

INTEGROWANA PRODUKCJA WCZESNYCH ODMIAN ZIEMNIAKA:
CYPRIAN, MICHALINA I VIVIANA
ZBIERANYCH W DWÓCH TERMINACH

*Anna Wierzbicka, Milena Pietraszko, Joanna Jankowska,
Magdalena Grudzińska, Dominika Boguszewska-Mańkowska*

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział w Jadwisinie
ul. Szaniawskiego 15, 05-140 Serock
e-mail: a.wierzbicka@ihar.edu.pl

Streszczenie. W latach 2011-2013 w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowym Instytucie Badawczym, Oddział Jadwisin, przeprowadzono doświadczenie polowe, którego celem było opracowanie agrotechniki nowych odmian zapewniającej wysoki plon handlowy ziemniaków „młodych”, zbieranych we wczesnym terminie zbioru – po 75 dniach od sadzenia i ziemniaków zbieranych po uzyskaniu przez bulwy dojrzałości pełnej, przy zastosowaniu zróżnicowanego nawożenia azotem. Stwierdzono, że po 75 dniach od sadzenia bardzo wczesna odmiana Viviana plonowała wyżej niż wczesne odmiany Cyprian i Michalina, a po osiągnięciu pełnej dojrzałości większe plony wykształciła odmiana Michalina, natomiast poziom plonowania odmian Cyprian i Viviana był zbliżony. W integrowanej ochronie ziemniaków młodych zastosowano od 3 do 7 zabiegów, a w ochronie ziemniaków dojrzałych od 7 do 9, w zależności od pogody i presji choroby. Na podstawie regresji plonu ogólnego w stosunku do zastosowanego poziomu nawożenia azotem ustalono dawki azotu maksymalne (przy których uzyskano najwyższy plon bulw) dla poszczególnych odmian i terminów zbioru oraz określono zalecane dawki azotu, które są mniejsze od maksymalnych biologicznie od 15 do 30 kg N·ha⁻¹ w zależności od odmiany, ale charakteryzują się lepszym wykorzystaniem tego składnika. W warunkach gleby lekkiej, odmiany: Cyprian i Viviana miały średnie wymagania odnośnie azotu (dawka zalecana – 80 kg·ha⁻¹), a odmiana Michalina duże (dawka zalecana – 90 kg·ha⁻¹) w pierwszym terminie zbioru. W drugim terminie zbioru odmiany Michalina i Viviana wyróżniały się średnimi wymaganiami azotowymi (dawka zalecana – 120 kg·ha⁻¹), a odmiana Cyprian – dużymi (dawka zalecana – 140 kg·ha⁻¹).

Słowa kluczowe: ziemniak, jadalne odmiany wczesne, plon, nawożenie, ochrona, termin zbioru

WSTĘP

Produkcja ziemniaków wczesnych jest atrakcyjnym kierunkiem uprawy, zarówno ze względu na jej opłacalność, jak i możliwość wykorzystania pola w tym samym roku na inne uprawy. Zaletą tej produkcji jest sprzedaż plonu w pełni wegetacji i po jej zakończeniu, a opłacalność zależy przede wszystkim od wielkości plonu handlowego i cen zbytu. W zespole czynników agrotechnicznych mających sprzyjać w uzyskaniu wysokiego plonu handlowego ziemniaków wczesnych, uprawianych w standardowej polowej produkcji odgrywają rolę: dobór odmiany, wczesny termin sadzenia, podkiełkowanie sadzianek i nawożenie. Podkiełkowanie jest niezbędnym zabiegiem, który przyspiesza przebieg faz rozwojowych, powoduje wytworzenie silniejszego systemu korzeniowego i zwiększenie plonu ziemniaków (Szutkowska 2008). Przyjmuje się, że przy optymalnym nawożeniu 1 kg azotu powoduje wzrost plonu średnio o 70 kg bulw z hektara, a badania nowych odmian wykazały, że przyrost ten waha się od 90 do 106 kg u odmian średnio wczesnych i późniejszych (Trawczyński 2004), a w przypadku odmian wczesnych od 30 do 70 kg w zbiorze po 75 dniach od posadzenia i od 40 do 110 kg bulw na 1 kg N w zbiorze po dojrzeniu (Wierzbicka 2006). Oprócz czynników agrotechnicznych duże znaczenie mają również czynniki atmosferyczne, a przede wszystkim przebieg temperatur od maja do czerwca i rozkład opadów (Mazurczyk i in., 2005, Roztropowicz i Lutomirska 1997, Szutkowska 2008, Wierzbicka i in. 2004, Wierzbicka i Mazurczyk 2004).

Głównym założeniem systemu integrowanej produkcji jest uzyskanie plodów rolnych o wysokich wartościach odżywczych, bezpiecznych dla zdrowia ludzi. System ten cechuje się między innymi umiarkowanym nawożeniem mineralnym, obowiązkowym stosowaniem płodozmianu i ochroną roślin uwzględniającą progi szkodliwości występujących na plantacji agrofagów (Nowacki 2011, Nowacki 2012). W odniesieniu do zrównoważonej produkcji ziemniaka bierze się pod uwagę bioróżnorodność, odmianę, jakość sadzianek, ochronę gleby, wody, wartość odżywczą, zdrowie i bezpieczeństwo rolnika (Lutaladio i in. 2009, Neeteson 2004). Według niemieckich autorów (Pawelzik i Möller 2014) systemy upraw konwencjonalnych i ekologicznych ziemniaka wymagają poprawy w celu zwiększenia efektywności wykorzystania składników pokarmowych. W przypadku systemu konwencjonalnego potrzebne jest precyzyjne nawożenie i stosowanie harmonogramów oprysków, a w przypadku ekologicznego systemu powinno się uwzględnić stosowanie bardziej efektywnego bazowego nawożenia organicznego, podkiełkowania i stosowania biologicznych środków ochrony. Integrowana uprawa jest systemem pośrednim pomiędzy konwencjonalnym i ekologicznym. W związku z tym, że ziemniaki są bardzo wrażliwe na infekcję szkodników:

mszyc, nicieni, stonki ziemniaczanej i chorób (*Alternaria spp.*, *Phytophthora infestans*, *Rhizoctonia solani*, itp.), wymagają ochrony.

Celem badań było opracowanie właściwej agrotechniki nowych odmian zapewniającej wysoki plon handlowy ziemniaków „młodych” zbieranych we wczesnym terminie zbioru – po 75 dniach od sadzenia i ziemniaków zbieranych po uzyskaniu przez bulwy dojrzałości pełnej.

MATERIAŁ I METODY

Plon bulw wczesnych odmian ziemniaka oceniano na podstawie wyników ściślych doświadczeń polowych przeprowadzonych w latach 2011-2013 w IHAR – PIB, Oddział Jadwisin. Rośliny ziemniaka uprawiane były na glebie lekkiej (piasek gliniasty lekki), zaliczanej pod względem użytkowo rolnym do kompleksu żytniego dobrego. Gleba charakteryzowała się niską zawartością węgla organicznego (0,5%), kwaśnym odczynem gleby (pH 5,3), wysoką zasobnością w przyswajalny fosfor P (83 mg·kg⁻¹), średnią w potas (114 mg·kg⁻¹), wysoką w magnez (56 mg·kg⁻¹) i średnią ilością azotu mineralnego (48 kg·ha⁻¹) w warstwie 0-60 cm (tab. 1).

Tabela 1. Charakterystyka gleby, na której prowadzono doświadczenie

Table 1. Chemical properties of soil on which the experiment was conducted

Rok Year	N mineralny N mineral (kg·ha ⁻¹)	Zawartość C _{org.} (%)		pH _{KCl}	Zawartość w glebie (mg·kg ⁻¹) Content in the soil (mg kg ⁻¹)		
		C _{org.} content (%)			P	K	Mg
2011	50	0,4		4,7	59	61	37
2012	45	0,6		5,3	73	122	75
2013	48	0,6		6,0	117	159	57

Nawóz organiczny stanowiła słoma i międzyplon ścierniskowy z gorczycy białej przyorane jesienią. Na podstawie analizy gleby obliczono zapotrzebowanie roślin na fosfor i potas, które wysiano jesienią przed wykonaniem orki przedzimowej w dawce 17,5 kg P·ha⁻¹ i 108 kg K·ha⁻¹. Badano dwie wczesne, jadalne odmiany ziemniaka: Cyprian i Michalina i jedną bardzo wczesną – Vivianę. Ziemniaki zbierano w dwóch terminach: po 75 dniach od posadzenia (I termin) oraz po zaschnięciu łętów (II termin). Nawożenie azotem było zróżnicowane w dawkach: 0, 50, 100, 150 kg·ha⁻¹ w I terminie zbioru i 0, 50, 100, 150, 200 kg·ha⁻¹ w II terminie zbioru. Dawki do 100 kg N·ha⁻¹ wysiewano w całości przed sadzeniem, a wyższe dzielono na dwie części: do 100 kg N·ha⁻¹ wysiewano przed sadzeniem, a ilości uzupełniające do wyższych dawek przed wschodami roślin. Sadzeniaki podkiełkowano umieszczając je w azurowych, plastikowych skrzynkach przez ponad 5 tygodni w pomieszczeniu z dostępem światła dziennego i sztucznym doświetlaniu. Ziemniaki sadzono ręcznie w terminach 19.04.2011;

20.04.2012; 24.04.2013 w rozstawie 75 x 33 cm, zbierano w I terminie odpowiednio: 11.07, 3.07, 10.07, a II terminie: 26.08, 21.08, 2.09. Liczba roślin do zbioru wynosiła 30 z poletka. W każdym terminie zbioru oceniano plon bulw i jego strukturę według 4 frakcji: do 35 mm, 36-50, 51-60, powyżej 60. Udział w plonie bulw frakcji handlowej oznaczono jako sumę frakcji o $\varnothing > 3,5$ cm pomniejszoną o frakcję bulw z wadami (zazieleniałe, zdeformowane, spękane i porażone parchem zwykłym). Parcha zwykłego oznaczano dla bulw objętych porażeniem na powierzchni powyżej 20%. Wyniki opracowano statystycznie z wykorzystaniem programu Anova. Analizę wariancji plonu ogólnego i jego struktury oraz plonu handlowego (zmienne zależne) oceniano w zależności od dawki azotu i odmiany (zmienne niezależne) dla każdego terminu zbioru oddzielnie. Oceniono również zawartość skrobi oznaczonej w II terminie zbioru w zależności od dawki azotu i odmiany. Do oceny różnic między średnimi wykorzystano test Tukey'a. Analiza regresji wartości plonu ogólnego (zmienna zależna y) w zależności od zastosowanego nawożenia azotem (zmienna niezależna x) posłużyła do wyznaczenia maksymalnych i zalecanych dawek azotu.

Tabela 2. Średnie miesięczne temperatury powietrza i opady w okresie wegetacji

Table 2. Mean monthly temperatures and rainfall in the vegetation period

Rok – Year Miesiąc – Month	Temperatura w °C – Temperature in °C					Średnia Mean
	IV	V	VI	VII	VIII	
2011	9,7	13,2	17,5	17,0	15,3	14,5
2012	7,9	13,9	15,6	15,2	17,4	14,0
2013	6,3	15,7	17,2	18,7	18,2	15,2
Średnia wieloletnia Multiyear mean	7,8	13,6	16,5	18,4	17,7	16,2
		Opady w mm Rainfall in mm				Suma Total
2011	27	33	45	278	57	440
2012	54	52	97	92	87	383
2013	51	130	105	17	97	401
Potrzeby wodne wg Dzieżycza Water requirements acc. to Dzieżyc	18	66	89	87	84	344

WYNIKI I DYSKUSJA

W analizowanej pracy wyboru środka ochrony roślin dokonano zgodnie z zaleceniami, natomiast decyzja o wykonaniu zabiegów ochrony była podejmowana na podstawie monitoringu występowania, chorób i organizmów szkodliwych z uwzględnieniem ich progu szkodliwości: w pierwszym terminie zbioru zastosowano

od 3 do 7 zabiegów, a w drugim od 7 do 9 (tab. 3). W latach o znacznej presji infekcyjnej *Phytophthora infestans* (2011 i 2012) liczba zabiegów fungicydowych była większa niż w roku niesprzyjającym rozwojowi patogena (2013).

Tabela 3. Zabiegi ochronne na plantacji w latach 2011-2013

Table 3. Protective treatments at the plantation in the years 2011-2013

Zabiegi Treatments	Termin zbioru Date of harvest	Lata – Years		
		2011	2012	2013
Niszczenie chwastów Killing weeds	I, II	6.05	8.05	10.05
		Harrier 1,8 l·ha ⁻¹ 26.05	Afalon, 2 l·ha ⁻¹	Afalon, 2 l·ha ⁻¹ 20.05
		Titus + Trend 60g + 100ml·ha ⁻¹		Titus + Trend 60g + 100ml·ha ⁻¹
Opryski fungicydowe Spraying of fungicides	I, II	11.06	19.06	14.06
		Ridomil Gold 2,5 kg·ha ⁻¹ 27.06	Ekonom 2 kg·ha ⁻¹	Ekonom 2 kg·ha ⁻¹
		Infinito 1,2 l·ha ⁻¹		
		8.07	05.07	28.06
		Acrobat 2,0 kg·ha ⁻¹ 22.07	Revus 0,6 l·ha ⁻¹ 16.07	Pyton Consento 2 l·ha ⁻¹ 16.07
	II	Curzate 2,0 kg·ha ⁻¹	Pyton Consento 2 l·ha ⁻¹ 27.07	Infinito 1,5 l·ha ⁻¹
		Ranman 0,2 l·ha ⁻¹	Revus 0,6 l·ha ⁻¹	
		14.06	19.06	22.05
		Actara 80 g·ha ⁻¹	Actara 60 g·ha ⁻¹	Actara 70 g·ha ⁻¹ 14.06
				Calypso 75 ml·ha ⁻¹ 28.06
Zabiegi przeciw stonczce ziemniaczanej Treatments against the Colorado beetle	I, II			Apacz 40 g·ha ⁻¹
			05.07	16.07
			Calypso 75 ml·ha ⁻¹	Actara 60 g·ha ⁻¹
Mechaniczne zwalczanie chwastów Mechanical weed control	I, II	VI-VII	VI-VII	VI-VII

W roku 2011 pierwsze objawy zarazy ziemniaka wystąpiły 18 lipca, zaś w 2012 roku już 9 lipca. W roku 2013 nie zaobserwowano występowania zarazy na odmianach wczesnych. W przypadku upraw konwencjonalnych liczba zabiegów ochrony roślin jest większa. Na przykład kanadyjscy farmerzy ziemniaków

z prowincji nadmorskich w systemie konwencjonalnym zazwyczaj stosują: 1-2 zabiegi herbicydowe, 2-4 insektydowe i 8-10 zabiegów fungicydowych w trakcie sezonu wegetacyjnego (Murphy 2007). W Holandii, średnia liczba oprysków w sezonie mieści się w przedziale od 7 do 20, w zależności od pogody, presji choroby i długości fazy wzrostu (Cooke i in. 2011), a w Polsce od 8 do 16 (Nowacki 2012).

Lata 2011-2013 różniły się pod względem warunków atmosferycznych. Rok 2011 był mokry tylko dla odmian zbieranych po dojrzeniu. W miesiącach: kwiecień, maj i czerwiec wystąpiła susza, która spowodowała obniżenie plonu bulw ziemniaków młodych średnio od 5,2 do 7,1 t·ha⁻¹ w stosunku do roku 2012 (tab. 4), a obfite opady deszczu w lipcu spowodowały nadmierne uwilgotnienie gleby, co wpłynęło niekorzystnie na gromadzenie plonu i dojrzewanie ziemniaków zbieranych w fazie dojrzałości pełnej (obniżka plonu od 16,8 do 28,3 t·ha⁻¹). W 2013 r. w kwietniu, maju i czerwcu wystąpiły obfite opady deszczu powodujące zahamowanie wzrostu i rozwoju roślin. W lipcu tego roku odnotowano natomiast znaczny niedobór opadów, w wyniku czego wystąpiła okresowa posucha i pogorszyły się warunki rozwoju roślin i narastania masy plonów, co spowodowało zmniejszenie plonu od 5,3 do 14,5 t·ha⁻¹ u ziemniaków młodych i od 28,3 do 34,7 t·ha⁻¹ u ziemniaków dojrzałych (tab. 4). Najkorzystniejszym pod względem plonowania ziemniaków był rok 2012 charakteryzujący się temperaturami w maju i czerwcu – 13,6; 15,6°C, nieco niższymi od optymalnych – 14,0; 17,0°C (Roztropowicz i Lutomirska 1997, Szutkowska 2008), ale o ilości opadów od kwietnia do lipca powyżej zapotrzebowania, co spowodowało szybki wzrost i rozwój roślin oraz korzystnie wpłynęło na tempo gromadzenia plonu.

Tabela 4. Plon ogólny w terminach zbioru (t·ha⁻¹)

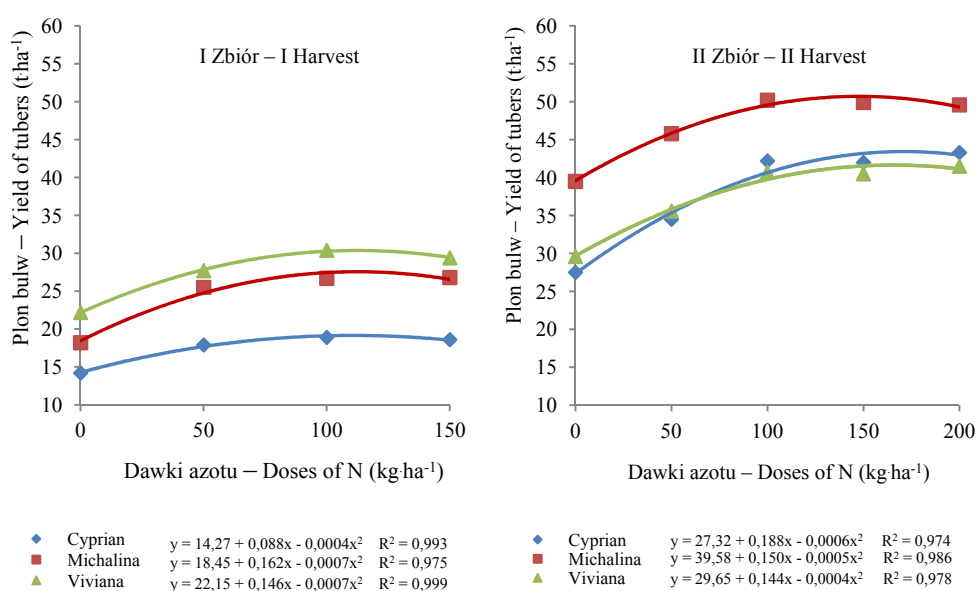
Table 4. Total yield on dates of harvesting (t ha⁻¹)

Plonowanie odmian Varieties yielding	Termin zbioru – Date of harvesting*					
	I		II		I	
	Cyprian		Michalina		Viviana	
Plon ogólny – Total yield						
2011	16,8	31,8	22,1	39,3	28,8	35,8
2012	23,9	58,3	28,0	67,6	34,0	52,6
2013	11,5	23,6	22,7	34,1	19,5	24,3
Średnio – Mean	17,4	37,9	24,3	47,0	27,4	37,6
NIR _{0,05} odmiana – LSD _{0,05} variety			1,8 – I	3,0 – II		
NIR _{0,05} lata – LSD _{0,05} years			2,3 – I	4,5 – II		

* I – zbiór po 75 dniach od sadzenia – harvest 75 days after planting

II – zbiór w fazie pełnej dojrzałości – harvest at full maturity

Niezależnie od warunków meteorologicznych, bardzo wczesna odmiana Viviana osiągnęła większe plony niż wczesne odmiany: Michalina i Cyprian w pierwszym terminie zbioru. Po 75 dniach od posadzenia wydała ona plon o $3,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ większy od plonu odmiany Michalina i prawie o 10 ton większy od plonu odmiany Cyprian. W drugim terminie zbioru plony odmian Cyprian i Viviana kształtowały się na zbliżonym poziomie, a odmiana Michalina plonowała średnio o 10 ton wyżej od pozostałych. Różnice w plonowaniu odmian są statystycznie istotne w obu terminach zbioru. Nawożenie azotem w przedziale od 0 do 200 kg N , w dawkach wzrastających o 50 kg , wpływało istotnie na poziom plonowania badanych odmian (rys. 1).



Rys 1. Wpływ wzrastających dawek azotu na plon ogólny ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$) odmian ziemniaka zbieranych po 75 dniach od posadzenia (I) i po dojrzeniu bulw (II). $\text{NIR}_{0,05}$ dawka 2,3 – I, 4,3 – II

Fig. 1. Influence of increasing N doses on total yield of potato varieties harvested 75 days after planting (I) and at tuber maturity (II). $\text{LSD}_{0,05}$ rate 2.3-I, 4.3-II

Wyniki badań wskazują, że nawożenie azotem w dawkach 100 i $150 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ spowodowało narastanie plonu ziemniaków „młodych”, a w dawkach 150 i $200 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ziemniaków dojrzałych. Jedynie u bardzo wczesnej odmiany Viviana po 75 dniach od sadzenia dawka azotu $100 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ spowodowała istotny wzrost plonu. Optymalne nawożenie odmian wczesnych zapewniające plon dobrej jakości musi być zatem dostosowane do odmiany i terminu zbioru. Na podstawie analizy regresji, wykonanej dla każdej odmiany i terminu zbioru oddzielnie, stwierdzono

istotny wzrost plonu pod wpływem nawożenia azotem wg krzywej parabolicznej (rys. 1). Z parametrów funkcji obliczono dawki azotu maksymalne biologicznie, czyli dawki przy których uzyskano najwyższy plon bulw i wyznaczono zalecane dawki azotu (tab. 5) według metodyki IHAR w Jadwisinie (Trawczyński 2004, Wierzejska-Bujakowska 1995).

Tabela 5. Plon i efektywność azotu przy maksymalnych i zalecanych dawkach azotu oraz zawartość azotanów

Table 5. Yield and nitrogen efficiency at maximum and recommended doses of nitrogen and the nitrate content

Wyszczególnienie Specification	Odmiana Variety	Termin zbioru Date of harvest	
		I*	II
Maksymalna biologicznie dawka N Maximum biological N dose (kg·ha ⁻¹)	Cyprian	108	157
	Michalina	119	151
	Viviana	104	145
Dawka N zalecana Recommended N dose (kg·ha ⁻¹)	Cyprian	80	140
	Michalina	90	120
	Viviana	80	120
Plon ogólny przy maksymalnej dawce Total yield at maximum dose (t·ha ⁻¹)	Cyprian	19,0	42,2
	Michalina	28,3	51,0
	Viviana	29,8	40,1
Średnia – Mean		25,7	44,4
Efektywność dawki N maksymalnej (kg bulw/1 kg N)	Cyprian	44	94
	Michalina	85	76
	Viviana	73	72
Średnia – Mean		67	81
Plon ogólny przy zalecanej dawce N Total yield at recommended N dose (t·ha ⁻¹)	Cyprian	18,7	42,0
	Michalina	27,7	50,5
	Viviana	29,4	39,8
Średnia – Mean		25,3	44,1
Efektywność dawki zalecanej Effectiveness of recommended N dose (kg bulw /1 kg N – kg tubers /1 kg N)	Cyprian	56	104
	Michalina	106	92
	Viviana	90	85
Średnia – Mean		84	94
Zawartość azotanów przy dawce zalecanej The nitrate content at the recommended dose (mg·NO ₃ kg ⁻¹ św.m. – mg NO ₃ kg ⁻¹ FW)	Cyprian	43	92
	Michalina	54	69
	Viviana	70	93
Średnia – Mean		56	85

* jak w tabeli 4 – like in Table 4

Wymagania nawozowe ziemniaków „młodych”, zbieranych w pierwszej połowie lipca, podzielono na trzy grupy: małe, średnie i duże (Wierzbicka 2006). Optymalne nawożenie azotem dla odmian o wymaganiach małych wynosi w tym

terminie zbioru – ok. 50 kg (zakres 40-60), średnich – ok. 70 (61-80) kg, a dużych – ok. 90 (81-100) $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ N. Odmiany: Cyprian i Viviana zbierane w tym terminie zbioru charakteryzowały się średnimi wymaganiami odnośnie azotu (dawka zalecana – 80 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), a odmiana Michalina dużymi (dawka zalecana – 90 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). Wyniki doświadczenia posłużyły również do obliczenia efektywności nawożenia dawek azotu, przy których uzyskano najwyższy plon bulw i efektywność dawek zalecanych (tab. 5). Efektywność zalecanych dawek azotu wahała się od 56 do 106 kg bulw na 1 kg zastosowanego azotu u ziemniaków „młodych” i była większa od 12 do 21 kg bulw na 1 kg azotu, w porównaniu do dawki maksymalnej. Do ustalenia wymagań nawozowych w odniesieniu do zastosowania optymalnej (zalecanej) dawki azotu dla odmian zbieranych po zakończeniu wegetacji roślin ziemniaka stosuje się podział odmian na 3 grupy: o małych, średnich i dużych wymaganiach (Trawczyński 2004, Wierzbicka 2006). Wielkości dawek azotu stanowią odpowiednio: o małych potrzebach (około 100 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ N), średnich (około 120 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ N) i dużych (około 140 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ N). W terminie po dojrzeniu, odmiana Cyprian charakteryzuje się dużymi wymaganiami w stosunku do azotu, a odmiany: Michalina i Viviana średnimi. U ziemniaków dojrzałych efektywność optymalnego nawożenia azotem wahała się od 85 do 104 kg bulw i była większa średnio od 10 do 14 kg bulw w porównaniu do dawki maksymalnej. U odmian: Cyprian i Michalina zbieranych po dojrzeniu efektywność azotu była największa. Wzrost plonu przy optymalnym nawożeniu azotem wynosił odpowiednio: 104 i 92 kg bulw na 1 kg azotu, a na wczesny zbiór największą efektywnością azotu charakteryzowały się odmiany: Viviana i Michalina, a wzrost plonu wynosił odpowiednio: 106 i 90 kg bulw na 1 kg azotu. Zawartość azotanów u badanych odmian w obu terminach zbioru kształtowała się na niskim poziomie (tab. 5).

Azot jest kluczowym składnikiem odżywczym w produkcji roślinnej, a jego wykorzystanie w znacznym stopniu wpływa na potencjał upraw. Jednocześnie, gdy zostanie on nieefektywnie wykorzystany przez rośliny, jego emisja może przyczynić się do skażenia powierzchni i zanieczyszczenia wód gruntowych (Fotyma i Fotyma 2006, Fotyma 2009, Haverkort i in. 2003, Haverkort i Hillier 2011, Sapek 1997). Powodem tego jest małe wykorzystanie azotu z zastosowanych nawozów, które maleje wraz ze wzrostem poziomu nawożenia. U odmian wczesnych ziemniaka zbieranych po dojrzeniu wynosi ono od 45 do 50% przy najniższej dawce azotu (50 $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$) i od 25 do 35% przy najwyższym poziomie nawożenia azotem (200 $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$) (Mazurczyk i in. 2005, Wierzbicka, Trawczyński 2011, Trawczyński Wierzbicka 2014), a efektywność pobrania i wykorzystywania azotu zależy od cech genetycznych odmiany, składu chemicznego poszczególnych organów, fazy rozwojowej roślin i wielkości ich systemu korzeniowego (Swain in. 2014, Vos i Marshall 1993, Zebarth i in. 2004). W 2000 roku Unia Europejska ustaliła dyrektywę wodną, której celem jest redukcja azotanów

w wodzie pitnej do 50 ppm ($50 \text{ mg NO}_3\cdot\text{l}^{-1}$). W związku z tym w Holandii od 2002 roku przyjęto program rocznego monitorowania na farmach ilości nawozów stosowanych i rejestrowania ich po zbiorach, ustalając wartości graniczne dla azotu, fosforu i potasu. W przypadku nieprzestrzegania programu nałożono na rolników kary pieniężne (Vos i Putten 2000). W 2013 roku Van Evert i in. oraz Haverkort i in. opublikowali miejsca na mapie świata, gdzie występuje nadmiar azotu obliczony jako różnica azotu zastosowanego i azotu zebranego z plonem. Miejsca te (Ameryka Północna, Północno-Zachodnia Europa, Północna Afryka i Australia) stanowią 40% globalnej powierzchni uprawy ziemniaków i mają przekroczone wartości progowe $> 60 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Według danych literaturowych, nawet przy wysokich kosztach ponoszonych na ziemniaki (Chotkowski 2008), uprawa wczesnych odmian ziemniaka jest opłacalna. Warunkiem opłacalności jest uzyskanie plonu handlowego na poziomie $\geq 18 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ziemniaków „młodych” i $30 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1} \geq$ dla ziemniaków zbieranych w pełni dojrzałości (Wierzbicka 2006, Wierzbicka 2009). Bardzo wczesna odmiana Viviana najwyższy plon handlowy wydała po 75 dniach od posadzenia, a wczesna odmiana Michalina po dojrzeniu (tab. 6).

Tabela 6. Wpływ terminu zbioru na plon handlowy i jego strukturę oraz zawartość skrobi w drugim terminie zbioru (%)

Table 6. Influence of harvest date on marketable yield and its structure and starch content on 2nd harvest date (%)

Odmiana Variety	Termin zbioru* Date of harvesting	Plon handlowy Marketable yield ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$)	Zawartość skrobi Starch content	Wady zewnątrz. bulw External tubers defects	Bulwy małe < 3,5 cm Small tubers < 3,5 cm	Bulwy duże > 6 cm Big tubers > 6 cm
Cyprian	I	13,7		6,2	20,6	4,0
Michalina	I	19,2		9,2	12,2	7,9
Viviana	I	22,8		14,9	7,6	9,2
Średnia – Mean		18,6		10,1	13,5	7,0
Cyprian	II	30,3	12,8	18,3	4,9	38,3
Michalina	II	39,6	11,6	13,3	3,3	42,6
Viviana	II	30,8	11,8	16,0	2,8	31,7
Średnia – Mean		33,6	12,1	15,9	3,7	37,5
NIR _{0,05} odmiana		I – 2,2		I – 3,8	I – 3,4	I – 3,7
LSD _{0,05} variety		II – 4,2	II – 0,4	II – n.s.	II – 1,4	II – 6,0

* jak w tabeli 4 – like in Table 4; n.s. – nie stwierdzono istotnych różnic między średnimi – means do not differ significantly

Największe obniżenie plonu handlowego ziemniaków „młodych”, wystąpiło u odmiany Cyprian ze względu na dużą liczbę bulw małych i u odmiany Viviana w związku z dużą ilością bulw spękanych i porażonych parchem zwykłym. W zbiorze po dojrzeniu największa obniżka plonu handlowego wystąpiła u odmiany Cyprian ze względu na podatności bulw na deformacje (tab. 7).

Tabela 7. Wady zewnętrzne bulw odmian wczesnych zbieranych w dwóch terminach zbioru (%)

Table 7. External defects of tubers of early varieties harvested on two dates (%)

Odmiana Variety	Termin zbioru* Date of harvesting	Zazielenienia Greening	Deformacje Deformation	Spękania Cracks	Parch zwykły Common scab	Suma wad The sum of defects
Cyprian	I	0,2	5,4	0,2	0,4	6,2
Michalina	I	1,3	1,9	3,2	2,8	9,2
Viviana	I	1,2	2,1	9,2	2,4	14,9
Cyprian	II	3,1	10,5	0,1	4,6	18,3
Michalina	II	1,9	3,3	1,8	6,3	13,3
Viviana	II	1,7	1,1	4,8	8,4	16,0

* jak w tabeli 4 – like in Table 4

WNIOSKI

1. Odmiany różniły się istotnie poziomem plonowania w zależności od terminu zbioru. Bardzo wczesna odmiana Viviana po 75 dniach od sadzenia wydała plon większy niż wczesne odmiany: Cyprian i Michalina, a w fazie pełnej dojrzałości odmiana Michalina wydała plon o $10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ większy niż odmiany: Cyprian i Viviana, które plonowały na zbliżonym poziomie.

2. Wysokość plonu w dużym stopniu kształtowały warunki pogody. Susza w maju i czerwcu obniżyła plon ziemniaków we wczesnym terminie zbioru, a nadmiar opadów w lipcu, ziemniaków zbieranych po dojrzeniu.

3. Wykazano, że odmiany: Cyprian i Viviana w pierwszym terminie zbioru charakteryzowały się średnimi wymaganiami w odniesieniu do azotu (zalecana dawka $80 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$), a odmiana Michalina dużymi (zalecana dawka $90 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$). W drugim terminie zbioru odmiany: Michalina i Viviana miały wymagania średnie (dawka zalecana $120 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$), a odmiana Cyprian duże (dawka zalecana $140 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$).

4. Wyniki badań wskazują, że nawożenie azotem w dawce $100 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ spowalnia narastanie plonu ziemniaków „młodych”, a w dawkach 150 i $200 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ziemniaków dojrzałych.

5. W integrowanej ochronie ziemniaków „młodych” zastosowano w od 3 do 7 zabiegów, a ziemniaków dojrzałych od 7 do 9 w zależności od pogody i presji choroby.

PIŚMIENNICTWO

- Dzieżyc J., Nowak L., Panek K., 1987. Dekadowe wskaźniki potrzeb opadowych roślin uprawnych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 314, 11-33.
- Chotkowski J., 2008. Koszty uprawy ziemniaków na różne kierunki użytkowania. Ziemniaki, nowe perspektywy. Poradnik dla plantatorów, 102-104.
- Cooke L.R., Schepers H.T., Hermansen A., Bain R.A., Bradshaw N.J., Ritchie F., Nielsen B.J., 2011. Epidemiology and integrated control of potato late blight in Europe. *Potato Res.*, 54, 183-222.
- Directive 2000/60/EC of The European Parliament and of The Council of 23 October 2000.
- Fotyma E., Fotyma M., 2006. Normatywy zawartości azotu mineralnego w glebie i stężeń azotanów w roztworze glebowym gleb gruntów ornych w Polsce. *Nawozy i Nawożenie*, 1, 44-56.
- Fotyma M., 2009. Monitoring of Nmin content in soil of Poland. *Nawozy i Nawożenie*, 37, 108-128.
- Lutaladio N., Ortiz O., Haverkort A., Caldiz D., 2009. Sustainable potato production. Guidelines for developing countries. FAO, Rome.
- Haverkort A.J., Hillier J.G., 2011. Cool farm tool-potato: model description and performance of four production systems. *Potato Res.*, 54, 355-369.
- Haverkort A.J., Ruijter F.J., Conijn J.G., Evert F.K., Rutgers B., 2013. Worldwide sustainability hot spots in potato cultivation. 1. Identification and mapping. *Potato Res.*, 56, 343-353.
- Haverkort A.J., Vos J., Booij R., 2003. Precision management of nitrogen and water in potato production through monitoring and modeling. *Proc. XXVI IHC Potato – Healthy food for humanity*, ISHS Acta Hort., 619, 2013-224.
- Mazurczyk W., Wierzbicka A., Wroniak J., 2005. Wykorzystanie azotu z nawozów mineralnych przez odmiany wczesne ziemniaka. *Fragm. Agron.*, 1, 512-520.
- Murphy C., 2007. Surveillance of pesticide residues in surface water in an intensive agricultural region of Northwestern New Brunswick. Environment Canada, Canada.
- Neeteson J.J., Schröder J.J., Jakobsson C., 2004. Drivers towards sustainability: why change. In: Controlling nitrogen flows and losses (Eds D.J. Hatch, D.R. Chadwick, S.C. Jarvis, J.A. Roker). Wageningen Academic Publishers, Wageningen, 29-38.
- Nowacki W., 2011. The integrated production system (IP) created an opportunity for table potato producers in Poland. In: Abstracts of conference „Sustainable use of pesticides and integrated pest management in East-Central Europe and the Baltic”. IHAR – PIB Radzików, 4-6 September 2011, 79-82.
- Nowacki W., 2012. Integrowana produkcja uprawy na tle innych systemów uprawy. *Prog. Plant Prot.*, 52(3), 740-745.
- Pawelzik E., Möller K., 2014. Sustainable Potato Production Worldwide: the Challenge to Assess Conventional and Organic Production Systems, *Potato Res.*, 57, 273-290.
- Roztropowicz S., Lutomirska B., 1997. Technologia produkcji ziemniaków na wczesny zbiór. *Produkcja ziemniaków. Technologia-Ekonomika-Marketing*, 3, 82-99.
- Sapek A., 1996: Zagrożenie zanieczyszczenia wód azotem w wyniku działalności rolniczej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 440, 309-329.

- Swain E.Y., Rempelos L., Orr C.H., Hall G., Chapman R., Almadni M., Leifert C., Cooper J.M., 2014. Optimizing nitrogen use efficiency in wheat and potatoes: interactions between genotypes and agronomic practices. *Euphytica*, 199, 119-136.
- Szutkowska M., 2008. Czynniki decydujące o powodzeniu uprawy ziemniaków na wczesny zbiór. *Ziemn. Polski*, 1, 22-26.
- Trawczyński C., 2004. Zależność między dawką azotu a plonem odmian ziemniaka. *Biul. IHAR*, 232, 131-140.
- Trawczyński C., Wierzbicka A., 2014. Pobranie i wykorzystanie azotu z nawozów mineralnych przez odmiany ziemniaka o różnej wczesności. *Biul. IHAR*, 271, 45-54.
- Van Evert F.K., Ruijter F.J., Conijn J.G., Rutgers B., Haverkort A.J., 2013. Worldwide Sustainability Hotspots in Potato Cultivation. 2. Areas with Improvement Opportunities. *Potato Res.*, 56, 355-368.
- Vos J., Marshall B., 1993. Nitrogen and potato production: strategies to reduce nitrate leaching. 12th Trienn. Conf. of EAPR, Paris, 101-110.
- Vos J., Putten P.E., 2000. Nutrient cycling in cropping system with potato spring wheat, sugar beet, oats and nitrogen catch crops. I input and offtake of nitrogen phosphorus and potassium. *Nutr. Cycl. Agroecosys.*, 56, 87-97.
- Wierzejska-Bujakowska A., 1995. Wymagania nawozowe wczesnych odmian ziemniaka. XXVII Sesja Naukowa, Bonin 9-10.03.1995, Inst. Ziemn., Bonin, 31-38.
- Wierzbicka A., 2006. Wymagania nawozowe nowych odmian ziemniaka wczesnego na glebach lekkich. *Ziemn. Polski*, 2, 12-17.
- Wierzbicka A., 2009. Efekt ekonomiczny uprawy ziemniaków wczesnych w technologii tradycyjnej w zależności od terminu zbioru. *Wiś Jutra*, 2, 31-32.
- Wierzbicka A., Lis B., Trawczyński C., 2004. Nawożenie azotem wczesnych odmian ziemniaka a zagrożenie środowiska w warunkach stresowych. *Zeszyty Probl. Post. Nauk Roln.*, 496, 393-401.
- Wierzbicka A., Mazurczyk W., 2004. Wpływ warunków klimatycznych i nawożenia azotem na wybrane cechy jakości bulw odmian wczesnych ziemniaka uprawianych na glebach lekkich. Materiały z VIII Konferencji Naukowej IUNG: Jakość towarowych surowców roślinnych wyzwaniem dla nauki i praktyki rolniczej. Puławy 31.05-1.06, 149-150.
- Wierzbicka A., Mazurczyk W., 2006. Wpływ nawożenia azotem na plon i wybrane cechy jakości bulw wczesnych odmian ziemniaka Aksamitka i Gloria w silnie zróżnicowanych warunkach atmosferycznych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 509, 173-185.
- Wierzbicka A., Trawczyński C., 2011. Czynniki wpływające na pobranie i wykorzystanie azotu przez jadalne i skrobiowe odmiany ziemniaka. *Biuletyn IHAR – PIB*, 259, 203-210.
- Zebarth B.J., Tai G., Tarn R., de Jong H., Milburn P.H., 2004. Nitrogen use efficiency characteristics of commercial potato cultivars. *Can. J. Plant Sci.*, 84, 589-598.

INTEGRATED PRODUCTION OF EARLY POTATO VARIETIES: CYPRIAN, MICHALINA AND VIVIANA HARVESTED IN TWO DATES

*Anna Wierzbicka, Milena Pietraszko, Joanna Jankowska,
Magdalena Grudzińska, Dominika Boguszewska-Mańkowska*

Plant Breeding and Acclimatization Institute – National Research Institute, Division of Jadwisin
Szaniawskiego 15, 05-140 Serock
e-mail: a.wierzbicka@ihar.edu.pl

Abstract. In 2011-2013, the Institute of Plant Breeding and Acclimatization-National Research Institute, Department of Jadwisin, conducted a field experiment whose goal was to develop an appropriate agricultural technology for new varieties in order to provide a high marketable yield of "young" potatoes, gathered on an early date of harvest – after 75 days from planting, and of potatoes harvested at full maturity of tubers, using different nitrogen doses. It was found that after 75 days from planting the very early variety Viviana produced higher yield than the early varieties Cyprian and Michalina, and after reaching full maturity the highest yield was obtained from cv. Michalina, while the yield of cv. Cyprian and Viviana was similar. In the integrated protection of "young" potatoes from 3 to 7 treatments were used, and in potato at full maturity stage from 7 to 9 treatments, depending on the weather and on disease pressure. Based on the total yield regression in relation to the applied nitrogen fertilisation rates, the maximum nitrogen dose (the dose at which the highest yield of tubers was obtained) was calculated for the variety and time of harvesting, and then the recommended doses of nitrogen were determined, smaller than the maximum biological dose by from 15 to 30 kg ha⁻¹, depending on the cultivar, but characterised by better use of this component. In the conditions of the sandy soil the varieties Cyprian and Viviana were characterised by average nitrogen requirements (recommended dose – 80 kg ha⁻¹), while high nitrogen requirements were characteristic of variety Michalina (recommended dose – 90 kg ha⁻¹) on the first harvest date. On the second harvest date varieties Michalina and Viviana had average nitrogen requirements (recommended dose – 120 kg ha⁻¹), while high nitrogen requirements were characteristic of variety Cyprian (recommended dose – 140 kg ha⁻¹).

Key words: potato, early edible varieties, yield, fertilisation, treatments, harvest date