

ZDZISŁAW CIEĆKO¹
ILONA ROGOZIŃSKA²
ANDRZEJ C. ŻOŁNOWSKI¹
MIROSLAW WYSZKOWSKI¹

¹Katedra Chemii Środowiska, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

²Zakład Przechowalnictwa i Przetwórstwa Produktów Roślinnych
Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy

Oddziaływanie nawożenia potasem przy zróżnicowanych dawkach N i P na cechy kulinarne bulw ziemniaka

The influence of potassium fertilization, at different N and P levels, on the culinary features of potato tubers

Celem badań było określenie wpływu nawożenia potasem przy trzech poziomach nawożenia NP: N₄₀P₁₇, N₈₀P₃₄, N₁₂₀P₅₁ na cechy kulinarne bulw ziemniaka odmian Muza, Oda i Orłan. Dawki potasu zwiększono proporcjonalnie do N i P w stosunku równym: 0, 1, 2 i 3. Ocenianymi cechami były: barwa, smak, zapach, tendencja do rozgotowywania, konsystencja, mączystość, wilgotność i struktura bulw ugotowanych oraz ciemnienie miąższu bulw surowych i ugotowanych. Najkorzystniejszą ocenę uzyskała odmiana Muza. W czterostopniowej skali (4 — najgorszy) smak bulw tej odmiany oceniono na 2,0; zapach na 1,2; konsystencję na 1,9; mączystość — 1,7 i wilgotność — 1,9. Odmiana Muza charakteryzowała się niską tendencją do rozgotowywania (1,4). Ciemnienie miąższu bulw surowych tej odmiany w 9-stopniowej skali wyniosło 8,7 — po 10 min. od przekrojenia i 8,2 po 1 h, a bulw ugotowanych 8,8 po 10 min. i 8,3 po 24 h. Niżej oceniono odmianę Oda. Wszystkie cechy bulw tej odmiany były o ok. 0,4 gorsze. Najniższą ocenę uzyskały bulwy odmiany Orłan. Bulwy tej odmiany jedynie w przypadku smaku w niewielkim stopniu przewyższyły odmianę Oda. Zastosowane nawożenie NP nie miało decydującego wpływu na większość cech kulinarnych badanych bulw. Wzrastające dawki NP poprawiły smak bulw i wilgotność miąższu, a obniżyły ciemnienie miąższu bulw surowych po 4 h. Wzrastające dawki potasu poprawiły konsystencję miąższu, mączystość oraz zmniejszyły tendencję do rozgotowywania.

Słowa kluczowe: culinary features, mineral fertilization, potassium, *Solanum tuberosum* L., potato

The aim of the presented investigation was to evaluate the influence of potassium fertilization on the culinary features of potato tubers. The field trial involved three potato varieties: Muza, Oda and Orłan, which were cultivated on the three mineral fertilization levels: N₄₀P₁₇, N₈₀P₃₄, N₁₂₀P₅₁. Potassium rates were applied proportionally to N and P in the quantitative relation: 0, 1, 2, 3. The following culinary features were evaluated: color, taste, flavor, tubers performance during boiling, flesh consistency, flesh mealiness, flesh moisture, flesh structure, and raw flesh and post cooking

flesh darkening. The Muza variety was characterized by the best estimated parameters. At the 4 degree scale (4 — the worst), the taste of boiled tubers was graded as 2.0; flavor 1.2; consistency 1.9; mealiness 1.7 and flesh moisture 1.9. The Muza variety showed a high tuber performance during boiling. The darkening of raw tuber flesh, estimated on 9 degree scale was measured as 8.7 after 10 minutes and 8.2 after 4 hours, and for boiled tubers as 8.8 after 10 minutes and 8.3 after 24 hours. The Oda variety features were a bit worse (all features were scored approximately 0.4° lower) than the Muza variety. The lowest estimated variety was Orlan. Only the taste of this variety was a little better than for the Oda tubers. NP fertilization had no vital influence on most of the estimated features. Increased doses of NP improved taste, moisture, and decreased raw flesh tubers darkening after 4 hours. Increased doses of potassium improved flesh consistency, mealiness and improved tubers performance during boiling.

Key words: cechy kulinarne, nawożenie mineralne, potas, *Solanum tuberosum* L., ziemniak

WSTĘP

Wśród produktów znajdujących się w codziennej diecie człowieka ziemniak (*Solanum tuberosum* L.) jest tą rośliną, która oprócz znacznych ilości węglowodanów i wartościowego białka dostarcza dużych ilości składników mineralnych, a szczególnie potasu. Z porównania Jensena (2003) wynika, że ziemniak gotowany zawiera około 5,4 g K·kg⁻¹ św.m., natomiast surowe brokuły oraz marchew tylko około 3,2 g K·kg⁻¹ św.m. W badaniach Mercika i Stępnia (2001) zawartość potasu w bulwach ziemniaka tradycyjnie nawożonego wynosiła około 24,0–26,0 g K·kg⁻¹ sm., a w zbożach ilość ta wahała się od 11,5–16,3 g K·kg⁻¹ s.m. Tak wysoka zawartość potasu w bulwach wskazuje na duże zapotrzebowanie ziemniaka na ten składnik.

Wielkość dawki nawozów, termin stosowania oraz sposób aplikacji składników ma zasadniczy wpływ na wielkość plonu i jego jakość (Gronowicz i Mozolewski, 1999). O jakości plonów decydują przede wszystkim zastosowane nawozy azotowe, niemniej jednak w uprawie ziemniaka jadalnego, nawozy potasowe nie są obojętne wobec szeregu jego cech jakościowych (Rogozińska i Jaworski, 2004). Potas, co prawda, jako składnik nawozowy daje mniejsze zwwyżki plonów w stosunku do azotu, ale uzyskany plon charakteryzuje się lepszymi parametrami pod względem jakości bulw (Ciećko i in., 1993).

Tak więc odpowiednie zbilansowanie dawek nawozów, w tym przede wszystkim ilości wnoszonego azotu i potasu mają decydujący wpływ na wielkość plonu, skrobiowość bulw, zawartość witaminy C, białka itp. Oprócz tych elementów w ocenie jakości ziemniaka zwraca się uwagę na tzw. cechy kulinarne bulw, które w pierwszym rzędzie są odczuwane przez konsumenta.

W latach 1998–2000 podjęto badania, które miały na celu określenie wpływu nawożenia potasem przy zróżnicowanym nawożeniu azotowo-fosforowym na wybrane cechy kulinarne bulw ziemniaka odmian Muza, Oda i Orlan.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe, ściśle przeprowadzono w latach 1998–2000 na polu Stacji Doświadczalnej w Tomaszku należącej do UWM w Olsztynie. Gleba odpowiadała

klasie IV a, charakteryzowała się niską zasobnością w fosfor, potas i magnez. Odczyn gleby (pH) mierzony w H₂O wynosił 6,5. Doświadczenie założono metodą losowanych podbloków w czterech powtórzeniach. Schemat doświadczenia uwzględniał dwa czynniki. Czynniki I rzędu obejmował trzy poziomy nawożenia NP. W obrębie każdego poziomu zastosowano proporcjonalnie do N i P wzrastające dawki potasu w stosunku równym 0, 1, 2 i 3. Rzeczywiste dawki przedstawiały się następująco:

- poziom I - N₄₀P₁₇ dawki potasu K₀, K₃₃, K₆₆, K₉₉
- poziom II - N₃₀P₃₄ dawki potasu K₀, K₆₆, K₁₃₂, K₁₉₈
- poziom III - N₁₂₀P₅₁ dawki potasu K₀, K₉₉, K₁₉₈, K₂₉₇

Czynnikami II rzędu były odmiany ziemniaka: Muza, Oda i Orłan.

Ziemniaki uprawiano po pszenzycie ozimym na oborniku, który stosowano jesienią w dawce 25 t·ha⁻¹. Bulwy sadzono w rozstawie rzędów 62,5 cm × 40 cm. Wiosną przed sadzeniem wysiewano nawozy mineralne: superfosfat potrójny 46%, sól potasową 57% oraz połowę dawki azotu w formie mocznika 46%. Drugą dawkę azotu stosowano po wschodach, zgodnie ze schematem doświadczenia. Powierzchnia poletka brutto wynosiła 12,15 m², a do zbioru 6,48 m².

Podczas zbioru z każdego obiektu pobrano 10 kg bulw w celu dokonania oceny cech kulinarnych. W próbach wydzielono frakcje <3,5 cm, 3,5–6 cm i >6 cm, a ocenę wykonano w odniesieniu do bulw frakcji średniej, tj. 3,5–6 cm. W bulwach tych po ugotowaniu określano w skali 4 stopniowej (Lugt, 1961): smak, zapach, tendencję do rozgotowywania, konsystencję, mączystość, wilgotność i strukturę miąższu, przy czym 1 stopień oznaczał ziemniaki o bardzo dobrej jakości, a 4 o złej. Barwę określono w skali 6-stopniowej, w której 1 stopień oznaczał białą barwę miąższu, a 6 – barwę ciemno-żółtą. W skali 9-stopniowej określono ciemnienie miąższu bulw surowych i ugotowanych. W przypadku ciemnienia 9 stopień oznaczał bulwy nieciemniejące, a 1 stopień intensywnie ciemniejące. Ocenę właściwości sensorycznych badanych bulw dokonał zespół w składzie 5 osób przebadanych pod względem przydatności sensorycznej zgodnie z PN-ISO 8586 (PN, 1996 a, 1996 b). Uzyskane wyniki badań opracowano statystycznie testem ANOVA uwzględniając poziom istotności $\alpha = 0,05$ z wykorzystaniem modułu do obliczeń statystycznych Statistica v. 6.0 (StatSoft, 2001). Współzależność pomiędzy zastosowanym nawożeniem a badanymi cechami wyznaczono za pomocą współczynnika korelacji prostej programem Microsoft Excel 2000 (Microsoft, 2000).

WYNIKI I DYSKUSJA

Cechy bulw określające jakość ziemniaka jadalnego są znacznie zróżnicowane, przy czym oprócz zmienności genetycznej wyraźnie widoczny jest tu wpływ czynników środowiska (gleby, nawożenia, klimatu i warunków przechowalniczych). Jedną z cech, na którą wydawałoby się, czynniki zewnętrzne rzutują w najmniejszym stopniu jest barwa miąższu bulw (Teodorczyk, 1982). Może ona być biała, kremowa lub żółta z gamą odcieni pośrednich, a uzależniona jest od zawartych w miąższu flawonów i karotenoidów (Leszczyński, 1994). Barwa miąższu analizowanych odmian bonitowana w 6-stopniowej skali była zbliżona do jasnożółtej (tab. 1).

Wpływ nawożenia mineralnego na wybrane cechy kulinarne bulw ziemniaka
The influence of mineral fertilization on the potato tubers culinary features

Nawożenie Fertilization	Barwa Colour			Smak Taste			Zapach Flavour			Konsystencja miąższu Flesh consistency		
	Muza	Oda	Orlan	Muza	Oda	Orlan	Muza	Oda	Orlan	Muza	Oda	Orlan
N ₄₀ P ₁₇ K ₀	4,2	4,2	4,2	2,0	2,5	2,3	1,5	1,5	1,7	2,2	2,2	2,7
N ₄₀ P ₁₇ K ₃₃	4,3	4,2	4,3	2,1	2,2	2,3	1,3	1,5	1,7	1,8	2,2	2,8
N ₄₀ P ₁₇ K ₆₆	4,5	4,0	4,0	1,7	2,5	2,2	1,2	1,3	1,7	1,7	2,3	2,5
N ₄₀ P ₁₇ K ₉₉	4,5	4,2	3,8	2,0	2,5	2,5	1,0	1,8	1,5	1,5	1,8	2,8
\bar{x}	4,4	4,1	4,1	1,9	2,4	2,3	1,3	1,5	1,6	1,8	2,1	2,7
N ₈₀ P ₃₄ K ₀	4,3	4,3	4,3	1,8	2,5	2,5	1,2	1,3	1,8	2,2	2,2	2,7
N ₈₀ P ₃₄ K ₆₆	4,3	4,0	4,5	2,0	3,0	2,2	1,2	1,2	1,8	1,8	2,0	2,5
N ₈₀ P ₃₄ K ₁₃₂	4,3	4,0	4,0	2,0	2,2	2,0	1,2	1,7	1,7	2,0	2,0	2,8
N ₈₀ P ₃₄ K ₁₉₈	4,3	4,2	4,0	2,0	2,7	2,5	1,0	1,8	1,8	2,0	1,8	2,3
\bar{x}	4,3	4,1	4,2	2,0	2,6	2,3	1,1	1,5	1,8	2,0	2,0	2,6
N ₁₂₀ P ₅₁ K ₀	4,3	4,2	3,7	1,8	2,5	2,5	1,0	1,5	1,8	1,5	1,8	2,2
N ₁₂₀ P ₅₁ K ₉₉	4,3	4,2	3,8	2,0	2,3	2,3	1,0	1,7	1,7	1,5	2,5	2,3
N ₁₂₀ P ₅₁ K ₁₉₈	4,3	4,0	4,2	2,2	2,3	2,8	1,5	1,8	1,3	1,8	1,7	1,8
N ₁₂₀ P ₅₁ K ₂₉₇	4,2	3,8	4,2	2,2	2,5	2,3	1,3	1,8	1,5	2,2	2,0	2,2
\bar{x}	4,3	4,0	4,0	2,0	2,4	2,5	1,2	1,7	1,6	1,8	2,0	2,1
NIR _{$\alpha=0,05$}	cz.I: n.s. cz.II: n.s.			cz.I: n.s. cz.II: 0,2**			cz.I: n.s. cz.II: 0,2**			cz.I: n.s. cz.II: 0,2**		
LSD _{$\alpha=0,05$}	cz.I × cz.II: n.s.			cz.I × cz.II: n.s.			cz.I × cz.II: n.s.			cz.I × cz.II: n.s.		
	$y = -0,0016x^2 + 0,013x + 4,1931$ R ² = 0,3858			$y = 0,0006x^2 + 0,0011x + 2,2257$ R ² = 0,138			$y = 0,0021x^2 - 0,0285x + 1,5375$ R ² = 0,3121			$y = -0,0001x^2 - 0,0244x + 2,3114$ R ² = 0,4142		
Nawożenie Fertilization	Struktura miąższu Flesh structure			Wilgotność miąższu Flesh moisture			Tendencja do rozgotowywania Tuber performance during boiling			Mączystość miąższu Flesh mealiness		
N ₄₀ P ₁₇ K ₀	2,0	2,2	2,5	2,0	2,0	2,5	1,7	1,5	2,5	2,0	2,0	2,2
N ₄₀ P ₁₇ K ₃₃	2,0	2,3	2,5	2,2	2,0	2,7	1,7	1,7	2,2	1,7	2,2	2,3
N ₄₀ P ₁₇ K ₆₆	1,8	1,8	2,7	1,7	1,8	2,2	1,5	2,0	2,8	1,7	2,2	2,7
N ₄₀ P ₁₇ K ₉₉	2,2	2,2	2,2	2,0	2,2	2,2	1,2	1,7	2,7	1,5	2,0	2,3
\bar{x}	2,0	2,1	2,5	2,0	2,0	2,4	1,5	1,7	2,5	1,7	2,1	2,4
N ₈₀ P ₃₄ K ₀	2,0	2,5	2,5	2,2	2,2	2,0	1,8	2,2	2,5	2,0	2,2	2,3
N ₈₀ P ₃₄ K ₆₆	1,8	2,0	2,5	1,8	2,3	2,2	1,7	1,3	2,5	1,7	1,7	2,3
N ₈₀ P ₃₄ K ₁₃₂	1,8	1,8	2,0	2,0	2,2	2,0	1,2	2,0	2,7	1,8	2,2	2,0
N ₈₀ P ₃₄ K ₁₉₈	1,8	2,2	2,0	1,7	2,0	2,0	1,3	1,5	1,8	1,7	1,8	1,8
\bar{x}	1,9	2,1	2,3	1,9	2,2	2,0	1,5	1,8	2,4	1,8	2,0	2,1
N ₁₂₀ P ₅₁ K ₀	1,5	2,2	2,5	1,7	1,8	1,8	1,2	1,5	1,8	1,5	1,8	2,0
N ₁₂₀ P ₅₁ K ₉₉	2,2	2,3	2,7	2,0	2,0	2,0	1,2	1,5	2,3	1,8	1,7	2,5
N ₁₂₀ P ₅₁ K ₁₉₈	2,0	2,2	2,2	1,8	1,8	1,8	1,2	1,3	1,7	1,7	1,8	1,5
N ₁₂₀ P ₅₁ K ₂₉₇	1,8	2,3	1,7	1,5	1,8	1,7	1,3	1,5	1,7	1,5	1,8	1,5
\bar{x}	1,9	2,3	2,3	1,8	1,9	1,8	1,2	1,5	1,9	1,6	1,8	1,9
NIR _{$\alpha=0,05$}	cz.I: n.s. cz.II: 0,2**			cz.I: 0,4* cz.II: 0,2*			cz.I: 0,5* cz.II: 0,3**			cz.I: n.s. cz.II: 0,2**		
LSD _{$\alpha=0,05$}	cz.I × cz.II: n.s.			cz.I × cz.II: n.s.			cz.I × cz.II: n.s.			cz.I × cz.II: n.s.		
	$y = 0,0013x^2 - 0,0306x + 2,2695$ R ² = 0,1289			$y = -0,0019x^2 - 0,0024x + 2,1527$ R ² = 0,6202			$y = -0,0048x^2 + 0,0305x + 1,8961$ R ² = 0,6448			$y = -0,0025x^2 + 0,005x + 2,0739$ R ² = 0,6381		

* Różnice istotne przy p = 0,05; Significant differences at p = 0.05

** Różnice istotne przy p = 0,01; Significant differences at p = 0.01

n.s. — Różnice nieistotne; Not significant differences

Bulwy odmiany Muza były ciemniejsze, oceniono ją na $4,3^\circ$, natomiast pozostałe odmiany charakteryzowały się barwą nieco jaśniejszą równą $4,0^\circ$. Nawożenie wzrastającymi dawkami NP generalnie nie powodowało istotnych zmian w obrębie tej cechy, natomiast na wzrastające dawki potasu odmiany reagowały odmiennie. W odniesieniu do odmiany Muza potas zastosowany równocześnie z niskimi dawkami $N_{40}P_{17}$ powodował zmianę barwy w kierunku żółtej, w przypadku średniej dawki nie stwierdzono wpływu potasu na tą cechę, a z najwyższym nawożeniem $N_{120}P_{51}$ rosnące dawki potasu przyczyniały się do jaśniejszej barwy miąższu. Podobnie na nawożenie potasem w obiekcie z wysokim nawożeniem N i P reagowała odmiana Oda, natomiast w przypadku odmiany Orłan na tle tego nawożenia wystąpiła tendencja odwrotna.

Smak bulw jest uzależniony przede wszystkim od ich składu chemicznego. Nadmiar cukrów i popiołu pogarsza smak, natomiast wolne aminokwasy i nukleotydy oraz witamina C poprawiają smakowość. Niekorzystnie na tę cechę oddziałuje wysoka zawartość glikoalkaloidów nadając bulwom piekący i gorzki smak (Leszczyński, 1994; Lachman i in., 2001). Dotychczasowe wyniki badań nie pozwalają na jednoznaczne określenie substancji determinujących smak (Teodorczyk, 1982). W prezentowanych badaniach (tab. 1) najlepiej pod względem smaku oceniono bulwy odmiany Muza. Odmiana ta odznaczała się dobrym smakiem ($2,0^\circ$). Bulwy pozostałych odmian oceniono niżej Orłan ($2,4^\circ$) i Oda ($2,5^\circ$). Stwierdzono niewielką tendencję do pogarszania smaku pod wpływem wzrastających dawek NP. W badaniach Mazura i Gawlika (1977) nawożenie azotem w niewielkim stopniu różnicowało smak badanych odmian. Pogarszanie smaku bulw na tle wzrastającego nawożenia azotem autorzy stwierdzili po zastosowaniu mocznika, natomiast działanie innych nawozów azotowych nie było tak silnie powiązane z wielkością dawki azotu. Sugeruje to, że na pogarszanie smaku ziemniaka ma wpływ nie tylko azot jako składnik nawozowy, lecz również forma, w jakiej jest dostarczany roślinom. W obecnych badaniach z trzema odmianami ziemniaka zastosowane nawożenie nie wpływało w jednoznaczny sposób na smak bulw, co jest zgodne z wcześniej prezentowanymi wynikami (Ciećko i in., 1999).

W czasie konsumpcji obok smaku wyróżnia się także zapach, który uzależniony jest od zawartych w bulwach substancji: pirazyn, lotnych związków siarki, estrów, aldehydów i alkoholi (Leszczyński, 1994). U ocenianych odmian cecha ta generalnie nie ulegała zmianom pod wpływem nawożenia azotowo-fosforowego (tab. 1). Dawki potasu w odniesieniu do odmian Muza i Orłan przyczyniały się do niewielkiej poprawy zapachu natomiast u odmiany Oda składnik ten pogarszał tą cechę bulw. Pod względem zapachu odmiany różniły się istotnie, a najlepszą ocenę wykazała odmiana Muza — 1,2 stopnia. Pozostałe odmiany Oda i Orłan uzyskały odpowiednio oceny 1,6 i 1,7 stopnia.

Wśród cech składających się na teksturę ziemniaków ugotowanych (typ użytkowy) w Polsce wyróżniono: konsystencję — odporność na ucisk mechaniczny, strukturę miąższu — ziarnistość, wilgotność — stan powierzchni po przecięciu, tendencję do rozgotowywania i mączystość, czyli tendencję do rozsypywania się. W warunkach przeprowadzonego doświadczenia wzrastające nawożenie azotowo-fosforowe polepszało konsystencję miąższu bulw badanych odmian, jakkolwiek reakcji tej nie udowodniono statystycznie (tab. 1). Spośród badanych odmian najwyraźniej na nawożenie reagowała

odmiana Orlan. Wzrastające dawki potasu oddziaływały odmiennie na badane w doświadczeniu odmiany. Jedynie u odmiany Muza stwierdzono pewne zależności. W obiektach z niskim nawożeniem azotowo-fosforowym $N_{40}P_{17}$ zastosowany potas powodował poprawę konsystencji. W przypadku obiektów nawożonych $N_{80}P_{34}$ konsystencja miąższu bulw nie wykazywała uzależnienia od dawki potasu, a w warunkach najwyższego nawożenia azotowo-fosforowego $N_{120}P_{51}$ wzrastające dawki potasu powodowały wręcz jej pogorszenie.

Struktura miąższu bulw zależy od składu chemicznego bulw, od wielkości ziaren skrobi oraz od budowy ściany komórkowej i jej składu (Leszczyński, 1994). Cechy te w dużej mierze są warunkowane genetycznie. W prezentowanych badaniach (tab. 1) odmiany różniły się istotnie strukturą miąższu bulw, a najwyżej oceniono ją u odmiany Muza (1,9°). Gorzej pod tym względem wypadły odmiany Oda — 2,2 i Orlan — 2,3 stopnia. Zastosowane w doświadczeniu nawożenie NP i K nie wpłynęło znacząco na tę cechę, natomiast w istotny sposób modyfikowało wilgotność miąższu bulw ugotowanych (tab. 1). W warunkach niskiego nawożenia $N_{40}P_{40}$ najlepszą ocenę pod względem wilgotności uzyskała odmiana Muza — 1,9 stopnia, następnie Oda — 2,0 i Orlan — 2,1 stopnia. Wyższe dawki azotu i fosforu przyczyniły się do zaniku zróżnicowania wilgotności miąższu pomiędzy odmianami. Zastosowane dawki potasu generalnie przyczyniały się do poprawy wilgotności miąższu bulw badanych odmian ziemniaka.

Tendencja do rozgotowywania bulw wiąże się z wysyceniem blaszki środkowej ścian komórkowych substancjami pektynowymi (Leszczyński, 2000). Według Hughesa i wsp. (1975) na wzrost rozgotowywania miąższu w czasie gotowania ma wpływ m.in. koncentracja jonów jedno- i dwuwartościowych w soku komórkowym.

We wcześniej prezentowanych badaniach dotyczących wpływu nawożenia NPK na cechy kulinarne bulw (Ciećko i in., 1999) udowodniono, że nawozy te przyczyniały się do zmniejszenia tendencji bulw do rozgotowywania. W obecnie prezentowanych badaniach stwierdzono wyraźne uzależnienie tych właściwości bulw od odmiany (tab. 1). Tradycyjnie już odmiana Muza charakteryzowała się największą odpornością na rozpadanie podczas gotowania — 1,4°. Niżej pod tym względem oceniono bulwy pozostałych odmian. Wzrastające dawki azotu i fosforu przyczyniały się do zmniejszenia tendencji do rozgotowywania. Z tendencją do rozgotowywania nierozłącznie wiąże się inna cecha — mączystość. W doświadczeniu Varisa (1970) stwierdzono obniżenie mączystości przy nawożeniu ziemniaka chlorkiem potasu, natomiast pod wpływem nawożenia azotem zaznaczyła się tendencja do zwiększenia mączystości bulw. W prezentowanych badaniach uzyskano podobny rezultat. Wzrastające dawki NP również nieznacznie poprawiały mączystość bulw, a wzrastające nawożenie potasem nie miało jednoznacznego wpływu na tą cechę (tab. 1).

Ciemnienie miąższu surowego bulw następuje na skutek utleniania tyrozyny i kwasu chlorogenowego w obecności enzymu oksydazy polifenolowej (Leszczyński, 2000). Jednym z ważniejszych czynników środowiska mających wpływ na intensywność tego procesu jest nawożenie mineralne, a przede wszystkim potasowe (Teodorczyk, 1982). W prezentowanych badaniach odmiany charakteryzowały się bardzo zbliżonym ciemnieniem miąższu bulw surowych (tab. 2).

Wpływ nawożenia mineralnego na ciemnienie miąższu bulw ziemniaka
The influence of mineral fertilization on the potato tubers flesh darkening

Nawożenie Fertilization	Ciemnienie miąższu bulw surowych Raw flesh darkening						Ciemnienie miąższu bulw ugotowanych After cooking flesh darkening					
	po 10 minutach after 10 minutes			po 4 godzinach after 4 hours			po 10 minutach after 10 minutes			po 24 godzinach after 24 hours		
	Muza	Oda	Orlan	Muza	Oda	Orlan	Muza	Oda	Orlan	Muza	Oda	Orlan
N ₄₀ P ₁₇ K ₀	8,7	8,8	8,6	8,0	7,9	8,0	8,6	8,0	8,4	7,8	7,3	8,0
N ₄₀ P ₁₇ K ₃₃	8,7	8,7	8,6	8,3	7,9	7,9	8,6	8,2	8,5	8,1	7,3	7,9
N ₄₀ P ₁₇ K ₆₆	8,7	8,7	8,6	8,3	7,8	8,2	8,7	7,9	8,4	8,2	7,4	8,0
N ₄₀ P ₁₇ K ₉₉	8,9	8,7	8,6	8,3	8,0	8,2	8,8	7,9	8,0	8,2	7,1	7,3
\bar{x}	8,8	8,7	8,6	8,2	7,9	8,1	8,7	8,0	8,3	8,1	7,3	7,8
N ₈₀ P ₃₄ K ₀	8,7	8,5	8,5	8,4	7,9	7,4	8,7	8,3	8,0	8,3	7,3	7,2
N ₈₀ P ₃₄ K ₆₆	8,8	8,7	8,8	7,9	7,4	7,9	8,8	8,3	8,1	8,2	7,4	7,0
N ₈₀ P ₃₄ K ₁₃₂	8,7	8,5	8,7	8,0	7,4	8,0	8,8	8,0	8,0	8,2	7,2	7,3
N ₈₀ P ₃₄ K ₁₉₈	8,7	8,7	8,7	8,3	7,8	7,9	8,9	8,4	7,9	8,5	7,3	7,0
\bar{x}	8,7	8,6	8,7	8,2	7,6	7,8	8,8	8,2	8,0	8,3	7,3	7,1
N ₁₂₀ P ₅₁ K ₀	8,8	8,4	8,5	7,9	7,4	7,7	8,9	8,1	7,9	8,5	8,0	7,0
N ₁₂₀ P ₅₁ K ₉₉	8,6	8,9	8,5	7,9	7,9	7,2	9,0	8,3	7,5	8,3	7,6	6,8
N ₁₂₀ P ₅₁ K ₁₉₈	9,0	9,0	8,4	8,8	8,2	7,3	8,8	8,4	7,7	8,3	7,5	6,9
N ₁₂₀ P ₅₁ K ₂₉₇	8,6	8,6	8,8	7,9	7,7	7,8	8,9	8,3	8,1	8,4	7,3	7,2
\bar{x}	8,8	8,7	8,6	8,1	7,8	7,5	8,9	8,3	7,8	8,4	7,6	7,0
NIR _{0=0,05}	cz.I: n.s. cz.II: n.s.			cz.I: n.s. cz.II: 0,3**			cz.I: n.s. cz.II: 0,2**			cz.I: n.s. cz.II: 0,2**		
LSD _{0=0,5}	cz.I × cz.II: n.s.			cz.I × cz.II: n.s.			cz.I × cz.II: n.s.			cz.I × cz.II: n.s.		
	$y = 0,0008x^2 - 0,0098x + 8,693$			$y = 0,0019x^2 - 0,0496x + 8,1482$			$y = 0,0012x^2 - 0,0173x + 8,3814$			$y = 0,0024x^2 - 0,0431x + 7,7939$		
	R ² = 0,0393			R ² = 0,338			R ² = 0,0705			R ² = 0,1469		

* Różnice istotne przy p = 0,05; Significant differences at p = 0,05

** Różnice istotne przy p = 0,01; Significant differences at p = 0,01

n.s. — Różnice nieistotne; Not significant differences

Różnice odmianowe w odniesieniu do tej cechy uwidoczniły się silniej po 4 godzinach od przekrojenia. W ocenie ciemnienia najkorzystniej oceniono miąższ bulw odmiany Muza, który uzyskał 8,2 stopnia. Miąższ pozostałych odmian Oda i Orlan wyceniono na 7,8 stopnia. Ciemnienie miąższu bulw ugotowanych uzależnione jest od obecności kwasu chlorogenowego w bulwach oraz od obecności jonów żelaza. Cecha ta jest silnie modyfikowana genetycznie (Howard, 1974), ale również czynnik środowiskowy, którym jest nawożenie może istotnie na nią wpływać. Istnieje wyraźna korelacja pomiędzy ciemnieniem, a zawartością w bulwach azotu i potasu (Lipińska, 1972), a azot jest tym składnikiem, który na tą cechę rzutuje w decydujący sposób (Zgórska i Frydecka-Mazurczyk, 1985). W prezentowanych badaniach miąższ bulw ugotowanych ciemniał nieco silniej niż miąższ surowy. U odmiany Muza i Oda stwierdzono zmniejszenie ciemnienia miąższu pod wpływem nawożenia NP zarówno po 10 minutach, jak i po 24 godzinach od ugotowania. Zanotowana zmiana jest sprzeczna z opinią Zgórskiej i Frydeckiej-Mazurczyk (1985), które stwierdziły, że wysokie nawożenie azotem przyczynia się do wzrostu ciemnienia bulw surowych i ugotowanych na skutek zwiększenia zawartości związków fenolowych i obniżenia ilości kwasu cytrynowego. W prezentowanych badaniach sytuacja taka wystąpiła tylko w przypadku odmiany Orlan. Po zastosowaniu wzrastającego nawożenia azotem i fosforem bulwy tej odmiany

ciemniały intensywniej. Zastosowane w doświadczeniu wzrastające dawki potasu w odniesieniu do odmiany Muza przyczyniały się do zmniejszenia ciemnienia mięszu bulw ugotowanych, w pozostałych przypadkach reakcja odmian na zastosowany potas nie była jednoznaczna. Dodatni wpływ nawożenia potasem na zmniejszenie ciemnienia mięszu bulw surowych oraz w mniejszym stopniu ugotowanych według Somorowskiej (1987) wiąże się z obniżeniem w bulwach zawartości rozpuszczalnych form azotu, kwasu chlorogenowego i żelaza oraz podwyższeniem zawartości kwasu cytrynowego.

WNIOSKI

1. Spośród analizowanych cech kulinarnych jedynie wilgotność mięszu oraz tendencja do rozgotowywania bulw w istotny sposób były modyfikowane przez czynnik nawozowy. Wzrastające dawki NP i K wpływały na poprawę tych cech.
2. Badane odmiany ziemniaka charakteryzowały się stosunkowo wysokimi walorami kulinarnymi, przy czym odmianą, która uzyskała najwyższą ogólną ocenę była Muza, nieco niżej oceniono odmianę Oda, a najniższą, chociaż również dobrą ocenę, uzyskała odmiana Orlan.
3. Cechami istotnie zależnymi od odmiany były smak, zapach, konsystencja, struktura, wilgotność mięszu, tendencja do rozgotowywania i mączystość mięszu oraz ciemnienie mięszu surowego po 4 godzinach i ugotowanego zarówno po 10 minutach i 24 godzinach.

LITERATURA

- Ciećko Z., Dziekanowski A., Nowak G. 1993. Wpływ nawożenia potasem na plonowanie i jakość bulw ziemniaka. *Rocz. Nauk. Rol., Ser. A*, 109 (4): 77 — 86.
- Ciećko Z., Żolnowski A., Wyszowski M., Zabielska J. 1999. Oddziaływanie nawożenia mineralnego na cechy kulinarne ziemniaka odmiany Miła. *Mat. Konf. Nauk. „Ziemniak jadalny i dla przetwórstwa spożywczego — czynniki agrotechniczne i przechowalnicze warunkujące jakość”*. Radzików 23-25 lutego 1999: 123 — 126.
- Gronowicz Z., Mozolewski W. 1999. Wpływ nawożenia azotem na jakość ziemniaka. *Mat. Konf. Nauk. „Ziemniak jadalny i dla przetwórstwa spożywczego — czynniki agrotechniczne i przechowalnicze warunkujące jakość”*. Radzików, 23–25 lutego 1999: 136 — 137.
- Howard H. W. 1974. Factors influencing the quality of ware potatoes. 1. The genotype. *Potato Res.* 17: 490 — 511.
- Hughes J.C., Faulks R.M., Grant A. 1975. Texture of cooked potatoes. Relationship between compressive strength, pectic substances and cell size of Redskin tubers of different maturity. *Potato Res.* 18: 495 — 511.
- Jensen A. 2003. Potato Nutrition — Letter to Scientific American. *Potato Prog.* 3 (15): 2 — 3.
- Lachman J., Hamouz K., Orsák M., Pivec V. 2001. Potato glycoalkaloids and their significance in plant protection and human nutrition — review. *Rostl. Výr.* 47 (4): 181 — 191.
- Leszczyński W. 1994. Ziemniak jako produkt spożywczy. *Post. Nauk Rol.* 1/94: 15 — 29.
- Leszczyński W. 2000. Jakość ziemniaka konsumpcyjnego. *Żywność*, 4 (25) Supl: 5 — 27.
- Lipińska J. 1972. Przemysł spożywczy ziemniaka w Europie i w USA. *Biul. Inst. Ziemn.* 9: 163 — 118.
- Lugt C. 1961. Results of the assessment of the cooking quality of internationally exchanged potato samples. *Proceedings of European association for potato research, European Association for Potato Research, Wageningen*: 321 — 323.

- Mazur T., Gawlik T. 1977. Wpływ dawki i rodzaju nawozu azotowego na plon oraz cechy jakości wczesnych odmian ziemniaka. *Biul. Inst. Ziemn.* 20: 61 — 82.
- Mercik S., Stępień W. 2001. Działanie potasu na rośliny w wieloletnich doświadczeniach nawozowych w Skierniewicach. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 480: 291 — 298.
- Microsoft. 2000. Microsoft Excel 2000 v. 9.0., www.microsoft.com.
- PN 1996 a. PN-ISO 8586-1. Analiza sensoryczna. Ogólne wytyczne wyboru, szkolenia i monitorowania oceniających. Wybrani oceniający. PKN: 24.
- PN 1996b. PN-ISO 8586-2. Analiza sensoryczna. Ogólne wytyczne wyboru, szkolenia i monitorowania oceniających. Eksperti. PKN: 18.
- Rogozińska I, Jaworski R. 2004. Kształtowanie jakości ziemniaka. In: <http://www.ipipotash.org/pdf/countrysp/polbroschka4.pdf>. International Potash Institute Coordinator Central/Eastern Europe CH-4001 Basel/Switzerland.
- Somorowska K. 1987. Wpływ nawożenia dużymi dawkami soli potasowej i nawadniania na niektóre cechy jakości bulw ziemniaka. *Biul. Inst. Ziemn.*, 35: 61 — 72.
- StatSoft 2001. STATISTICA (data analysis software system) Statsoft Inc., version 6.0 www.statsoft.com.
- Teodorczyk A. 1982. Charakterystyka niektórych cech kulinarnych ziemniaka jadalnego w świetle literatury. *Biul. Inst. Ziemn.* 28: 35 — 53.
- Varis E. 1970. Variation in the quality of table potato and the factors influencing it in Finland. *Acta Agralia Fennica*, 118: 7 — 90.
- Zgórska K., Frydecka-Mazurek A. 1985. Warunki agrotechniczne i przechowalnicze a cechy użytkowe bulw ziemniaka. *Biul. Inst. Ziemn.* 33: 109 — 120.