INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH
INFRASTRUCTURE AND ECOLOGY OF RURAL AREAS

Nr 6/2009, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 293–302
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

Tadeusz Wojdyła, Mieczysława Pińska, Stanisław Rolbiecki, Roman Rolbiecki

WPŁYW MIKRONAWODNIEŃ NA ZAWARTOŚĆ SKROBI I CUKRÓW W BULWACH WYBRANYCH ODMIAN ZIEMNIAKÓW PO ZBIORACH I PRZECHOWYWANIU

EFFECT OF MICROIRRIGATION ON THE STARCH AND SUGAR CONTENT IN TUBERS OF CHOSEN POTATO CULTIVARS AFTER HARVEST AND STORAGE

Streszczenie

Celem badań było określenie wpływu nawadniania kroplowego i mikrozraszania na zawartość skrobi, cukrów ogółem, w tym redukujących, w bulwach ziemniaków wybranych odmian po zbiorach i po 6-miesięcznym przechowywaniu.

Doświadczenia przeprowadzono w latach 2001–2003 w Kruszynie Krajeńskim koło Bydgoszczy, na glebie zaliczanej do VI klasy bonitacyjnej i 7 kompleksu przydatności rolniczej (żytniego, bardzo słabego). Miała ona bardzo małą zawartość części spławialnych w warstwie ornej (7%) i podornej (3–5%). Odczyn pH oznaczony w 1n KCl był lekko kwaśny, a zasobność w podstawowe makroelementy kształtowała się na poziomie średnim. Eksperyment uwzględniał trzy czynniki: A – nawadnianie (bez nawadniania – poletka kontrolne, nawadnianie kroplowe, mikrozraszanie), B – odmiana uprawna (‘Barycz’, ‘Mors’, ‘Triada’), C – przechowywanie (po zbiorach – kontrola, po przechowywaniu przez 6 miesięcy). Zastosowano trzy powtórzenia. Do nawadniania kroplowego użyto linii kroplującej ‘T-Tape’ z emiterami kropel rozmieszczonymi co 20 cm. Jeden przewód kroplujący ułożony pośrodku, nawadniał dwa sąsiednie rzędy ziemniaków. Wydatek pojedynczego kroplownika wynosił przeciętnie 0,6 $l\ h^{-1}$. Do mikrozraszania zastosowano mikrozraszacze ‘Hadar’ o średnicy dyszy 1,3 mm i wydajności 30 $l\ h^{-1}$. Terminy wykonywania nawodnień ustalano na podstawie potencjału wodnego gleby określanego przy użyciu tensjometrów. Nawadnianie rozpoczynano w momencie, gdy potencjał wodny gleby wynosił -0,03 MPa.

Zawartość skrobi w bulwach ziemniaka po zbiorach, uprawianego na poletkach nie nawadnianych, kształtowała się średnio dla lat i odmian, na poziomie

16,1%. Badane systemy interwencyjnego nawadniania, nie miały wpływu na ilość omawianego składnika w bulwach badanych odmian, tak po zbiorach jak i po 6 miesiącach przechowywania. Po okresie 6-miesięcznego przechowywania bulw ziemniaków, nastąpiło obniżenie zawartości skrobi i wzrost cukrów prostych oraz ogółem.

Słowa kluczowe: mikronawodnienia, odmiana ziemniaka, przechowywanie, skrobia, cukry

Summary

The aim of the study was to determine the effect of drip irrigation and microsprinkler irrigation on the content of starch, total sugars (including reducing sugars) in tubers of chosen potato cultivars after harvest and after storage during 6 months.

Experiments were carried out in 2001–2003 at Kruszyn Krajeński near Bydgoszcz on the soil include to VI – quality class and 7 – complex of agricultural suitability (very weak rye complex). The soil was characterized by the very low silt and clay fraction content in topsoil (7%) and subsoil horizon (3–5%). The value of pH in 1n KCl was slightly acidic, and the abundance of basic macroelements was on the average level. The experiment included three factors: A – irrigation (without irrigation – control plots, drip irrigation, micro-sprinkler irrigation), B – cultivar ('Barycz', 'Mors', 'Triada'), C – storage (after harvest – control, after storage during 6 months). Three replications were applied. Drip irrigation was applied using 'T-Tape' drip lines (in-line emitters spaced 20 cm apart). The single drip line was located between two neighbouring rows of potatoes. The single emitter's output amounted on average 0,6 $l \cdot h^{-1}$. Micro-jet irrigation was done with the use of micro-jets 'Hadar' (diameter of nozzle 1,3 mm and output 30 $l \cdot h^{-1}$). Terms of irrigation were established according to soil water potential indicated by tensiometers. Irrigation was started when the soil water potential achieved -0,03 MPa.

The starch content in tubers of potatoes grown on non-irrigated plots amounted, on average for years and cultivars, on the level 16,1%. Investigated irrigation systems did not influence on the content of the studied component in tubers of the tested cultivars, directly after harvest as well as after storage during 6 months. After storage of potato tubers during 6 months, the starch content was decreased and contents of reducing sugars and total sugars were increased.

Key words: *micro-irrigation, potato cultivar, storage, starch, sugars*

WPROWADZENIE

Zawartość węglowodanów w bulwach ziemniaków decyduje o ich wartości technologicznej i konsumpcyjnej. Jest ona cechą odmianową, niemniej warunki środowiskowe oraz zabiegi agrotechniczne jak również przechowywanie mogą powodować ich zmianę [Pritchard, Scanlon 1997; Zgórska, Frydecka-Mazurczyk 2000a, b, c].

Nawadnianie zastosowane we właściwym okresie wegetacji może zapobiec obniżeniu jakości ziemniaka, powodując wzrost zawartości skrobi i zmniejszenie ilości cukrów redukujących [Gunel, Karadogan 1998; Leszczyński 1994].

Deszczowanie niektórych odmian ziemniaka, szczególnie pod koniec okresu wegetacji, może przyczynić się do zmniejszenia zawartości skrobi i suchej masy w bulwach. Wysoka temperatura gleby i powietrza może mieć korzystny wpływ na kształtowanie się zawartości tych składników [Pęksa 1991; Nadler, Heuer 1995]. W okresach niedoboru opadów uzupełnianie wody zapewnia nie tylko optymalne warunki dla rozwoju roślin, ale również zwiększa jakość technologiczną bulw, tj. równomierne dojrzewanie, regularny kształt, stabilny poziom cukrów i równomierne ich rozmieszczenie w miąższu [Głuska 2000].

Nie bez znaczenia są też metody deszczowania plantacji, ponieważ ich stosowanie wpływa na zmniejszenie lub zwiększenie zawartości cukrów. Według Shock i in. [1993], po okresach niedoboru wody ziemniak zawiera więcej suchej masy i cukrów prostych, mniej zaś skrobi. Skrobia jako materiał zapasowy zostaje rozłożona na cukry proste potrzebne do zintensyfikowania wzrostu rośliny. Konsekwencją tego zjawiska jest wzrost ilości cukrów redukujących oraz ich nierównomierny rozkład w bulwie, co ogranicza ich przydatność technologiczną.

Bulwy ziemniaków w tym jadalnych i do przetwórstwa spożywczego są przechowywane od zbioru do końca czerwca. Utrzymanie optymalnych warunków ich przechowywania ma na celu minimalizację strat jakościowych i ilościowych, będących wynikiem procesów życiowych [Zgórska, Frydecka-Mazurczyk 2000b; Sowa-Niedziałkowska 2000, 2001].

Celem badań było określenie wpływu nawadniania kroplowego i mikrozraszania na zawartość skrobi, cukrów ogółem, w tym redukujących, w bulwach ziemniaków wybranych odmian po zbiorach i po 6-miesięcznym przechowywaniu.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenia przeprowadzono w latach 2001–2003 w Kruszynie Krajeńskim koło Bydgoszczy ($\varphi = 53^{o}05'$; $\lambda = 17^{o}52'$), na glebie zaliczanej do VI klasy bonitacyjnej i 7 kompleksu przydatności rolniczej (żytniego, bardzo słabego). Glebę tę zaklasyfikowano do: typu – czarna ziemia, podtypu – czarna ziemia zdegradowana, rodzaju – wytworzona z piasku słabo gliniastego, gatunku – piasek słabo gliniasty na płytko zalegającym piasku luźnym. Miała ona bardzo małą zawartość części spławialnych w warstwie ornej (7%) i podornej (3–5%). Odczyn pH oznaczony w 1n KCl był lekko kwaśny, a zasobność w podstawowe makroelementy kształtowała się na poziomie średnim. Gleba posiadała ponadto bardzo słabą zdolność zaopatrywania roślin w wodę, bowiem retencja użyteczna (RU) w warstwie 0-100 cm wynosiła 69 mm, a polowa pojemność wodna (PPW) kształtowała się na poziomie 86 – 90 mm [Rolbiecki, Rolbiecki 2005].

Schemat doświadczenia uwzględniał trzy czynniki:
A – nawadnianie: O – bez nawadniania (poletka kontrolne),
K – nawadnianie kroplowe,
M – mikrozraszanie.
B – odmiana uprawna: 'Barycz', 'Mors', 'Triada'.
C – przechowywanie.

Zastosowano trzy powtórzenia. Powierzchnia pojedynczego poletka wynosiła 12,5 m^2 (4 rzędy w rozstawie 62,5 cm, długości 5 m).

Ziemniaki uprawiano na pełnej dawce obornika bydlęcego (30 t ha^{-1}) wnoszonego do gleby jesienią pod orkę zimową. Wysadzano je w III dekadzie kwietnia. Nawożenie azotem, fosforem i potasem stosowano wiosną wysiewając na 1 hektar 90 kg N (mocznik), 80 kg P_2O_5 (superfosfat potrójny granulowany 44% P_2O_5) oraz 140 kg K_2O (sól potasowa 60% K_2O). Przedplonem były warzywa dyniowate. Prowadzono chemiczne zwalczanie stonki ziemniaczanej oraz zarazy ziemniaka, bez oprysku herbicydami. Stosowano typowe dla plantacji ziemniaka mechaniczne zabiegi pielęgnacyjne (bronowanie odchwaszczające, obredlanie).

Wodę do nawodnień czerpano z ujęcia powierzchniowego, zlokalizowanego na Kanale Kruszyńskim w odległości około 650 m od poletek. Do nawadniania kroplowego użyto linii kroplującej 'T-Tape' z emiterami kropel rozmieszczonymi co 20 cm. Jeden przewód kroplujący ułożony pośrodku, nawadniał dwa sąsiednie rzędy ziemniaków. Wydatek pojedynczego kroplownika wynosił przeciętnie 0,6 l h^{-1}. Do mikrozraszania zastosowano mikrozraszacze 'Hadar' o średnicy dyszy 1,3 mm i wydajności 30 l· h^{-1}. Terminy wykonywania nawodnień ustalano na podstawie potencjału wodnego gleby określanego przy użyciu tensjometrów. Nawadnianie rozpoczynano w momencie, gdy potencjał wodny gleby wynosił -0,03 MPa. Nawadnianie kroplowe przeprowadzano z reguły co 1-3 dni, a mikrozraszanie co 4–6 dni [Rolbiecki, Rolbiecki 2005].

Suma opadów atmosferycznych okresu wegetacji ziemniaka (IV–VIII) wyniosła, średnio w latach 2001–2003, 226 mm (tab. 1). Stanowiło to 95% normy wieloletniej wynoszącej 240 mm. Pierwsze dwa lata badań charakteryzowały się opadami nieco wyższymi od normy (odpowiednio o 7 i 5%). Ostatni rok badań (2003) był najbardziej skąpy w opady, które wyniosły zaledwie 166 mm (69% normy). Spośród miesięcy okresu wegetacji, jedynie w lipcu wystąpiły opady wyższe niż w wieloleciu.

Przeliczone na wskaźnik opadowy dawki jednorazowe wahały się od 2,4 do 12 mm w nawadnianiu kroplowym i od 10 do 25 mm w mikrozraszaniu.

Średnie sezonowe normy nawodnieniowe wyniosły 54,6 mm w nawadnianiu kroplowym oraz 130 mm w mikrozraszaniu (tab. 2). Sezonowe dawki wahały się jednak w poszczególnych latach badań w dość szerokim zakresie, zależnie od wysokości i rozkładu opadów atmosferycznych. Najwyższe sumaryczne dawki wody zastosowano w charakteryzującym się posusznym okresem wegetacyjnym roku 2003, znacznie niższe natomiast w latach 2001 i 2002 [Rolbiecki, Rolbiecki 2005].

Z każdego wariantu doświadczenia pobierano podczas zbioru liczące po 10 kg próby bulw bez wyraźnych uszkodzeń mechanicznych i objawów chorobowych, a następnie w woreczkach siatkowych umieszczano w przechowalni na 6 miesięcy w temperaturze 4^{o}C, i wilgotności względnej powietrza 95%. W bulwach ziemniaka, zarówno bezpośrednio po zbiorze, jak i po okresie przechowywania oznaczono zawartość skrobi metodą polarymetryczną wg Ewersa [Adler 1971], cukrów prostych i ogółem z zastosowaniem dinitrofenolu wg Talburt i Smith [1987].

Obliczenia statystyczne wykonano komputerowo wykorzystując test Fishera-Snedecora w celu stwierdzenia istotności działania czynników doświadczenia oraz test Tukey'a dla porównania otrzymanych różnic [Rudnicki 1992].

Tabela 1. Opady atmosferyczne w Kruszynie Krajeńskim w okresie wegetacji ziemniaków [Rolbiecki, Rolbiecki 2005]
Table 1. Precipitation in Kruszyn Krajeński during vegetation period of potatoes

Rok	Opady atmosferyczne (mm)					
	IV	V	VI	VII	VIII	IV-VIII
Norma	28	40	56	65	51	240
2001	45	30	49	106	27	257
2002	13	50	40	108	41	252
2003	13	12	34	89	18	166
Średnio	24	31	41	101	29	226

Tabela 2. Sumaryczne sezonowe dawki wody w uprawie ziemniaków (mm) [Rolbiecki, Rolbiecki 2005]
Table 2. Total seasonal irrigation doses in cultivation of potatoes (mm)

Wyszczególnienie	2001	2002	2003	Średnio
Nawadnianie kroplowe	39,6	43,2	81,0	54,6
Mikrozraszanie	80	105	205	130

Tabela 3. Wpływ nawadniania (A) na zawartość skrobi w bulwach ziemniaka (w% św. m.) w zależności od odmiany (B) i przechowywania (C) (średnia z 3 lat badań)
Table 3. Influence of irrigation (A) on starch in potato tubers (in% fr. m.) depending from cultivar (B) and storage (C) (three year mean)

Wyszczególnienie	Po zbiorach				Po 6 miesiącach przechowywania				$NIR_{\alpha=0,05}$
	Barycz	Mors	Triada	Średnio	Barycz	Mors	Triada	Średnio	
Bez nawadniania	16,0	15,4	16,8	16,1	15,6	14,9	16,0	15,5	C- 0,094
Nawadnianie kroplowe	15,7	15,3	16,5	15,8	15,2	14,8	15,8	15,3	AxC- n.i
Mikrozraszanie	15,7	15,5	16,2	15,8	12,0	15,0	15,7	14,2	CxA-n.i.
Średnio	15,8	15,4	16,5	15,9	14,3	14,9	15,8	15,0	BxC-n.i. CxB-n.i.
$NIR_{\alpha=0,05}$	A – n.i. B – 0,544 AxB – n.i. BxA – n.i.				A – n.i. B – 0,597 AxB – n.i. BxA – n.i.				

Tabela 4. Wpływ nawadniania (A) na zawartość cukrów prostych w bulwach ziemniaka (w% św. m.) w zależności od odmiany (B) i przechowywania (C) (średnia z 3 lat badań)
Table 4. Influence of irrigation (A) on monosaccharide content in potato tubers (in% fr. m.) depending from cultivar (B) and storage (C) (three year mean)

Wyszczególnienie	Po zbiorach				Po 6 miesiącach przechowywania				$NIR_{\alpha=0,05}$
	Barycz	Mors	Triada	Średnio	Barycz	Mors	Triada	Średnio	
Bez nawadniania	0,20	0,28	0,25	0,24	0,31	0,39	0,38	0,36	C- 0,034
Nawadnianie kroplowe	0,19	0,29	0,23	0,24	0,51	0,40	0,37	0,43	AxC- n.i
Mikrozraszanie	0,20	0,28	0,24	0,24	0,51	0,42	0,41	0,45	CxA-n.i.
Średnio	0,20	0,28	0,24	0,24	0,44	0,40	0,39	0,41	BxC- 0,071 CxB- 0,059
$NIR_{\alpha=0,05}$	A – n.i. B – 0,055 AxB – n.i. BxA – n.i.				A – n.i. B – 0,099 AxB – n.i. BxA – n.i.				

Tabela 5. Wpływ nawadniania (A) na zawartość cukrów ogółem w bulwach ziemniaka (w% św. m.) w zależności od odmiany (B) i przechowywania (C) (średnia 3 z lat badań)
Table 5. Influence of irrigation (A) on total sugars content in potato tubers (in% fr. m.) depending from cultivar (B) and storage (C) (three year mean)

Wyszczególnienie	Po zbiorach				Po 6 miesiącach przechowywania				$NIR_{\alpha=0,05}$
	Barycz	Mors	Triada	Średnio	Barycz	Mors	Triada	Średnio	
Bez nawadniania	0,42	0,53	0,45	0,47	0,73	0,61	0,67	0,67	C- 0,042
Nawadnianie kroplowe	0,39	0,55	0,43	0,46	0,74	0,61	0,68	0,68	AxC- n.i
Mikrozraszanie	0,42	0,54	0,43	0,46	0,65	0,62	0,67	0,65	CxA-n.i.
Średnio	0,41	0,54	0,44	0,46	0,71	0,61	0,67	0,66	BxC-0,084 CxB-0,073
$NIR_{\alpha=0,05}$	A – n.i. B – 0,031 AxB – n.i. BxA – n.i.				A – n.i. B – n.i. AxB – n.i. BxA – n.i.				

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Bulwy ziemniaków przeznaczone na produkty spożywcze, w zależności od kierunku użytkowania, nie powinny zawierać więcej niż 0,25–0,50% cukrów prostych i powyżej 1,0% cukrów ogółem. Natomiast zawartość skrobi w bulwach dla tych produktów, powinna wynosić w granicach 12–21% [Sobkowicz 1995].

Zawartość skrobi w bulwach ziemniaka po zbiorach, uprawianego na poletkach nienawadnianych, kształtowała się średnio dla lat i odmian, na poziomie 16,1% (tab. 3). Nieznacznie wyższą zawartość skrobi (16,3%) w doświadczeniu z tą samą odmianą stwierdził Rzekanowski i in. [2005].

Badane systemy interwencyjnego nawadniania, nie miały wpływu na ilość omawianego składnika w bulwach badanych odmian, tak po zbiorach jak i po 6 miesiącach przechowywania. Rzekanowski i in. [2005] stwierdzili istotny wpływ nawadniania deszczownianego na obniżenie zawartości skrobi w bulwach odmiany ‘Triada’, tak po zbiorach jak i przechowywaniu. Podobne efekty uzyskali również Karczmarczyk i Laskowski [1983] oraz Rogozińska i Rzekanowski [1991, 1993], w odniesieniu do innych odmian.

Zawartość skrobi w bulwach ziemniaków jest cechą genetyczną [Zgórska, Frydecka-Mazurczyk 1999; Sowa-Niedziałkowska 2000; Lutomirska 2000], wykonane doświadczenia potwierdziły tą zależność. Po okresie 6 miesięcznego przechowywania, w wyniku zachodzących procesów życiowych, odnotowano obniżenie zawartości skrobi w bulwach ziemniaków o 5,7%. Według Frydec-

kiej-Mazurczyk i Zgórskiej [2000b] ubytki skrobi po przechowywaniu wynoszą 1,6–3,5% i zależą od odmiany i temperatury przechowywania. Z reguły odmiany o wyższej zawartości skrobi i dłuższym okresie wegetacji wykazują większe jej ubytki w czasie przechowywania [Zgórska 2005]. Większość odmian jadalnych podczas przechowywania w temperaturze 6^{o}C i wilgotności względnej powietrza powyżej 90% wykazuje małe straty skrobi.

WNIOSKI

1. Interwencyjne mikronawadnianie – systemem kroplowym i mikrozraszaczami – nie różnicowało w sposób istotny zawartości w bulwach: skrobi, cukrów prostych i ogółem.
2. Bulwy badanych odmian nie różniły się istotnie zawartością: skrobi, cukrów prostych oraz ogółem.
3. Po okresie 6 miesięcznego przechowywania bulw ziemniaków, nastąpiło obniżenie zawartości skrobi i wzrost cukrów prostych oraz ogółem.

BIBLIOGRAFIA

Adler G. *Kartoffeln und Kartoffelerzeuggnisse*. Paul Parey, Berlin, 1971.

Głuska A.. *Nawadnianie jako czynnik kształtujący jakość plonu ziemniaków*. Biul. IHAR, 213, 2000, s. 179–184.

Gunel E., Karadogan T. *Effect of irrigation applied at different growth atages and length or irrigation period on quality characters of potato tubers*. Potato Res., 41(1), 1998, s. 9–19.

Karczmarczyk S., Laskowski S. *Wpływ deszczowania i nawożenia mineralnego na właściwości gleby lekkiej i ciężkiej oraz plonowanie i wartość konsumpcyjną bulw ziemniaków. Cz. V. Skład chemiczny i wartość konsumpcyjna bulw ziemniaków.* Zesz. Nauk. AR Szczecin, 100, 1983, s. 153–162.

Leszczyński W. *Wpływ czynników działających w okresie wegetacji ziemniaka na jego jakość*. Post. Nauk Rol., 6, 1994, s. 55–68.

Lutomirska B. *Odmianowe i przyrodnicze źródła jakości plonu ziemniaków jadalnych*. Sem. Spec.. „Aktualne tendencje w technologii produkcji i przechowalnictwie ziemniaka jadalnego i sadzeniaków". Bonin, 2000, s. 12–14.

Nadler A., Heuer B. *Effect of saline irrigation and water deficyt on tuber quality*. Potato Res., 38(2), 1995, s. 393–400.

Pęksa A. *Wpływ nawożenia azotem i nawadniania na skład chemiczny bulw i jakość otrzymanych z nich chipsów.* Zesz. Nauk. AR Wroc. Ser. Technol. Żyw., 7(244), 1991, s. 9–28.

Pritchard M. K., Scanlon M.G. *Relationships between fry colour and sugar concentration in stored Russet Burbank and Shepody potatoes*. Am. Potato J., 71 (1), 1997, s. 59–68.

Rogozińska I., Rzekanowski C. *Wpływ nawożenia azotowego i nawadniania na skład chemiczny oraz straty powstałe w trakcie przechowywania bulw ziemniaka.* Zesz. Nauk. AR Kraków, 262, Sesja Nauk. 34, 1991, s. 275–280.

Rogozińska I., Rzekanowski C. *Zmiany jakości i wartości przechowalniczej bulw ziemniaka jadalnego pod wpływem deszczowania i nawożenia azotem, uprawianego na glebie bardzo lekkiej*. Post. Nauk. Rol., 1, 1993, s. 83–90.

Rolbiecki S., Rolbiecki R. *Reakcja wybranych średnio wczesnych odmian ziemniaka na zastosowanie mikronawodnień na glebie piaszczystej*. Zesz. Nauk. AR Wroc. Ser. Rol. 515, 2005, s. 455–461.

Rudnicki F. (red.). *Doświadczalnictwo rolnicze*. Wyd. Uczeln. ATR, Bydgoszcz, 1992.

Rzekanowski Cz., Wojdyła T., Rolbiecki St., Rolbiecki R., Grzelak B. *Wpływ deszczowania i nawożenia azotem na plon oraz wartość technologiczną i przechowalniczą ziemniaka odmiany 'Triada'. Inżynieria Rolnicza* 4 (64), 2005, s. 217–225.

Sobkowicz G. (red.). *Towaroznawstwo i przechowalnictwo produktów spożywczych*. AR Wroc. 1995, s.144.

Sowa-Niedziałkowska G. *Wpływ warunku wzrostu i magazynowania bulw odmian jadalnych ziemniaka na ich trwałość przechowalniczą*. Biul. IHAR, 213, 2000, s. 225–232.

Sowa-Niedziałkowska G. *Ocena odmian przydatnych do przetwórstwa spożywczego pod względem ubytków i strat w czasie przechowywania bulw ziemniaka.* Biul. IHAR, 217, 2001, s. 213–220.

Shock C., Holmes Z., Stieber T., Eldredge E., Zhang P. *The effect of timed water stress on quality, total solids and reducing sugar content of potaoes.* Am. Potato J., 70(3), 1993, s. 227–241.

Talburt W., Smith F.O. *Potato processing*. Nostrand Reinhold Company New York, 1987.

Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A. *Wpływ warunków uprawy i przechowywania na cechy jakości ziemniaków przeznaczonych do przetwórstwa*. Konf. Nauk. Ziemniak jadalny i dla przetwórstwa spożywczego – czynniki agrotechniczne i przechowalnicze warunkujące jakość. Radzików, 1999, s. 86.

Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A. *Dobór odmian do przetwórstwa spożywczego*. Mat. II Konf. Nauk. „Ziemniak spożywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie". Polanica, 2000a, s. 80–81.

Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A. *Przechowywanie ziemniaka do konsumpcji i przetwórstwa*. Mat. II Konf. Nauk. „Ziemniak spożywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie". Polanica, 2000b, s. 33–39.

Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A. *Wpływ warunków w czasie wegetacji oraz temperatury przechowywania na cechy jakości ziemniaków przeznaczonych do przetwórstwa*. Biul. IHAR, 213 AR Wroc., 2000c, s. 239–251.

Zgórska K. *Zmiany cech technologicznych bulw ziemniaka w czasie przechowywania.* Ziemniak Polski 4, 2005, s. 26–28.

Dr inż. Tadeusz Wojdyła
Katedra Przechowalnictwa i Przetwórstwa Produktów Roślinnych,
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy
ul. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz
Tel. 052 374 9320, E-mail: wojdyla@utp.edu.pl

Dr inż. Mieczysława Pińska
Katedra Przechowalnictwa i Przetwórstwa Produktów Roślinnych,
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy
ul. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz
Tel. 052 374 9320, E-mail: pinska@utp.edu.pl

Dr hab. inż. Stanisław Rolbiecki, prof. UTP
Katedra Melioracji i Agrometeorologii
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy
ul. Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz
Tel. 052 374 9552, E-mail: rolbs@utp.edu.pl

Dr inż. Roman Rolbiecki
Katedra Melioracji i Agrometeorologii
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy
ul. Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz
Tel. 052 374 9547, E-mail: rolbr@utp.edu.pl

Recenzent: *Prof. dr hab. Cezary Podsiadło*