatura okresu wegetacyjnego była zbliżona do średniej wieloletniej. Wyniki te są zbieżne z otrzymanymi przez Bombika i in. (2007), Roztropowicz (1989) i Leszczyńskiego (2000), z których wynika, że zawartość skrobi w największym stopniu uzależniona jest od warunków wegetacji w poszczególnych latach. Zawartość skrobi jest cechą, która pod wpływem warunków środowiska ulega modyfikacji (Porter i in. 1999).

## WNIOSKI

1. Zawartość skrobi w bulwach średnio wczesnych odmian ziemniaka determinowana była przez miejscowości, lata i odmiany.
2. W czteroleciu niezależnie od odmiany najwyższą zawartość skrobi w bulwach kumulowały odmiany uprawiane w Uhninie, najniższą zaś w Słupi.
3. W latach o nadmiernych opadach w okresie wegetacji ziemniaki gromadziły w swych bulwach najmniej skrobi niezależnie od miejscowości i odmiany.
4. Największą zawartością skrobi niezależnie od miejsca uprawy charakteryzowały się odmiany Gawin i Tajfun oraz Finezja, najmniejszą zaś odmiana Satina.
5. Odmiana Ametyst, Cekin i Stasia uprawiane w Uhninie charakteryzowały się najwyższą zawartością skrobi. Najmniej tego wielocukru odmiany te zgromadziły w Słupi (Ametyst) lub w Słupi i Naroczycach (Cekin i Stasia). U odmian: Finezja, Gawin i Tajfun najwyższe zawartości skrobi odnotowano w Uhninie, Sulejowie i Węgrzicach.

## PIŚMIENNICTWO

- Bombik A., Rymuza K., Markowska M., Stankiewicz C., 2007. Variability analysis of selected quantitative characteristics in edible potato varieties. *Acta Sci. Pol., Agricultura*, 6(3), 5-15.
- Chmura K., Dzieżyc H., Piotrowski M., 2013. Reakcja ziemniaków średnio wczesnych oraz średnio późnych i późnych na czynnik wodny w warunkach gleb kompleksów pszennych i żytnich. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, 2, 103-113.
- Kołodziejczyk M., 2014. Wpływ warunków opadowo-termicznych na skład chemiczny oraz wybrane parametry jakości bulw średnio późnych i późnych odmian ziemniaka jadalnego. *Annales UMCS, sec. E.*, 3, 1-10.
- Lamberti M., Geiselmann A., Conde-Petit B., Escher F., 2004. Starch transformation and structure development in production and reconstitution of potato flakes. *LWT – Food Sci. Technol.*, 37(4), 417-427.
- Leszczyński W., 2000. Jakość ziemniaka konsumpcyjnego. *Żywność, Nauka, Technol., Jakość*, 4(25), 5-27.
- Leszczyński W., 2012. Żywnościowa wartość ziemniaka i przetworów ziemniaczanych. *Biul. IHAR*, 266, 5-20.
- Lisińska G., 2006. Wartość technologiczna i jakość konsumpcyjna polskich odmian ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 544, 81-94.
- Lubecka-Ziembińska J., Janiak W. 2012. Nowe odmiany ziemniaka. *Ziemniak Polski*, 22(2), 7-10.
- Marle T. van, Stolle-Smits T., Donkers J., Dijk V. van, Voragen A.G.J., Recourt K., 1997. Chemical and microscopic characterization of potato (*Solanum tuberosum* L.) cell walls during cooking. *J. Agric. Food Chem.*, 45(1), 50-58.
- Marks N., Sobol Z., Kołodziejczyk M. 2004. Wpływ gleby i nawożenia na kształtowanie cech jakościowych bulw ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 500. 341- 350.
- Mazurczyk W., 1994. Skład chemiczny dojrzałych bulw 30 odmian ziemniaka. *Biul. Inst. Ziem.*, 44, 55-63.
- Porter G. A., Opena G. B., Bradbury W. B., McBurnie J. C., Sisson J. A., 1999. Soil management and supplemental irrigation effects on potato: I. Soil properties, tuber yield and quality. *Agron. Journal*, 91, May-June, 416-425.
- Puła J., Skowera B., 2004. Zmienność cech jakościowych bulw ziemniaka odmiany Mila uprawianego na glebie lekkiej w zależności od warunków pogodowych. *Acta Agrophysica*, 3(2), 359-366.
- Pytlarz-Kozicka M., 2002. Wpływ sposobów pielęgnowania na wysokość i jakość plonów ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 489. 147-155.
- Roztropowicz S., 1989. Środowiskowe, odmianowe i nawozowe źródła zmienności składu chemicznego bulw ziemniaka. *Fragm. Agron.*, 1(21), 33-75.
- Roztropowicz S., Wierzejska A., 1986. Wpływ naturalnych warunków wilgotnościowych na efektywność nawożenia potasem w uprawie ziemniaków. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 284, 347-355.
- Sawicka B., Michałek W., Pszczółkowski P., 2011. Uwarunkowania potencjału plonowania średnio późnych i późnych odmian ziemniaka w warunkach środkowo-wschodniej Polski. *Biul. IHAR* 259, 219-228.
- Shomer I., Levy D., 1988. Cell wall mediated bulkiness as related to the texture of potato (*Solanum tuberosum* L.) tuber tissue. *Potato Res.*, 31(2), 321-334.
- Trętowski J., Wójcik A.R., 1991. *Metodyka doświadczeń rolniczych*. Wyd. WSRP Siedlce.
- Wierzbicka A., 2006. Zmienność wybranych cech jakości bulw wczesnych odmian ziemniaka w zależności od nawożenia azotem i terminu zbioru. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 511, 175-187.

- Wierzbicka A., Mazurczyk W., Wroniak J., 2008. Wpływ nawożenia azotem i terminu zbioru na plon i wybrane cechy jakości bulw wczesnych odmian ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 530, 207-216.
- Zarzecka K., Antolak M., Pszczółkowski P., 2004. Plonowanie dziesięciu średnio wczesnych odmian ziemniaka w warunkach Podlasia. *Zesz. Nauk AP, Roln. Siedlce*, 65, 59-63.
- Zarzecka K., Gąsiorowska B., 2002. Gromadzenie wybranych składników w bulwach ziemniaka w warunkach pielęgnacji mechaniczno-chemicznej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 489, 301-308.

## THE EFFECT OF ENVIRONMENTAL CONDITIONS ON STARCH CONTENT IN THE TUBERS OF MEDIUM-EARLY POTATO CULTIVARS

*Katarzyna Rymuza<sup>1</sup>, Elżbieta Radzka<sup>2</sup>, Tomasz Lenartowicz<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Department of Quantitative Methods and Spatial Management,  
University of Natural Sciences and Humanities  
ul. B. Prusa 14, 08-110 Siedlce  
e-mail: katarzyna.rymuza@uph.edu.pl

<sup>2</sup>Department of Agrometeorology and Agricultural Engineering,  
University of Natural Sciences and Humanities  
ul. B. Prusa 14, 08-110 Siedlce

<sup>3</sup>VCU Assessment Department, The Research Centre for Cultivar Testing  
63-022 Słupia Wielka

**Abstract.** The work is based on measurements of starch content in tubers of medium early edible potato cultivars, taken in 2010-2013. The data were recorded by six COBORU (Research Centre for Cultivar Testing) stations located in various regions of Poland. Variance analysis was conducted following a three-way cross-classified model with one observation within the sub-class. A significant effect of locations, study years and cultivars on starch content was confirmed. Also, years x locations interaction and locations x cultivars interaction were found to be significant. The highest starch content was determined in tubers harvested in Uhnin and the lowest in Słupia. Moreover, the most starch was accumulated in 2013, significantly less in 2012 and the least in 2010. At most stations, over the growing season in 2012 and 2013, precipitation was lower compared with 2010-2011. Accumulation of starch was the highest for cv. Gawin and Tajfun. Frezja accumulated as much starch as Ametyst, the content being the lowest for Satina.

**Key words:** precipitation sum, air temperature, starch content, cultivar, growing season