

*Tadeusz Wojdyła, Mieczysława Pińska, Stanisław Rolbiecki, Czesław Rzekanowski,
Roman Rolbiecki*

**WPŁYW NAWADNIANIA I NAWOŻENIA AZOTEM
NA WIELKOŚĆ STRAT PODCZAS PRZECHOWYWANIA
BULW WCZESNYCH ODMIAN ZIEMNIAKA**

***EFFECT OF IRRIGATION AND NITROGEN FERTILIZATION
ON THE AMOUNT OF LOSSES DURING THE STORAGE
OF EARLY POTATO CULTIVAR TUBERS***

Streszczenie

Celem badań było poznanie wpływu nawadniania i nawożenia azotem na straty ilościowe bulw ziemniaka po okresie 6 miesięcznego przechowywania. Badania przeprowadzono w latach 2005–2007 w Kruszyńcu Krajeńskim koło Bydgoszczy na glebie zaliczanej do kompleksu żytynego słabego. Doświadczenie założono jako trzyczynnikowe, w trzech powtórzeniach. Czynnikiem pierwszego rzędu były wczesne odmiany ziemniaków: ‘Dorota’, ‘Gracja’. Czynnikiem drugiego rzędu było deszczowanie zastosowane w dwóch wariantach: W_0 – bez nawadniania (kontrola), W_1 – deszczowanie na podstawie wskazań tensjometrów (nie dopuszczano do spadku potencjału wody w glebie poniżej $-0,03$ MPa). Czynnikiem trzeciego rzędu było zróżnicowane nawożenie azotowe: $N_0 = 0$ kg N ha⁻¹, $N_1 = 40$ kg N ha⁻¹, $N_2 = 80$ kg N ha⁻¹, $N_3 = 120$ kg N ha⁻¹. Badane odmiany wykazywały zróżnicowaną podatność na straty ogółem podczas przechowywania. Większymi stratami podczas długotrwałego przechowywania odznaczała się odmiana ‘Dorota’. Stosowane nawadnianie w okresie wegetacji ziemniaka zwiększało w bulwach badanych odmian wielkość ubytków naturalnych i odpadowych oraz strat wywołanych kiełkowaniem. Nawożenie azotem w wysokich dawkach oraz w kombinacjach kontrolnych u badanych odmian powodowało wzrost ubytków naturalnych i odpadowych. Warunki pogodowe w okresie wegetacji ziemniaka miały znaczący wpływ na wielkość strat przechowalniczych. Większe straty zanotowano w latach wyróżniających się wyższymi opadami.

Słowa kluczowe: nawadnianie, nawożenie azotem, ziemniak, odmiana uprawna, przechowywanie, straty

Summary

The purpose of the study was to determine of influence of irrigation and nitrogen fertilization on the amount of losses after the storage of early potato cultivars during 6 months. Investigations were carried out in 2005–2007 in Kruszyn Krajeński near Bydgoszcz on the soil included to the weak rye complex of agricultural suitability. The experiment was conducted as 3-factorial trial, with three replications. The first row factor was early potato cultivar: 'Dorota', 'Gracja'. The second row factor was sprinkler irrigation applied in two variants: W_0 – without irrigation (control), (kontrola), W_1 – sprinkler irrigation according to indications of tensiometers (irrigation was started when the soil water potential achieved $-0,03$ MPa). The three row factor was differentiated nitrogen fertilization: $N_0 = 0$ kg N·ha⁻¹, $N_1 = 40$ kg N·ha⁻¹, $N_2 = 80$ kg N·ha⁻¹, $N_3 = 120$ kg N·ha⁻¹. The studied cultivars were characterized by differentiated susceptibility to losses total during the storage. cv. 'Dorota' was characterized by the higher losses during the long storage. Irrigation during the vegetation period increased in tubers the amount of natural losses, decrements and the losses caused by sprouting. Nitrogen fertilization of the higher doses as well as in control variants caused the increase of natural losses and decrements in the studied cultivars. Agrometeorological conditions during the vegetation of potato influenced distinctly the amount of losses during the storage of tubers. Higher losses were noted in the years characterized by the higher rainfall amounts.

Key words: irrigation, nitrogen fertilization, potato, cultivar, storage, losses

WPROWADZENIE

Przydatność bulw ziemniaka do długotrwałego przechowywania jest cechą genetyczną odmiany. Jednak może ona ulegać pewnym modyfikacjom przez agrotechnikę oraz warunki przechowywania [Ratuszniak, Komorowska 1988; Sowa-Niedziałkowska, Kuźniewicz-Czerko 1993; Smid 1994].

Zastosowanie wysokich dawek nawadniania i nawożenia azotem, szczególnie pod koniec okresu wegetacji rośliny, wydłuża okres rozwoju. W rezultacie ziemniak nie osiąga pełnej dojrzałości w momencie zbioru [Pęksa 1991].

Podczas przechowywania bulw ziemniaka, powstają straty naturalne i odpadowe. Straty naturalne powstają wskutek parowania, oddychania i wzrostu kielków. Intensywność tych procesów jest uzależniona od odmiany, dojrzałości bulw (skorkowacenia skórki), warunków przechowywania, intensywności kielkowania. Natomiast ubytki odpadowe są skutkiem porażenia i rozwoju chorób grzybowych i bakteryjnych [Prośba-Białczyk, Słowiński 1988; Kubicki 1988; Zgórska, Frydecka-Mazurczyk 1994].

Straty przechowalnicze stanowią ciągle nierozwiązany problem produkcji rolniczej. Stąd też podjęto badania, których celem było wykazanie wpływu działania nawadniania i nawożenia azotem na powstające straty ilościowe bulw ziemniaka po okresie 6 miesięcznego przechowywania.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2005–2007 na czarnej ziemi wytworzonej z piasku aluwialnego, zaliczanej do podtypu czarna ziemia zbrunatniała. Gleba ta wykazywała bardzo małą zdolność retencji wody glebowej. Mogła ona przy uwilgotnieniu w stanie polowej pojemności wodnej (pF 2,0) zatrzymać w profilu glebowym (0–150 cm) 792,6 Mg · ha⁻¹ wody. Zawartość wody dostępnej dla roślin (PRU) wynosiła 537,8 Mg · ha⁻¹, co w przeliczeniu na cały profil daje warstwę wody 54 mm, w tym wody łatwo dostępnej (ERU) 32 mm [Rolbiecki i in. 2007].

Doświadczenie założono jako trzyczynnikowe w układzie zależnym, w trzech powtórzeniach. Czynnikiem pierwszego rzędu były wczesne odmiany ziemniaków: ‘Dorota’, ‘Gracja’.

Czynnikiem drugiego rzędu było deszczowanie zastosowane w dwóch wariantach: W₀ – bez nawadniania (kontrola), W₁ – deszczowanie na podstawie wskazań tensjometrów (nie dopuszczano do spadku potencjału wody w glebie poniżej -0,03 MPa). Czynnikiem trzeciego rzędu było zróżnicowane nawożenie azotowe: N₀ = 0 kg N ha⁻¹, N₁ = 40 kg N ha⁻¹, N₂ = 80 kg N ha⁻¹, N₃ = 120 kg N ha⁻¹.

Ziemniaki uprawiano na pełnej dawce obornika wnoszonego do gleby jesienią. Nawożenie fosforowo-potasowe stosowano wiosną w dawkach zależnych od zasobności gleby.

Średnia temperatura powietrza okresu wegetacji ziemniaka (IV-VIII) była najniższa w roku 2005 (14,0°C), zaś w następnych dwóch sezonach przekroczyła 15°C (tab. 1). Suma opadów atmosferycznych w okresie wegetacji (IV-VIII), średnio dla trzech lat, wyniosła 263,8 mm, wahając się od 185,1 mm (rok 2005) do 331 mm (2007). Sezonowe dawki nawodnieniowe mieściły się, zależnie od rozkładu opadów atmosferycznych, w przedziale od 40 mm (2007) do 170 mm (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 w temperaturze 4°C, przy wilgotności względnej powietrza 95%. Po 6-miesięcznym przechowywaniu dokonano oceny prób, określając w procentach wagowych straty naturalne, straty odpadowe oraz masę kielków, w stosunku do masy początkowej bulw.

Tabela 1. Temperatury powietrza i opady atmosferyczne w Kruszynie Krajeńskim na tle średnich wieloletnich w Bydgoszczy oraz sezonowe dawki nawodnieniowe ziemniaków
Table 1. Air temperatures and precipitation in Kruszyn Krajeński as compared to long-term values for Bydgoszcz and seasonal irrigation doses of potatoes

Lata /	Miesiące / Months					
Years	IV	V	VI	VII	VIII	IV-VIII
Temperatury powietrza (°C) / Air temperatures (°C)						
2005	7,4	12,2	14,9	19,4	16,3	14,0
2006	7,1	12,5	16,8	22,4	16,6	15,1
2007	8,5	13,8	18,2	18,0	17,8	15,3
2005–2007	7,7	12,8	16,6	19,9	16,9	14,8
Norma / Long-term value	7,9	13,1	16,0	18,5	17,9	14,7
Opady atmosferyczne (mm) / Rainfall (mm)						
2005	23,8	69,5	30,7	40,2	20,9	185,1
2006	45,0	63,5	21,8	30,4	114,5	275,2
2007	8,0	49,1	103,4	111,3	59,2	331,0
2005–2007	25,6	60,7	52,0	60,6	64,9	263,8
Norma / Long-term value	27,5	40,2	52,4	63,1	60,0	243,2
Dawki wody (mm) / Water rates (mm)						
2005	–	–	–	120	50	170
2006	–	–	–	100	50	150
2007	–	–	–	–	40	40
2005–2007	–	–	–	73	47	120

WYNIKI I DYSKUSJA

Po okresie 6 miesięcznego przechowywania bulw ziemniaków, straty ogółem wyniosły średnio 12,5 % (tab. 5). Uwzględniając podział strat masy bulw ziemniaków na straty naturalne (powstałe w skutek oddychania i transpiracji), kiełkowania oraz chorób (ubytki odpadowe) wykazano, że największe straty powstały na skutek ubytków naturalnych 9,1 % (tab. 2), znacznie mniejsze w wyniku chorób 2,1 % (tab. 4) i najmniejsze w wyniku kiełkowania 1,6 % (tab. 3).

Ubytki naturalne. Najniższe ubytki naturalne bulw po 6 miesiącach ich przechowywania (tab. 2) stwierdzono po sezonie 2005/2006. Tak niskie ubytki w tym okresie spowodowane były okresem posusznym pod koniec okresu wegetacyjnego, a podczas zbioru było sucho i słonecznie. Podobne spostrzeżenia w swoich pracach podstawili Sawicka [1984], Iritani i in. [1997], Gąsiorowska [2000], Gąsiorowska, Zarzecka [2002], Wojdyła i in. [2005]. Natomiast Ciećko i Wyszowski [1995] podają, że w latach mokrych, sprzyjających rozwojowi zarazy ziemniaka, straty są większe, co w badaniach własnych stwierdzono w sezonie 2007/2008.

Tabela 2. Wpływ odmian ziemniaka, nawadniania i dawek azotu na ubytki naturalne bulw po 6 miesiącach (% początkowej masy bulw)**Table 2.** Influence of potato cultivar, irrigation and nitrogen doses on natural tuber losses after the storage during 6 months (% initial tuber weight)

Czynnik factor	Poziomy Levels	Sezony przechowalnicze / Seasons of storage			Średnia Mean	NIR LSD
		2005/2006	2006/2007	2007/2008		
Odmiana Cultivar (I)	Dorota	6,9	7,8	9,2	8,0	0,16
	Gracja	8,2	9,0	13,2	10,1	
Nawadnianie Irrigation (II)	0	7,4	8,1	9,9	8,5	0,25
	W	7,7	8,7	12,5	9,6	
Dawka Dose N kg·ha ⁻¹ (III)	0	8,0	8,0	11,5	9,2	0,42
	40	6,4	8,1	11,2	8,6	
	80	7,0	8,3	10,7	8,7	
	120	9,1	9,0	11,3	9,8	
Średnia / Mean		7,6	8,4	11,2	9,1	
Interakcje / Interactions						n.i. / n.s.

Tabela 3. Wpływ odmian ziemniaków, nawadniania i dawek azotu na masę kiełków bulw po 6 miesiącach przechowywania w % początkowej masy**Table 3.** Influence of potato cultivar, irrigation and nitrogen doses on the weight of potato sprouts after the storage during 6 months (% initial tuber weight)

Czynnik Factor	Poziomy Levels	Sezony przechowalnicze / Seasons of storage			Średnia Mean	NIR LSD
		2005/2006	2006/2007	2007/2008		
Odmiana Cultivar (I)	Dorota	2,4	1,1	1,5	1,7	n.i. / n.s.
	Gracja	2,2	1,0	1,5	1,6	
Nawadnianie Irrigation (II)	0	2,1	1,0	1,2	1,4	0,22
	W	2,5	1,1	1,8	1,8	
Dawka Dose N kg·ha ⁻¹ (III)	0	2,5	1,2	1,7	1,8	n.i. / n.s.
	40	2,5	1,1	1,5	1,7	
	80	2,3	1,1	1,3	1,6	
	120	2,1	1,0	1,4	1,5	
Średnia / Mean		2,3	1,1	1,5	1,6	
Interakcje / Interactions						n.i. / n.s.

Badane odmiany, różniły się wielkością ubytków naturalnych. U odmiany ‘Gracja’, po 6 miesiącach przechowywania, poziom ten był o 2,1 % wyższy niż u odmiany ‘Dorota’, co zostało potwierdzone statystycznie. Wpływ odmiany na zróżnicowanie ubytków potwierdziły wcześniejsze doniesienia Sawickiej [1984], Kubickiego [1988], Gąsiorowskiej [2000].

Zastosowane nawadnianie ziemniaków w okresie wegetacji, spowodowało po okresie przechowywania, w porównaniu z bulwami pochodzącymi z obiektów kontrolnych, istotny wzrost ubytków naturalnych o 1,1 %. Natomiast w badaniach Wojdyły i in. [2005] zastosowane nawadnianie deszczowniane nie spowodowało zmian w wielkości omawianych ubytków.

W bulwach pochodzących z obiektów kontrolnych i nawożonych wysokimi dawkami azotu, zaobserwowano istotnie wyższe ubytki naturalne. Z kolei w badaniach Sawickiej [1984], Prośby-Białczyk i Słowińskiego [1988] oraz Wojdyły i in. [2005] nie stwierdzono istotnego wpływu azotu na tą cechę. Zaistniałe rozbieżności można wytłumaczyć odmiennością genetyczną badanych odmian oraz innymi warunkami pogody występującymi w badanych latach.

Kielki. Po sezonie 2005/2006 uzyskano najwyższą masę kielków (2,3 %) (tab. 3). Bulwy te pochodziły z okresu wegetacyjnego który charakteryzował się małą sumą opadów. Co jest zgodne ze stwierdzeniem Iritanigo i in. [1977], że takie warunki wpływają korzystnie na proces kiełkowania, natomiast po wilgotnym roku należy spodziewać się wydłużenia naturalnego spoczynku, a zatem i minimalnego kiełkowania. Przeprowadzone badania własne oraz, Gąsiorowskiej [2000], Wojdyły i in. [2005] potwierdzają to stwierdzenie.

Wielu autorów Kubicki [1988], Gąsiorowska [2000], Gąsiorowska i Zarzecka [2002] podkreśla, że na długość okresu spoczynku bulw, obok warunków klimatycznych występujących w okresie wegetacji ma wpływ również zmienność odmianowa. Analiza statystyczna otrzymanych wyników, nie udowodniła istotnej różnicy pomiędzy masą kielków badanych odmian.

Zastosowane nawadnianie wpłynęło na statystycznie istotny, wzrost masy kielków w stosunku do obiektu kontrolnego. Natomiast w badaniach Wojdyły i in. [2005] udowodniono odwrotne zjawisko; u odmian 'Barycz' i 'Triada' nawadnianie powodowało zmniejszenie masy kielków.

Pod wpływem zwiększanych dawek azotu obserwowano stopniowe zmniejszanie masy kielków, jednak różnice te nie zostały potwierdzone statystycznie.

Ubytki odpadowe. W badaniach własnych potwierdzono obserwacje Ciećki i Wyszkwoskiego [1995], Gąsiorowskiej [2000], że bulwy zebrane w latach mokrych wyróżniały się po sześciomiesięcznym okresie przechowywania większym udziałem bulw zgniłych i nadgniłych niż zebrane w latach suchych. Dlatego ubytków odpadowych po sezonie przechowalniczym 2005/2006 nie stwierdzono (tab. 4).

Poziom strat wywołany chorobami bulw jest uzależniony głównie od odporności odmianowej [Kubicki 1988; Sowa-Niedziałkowska 2000; Gąsiorowska 2000], co znalazło również potwierdzenie w badaniach własnych. Bulwy odmiany 'Gracja' charakteryzowały się istotnie wyższą o 2,2 %, odpornością na infekcje niż bulwy odmiany 'Dorota'.

Zastosowane w okresie wegetacji nawadnianie przyczyniło się do istotnego wzrostu chorób przechowalniczych o 0,2 %. Natomiast w badaniach Wojdyły i in. [2005] uzyskano pod wpływem nawadniania odmienną zależność. Zróżnicowanie reakcji odmian na powstawanie ubytków odpadowych można wytłumaczyć, odmiennością genetyczną oraz różną pogodą w badanych latach.

Analizując wpływ dawki azotu na występowanie chorób przechowalniczych, zaobserwowano wzrost ubytków odpadowych w próbach kontrolnych. Podobną zależność opisała Kuźniewicz [1985] w swojej pracy.

Udowodnione współdziałanie odmian i nawadniania na ubytki odpadowe wskazuje na różne zachowanie się odmian pod wpływem nawadniania. Również współdziałanie odmian z nawadnianiem oznacza, że każda odmiana reagowała odmiennie na nawadnianie.

Tabela 4. Wpływ odmian ziemniaków, nawadniania i dawek azotu na ubytki odpadowe bulw po 6 miesiącach przechowywania w % początkowej masy

Table 4. Influence of potato cultivar, irrigation and nitrogen doses on the weight of tuber decrements after the storage during 6 months (% initial tuber weight)

Czynnik Factor	Poziomy Levels	Sezony przechowalnicze / Seasons of storage			Średnia Mean	NIR LSD
		2005/2006	2006/2007	2007/2008		
Odmiana Cultivar (I)	Dorota	0,0	1,4	8,1	3,2	0,19
	Gracja	0,0	0,0	2,8	1,0	
Nawadnianie Irrigation (II)	0	0,0	0,7	5,2	2,0	0,12
	W	0,0	0,9	5,6	2,2	
Dawka Dose N kg·ha ⁻¹ (III)	0	0,0	1,0	6,2	2,4	0,36
	40	0,0	0,7	5,3	2,0	
	80	0,0	0,4	5,2	1,9	
	120	0,0	0,8	5,4	2,1	
Średnia / Mean		0,0	0,7	5,5	2,1	
Interakcje / Interactions						I/II - 0,22 II/I - 0,17 I/III - 0,47 III/I - 0,50

Straty ogółem. Badania własne oraz prowadzone przez Gąsiorowską [2000] wykazywały, że głównym powodem powstawania strat w czasie przechowywania są ubytki naturalne oraz porażenie bulw chorobami.

Największe straty ogółem bulw stwierdzono po sezonie przechowalniczym 2007/2008 (tab. 5). Zdecydowały o tym najwyższe w tym sezonie ubytki naturalne i odpadowe. Poziom strat wywołany chorobami bulw uzależniony jest głównie od odporności odmian [Kubicki 1988; Sowa-Niedziałkowska 2000; Gąsiorowska 2000]. Zależność ta została potwierdzona również w badaniach własnych. U odmiany ‘Dorota’ poziom strat ogółem był o 0,2 % wyższy niż u odmiany ‘Gracja’, co zostało także potwierdzone statystycznie.

Nawadnianie okazało się czynnikiem zwiększającym straty ogółem o 1,7%. Spostrzeżenia te pokrywają się z wynikami Kuźniewicz [1985], natomiast w badaniach Wojdyły i in. [2005] stosowane nawadnianie wykazywało odmienną zależność. Zróżnicowanie strat ogółem w wyniku nawadniania oraz zróżnicowane nawożeniem azotowym można wytłumaczyć odmiennością genetyczną badanych odmian, co potwierdza udowodniona interakcja omawianych czynników.

Na podstawie przeprowadzonych doświadczeń stwierdzono, że największe straty ogółem bulw zanotowano w przypadku stosowania najwyższych dawek azotu oraz jego nie stosowania (w próbach kontrolnych).

Tabela 5. Wpływ odmian ziemniaków, nawadniania i dawek azotu na straty ogółem bulw po 6 miesiącach przechowywania w % początkowej masy

Table 5. Influence of potato cultivar, irrigation and nitrogen doses on the weight of total losses after the storage during 6 months (% initial tuber weight)

Czynnik Factor	Poziomy Levels	Sezony przechowalnicze / Seasons of storage			Średnia Mean	NIR LSD
		2005/2006	2006/2007	2007/2008		
Odmiana Cultivar (I)	Dorota	9,3	10,3	18,8	12,8	0,19
	Gracja	10,4	10,0	17,5	12,6	
Nawadnianie Irrigation (II)	0	9,5	9,8	16,3	11,9	0,20
	W	10,2	10,7	19,9	13,6	
Dawka Dose N kg·ha ⁻¹ (III)	0	10,5	10,2	19,4	13,4	0,39
	40	8,9	9,9	18,0	12,3	
	80	9,3	9,8	17,2	12,1	
	120	11,2	10,8	18,1	13,4	
Średnia / Mean		9,9	10,2	18,2	12,8	
Interakcje / Interactions					I/II – 0,27 II/I – 0,29 I/III – 0,50 III/I – 0,55	

WNIOSKI

1. Badane odmiany wykazywały zróżnicowaną podatność na straty ogółem podczas przechowywania. Większymi stratami podczas długotrwałego przechowywania odznaczała się odmiana 'Dorota'.

2. Stosowane nawadnianie w okresie wegetacji ziemniaka zwiększało w bulwach badanych odmian wielkość ubytków naturalnych i odpadowych oraz strat wywołanych kiełkowaniem.

3. Nawożenie azotem w wysokich dawkach oraz w kombinacjach kontrolnych u badanych odmian powodowało wzrost ubytków naturalnych i odpadowych.

4. Warunki pogodowe w okresie wegetacji ziemniaka miały znaczący wpływ na wielkość strat przechowalniczych. Większe straty zanotowano w latach wyróżniających się wyższymi opadami.

BIBLIOGRAFIA

- Ciećko Z., Wyszkowski M. *Oddziaływanie nawożenia azotem i fungicydów stosowanych w uprawie ziemniaka na ubytki bulw podczas przechowywania*. XXVIII Sesja Naukowa Instytutu Ziemniaka, Bonin, 1995, s. 153–156.
- Gąsiorowska B. *Straty przechowalnicze bulw ziemniaka jadalnego i możliwości ich ograniczenia*. Rozprawa Naukowa Nr 62, AP Siedlce, 2000, s.170.
- Gąsiorowska B., Zarzecka K. *Termin zbioru a straty przechowalnicze bulw*. Pamiętnik Puławski. 130, 2002, s. 203–211.
- Iritani W.M., Pettibone A.C., Weller L. *Relationship of relative maturity and storage temperatures to weight loss of potatoes in storage*. Am Potato J., 54, 7, 1977, s. 305–314.
- Kubicki K. *Biologiczne i techniczne uwarunkowania przechowywania ziemniaków*. PWN Warszawa, 1988.
- Kuźniewicz M. *Wpływ nawadniania oraz nawożenia potasem i azotem na trwałość przechowalniczą bulw ziemniaka*. Biuletyn Instytutu Ziemniaka. 33, 1985, s. 149–158.
- Pęksa A. *Wpływ czynników uprawnych i warunków przechowywania ziemniaka na skład chemiczny bulw i jakość otrzymanych z nich chipsów. Cz. I. Wpływ nawożenia azotem i nawadniania na skład chemiczny bulw i jakość otrzymanych z nich chipsów*. Zeszyty Naukowe AR Wrocław. Technologia Żywności VI, 215, 1991, s. 11–25.
- Prośba-Białczyk U., Słowiński H. *Wpływ terminu sadzenia i nawożenia azotem na przechowywanie w kopcach bulw czterech odmian ziemniaka*. Fragmenta Agronomii (V) 1(17), 1988, s. 75–85.
- Ratuszniak E., Komorowska J. *Ocena wrażliwości odmian ziemniaka na zgnilizny przechowalnicze po zbiorze kombajnowym*. Biuletyn Instytutu Ziemniaka. 37, 1988, s. 83–91.
- Rolbiecki St., Długosz J., Orzechowski M., Smółczyński S. 2007. *Uwarunkowania glebowo-klimatyczne nawodnień w Kruszynie Krajeńskim koło Bydgoszczy*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, 2, 2007, s. 89–102.
- Sawicka B. *Czynniki warunkujące trwałość przechowalniczą bulw czterech odmian ziemniaka*. Biuletyn Instytutu Ziemniaka. 31, 1984, s. 71–82.
- Smid E.J. 1994: *Lagerrverhältnisse und Dungung beeinflussen bakterielle Naßfaule*. Kartoffelbau, 1994, s. 8.
- Sowa-Niedziałkowska A G., Kuźniewicz-Czerko M. *Trwałość przechowalnicza odmian oraz warunki ograniczania ubytków i chorób przechowalniczych*. Produkcja ziemniaków. Technologia – Ekonomia – Marketing. Pr. zb. Pod red. J. Chotkowskiego. Bonin, 1993, s. 163–171.
- Sowa-Niedziałkowska G. *Przyczyny powstawania strat w czasie przechowywania bulw ziemniaka oraz czynniki ograniczające ich wysokość*. Poradnik IHAR, Jadwisin, 2000, s. 118–126.
- Wojdyła T., Pińska M., Rzekanowski Cz., Rolbiecki St., Rolbiecki R. 2005. *Wpływ nawadniania deszczownianego i nawożenia azotem na straty powstałe w trakcie przechowywania bulw wybranych odmian ziemniaka*. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych. 506, 2005, s. 523–529.
- Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A. 1994. *Technologia przechowywania ziemniaków*. Produkcja Roślinna. Pr. zb. pod red. J. Chotkowskiego. Fundacja 'Rozwój SGGW', 1994, s. 90–96.

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: wojdyła@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

Prof. dr hab. Inż. Czesław Rekanowski
Katedra Melioracji i Agrometeorologii
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy
ul. Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz
Tel. 052 374 9580, E-mail: rzekan@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*