

**Barbara Krochmal-Marczak¹, Barbara Sawicka², Bernadetta Bienia¹,
Anna Kiełtyka-Dadasiewicz¹, Halina Borkowska²**

¹Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa im. Stanisława Pigonia w Krośnie

²Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

PLONOWANIE I JAKOŚĆ BULW ODMIAN ZIEMNIAKA JADALNEGO W WARUNKACH STOSOWANIA ZRÓŻNICOWANEGO NAWOŻENIA AZOTOWEGO W WOJEWÓDZTWIE PODKARPACKIM

Streszczenie

Analizę oparto na wynikach doświadczenia polowego przeprowadzonego w latach 2012-2013 na glebie brunatnej, klasy bonitacyjnej IVa, kompleksu pszennego wadliwego, o lekko kwaśnym odczynie. Eksperyment przeprowadzono w Żyznowie, woj. podkarpackie, metodą bloków losowanych, w 3 powtórzeniach. Czynnikiem I rzędu było nawożenie azotem w dawkach: 0, 50, 100 kg N ha⁻¹ zaś czynnikiem II rzędu – odmiany ziemniaka (Vineta, Ibis, Tajfun). Wykazano, że nawożenie azotem istotnie modyfikowało plon ziemniaka. Najplenniejszą okazała się odmiana Vineta, zaś najmniej plenną – Ibis. Nawożenie azotem w ilości 100 kg N ha⁻¹ zwiększało istotnie partycypację bulw drobnych, o średnicy <3 cm i bulw największych w plonie, a zmniejszało udział bulw o średnicy: 3-4 i 4-5 cm. Odmiana Ibis odznaczała się istotnie większym udziałem bulw największych, zaś najmniejszym bulw najdrobniejszych w plonie. Największe ciemnienie miąższu bulw, tak surowych, jak i gotowanych, zaobserwowano w obiektach nawożonych 100 kg N ha⁻¹. Spośród badanych odmian Ibis cechowała się największym zaś Vineta – najmniejszym ciemnieniem miąższu bulw surowych i gotowanych.

Słowa kluczowe: ziemniak, odmiana, nawożenie azotem, ciemnienie miąższu bulw

Wstęp

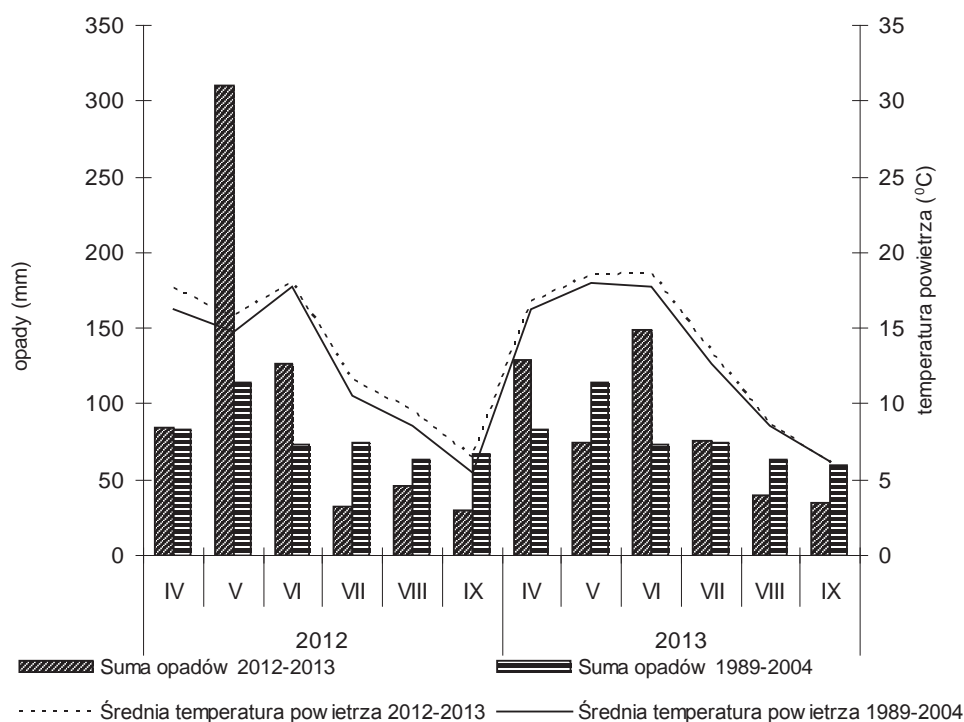
Azot jest jednym z najważniejszych makroelementów wywierających wpływ na plonowanie i jakość bulw ziemniaka. Wielu autorów podkreśla, że nawożenie azotem jest najważniejszym czynnikiem plonotwórczym, ale może też mieć niekorzystny wpływ na cechy jakościowe bulw ziemniaka [Kołodziejczyk i in. 2003, Sawicka 1999, Sawicka i in. 2009, Gugała i Zarzecka 2007]. Według Ciećko i in. [2004] azot jest składnikiem zwiększającym intensywność procesów asymilacji w roślinie. Jabłoński [2005] uważa, że zastosowanie optymalnego poziomu nawożenia azotem, przy przeciętnych opadach w okresie wegetacji, umożliwi uzyskanie 40-60% przyrostu plonu bulw. W opinii Zgórskiej i Frydeckiej-Mazurczyk [1996], Zgórskiej i Grudzińskiej [2010] Sawickiej i in. [2006] oraz Zimnoch-Guzowskiej i Flis [2006] do najważniejszych cech ziemniaka jadalnego zalicza się podatność na ciemnienie miąższu bulw surowych i ugotowanych. Na cechy te wpływają czynniki genetyczne i środowiskowe

[Sawicka 1999, Sawicka i in. 2006]. Ciemnienie miąższu bulw surowych występujące po obraniu jest, w opinii wielu autorów [Wang Pruski i in. 2004, Sawicka i in., 2006, Zgórskiej i Grudzińskiej 2010], skutkiem enzymatycznego utleniania związków fenolowych. Na zmianę barwy miąższu bulw wpływa melanina, która jest produktem utleniania tyrozyny przy katalitycznym działaniu enzymu tyrozynazy. Ciemnienie bulw gotowanych jest natomiast procesem nieenzymatycznym. Współdziałanie czynników genetycznych i siedliskowych oddziałuje na koncentrację kwasu chlorogenowego, cytrynowego, askorbinoowego i żelaza, które w efekcie określają stopień ciemnej pigmentacji, począwszy od barwy szarej do prawie czarnej. Ilość tych związków w bulwach znajduje się pod kontrolą genetyczną, ale warunki środowiskowe również decydują o ich ilości. Zawartość żelaza w bulwach zależy w pierwszym rzędzie od typu gleby i warunków wzrostu. W czasie gotowania powstaje żelazawy chlorogenowy kwaśny kompleks utleniający się do niebieskawo-szarego kwasu żelazowo-dichlorogenowego [Wang-Pruski i in. 2004, Zgórska i Grudzińska 2010]. Ciemnienie po ugotowaniu uważane jest przez hodowców za niekorzystną, niepożądaną cechę bulw, chociaż nie oddziałuje ani na smak, ani na wartość żywieniową ziemniaka. Wiele produktów konsumpcyjnych jest przyjmowane lub odrzucane na podstawie barwy i ciemnienia po ugotowaniu, uważanego za kluczową wadę jakościową wpływającą na wartość rynkową ziemniaka dla przetwórstwa i do konsumpcji [Sawicka i in. 2006]. Zabiegi uprawowe, a zwłaszcza nawożenie, mogą różnicować cechy jakości ziemniaka, stąd też celem pracy było określenie wpływu zróżnicowanego nawożenia azotem na plon, jego strukturę oraz na wybrane cechy jakości bulw jadalnych odmian ziemniaka, uprawianych na terenie województwa podkarpackiego.

Materiał i metody

Analizę oparto na wynikach doświadczenia polowego przeprowadzonego w latach 2012-2013 na glebie brunatnej, klasy bonitacyjnej IVa, kompleksu pszennego wadliwego, o lekko kwaśnym odczynie. Eksperyment przeprowadzono w Żyznowie, woj. podkarpackie, metodą bloków losowanych, w układzie zależnym, split-plot, w trzech powtórzeniach. Czynnikiem I rzędu było nawożenie azotem w dawkach: 0, 50, 100 kg N ha⁻¹ na tle jednakowego nawożenia fosforowo-potasowego (44 kg P i 125 kg K ha⁻¹) i pełnej dawki obornika (25 t ha⁻¹), zaś czynnikiem II rzędu – odmiany ziemniaka (Vineta, Ibis, Tajfun). Przedplonem ziemniaka była pszenica ozima + międzyplon rzepaku na przyoranie. Bulwy ziemniaka wysadzono 16 kwietnia, ręcznie, w rozstawie 67,5 x 34 cm. Wielkość poletek do zbioru wynosiła 15 m². Zbiór przeprowadzono kopaczką elewatorową, w okresie technicznej dojrzałości bulw, w pierwszej dekadzie września. W czasie zbioru określono plon bulw oraz pobrano próby z pod 10 krzaków do oznaczeń struktury plonu i po 20 bulw do oznaczenia ciemnienia miąższu. Strukturę plonu bulw określono wg frakcji: 3, 3-4, 4-5, 5-6 i >6 cm. Jako handlowe traktowano bulwy o średnicy >4 cm, bez deformacji i zewnętrznych uszkodzeń mechanicznych. Ciemnienie miąższu bulw surowych przeprowadzono na ich przekroju podłużnym po 10 minutach i po 1 godzinie od przecięcia wg 9° skali europejskiej, w której 9° oznacza barwę niezmienną, a 1° – ciemnienie najsilniejsze. Ciemnienie miąższu bulw gotowanych oceniano po 10 minutach i 2 godzinach od ugotowania.

wania wg 9^o, barwnej skali duńskiej, gdzie 9^o oznacza barwę niezmienną, a 1 – ciemnienie bardzo silne, barwa miąższu czarna. Uzyskane wyniki opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji. Istotność źródeł zmienności testowano testem „F” Fischera-Snedecora. Oceny istotności różnic pomiędzy porównywanymi średnimi dokonano za pomocą wielokrotnych przedziałów Tukeya, przy poziomie istotności $\alpha \leq 0,05$.



Rysunek 1. Przebieg temperatur powietrza i opadów w okresie wegetacji ziemniaka w latach 2012-2013 wg stacji meteorologicznej COBORU w Dukli

Rozkład temperatur i opadów w analizowanych latach badań był zróżnicowany, co ilustruje rysunek 1. W 2012 roku pierwsza połowa wegetacji była mokra i ciepła, druga zaś – przeciętna, zarówno pod względem temperatur, jak i opadów. W 2013 roku maj i czerwiec był wilgotny i chłodny, lipiec mokry, zaś sierpień-wrzesień – przeciętny, tak pod względem opadów, jak i temperatur powietrza.

Wyniki badań

Wykazano, że cechy genetyczne odmian i nawożenie azotem, istotnie modyfikowały plon ziemniaka (tab. 1). Dawka 50 kg N·ha⁻¹ przyczyniła się do istotnego wzrostu plonu bulw, w porównaniu z obiektem kontrolnym, natomiast zwiększenie dawki do 100 kg N·ha⁻¹ nie dało już istotnego wzrostu, w porównaniu do poprzedniej dawki azotu. Najplenniejszą spośród badanych odmian okazała się odmiana Vineta, zaś najmniej plenną – Ibis (tab. 1).

Tabela 4. Wpływ nawożenia i odmian na plon ogólny bulw (średnia lat 2012-2013) [t·ha⁻¹]

Czynniki eksperymentu [t·ha ⁻¹]		Plon ogólny bulw [%]	Udział bulw handlowych [t·ha ⁻¹]	Plon handlowy bulw
Nawożenie N [kg·ha ⁻¹]	0	21,17	49,61	10,5
	50	29,17	54,86	16
	100	30,33	51,10	15,5
	NIR $\alpha \leq 0,05$	0,77	2,85	0,77
Odmiany	Vineta	29,35	47,03	13,80
	Ibis	23,16	54,57	12,68
	Tajfun	28,17	53,95	15,45
	NIR $\alpha \leq 0,05$	0,77	2,85	0,77
Średnia		26,89	51,85	13,98

* nieistotne przy poziomie $\alpha \leq 0,05$

Struktura plonu jest ważnym elementem w ocenie odmian jadalnych. Obydwa czynniki doświadczenia modyfikowały tę ocenę. Nawożenie azotem do poziomu 50 kg N·ha⁻¹ przyczyniło się do spadku udziału bulw o średnicy <3, 3-4 i 4-5 cm, zaś wzrostu partycypacji bulw dużych, o kalibrze 5-6 i >6 cm średnicy. Nawożenie azotem w ilości 100 kg N·ha⁻¹, zwiększało istotnie partycypację bulw drobnych o średnicy <3 cm i bulw największych w plonie, zaś zmniejszało udział bulw o średnicy 3-4 i 4-5 cm. Odmiana Ibis, w porównaniu z pozostałymi odmianami, odznaczała się istotnie większym udziałem bulw największych, zaś najmniejszym bulw najdrobniejszych w plonie (tab. 2). Vineta okazała się odmianą o największym udziale bulw najdrobniejszych, o średnicy <3 i 3-4 cm oraz najmniejszym udziale bulw o kalibrze 5-6 i >6 cm. Odmiana Tajfun charakteryzowała się natomiast największym udziałem bulw o średnicy 5-6 cm.

Tabela 5. Wpływ nawożenia i odmian na udział bulw o średnicy <3, 3-4, 4-5, 5-6, >6 cm w plonie ogólnym (średnia lat 2012-2013)

Czynniki eksperymentu		Średnica bulw [cm]				
		<3	3-4	4-5	5-6	>6
Nawożenie e N [kg·ha ⁻¹]	0	23,23	27,17	24,41	16,54	8,66
	50	22,86	22,29	23,14	18,00	13,71
	100	25,27	23,63	21,43	16,48	13,19
	NIR $\alpha \leq 0,05$	1,33	1,36	1,29	0,95	0,66
Odmiany	Vineta	24,78	26,36	23,17	15,07	8,79
	Ibis	22,83	23,32	20,40	19,96	14,21
	Tajfun	23,75	23,41	25,39	16,01	12,55
	NIR $\alpha \leq 0,05$	1,33	1,36	1,29	0,95	0,66
Średnia		23,79	24,36	22,99	17,01	11,85

* nieistotne przy poziomie $\alpha \leq 0,05$

Dla producentów i konsumentów ziemniaka jadalnego ważny jest udział i plon handlowy bulw. Największym udziałem tego kalibrze odznaczała się odmiana Ibis, jednak największym ich plonem - Tajfun. Najmniejszym tak

udziałem, jak i plonem bulw handlowych odznaczała się wczesna odmiana Vineta, co wynikało nie tylko z krótszego okresu wegetacji tej odmiany, ale też gorszych warunków meteorologicznych w okresie tuberyzacji i największego nagromadzenia plonu, gdzie panowała susza. Optymalną dawką azotu, z uwagi na udział i plon handlowy badanych odmian, w warunkach woj. podkarpackiego, okazało się 50 kg N·ha⁻¹, w porównaniu tak do obiektu kontrolnego, jak i podwyższonej dawki azotu (tab. 1).

Największe ciemnienie miąższu bulw surowych zarówno po 10 minutach od przecięcia jak i po 1 godzinie zaobserwowano w obiektach nawożonych 100 kg N·ha⁻¹ w porównaniu do obiektu kontrolnego. Spośród badanych odmian ziemniaka odmiana Ibis cechowała się największym ciemnieniem miąższu bulw surowych zarówno po 10 minutach jak i po 1 godzinie. Najjaśniejszą barwę miąższu po 10 minutach od przecięcia zachowała odmiana Tajfun, zaś Vineta charakteryzowała się najmniejszym ciemnieniem miąższu bulw surowych po 1 godzinie od przecięcia. Najmniej odporną na ciemnienie enzymatyczne okazała się Ibis i to zarówno bezpośrednio po przecięciu, jak i po upływie 1 godziny od przecięcia. Odmiana Tajfun, oceniana po 1 godzinie od przekrojenia, wykazała się lepszą odpornością na ciemnienie niż Ibis, ale gorszą niż Vineta (tab. 3).

Tabela 6. Wpływ nawożenia i odmian na ciemnienie miąższu bulw surowych ziemniaka (średnia lat 2012-2013)

Czynniki eksperymentu		Ciemnienie miąższu bulw [skala 9°]	
		po 10 minutach	po 1 godzinie
Nawożenie N [kg·ha ⁻¹]	0	8,9	8,7
	50	8,6	7,6
	100	8,4	6,8
NIR $\alpha \leq 0,05$		0,1	0,2
Odmiana	Vineta	8,9	7,1
	Ibis	8,8	6,3
	Tajfun	9,0	6,8
NIR $\alpha \leq 0,05$		0,1	0,2
Średnia		8,8	7,2

* nieistotne przy poziomie $\alpha \leq 0,05$

Wraz ze wzrostem nawożenia azotem zaobserwowano wzrost ciemnienia miąższu bulw gotowanych, zarówno po 10 minutach, jak i po 2 godzinach od ugotowania. W miarę zwiększania dawek azotu następował sukcesywny wzrost ciemnienia miąższu bulw gotowanych. Właściwości genetyczne badanych odmian ziemniaka wywarły istotny wpływ na ciemnienie miąższu bulw gotowanych, tak po 10 minutach, jak i po 2 godzinach od ugotowania (tabela 4). Najjaśniejszą barwą miąższu tych bulw odznaczała się odmiana Vineta i to zarówno po 10 minutach, jak i po 2 godzinach od ugotowania. Największą skłonnością do ciemnienia bulw gotowanych wyróżniała się odmiana Tajfun, zaś odmiana Ibis okazała się istotnie odporniejszą na ciemnienie niż odmiana Tajfun (tab. 4).

Tabela 7. Wpływ nawożenia i odmian na ciemnienie miąższu bulw gotowanych ziemniaka (średnia lat 2012-2013)

Czynniki eksperymentu		Ciemnienie miąższu bulw	
		po 10 minutach	po 2 godzinach
Nawożenie N [kg·ha ⁻¹]	0	8,6	7,9
	50	7,9	7,3
	100	7,2	6,5
NIR $\alpha \leq 0,05$		0,4	0,5
Odmiana	Vineta	8,5	8,0
	Ibis	7,9	7,2
	Tajfun	7,3	6,5
NIR $\alpha \leq 0,05$		0,4	0,5
Średnia		7,90	7,23

Dyskusja

Głównym celem producentów ziemniaka jest uzyskanie wysokiego plonu, o jak najwyższej jakości. Według Sawickiej i Krochmal-Marczak [2005, 2011] oraz Lis i Wierzejskiej-Bujakowskiej [2000], wielość plonu ziemniaka oraz jakość jego bulw jest wypadkową oddziaływania różnych czynników, z których najważniejszą rolę odgrywają cechy genetyczne odmian oraz nawożenie azotem. Badania własne potwierdzają te zależności. Zdaniem Lutomirskiej [2005] duży wpływ na wielkość plonu ma przebieg warunków meteorologicznych, a zwłaszcza opady. W opinii Głuskiej [2000, 2004] i Rykaczewskiej [2007], rośliny ziemniaka bardzo źle reagują na niedobory wody. Głuska [2000] podaje, że największy wpływ na wielkość i strukturę plonu bulw ma ilość opadów w okresie lipca i sierpnia. Jest to okres najintensywniejszego wzrostu bulw i zwiększenia ich masy. Ziemniak jest gatunkiem o dość płytkim systemie korzeniowym, co powoduje jego dużą zależność od regularności opadów i wrażliwość na ich okresowe niedobory. W tej sytuacji, zdaniem Głuskiej [2004], dużego znaczenia nabierają różnice odmianowe w wielkości systemu korzeniowego. Odmiany o większym systemie korzeniowym i rozbudowującym się na większą głębokość mają większe szanse pobierania wody, a więc są mniej wrażliwe na okresowe susze. Rozpoznanie i określenie cech struktury plonu dawałoby możliwość skierowania w rejony o częstych niedoborach opadów odmian, które warunki takie mogą znosić łatwiej, a więc z mniejszym uszczerbkiem dla plonu. Informacje te mogą też stanowić dobrą wskazówkę dla hodowców, którzy planują dobór genotypów do krzyżówek. Potwierdzają to badania własne, w których w okresie wegetacji ziemniaka w miesiącach lipiec i sierpień wystąpił niedobór opadów, zwłaszcza w 2012 r., w wyniku czego w plonie ogólnym największy udział stanowiły bulwy o frakcji 4-5 cm, zaś najmniejszy - bulwy o średnicy > 6 cm.

Według Trawczyńskiego [2007] oraz Sawickiej i in. [2009] nawożenie azotem nie tylko silnie wpływa na podwyższenie plonu bulw, ale jest także jednym z istotnych czynników wpływających na ciemnienie miąższu bulw ziemniaka. Zdaniem Kołodziejczyka i in. [2005, 2007] oraz Zarzeckiej i Gugały [2004] skłonność do ciemnienia miąższu uzależniona jest w dużym stopniu od odmiany. Podobne zdanie na ten temat wyraża Sawicka [1999] oraz Sawicka i in. [2006]. Badania własne dowodzą również, że właściwości genetyczne

badanych odmian ziemniaka wywarły istotny wpływ na ciemnienie miąższu bulw surowych i gotowanych, zarówno po 10 minutach, jak i po 2 godzinach od ugotowania. W naszym kraju bulwy ziemniaka spożywane są najczęściej bezpośrednio po ugotowaniu, stąd też ważne jest zachowanie pierwotnej barwy miąższu. Miąższ ten może przybierać odcień szary. Zjawisko to nie wynikiem enzymatycznych procesów utleniania, a jest procesem chemicznym i polega na łączeniu się kwasu chlorogenowego z Fe^{++} do ciemnozabarwionych kompleksów kwasu żelazodwuchlorogenowego [Wang-Pruski i in. 2004, Zgórska i Grudzińska 2010]. Proces ten ulega zahamowaniu dopiero w obecności związków chelatujących żelazo, głównie zaś kwasu cytrynowego [Sawicka 1999]. Skłonność bulw do ciemnienia zarówno enzymatycznego, jak i nieenzymatycznego uznawana jest za cechę wybitnie niekorzystną, negatywną. Bulwy o pociemniałym miąższu nie tylko mają niekorzystny wygląd, ale nie są akceptowane przez konsumentów, co potwierdza wielu autorów [Zgórska i Frydecka-Mazurczyk 1996, Sawicka 1999, Sawicka i in. 2006, Mozolewski i Wieczorek 2002, Wang-Pruski i in. 2004, Zgórska i Grudzińska 2010, Zimnoch-Guzowska i Flis 2006].

Azot spełnia bardzo ważne funkcje w metabolizmie roślin, stąd nawożenie azotem jest stosowane celem zaopatrzenia roślin w ten składnik i wywiera ono decydujący wpływ na gromadzenie w bulwach związków organicznych, uczestniczących w procesach ciemnienia miąższu. Według Mozolewskiego i Wieczorek [2002] na tę cechę wpływa także rodzaj i poziom nawożenia azotem. W świetle badań własnych optymalną dawką azotu, ze względu na jakość bulw surowych i gotowanych, było nawożenie dawką $50 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. W opinii Zgórskiej i Frydeckiej-Mazurczyk [1996] oraz Wszelaczyńskiej i in. [2004] wzrost ciemnienia miąższu bulw jest skutkiem zmian zachodzących w ich składzie chemicznym (obniżenie koncentracji witaminy C, wzrost zawartości kwasu chlorogenowego). Stosując nawożenie potasem i magnezem można, zdaniem Wszelaczyńskiej i in. [2004], zmniejszyć wydatnie ciemnienie miąższu bulw surowych, jak i ugotowanych.

Wnioski

Właściwości genetyczne badanych odmian ziemniaka oraz nawożenie azotem istotnie różnicowały wielkość plonu bulw i jego strukturę.

Dawka $50 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ przyczyniła się do uzyskania największego wzrostu plonu bulw w porównaniu z obiektem kontrolnym i w warunkach glebowo-klimatycznych woj. Podkarpackiego okazała się dawką optymalną.

Strukturę plonu determinowało najbardziej nawożenie azotem. Dawka $100 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ zwiększała partycypację bulw drobnych zaś zmniejszyła udział bulw o średnicy 4-5 i nie wpływała na partycypację bulw o kalibrze 5-6. Odmiana Ibis charakteryzowała się, najmniejszym udziałem bulw najmniejszych i największym bulw dużych w plonie ogólnym.

Jakość bulw była w dużym stopniu uzależniona od właściwości odmianowych. Odmiana Vineta charakteryzowała się najmniejszą skłonnością do ciemnienia miąższu bulw surowych i gotowanych, zaś najbardziej ciemniała krecja Tajfun.

Wraz ze zwiększeniem dawki nawożenia azotowego zaobserwowano wzrost ciemnienia miąższu bulw surowych i gotowanych.

Piśmiennictwo

1. Głuska A., 2000: Wpływ agrotechniki na kształtowanie jakości plonu ziemniaka. *Biul. IHAR* 213:173-184.
2. Głuska A., 2004: Zróżnicowanie wielkości systemu korzeniowego u odmian ziemniaka. *Biul. IHAR* 232: 37-46.
3. Kołodziejczyk M., 2004: Wpływ nawożenia na wielkość i strukturę plonu bulw ziemniaka. *Annales UMCS E-59* (3): 1456-1463.
4. Kołodziejczyk M., Krzysztofik B., Marks N., Szmigiel A., 2005: Oddziaływanie rodzaju nawożenia i typu gleby na ciemnienie miąższu bulw średnio wczesnych odmian ziemniaka. *Pam. Puł.* 139: 65-74.
5. Kołodziejczyk M., Szmigiel A., Kiełbasa S., 2007: Plonowanie oraz skład chemiczny bulw ziemniaka w warunkach zróżnicowanego nawożenia. *Fragm. Agron.* 2 (94): 142- 150.
6. Lis B., Wierzejska-Bujakowska A., 2000: Wykorzystanie azotu przez jadalne odmiany ziemniaka a ich plonowanie. *Biul. IHAR* 213: 87-98.
7. Lutomirska B., 2005: Wpływ temperatury w pełni sezonu wegetacji na plon ziemniaka. *Ziemniak Polski* 4: 14-15.
8. Mozolewski W., Wieczorek J., 2002. Wpływ nawożenia azotem na ciemnienie enzymatyczne i nieenzymatyczne po zbiorze i w czasie przechowywania. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Roln.* 484: 393-400.
9. Sawicka B., 1991. Próba ustalenia wpływu niektórych czynników środowiska i zabiegów agrotechnicznych na ciemnienie miąższu bulw ziemniaka. *Biul. IHAR* 179: 67-75.
10. Sawicka B., Danilčenko H., Jariene E., Krochmal-Marczak B., 2009: Zmienność fenotypowa wybranych cech zagranicznych odmian ziemniaka uprawianych w Polsce. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Roln.* 542: 447-463.
11. Sawicka B., Krochmal-Marczak B., 2005: Wpływ czynników meteorologicznych na długość faz rozwojowych ziemniaka bardzo wczesnych i wczesnych odmian ziemniaka. *Acta Agroph.* 125, 6(1): 225-236.
12. Sawicka B., Kuś J., Barbaś P., 2006: Ciemnienie miąższu bulw ziemniaka w warunkach ekologicznego i integrowanego systemu uprawy *Pam. Puł.* 142: 445-457.
13. Sawicka B., Krochmal-Marczak B., 2011: Ekologiczny aspekt uprawy ziemniaka w warunkach Pogórza Strzyżowsko-Dynowskiego. *Biul. IHAR* 259: 229-242.
14. Trawczyński C., 2007: Wpływ nawożenia azotem na plonowanie ziemniaka, zawartość azotanów w bulwach i azotu mineralnego w glebie. *Biul. IHAR* 246: 83-92.
15. Wang-Pruski, Gefu, Nowak J., 2004: Potato After-Cooking Darkening. *Am. J. Potato Res.* 2004, 1/2.
16. http://www.findarticles.com/p/articles/mi_qa4069/is_200401/ai_n9402757/pg_2
17. Wroniak J., 2006: Walory żywieniowe ziemniaka jadalnego. *Ziemniak Polski* 2: 17-20.
18. Zarzecka K., Gugala M., 2004: Wpływ sposobów pielęgnacji ziemniaka na cechy kulinarne bulw. *Annales UMCS, E,* 59(3): 1481-1488.
19. Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A., 1996: Zmiany jakości ziemniaków jadalnych w czasie przechowywania. *Ziemniak Polski* 4: 24-28.
20. Zgórska K., Grudzińska M., 2010: Zmiany wybranych cech jakości bulw ziemniaka w czasie przechowywania. *Acta Agrophysica* 19(1), 203-214.
21. Zimnoch-Guzowska E., Flis B., 2006. Genetyczne podstawy cech jakościowych ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 511: 23-36.