

Jednym z czynników agrotechnicznych kształtujących plony ziemniaka jest nawożenie mineralne, dostosowane do wymagań uprawianych odmian. W nawożeniu ziemniaka bardzo ważna jest odpowiednia proporcja N:P:K, która jest zależna od kierunku użytkowania. W przypadku ziemniaka jadalnego proporcja N:P₂O₅:K₂O powinna wynosić: 1:1:1,5 [Wierzejska-Bujakowska 1998], co w przeliczeniu na pierwiastki odpowiada proporcji N:P:K jak 1:0,4:1,3. Zbyt niskie dawki nawozów mineralnych, a także niewłaściwie zbilansowany stosunek N:P:K znajduje odzwierciedlenie w spadku plonowania oraz w obniżaniu skrobiowości, zawartości białka i włókna, co bezpośrednio rzutuje na jakość ziemniaków, która obecnie ma duże znaczenie w procesie produkcji odmian jadalnych [Starczewski, Trojanowska 2001].

Celem prezentowanych badań było ustalenie oddziaływania zróżnicowanego nawożenia NPK na plonowanie ziemniaka odmian Muza, Oda i Orłan, a także określenie wpływu tego nawożenia na zawartość i plon skrobi.

METODY

Za podstawę badań przyjęto doświadczenie polowe, które przeprowadzono w latach 1998–2000 na polu Stacji Doświadczalnej w Tomaszowie k/Olsztyna. Doświadczenie wykonano na glebie brunatnej właściwej klasy IVa, o niskiej zasobności w przyswajalny fosfor, potas i magnez. Odczyn gleby, mierzony w H₂O, wynosił pH 6,5. Doświadczenie założono metodą losowanych podbloków w czterech powtórzeniach. Schemat doświadczenia uwzględniał dwa czynniki. Czynniki I obejmował trzy poziomy nawożenia NP. W obrębie każdego poziomu stosowano proporcjonalnie do N i P wzrastające dawki potasu w stosunku równym: 0, 1, 2 i 3. Dla poziomu NP wynoszącego N₄₀P₁₇ dawki potasu były następujące: 0, 33, 66, 99 kg K ha⁻¹; w poziomie II równym N₈₀P₃₄ potas stosowano w ilości 0, 66, 132, 198 kg ha⁻¹ oraz w III poziomie, wynoszącym N₁₂₀P₅₁, nawożenie potasem było stosowane w ilościach 0, 99, 198, 297 kg K ha⁻¹. Czynnikiem II były odmiany ziemniaka: Muza, Oda i Orłan. Przedplonem dla ziemniaków było pszenżyto ozime. Ziemniaki uprawiano na oborniku, który stosowano jesienią w dawce 25 t ha⁻¹. Ziemniaki 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 zastosowano po wschodach ziemniaka zgodnie ze schematem doświadczenia. Powierzchnia poletka brutto wynosiła 12,15 m², a do zbioru 6,48 m². Po zakończeniu wegetacji dokonano zbioru bulw, obliczono wielkość plonu i w uzyskanym plonie oznaczono zawartość skrobi przy użyciu wagi hydrostatycznej. Uzyskane wyniki badań opracowano statystycznie z użyciem testu istotności T-Duncana.

WYNIKI

Czynnikiem bezpośrednio wpływającym na obraz uzyskanego plonu były warunki meteorologiczne panujące w czasie trwania doświadczeń. Według Ciećko i in. [2000] warunki klimatyczne przy optymalnym nawożeniu istotnie rzutują na plonowanie ziemniaka. W prezentowanych badaniach pod względem osiągniętego plonu najkorzystniejszy okazał się rok 1998. W tym roku osiągnięto najwyższy plon bulw, średnio wynosił on $46,65 \text{ t ha}^{-1}$ (tab. 2). Nieco niższy plon – $40,05 \text{ t ha}^{-1}$ – uzyskano w roku 2000, który pod względem sumy opadów i warunków termicznych był zbliżony do roku 1998 (tab. 1). Najniższy plon uzyskano w 1999 roku, w którym w lipcu i sierpniu wystąpiła najwyższa temperatura i najmniejsza ilość opadów. Średni plon bulw w tym roku wynosił $22,21 \text{ t ha}^{-1}$.

Tabela 1. Charakterystyka warunków klimatycznych w Stacji Meteorologicznej Tomaszkowo w latach 1998-2000

Table 1. Characteristics of climatic conditions at the Tomaszkowo Meteorological Station in 1998-2000

Rok Year	Miesiące Months						Suma Total
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
	Opady Precipitation, mm						
1998	52,3	62,8	80,2	57,0	81,3	20,8	354,4
1999	99,3	75,8	113,5	44,3	73,4	14,0	420,3
2000	20,8	53,5	34,8	98,7	110,8	49,6	368,2
Średnia z lat 1961–1990 Mean for 1961–1990	32,8	49,4	83,9	74,9	71,4	58,8	371,2
	Temperatura Temperature, °C						Średnio Mean
1998	8,9	13,5	16,3	16,6	15,3	12,5	
1999	8,4	10,9	17,2	19,5	16,9	14,8	14,6
2000	10,7	14,0	16,0	15,9	16,9	10,3	14,0
Średnia z lat 1961–1990 Mean for 1961–1990	6,5	12,9	15,7	17,4	16,9	12,5	13,6

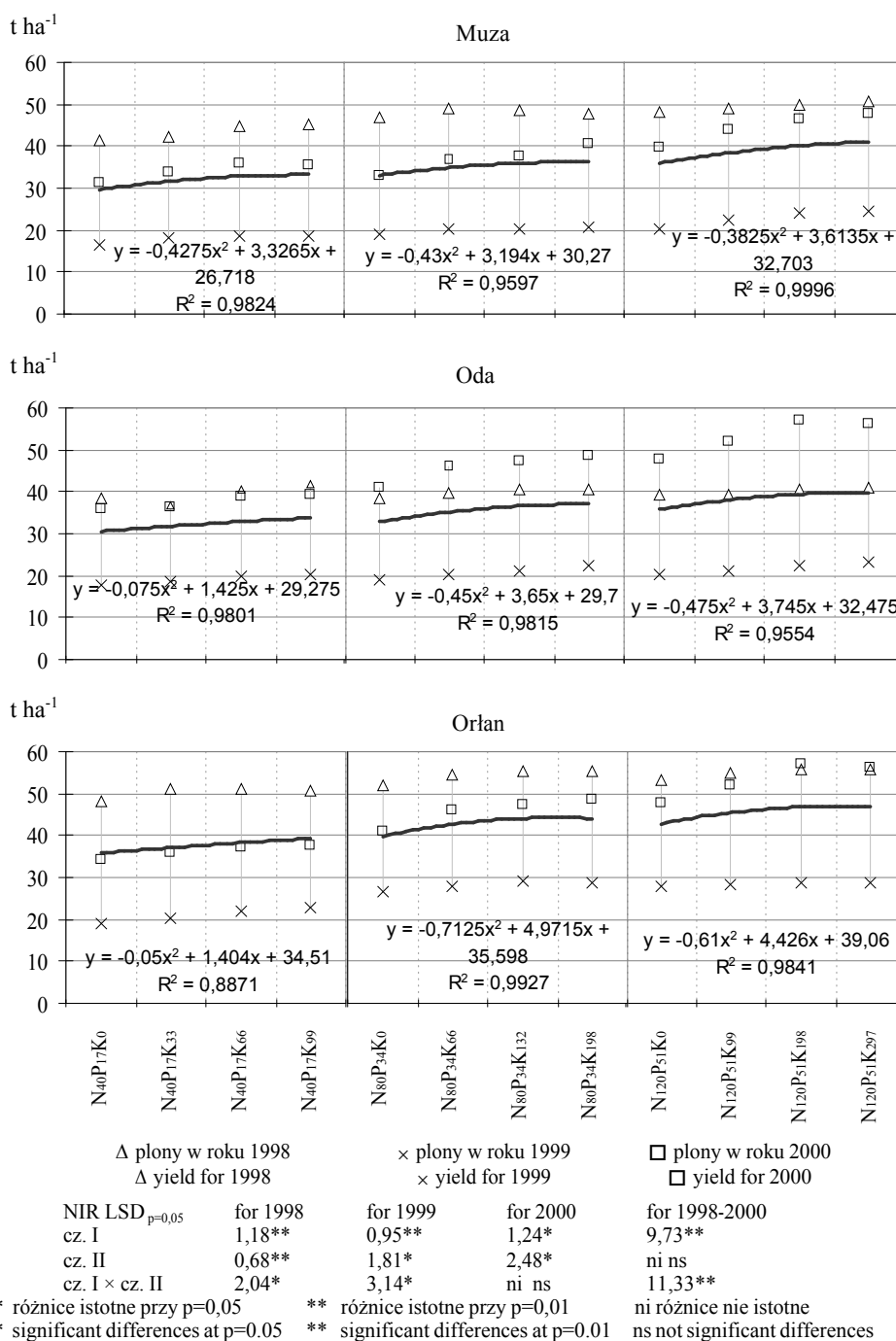
Przy korzystnych warunkach uprawy nawożenie azotem w istotny sposób zwiększa plonowanie ziemniaka [Krzymuski, Laudański 1996]. Powszechnie uważa się, że dawka 1 kg N ha^{-1} powoduje zwiększenie plonu bulw o 70 kg ha^{-1} [Machnacki, Kołpak 1998]. Azot jest składnikiem przyczyniającym się do optymalnej syntezy chlorofilu [Ciećko i in. 2000], który rzutuje na intensywność procesów asymilacji w roślinie. Według Wojnowskiej [1973] potas także jest odpowiedzialny za zwiększanie ilości tego barwnika w częściach asymilacyjnych. Składnik ten reguluje również gospodarkę węglowodanową, przez co bez-

pośrednio wpływa na nagromadzenie skrobi w bulwach ziemniaka. Wysokie dawki azotu mogą jednak przyczyniać się do obniżenia jakości plonu bulw, np. poprzez kumulację szkodliwych azotanów, wywołujących m.in. methemoglobinię [Lin 1990]. Ponadto intensywne nawożenie azotem może pogarszać zdrowotność bulw i ich zdolność do przechowywania. W prezentowanych badaniach porównywane odmiany istotnie różniły się wielkością plonów (tab. 2). Najwyżej plonowała odmiana Orłan – średnio $38,34 \text{ t ha}^{-1}$, niżej natomiast odmiany Muza i Oda, odpowiednio $35,24$ i $35,33 \text{ t ha}^{-1}$. Wzrastające dawki NP, K powodowały stopniowy liniowy wzrost plonu bulw (ryc. 1). W zakresie dawek $\text{N}_{40}\text{P}_{17} - \text{N}_{120}\text{P}_{51}$ średni przyrost w przypadku odmiany Muza wyniósł $7,04$; Ody – $6,03$; a odmiany Orłan – $7,60 \text{ t ha}^{-1}$. Stosowane na tle przyjętych poziomów NP dawki potasu istotnie zwiększały plon bulw. Analizując linię trendu, można przyjąć, że plonotwórcze działanie potasu w odniesieniu do odmiany Orłan uwidoczniło się do dawki 132 kg K ha^{-1} zarówno na średnim $\text{N}_{80}\text{P}_{34}$, jak i wysokim $\text{N}_{120}\text{P}_{51}$ poziomie nawożenia azotem i fosforem. U pozostałych odmian nie stwierdzono tak wyraźnej zależności.

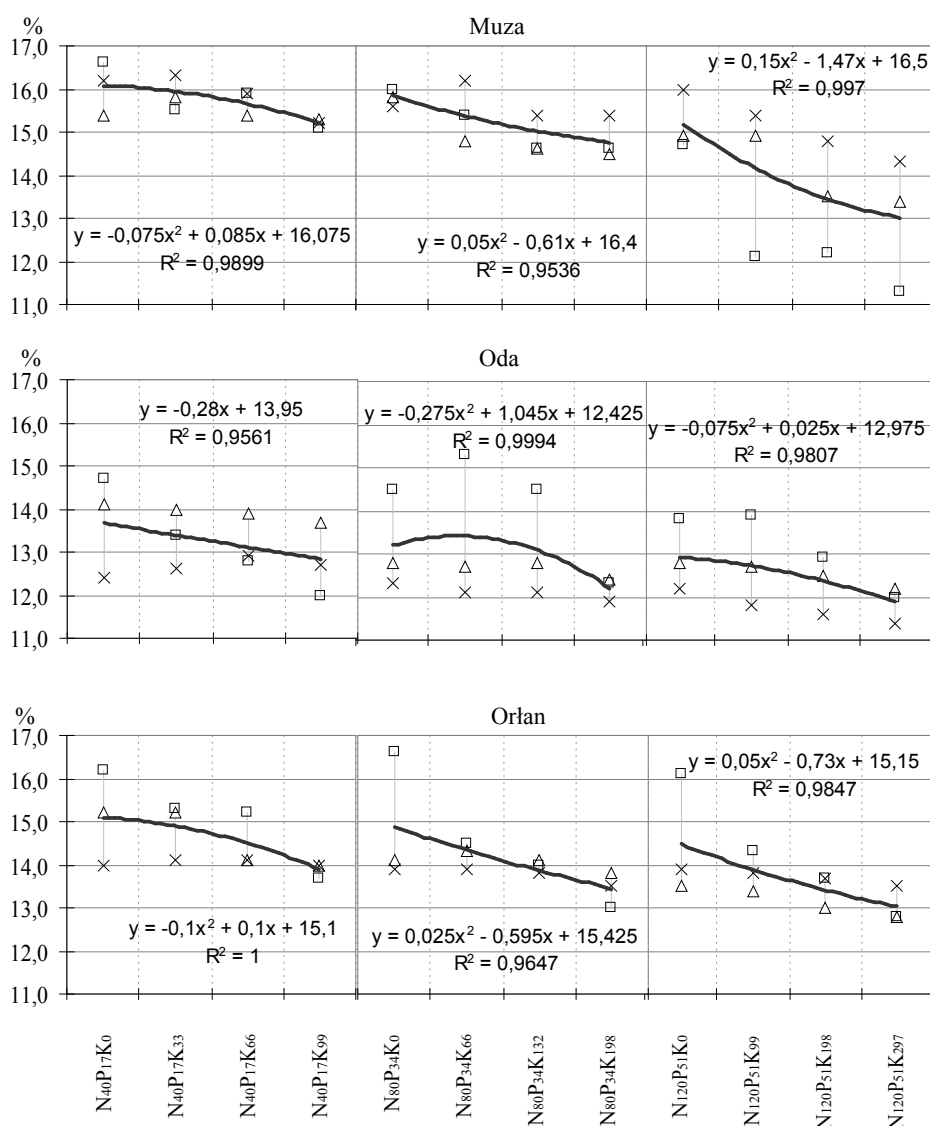
Tabela 2. Plon bulw oraz zawartość i plon skrobi w bulwach trzech odmian ziemniaka
Table 2. Tuber yield, starch content and starch yield of three potatoes cultivars

Odmiana Cultivar	Plon bulw Tubers yield t ha^{-1}				Zawartość skrobi Starch content %				Plon skrobi Starch yield t ha^{-1}			
	1998	1999	2000	średnio mean	1998	1999	2000	średnio mean	1998	1999	2000	średnio mean
Muza	46,91	20,30	38,51	35,24	14,83	15,56	14,50	14,96	6,96	3,16	5,58	5,27
Oda	39,89	20,54	45,55	35,33	13,05	12,17	13,51	12,91	5,21	2,50	6,15	4,56
Orłan	53,16	25,81	36,06	38,34	13,95	13,85	14,62	14,14	7,42	3,57	5,27	5,42
Średnio mean	46,65	22,21	40,05	36,30	13,94	13,86	14,21	14,00	6,50	3,08	5,69	5,08
NIR LSD $p=0,05$	1,18	0,95	1,24	9,73	0,62	0,50	0,73	0,83				

Zawartość skrobi jest cechą odmianową, w dużym stopniu modyfikowaną warunkami siedliskowymi w czasie wegetacji. Jej ilość uzależniona jest nie tylko od właściwości genetycznych odmiany, ale również od natężenia i długości trwania fotosyntezy [Gąsior, Paśko 1998]. Zróżnicowane warunki meteorologiczne w okresie prowadzenia doświadczeń miały stosunkowo niewielki wpływ na zawartość skrobi w bulwach badanych odmian ziemniaków (tab. 2). Wyższą zawartość tego wielocukru stwierdzono w bulwach z roku 2000 – średnio $14,21\%$ (tab. 2), nieco niższą w roku 1998 – $13,94\%$, a najniższą – $13,86\%$



Rycina 1. Wpływ nawożenia mineralnego na plonowanie ziemniaka
Figure 1. The influence of mineral fertilization on potato yield



Δ zawartość skrobi w roku 1998 × zawartość skrobi w roku 1999 □ zawartość skrobi w roku 2000
 Δ tuber starch content for 1998 × tuber starch content for 1999 □ tuber starch content for 2000

NIR LSD _{p=0,05}	for 1998	for 1999	for 2000	for 1998-2000
cz. I	0,62**	0,50**	0,73**	0,83**
cz. II	0,27**	0,25**	0,41**	0,41**
cz. I × cz. II	ni ns	ni ns	1,44**	ni ns

* różnice istotne przy p=0,05 ** różnice istotne przy p=0,01 ni różnice nie istotne
 * significant differences at p=0.05 ** significant differences at p=0.01 ns not significant differences

Rycina 2. Wpływ nawożenia mineralnego na zawartość skrobi w bulwach ziemniaka
 Figure 2. The influence of mineral fertilization on potato tubers starch content

w roku 1999. Plon skrobi w poszczególnych latach był przede wszystkim uzależniony od plonu ogólnego bulw, tak więc najniższy $3,08 \text{ t ha}^{-1}$ uzyskano w roku 1999, a najwyższy $6,50 \text{ t ha}^{-1}$ w roku 1998.

Z obserwacji prowadzonych przez Leszczyńskiego [1994] i Mozolewskiego [1998] wynika, że wzrost nawożenia azotowego powoduje obniżenie w bulwach zawartości skrobi. W prezentowanych badaniach wzrastające nawożenie NP częściowo powodowało spadek zawartości skrobi w bulwach (ryc. 2). Odmiany Oda i Orłan reagowały znacznie łagodniej na zastosowane nawożenie, natomiast wyraźnie większe obniżenie ilości skrobi stwierdzono w bulwach odmiany Muza, szczególnie na najwyższym poziomie nawożenia $N_{120}P_{51}$. Wzrastające nawożenie potasowe powodowało istotny spadek zawartości skrobi w bulwach badanych odmian ziemniaka. Ujemny wpływ nawożenia potasem odnotowano zarówno na niskich, średnich, jak i wysokich dawkach NP. Podobną reakcję ziemniaka na nawożenie potasem wcześniej wykazali Panique i in. [1997]. Autorzy ci stwierdzili, że wysokie dawki potasu, zwłaszcza w formie chlorkowej (a taką zastosowano w prezentowanym doświadczeniu), mogą być przyczyną obniżenia w bulwach zawartości skrobi i zwiększenia ciemnienia ich miąższu.

WNIOSKI

1. Przyjęte w badaniach odmiany ziemniaka różniły się istotnie pod względem plonowania. Najwyżej plonowała odmiana Orłan – $38,34 \text{ t ha}^{-1}$, niżej Oda i Muza, odpowiednio $35,33$ i $31,83 \text{ t ha}^{-1}$.

2. Niesprzyjające warunki meteorologiczne, panujące w lipcu i sierpniu 1999 roku, przyczyniły się do znacznego spadku plonu bulw uprawianych odmian ziemniaków. Średni plon odnotowany w tym roku wyniósł $22,21 \text{ t ha}^{-1}$, co stanowi około 50% plonów uzyskiwanych w latach 1998 i 2000.

3. Wzrastające nawożenie NP powodowało niemal prostoliniowy wzrost plonów ziemniaka, szczególnie u odmian Muza i Orłan, z jednoczesnym spadkiem zawartości skrobi, szczególnie w obiektach nawożonych najwyższą dawką azotu i fosforu.

4. Wzrastające dawki potasu, zastosowane na tle trzech poziomów nawożenia NP, przyczyniały się do obniżenia zawartości skrobi w bulwach badanych odmian.

PIŚMIENNICTWO

Ciećko Z., Wyszowski M., Żołnowski A., Zabielska J. 2000. Wpływ nawożenia NPK, Mg i K na zawartość chlorofilu w liściach ziemniaka. Biul IHAR 213, 131–136.

- Gąsior J., Paško J. 1998. Wpływ zróżnicowanych dawek nawozów azotowych na zawartość suchej masy i skrobi w ziemniakach. Zesz. Nauk. AR Kraków 330, 54, 181–188.
- Krzymuski J., Laudański Z. 1996. Zmiany w uprawie i w produkcji ziemniaka. Cz. II. Agrotechnika. Biul. IHAR 197, 283–290.
- Leszczyński W. 1994. Wpływ czynników działających w okresie wegetacji ziemniaka na jego jakość. Post. Nauk Rol. 6, 55–68.
- Lin J.K. 1990. Nitrosamines as potential environmental carcinogens in man. Ann. Clin. Biochem. 29, 39–44.
- Machnacki M., Kołpak R. 1998. Wpływ nawożenia azotem i terminu zbioru na wysokość i wartość konsumpcyjną plonu ziemniaków wczesnych. Cz. I. Plon ogólny i zawartość azotanów i witaminy C w bulwach. Roczn. Nauk. Rol., Seria A, 113, 1/2, 133–140.
- Mozolewski W. 1998. Jakość chipsów otrzymanych z ziemniaków krajowych odmian nawożonych rzędowo i całopowierzchniowo. Folia Univ. Agric. Stetin. 190. Agricult. 72, 217–222.
- Panique E., Kelling K.A., Schulte E.E., Hero D.E., Stewenson W.R., James R.V. 1997. Potassium rate and source effects on potato yield quality and disease interaction. Amer. Potato J. 74, 379–398.
- Starczewski J., Trojanowska M. 2001. Wpływ wybranych zabiegów agrotechnicznych na plonowanie ziemniaka jadalnego. Zesz. Nauk. Akad. Podlaskiej w Siedlcach 59, 5–13.
- Wierzejska-Bujakowska A. 1998. Nawożenie, a kierunki użytkowania ziemniaka. Mat. Sem. Nauk. 26–27 luty, Radzików, 18–19.
- Wojnowska T. 1973. Zawartość chlorofili, karotenów i ksantofili oraz magnezu i wapnia w runi intensywnie nawożonego pastwiska. Biblioteka UWM. (Praca doktorska).