

WARTOŚĆ PLONOTWÓRCZA MINIBULW ZIEMNIAKA W RÓŻNYM WIEKU FIZJOLOGICZNYM WYPRODUKOWANYCH Z MIKROBULW W UPRAWIE AEROPONICZNEJ*

prof. dr hab. Krystyna Rykaczewska
IHAR-PIB, Zakład Agronomii Ziemniaka w Jadwisinie, 05-140 Serock
e-mail: k.rykaczewska@ihar.edu.pl

Streszczenie

Uprawa aeroponiczna jest obiecującą technologiczną alternatywą produkcji minibulw w nasiennictwie ziemniaka. Oceniono produktywność minibulw średnio wczesnych odmian Ametyst i Tajfun rosnących w uprawie aeroponicznej i zbieranych w kolejnych 14 terminach w odstępach tygodniowych, od lipca do października. Plon i liczba bulw w plonie były zależne od wieku fizjologicznego minibulw. Odmiana Ametyst charakteryzowała się wyższym plonem i większą liczbą bulw niż Tajfun. Introdukcja aeroponicznego systemu produkcji minibulw do produkcji nasiennej ziemniaka powinna być rozważana jako strategiczna inwestycja, której celem jest bardziej efektywna, zrównoważona produkcja wysokiej jakości materiałów nasennych.

Słowa kluczowe: liczba bulw z hektara, materiał nasenny in vitro, mikrobulwy; minibulwy, uprawa metodą aeroponiczną, wiek fizjologiczny sadzeniaków, współczynnik rozmnażania, ziemniak

Wprowadzenie mikrobulw i minibulw ziemniaka do produkcji nasiennej przyczyniło się do skrócenia cyklu hodowlanego przy zachowaniu wysokiego poziomu zdrowotności materiałów bazowych. Mikrobulwy są miniaturowymi sadzoniakami. Są mniej delikatne niż rośliny in vitro, zatem łatwiejsze w transporcie i sadzeniu. Minibulwy są to bulwy potomne materiałów in vitro.

W celu zwiększenia współczynnika rozmnażania materiałów nasennych in vitro w ostatnich latach stosowano różne techniki uprawy. Jedną z nich jest uprawa w systemie aeroponicznym. W tym bezglebowym systemie produkcji minibulw korzenie roślin znajdują się w specjalnych zaciemnionych komorach i są okresowo zwilżane pożywką,

a tworzące się tam bulwy mogą być zbierane wielokrotnie w okresie wzrostu roślin matczyńskich. W badaniach przeprowadzonych w Jadwisinie liczba minibulw wyprodukowanych w tym systemie była ok. 3-krotnie wyższa niż wyprodukowanych metodą tradycyjną. Uzyskane wyniki potwierdziły tezę, że aeroponiczna technologia uprawy jest obiecującą alternatywą produkcji minibulw ziemniaka. Odmiana odgrywa kluczową rolę w formowaniu liczby bulw, w celu osiągnięcia dobrego efektu produkcji konieczne jest zatem wprowadzenie odpowiedniej procedury, dostosowanej do każdej odmiany. Dotychczas brakowało informacji, jaka jest wartość plonotwórcza minibulw ziemniaka produkowanych w uprawie aeroponicznej i zbieranych wielokrotnie w okresie wegetacji.

* Przy cytowaniu niniejszych wyników badań należy powołać się na artykuł źródłowy w Plant, Soil and Environment (Rykaczewska 2016b)

Celem prezentowanych badań było określenie wartości plonotwórczej minibułw w różnym wieku fizjologicznym wyprodukowanych przy zastosowaniu technologii aeroponicznej, a także porównanie jej z wartością plonotwórczą minibułw wyprodukowanych metodą tradycyjną, w glebie.

Materiał i metody

Badania przeprowadzono w latach 2013-2014 w oddziale IHAR-PIB w Jadwisinie. Minibułwy średnio wczesnych odmian Ametyst i Tajfun zostały wyprodukowane z mikrobulw w aeroponie oraz w glebie w latach 2012-2013. Zbiory w aeroponie wykonywano w odstępach tygodniowych, zaczynając 9-10 lipca; po raz ostatni tuż po pierwszych przymrozkach w październiku. W roku 2012 przeprowadzono 15 zbiorów, a w 2013 – 14. W każdym terminie zbierano wszystkie minibułwy o poprzecznej średnicy nie mniejszej niż 2 cm. Zbiór minibułw wyprodukowanych metodą tradycyjną, w skrzynkach wypełnionych substratem glebowym, został wykonany po osiągnięciu pełnej dojrzałości roślin: odmiany Tajfun, w zależności od roku, między 10 a 12 sierpnia, a odmiany Ametyst między 25 a 29 sierpnia. Średnia masa minibułw wyprodukowanych w aeroponie wynosiła 9-10 g zależnie od odmiany, a wyprodukowanych w glebie 15-22 g. Dokładny opis produkcji minibułw z mikrobulw w uprawie aeroponicznej wraz z ilustracjami przedstawiono wcześniej w Ziemniaku Polskim (Rydzkaczewska 2016c).

Minibułwy obu odmian wyprodukowane w aeroponie i zbierane w odstępach tygodniowych w kolejnych 14 terminach od lipca do października (minibułwy w różnym wieku

fizjologicznym) były początkowo przechowywane w pomieszczeniu o temperaturze ok. 12°C. W połowie października zostały przeniesione do komory przechowalniczej, w której panowały warunki optymalne dla sadzeniaków (3°C). Minibułwy wyprodukowane w glebie przechowywano w tych samych warunkach. Cztery tygodnie przed planowanym terminem sadzenia poddano je podkiewkowaniu w temperaturze ok. 18°C.

Minibułwy z 14 kolejnych zbiorów z aeroponiki oraz minibułwy wyrosłe w glebie były sadzone ręcznie na polu eksperymentalnym w Jadwisinie: w 2013 r. 25 kwietnia, w 2014 – 22 kwietnia. Doświadczenie założono metodą losowanych bloków. Wielkość poletka wynosiła 7,5 m², liczba roślin na poletku 30 przy 33,3-centymetr. odstępach między roślinami i 75 cm między redlinami. Stosowano standardowe nawożenie, pielęgnację roślin oraz walkę z chwastami zgodnie z zaleceniami. W obydwu latach zbiór wykonano kopaczką elewatorową w dniach 16-17 września. Ze środka każdego poletka pobierano 10-kilogr. próby, a następnie cały plon ważono. Bezpośrednio po zbiorze określano wielkość bulw i określono liczbę bulw z hektara.

Wyniki badań były analizowane za pomocą ANOVA z wykorzystaniem programu statystycznego Statistica 12. Wartości średnie były oceniane testem Tukeya przy 5-proc. prawdopodobieństwie.

Wyniki i dyskusja

Warunki meteorologiczne w okresie wegetacji w latach badań były istotnie zróżnicowane (tab. 1).

Tabela 1

Opady i temperatura powietrza na polu eksperymentalnym w okresie wegetacji oraz współczynnik hydrotermiczny Sielianinova

Czynnik meteorologiczny	Rok	Miesiąc					Suma/średnia
		V	VI	VII	VIII	IX	
Suma opadów (mm)	2013	130,0	105,4	17,1	97,7	94,0	444,2a
	2014	41,3	69,8	23,5	79,2	11,9	225,7b
Średnia dzienna temperatura powietrza (°C)	2013	15,7	17,2	18,7	18,2	10,3	16,0a
	2014	14,1	15,8	21,5	18,2	14,8	16,9a
Współczynnik Sielianinova*	2013	2,95	2,04	0,29	1,75	2,86	1,98a
	2014	0,92	1,47	0,35	1,40	0,26	0,88b

*współczynnik hydrotermiczny Sielianinova: >0,5 susza; 0,5-1,0 – posucha; 1,1-2,0 – wilgotno; >2,0 – bardzo wilgotno; a, b – wartości średnie oznaczone tymi samymi literami nie są statystycznie istotne na poziomie 0,05 według testu Tukeya

W roku 2013 bardzo obfite opady w maju, czerwcu, sierpniu i wrześniu miały ograniczający wpływ na produktywność minibułw (tab. 2 i 3). Zostało to potwierdzone za po-

mocą korelacji między wartościami współczynnika hydrotermicznego Sielininowa w okresie wegetacji a plonem i wielkością bulw (tab. 4).

Tabela 2

Plon, liczba bulw o poprzecznej średnicy większej niż 3 cm, średnia masa bulwy i procentowy udział w plonie bulw dwóch frakcji zależnie od odmiany i roku badań – wartości średnie dla wszystkich terminów zbioru minibułw wyprodukowanych w aeroponice

Cechy plonu	2013		2014		Średnio		2013	2014
	Ametyst	Tajfun	Ametyst	Tajfun	Ametyst	Tajfun		
Plon ogólny, t/ha	28,12a	26,81a	57,9a	47,71b	42,61a	37,26b	27,47b	52,40a
Liczba bulw, tys. z ha	604,4a	415,3b	683,9a	458,0b	644,2a	437,7b	509,9a	571,0a
Średnia masa bulwy, g	36a	53b	69a	98b	52b	76a	45b	84a
Fracja bulw 3-6 cm, %	92a	89a	65a	54b	78a	72a	90a	60b
Fracja bulw >6 cm, %	1a	7a	32b	45a	17b	26a	4b	39a

a, b – patrz tabela 1

Tabela 3

Plon, liczba bulw o poprzecznej średnicy większej niż 3 cm i średnia wielkość bulwy zależnie od odmiany i roku badań – wartości średnie dla minibułw produkowanych w glebie

Cechy plonu	Odmiana		2013	2014
	Ametyst	Tajfun		
Plon ogólny, t/ha	44,86a	38,19b	29,57b	53,48a
Liczba bulw, tys. z ha	835,1a	556,3b	684,3a	707,2a
Średnia masa bulwy, g	45b	64a	41b	67a

a, b – patrz tabela 1

Tabela 4

Korelacja między cechami plonu a wartościami współczynnika Sielianinowa w okresie wegetacji w latach badań (n = 8)

Korelacja	Współczynnik korelacji
Plon z MB rosnących w aeroponice x wsp. Sielininowa	- 0,9613**
Liczba bulw z MB rosnących w aeroponice x wsp. Sielininowa	- 0,2815 ⁻
Wielkość bulw z MB rosnących w aeroponice x wsp. Sielininowa	- 0,8539**
Plon z MB rosnących w glebie x wsp. Sielininowa	- 0,9599**
Liczba bulw z MB rosnących w glebie x wsp. Sielininowa	- 0,0819 ⁻
Wielkość bulw z MB rosnących w glebie x wsp. Sielininowa	- 0,7319**

MB – minibułwa; ** P ≤ 0,01

Produktywność minibułw rosnących w aeroponice

Stwierdzono istotne zróżnicowanie badanych odmian pod względem wielkości plonu ogólnego, liczby bulw o poprzecznej średnicy większej niż 3 cm, wielkości bulw i procentowego udziału w plonie bulw większych niż 6 cm (tab. 2). Odmiana Ametyst charakteryzowała się wyższym plonem i większą liczbą bulw, lecz mniejszą wielkością bulw i niższym udziałem frakcji bulw największych niż

Tajfun. Nie stwierdzono istotnych różnic w udziale frakcji bulw 3-6 cm.

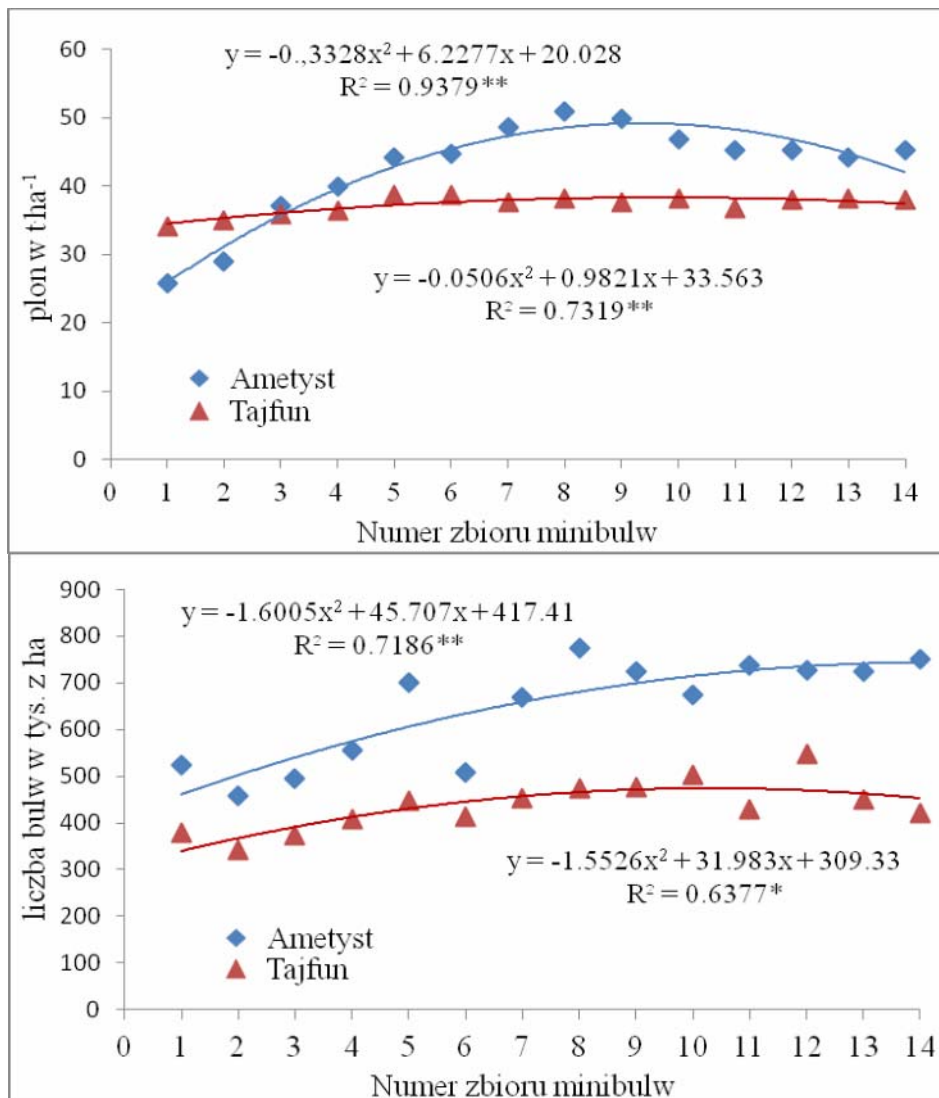
Ogólny poziom plonu obu odmian był zbliżony do plonów uzyskanych przy użyciu sadzeniaków konwencjonalnych w warunkach pola doświadczalnego w Jadwisinie. Potwierdzają to wyniki innych doświadczeń przeprowadzonych przez autorkę, gdzie plon 14 odmian wahał się od 25,00 do 66,22 t/ha (Rykaczewska 2013).

Liczba bulw z hektara była podobna do tej, którą uzyskali Radouani i Lauer (2015): z minibulw odmiany Nicola 603 125, odmiany Russet Burbank – 409 375. Według tych autorów wyższa liczba bulw jest zwykle korzystna w produkcji nasiennej, jednak wydaje się, że każda odmiana wymaga dalszych badań nad optymalizacją produkcji.

W naszych badaniach plon i liczba bulw były zależne od wieku fizjologicznego minibulw zbieranych w kolejnych terminach od lipca do października i od odmiany (rys. 1). Plon odmiany Ametyst był niższy niż odmiany Tajfun, gdy do sadzenia użyto minibulw pochodzących z dwóch pierwszych terminów zbioru. W przypadku sadzenia minibulw z

dalszych terminów zbioru plon odmiany Ametyst był istotnie wyższy. Brak istotnej zależności wielkości plonu odmiany Tajfun od terminu zbioru wykazano za pomocą analizy regresji (rys. 1).

Taka odmienna reakcja odmian była związana ze zróżnicowanym wigorem bulw matecznych i tempem ich fizjologicznego starzenia się. Na tę właściwość sadzeniaków ziemniaka zwrócili już wcześniej uwagę van der Zaag i van Loon (1987), Caldiz (2009) oraz Rykaczewska (2013). W przedstawionych badaniach liczba bulw obu odmian była również istotnie zależna od terminu zbioru minibulw, była jednak wyższa u odmiany Ametyst (rys. 1).

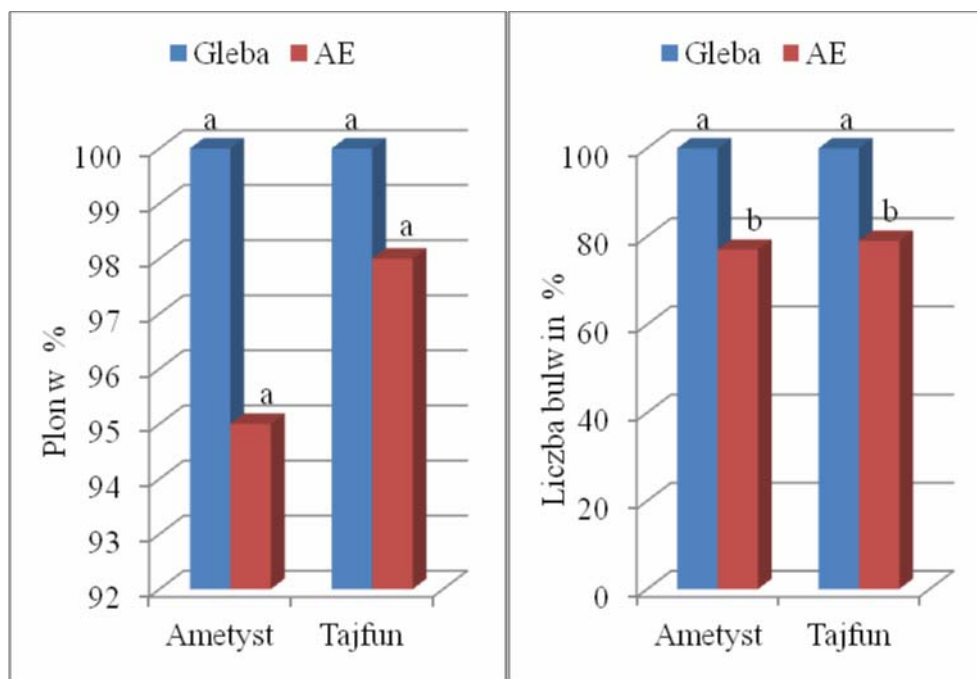


Rys. 1. Plon i liczba bulw o poprzecznej średnicy większej niż 3 cm z hektara w zależności od terminu zbioru minibulw w aeroponie – wartości średnie dla lat badań $^{**}P \leq 0,01$; $^*P \leq 0,05$; numer zbioru minibulw odpowiada kolejnym terminom zbiorów od lipca do października w odstępach tygodniowych

Minibulwy z wcześniejszych terminów zbioru były fizjologicznie starsze w czasie sadzenia niż te ze zbiorów późniejszych. Użycie bulw fizjologicznie starszych może skutkować mniejszą liczbą bulw potomnych (Tierno i in. 2014, Caldiz 2019). Jest to związane z mniejszą liczbą kiełkujących oczek na bulwach fizjologicznie starszych (Rykaczewska 2013).

Porównanie produktywności minibulw uprawianych w aeroponice i w glebie

Porównując najważniejsze elementy produktywności minibulw badanych odmian, plon i liczbę bulw o poprzecznej średnicy większej od 3 cm, stwierdzono, że różnice w plonie między dwoma systemami produkcji nie były statystycznie istotne (rys. 2).



Rys. 2. Porównanie plonu i liczby bulw o poprzecznej średnicy większej od 3 cm z hektara uzyskanych przy użyciu minibulw wyprodukowanych w glebie i aeroponice; a, b – patrz tabela 1

Zauważono jednak wysoce istotne różnice w liczbie bulw o średnicy większej niż 3 cm. Było to wynikiem zróżnicowanej wielkości minibulw użytych do sadzenia, mniejszych z aeroponiki – 9-10 g – i większych z gleby – 15-22 g (Rykaczewska 2016 ab). Znaczenie wielkości minibulw w ich produktywności jest na ogół znane i było też podkreślane przez innych autorów (Ranalli i in. 1994; Radouani, Lauer 2015). Większa liczba minibulw produkowana w aeroponice niż w glebie pozwala jednak na osiągnięcie lepszego efektu ekonomicznego przy zastosowaniu tego innowacyjnego systemu produkcji. Przede wszystkim należy dodać, że wielkość minibulw produkowanych w systemie aeroponicznym może być odmienna, mniejsza lub większa, zależnie od postawionego celu produkcji. Wymaga to bardzo dokładnej kalkulacji kosztów, podobnej do tej, jaką wykonali Mateus-Rodrigues i inni (2013).

Konkluzja

Wyniki przedstawionych badań prowadzą do wniosku, że aeroponiczny system uprawy minibulw ziemniaka jest obiecującą technologią produkcji przedbazowych materiałów nasiennej ziemniaka i dalsza optymalizacja powinny być rozważane jako strategiczna inwestycja, której celem jest bardziej efektywna, zrównoważona produkcja wysokiej jakości minibulw ziemniaka.

Składam podziękowanie A. Gajos za cenną pomoc techniczną w czasie prowadzenia doświadczeń.

Literatura

Caldiz D. O. 2009. Physiological age research during the second half of the twentieth century. – *Potato Res.* 52: 295-304; 2. Mateus-Rodrigues J. R., de Haan S.,

- Andrade-Piedra J. L., Maldonado L., Hareau G., Barker I., Chuquillanqui C., Otazu V., Frisancho R., Bastos C., Pereira A. S., Medeiros C. A., Montedeoca F., Benitez J. 2013.** Technical and economic analysis of aeroponics and other systems for potato mini-tuber production in Latin America. – *Am. J. Potato Res.* 90: 357-368; **3. Radouani A., Lauer F. I. 2015.** Field performance of cultivars Nicola and Russet Burbank micro and minitubers. – *Am. J. Potato Res.* 92: 298-302; **4. Ranalli P., Bassi G., Ruaro G., Del Re P., Di Candilo M., Mandolino G. 1994.** Microtuber and minituber production and field performance compared with normal tubers. – *Potato Res.* 37: 383-391; **5. Rykaczewska K. 2013.** Assessment of potato mother tubers vigour using the method of accelerated ageing. – *Plant Prod. Sci.* 16: 171-182; **6. Rykaczewska K. 2016a.** The potato minituber production from microtubers in aeroponic culture. – *Plant, Soil, Environ.* 62(5): 210-214; **7. Rykaczewska K. 2016b.** Field performance of potato minitubers produced in aeroponic culture. – *Plant, Soil, Environ.* 62(10): 435-443; **8. Rykaczewska K. 2016c.** Produkcja minibulw ziemniaka z mikrobulw w uprawie aeroponicznej – *Ziemn. Pol.* 2: 24-31; **9. Tierno R., Carrasco A., Ritter E., de Galaretta J. I. R. 2014.** Differential growth response and minituber production of three potato cultivars under aeroponics and greenhouse bed culture. – *Am. J. Potato Res.* 91: 346-353; **10. Zaag D. E. van der, Loon C. D. van 1987.** Effect of physiological age on growth vigour of seed potatoes of two cultivars. 5. Review of literature and integration of some experimental results. – *Potato Res.* 30: 451-472