

STEFAN PIETKIEWICZ¹, RYSZARD KOŁPAK², ANETA WIETRZYŃSKA²,
TADEUSZ ŁOBODA³, DANIELA OSTROWSKA²

WPŁYW EFEKTYWNYCH MIKROORGANIZMÓW NA WZROST I PLONOWANIE ZIEMNIAKÓW ROZMNAŻANYCH Z MINIBULW

GROWTH AND YIELDING OF POTATO CROP FROM MINITUBERS AS AFFECTED BY EFFECTIVE MICROORGANISMS

¹ Katedra Fizjologii Roślin, ² Katedra Agronomii, SGGW Warszawa

³ Katedra Podstaw Produkcji Rolniczej, Politechnika Białostocka

Abstract: Plants from minitubers of the potato select SOH 6098 dressed, either with insecticide or EM prior to planting were studied. EM affect potato photosynthesis (18.30 vs 15.87 in control and insecticide-dressed 17.79 $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) as well WUE (2.5–3.2 $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{mmol H}_2\text{O}^{-1}$). Plants from minitubers dressed with EM reached maximum LAI on 44 DAE, while those with insecticide much later. Tuber yield from minitubers dressed with EM (17.2) is similar to that of control (18.8), while less than for those dressed with insecticide (22.7 $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Dressing minitubers alters a share of individual fractions in a tuber yield as compared to the control.

Słowa kluczowe: ziemniak, zaprawianie, efektywne mikroorganizmy, LAI, WUE.

Key words: potato, dressing, effective microorganisms, LAI, WUE.

WSTĘP

W ekologicznym systemie gospodarowania, gdzie wyklucza się stosowanie sztucznych nawozów mineralnych i chemicznych środków ochrony roślin, dużą rolę mogą odegrać szczepionki, w tym efektywne mikroorganizmy (EM). Zastosowanie preparatu EM jako inokulantów w produkcji roślinnej zwiększa dostępność składników pokarmowych, podnosi skuteczność działania nawozów organicznych, poprawia fizyczne, chemiczne i biologiczne właściwości gleby, a tym samym stymuluje wzrost i rozwój roślin. Ponadto EM wspierają proces rozpowszechniania pożytecznych mikroorganizmów znajdujących się w ryzosferze roślin, hamując tym samym rozwój organizmów chorobotwórczych i szkodników [Hammes 2003, Higa 2000 i 2002, Mau 2002].

Ziemniak jest jednym z najważniejszych podstawowych gatunków okopowych roślin uprawnych (FAOSTAT 2003). Przewiduje się jednak, że areał jego uprawy nadal będzie malał, przy jednocześnie znacząco wzrastającym plonie, przez zwiększenie wydajności z jednostki powierzchni. Znaczenie ziemniaka nie powinno ulec drastycznym zmianom nawet w przypadku oddziaływania na rolnictwo nadchodzącego efektu cieplarnianego [Pietkiewicz 2000].

Potencjał plonotwórczy ziemniaka związany jest z wielkością i czasem trwania powierzchni asymilacyjnej oraz jej aktywnością fotosyntetyczną, a także z wzorcem dystrybucji wytworzonych asymilatów. Stąd w centrum uwagi rolnictwa ekologicznego powinny znaleźć się możliwości podwyższania plonu bulw ziemniaka i ich cech jakościowych, a także ewentualne modyfikacje procesów plonotwórczych przez zaprawianie sadzeniaków EM.

Istnieje szczególna potrzeba przeprowadzenia w warunkach polowych dalszych badań dotyczących wpływu EM na plonowanie, plon i jakość bulw ziemniaka, a ponadto prześledzenia relacji parametrów fizjologicznych, takich jak: stosunek intensywności fotosyntezy do intensywności transpiracji (WUE), jak też wielkości wskaźnika powierzchni ładu (LAI), co może być istotne w przypadku stosowania EM [Pietkiewicz i in. 1993]. Szybka realizacja badań tych współdziałań staje się możliwa m.in. dzięki wprowadzaniu do prac w polu skomputeryzowanych mierników parametrów fizjologicznych, najnowszej generacji do pomiarów w warunkach polowych [Nalborczyk 1996].

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiły minibusy ziemniaka rodu SOH 6098. Doświadczenie obejmowało trzy kombinacje:

- minibusy niezaprawiane przed sadzeniem,
- minibusy zaprawione przed sadzeniem chemicznie zaprawą Prestige 290 FS (insektycyd do zwalczania stonki ziemniaczanej), moczone je w roztworze zawierającym insektycyd w dawce $75 \text{ cm}^3 / 100 \text{ kg}$ minibusów przez 30 min,
- minibusy zaprawione przed sadzeniem EM, moczone je w 1% roztworze EM przez 30 min.

Preparat EM (efektywne mikroorganizmy) składa się z różnych szczepów drobnoustrojów wyizolowanych z naturalnych środowisk i hodowanych na specyficznym podłożu. W skład mieszaniny kultur EM wchodzi między innymi bakterie kwasu mlekowego, bakterie propionowe, bakterie fotosyntetyczne, promieniowce, grzyby i inne. Autorem preparatu jest T. Higa [2000, 2002], który szeroko rozpropagował technologię EM w świecie. Opatentowany przez niego preparat EM jest zalecany przez IFOAM (*International Federation of Organic Agriculture Movement*) do stosowania w rolnictwie ekologicznym.

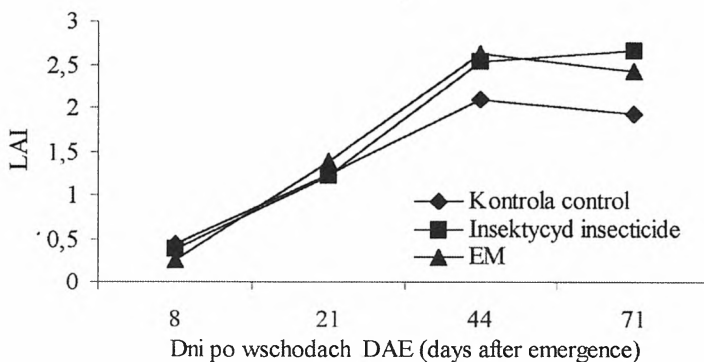
Tak zaprawione minibusy posadzono 2001.05.11 na polu Zakładu Doświadczalnego Katedry Agronomii SGGW w Chylicach (40 km na zachód od Warszawy, na czarnej ziemi wytworzonej z płytkich glin zwałowych, klasa IVa), w rozstawie $62,5 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$. Nawożenie mineralne zastosowano w dawkach: 80 kg N , 90 kg P i $100 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1}$, a obornik w dawce $30 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Wielkość poletek wynosiła: $4,00 \times 2,50 \text{ m} = 10 \text{ m}^2$. Liczba powtórzeń wynosiła 4.

Wschody polowe pojawiły się po upływie 18 dni od posadzenia, niezależnie od kombinacji. Zabiegi agrotechniczne wykonywano wg przyjętego standardu. W okresie wegetacji roślin zaaplikowano na kombinacji zaprawianej chemicznie fungicyd Antrocod 70WP przeciwko alternariozie oraz insektycydy Bulldock 025 EC i Fastac 10 EC przeciwko stonce ziemniaczanej. Natomiast na kombinacji zaprawionej EM zastosowano przeciwko stonce ziemniaczanej biologiczny preparat Novodor 02 SC w dawce $3 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. Warunki pogodowe: temperatura i opady w okresie wegetacji nie odbiegały od średnich wieloletnich.

Podczas wegetacji między 8–71 dniem po wschodach (ang. *day after emergence* – DAE) wykonano za pomocą aparatu LAI 2000 (Li-Cor, Lincoln, Nebraska, USA) cztery pomiary wskaźnika powierzchni liści łanu (LAI) oraz z użyciem przenośnego analizatora gazowego Li-6200 (Li-Cor, Lincoln, NE, USA) dwukrotnie w czasie słonecznych dni (między 10:00 a 13:00) wykonano pomiary intensywności fotosyntezy i intensywność transpiracji na środkowej części listka wierzchołkowego górnego rozwiniętego liścia złożonego tuż po osiągnięciu przez niego maksymalnej powierzchni. Na podstawie tych danych oznaczono wielkość współczynnika wykorzystania wody WUE (ang. *Water Use Efficiency*). Po upływie 130 DAE przeprowadzono zbiór bulw i określono plon oraz procentowy udział w nim czterech frakcji wielkości (<30, 31–40, 41–50, >50 mm).

WYNIKI I DYSKUSJA

Analiza przebiegu wskaźnika powierzchni liści łanu LAI (rys. 1) wykazała obecność fazy opóźnienia wzrostu aż do 21 DAE, przy czym pod wpływem szczepionki EM obserwowano korzystny, chociaż podobny wzrost powierzchni asymilacyjnej

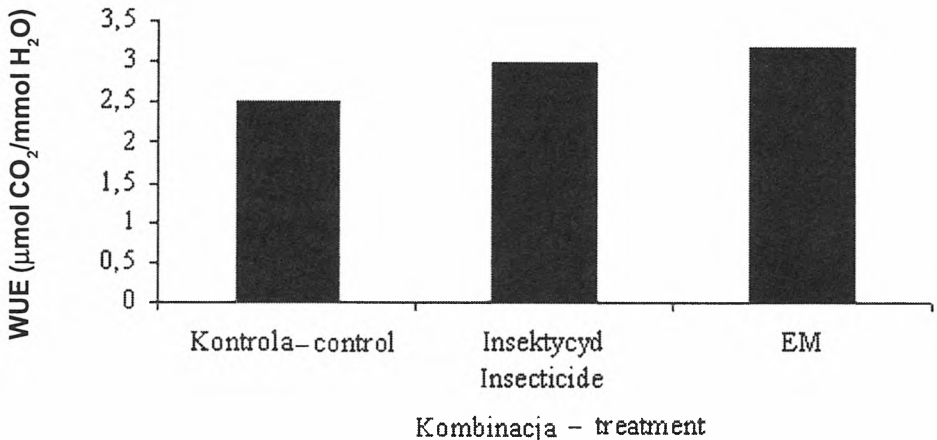


RYSUNEK 1. Kształtowanie się LAI w łanie ziemniaków rozmnożonych z minitubulw i w różny sposób zaprawianych przed sadzeniem

FIGURE 1. Time course of LAI in the canopies of potato grown from minitubers and differently treated prior to planting

łanu do stymulującego działania zaprawy insektycydem Prestige. Rośliny ziemniaka, które wyrosły z minibułw zaprawionych EM, osiągnęły maksymalny LAI wynoszący 2,5 w 44 DAE, a następnie wartość ta zmniejszyła się nieznacznie, chociaż w tym samym czasie LAI roślin na kombinacji zaprawionej Prestige nadal wzrastał (do około 2,65). Intensywność fotosyntezy roślin z kombinacji kontrolnej wynosiła 15,87, zaprawionych insektycydem 17,79, a zaprawionych EM 18,30 $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. Nieco wyższa intensywność fotosyntezy u roślin traktowanych EM mogła być spowodowana większą dostępnością składników pokarmowych albo przeciwdziałaniem zarazeń roślin potencjalnymi patogenami [Higa 2003]. Wydaje się, że ta nieco wyższa intensywność fotosyntezy w kombinacjach, w których minibułwy zaprawiano, przyczyniła się do powstania większego ulistnienia (wyrażonego za pomocą LAI) w porównaniu z kombinacją kontrolną. Również współczynnik wykorzystania wody (WUE) wykazywał tendencję wzrostową w przypadku kombinacji zaprawianych insektycydem lub EM (3,0–3,2 $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{mmol H}_2\text{O}^{-1}$) w stosunku do kontroli (2,5 $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{mmol H}_2\text{O}^{-1}$) (rys. 2). Oznacza to, że rośliny otrzymane z minibułw zaprawianych, bez względu na rodzaj zaprawy (biologiczny lub chemiczny) charakteryzowały się oszczędniejszą fotosyntetyczną gospodarką wodną.

Plon bulw (tab. 1) był podobny zarówno u roślin kontrolnych, jak i z kombinacji zaprawionej EM i wynosił odpowiednio średnio 18,8 i 17,2 $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$, a zaprawianych insektycydem był najwyższy i wynosił 22,7 $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Interesujące jest, że zaprawianie minibułw przed sadzeniem zaprawą chemiczną Prestige i dla porównania preparatem EM wpłynęło na wielkość bulw potomnych. Największy udział (ok. 41%) w plonie stanowiły bulwy frakcji 41–50 mm, niezależnie od kombinacji, przy czym bulw większych frakcji powyżej 41 mm było najwięcej (prawie 68%) w kombinacji zaprawionej



RYSUNEK 2. WUE roślin ziemniaka rozmnożonych z minibułw w różny sposób zaprawianych przed sadzeniem

FIGURE 2. WUE of potato plants grown from minitubers and differently treated prior to planting

TABELA 1. Wpływ zaprawiania sadzianek na plon i wielkość frakcji bulw
 TABLE 1. Effect of dressing of seed tubers on yield and size of tubers

Cecha Parameter	Kombinacja – Treatment			Średnia Average
	Kontrola Control	Insektycyd Insecticide	EM	
Plon bulw – Tuber yield (t · ha ⁻¹) NIR _{0,05} = 2,94 LSD _{0,05} = 2.94	18,8	22,7	17,2	19,6
Wielkość frakcji bulw (mm) Tuber fraction (mm)	Udział (%) – Contribution (%)			
<30	14,4	15,0	18,7	16,0
31–40	22,2	17,4	20,9	20,2
41–50	46,6	39,0	37,7	41,1
>50	16,8	28,6	22,7	22,7

insektycydem. W kombinacji zaprawionej EM udział bulw w poszczególnej frakcjach był bardziej wyrównany. Średnia masa 1 bulwy była podobna jak w przypadku bulw pochodzących od roślin zaprawianych EM lub insektycydem, a poszczególne kombinacje różniły się jedynie liczbą bulw pod krzakiem (dane nieprzytoczone).

Rośliny ziemniaka charakteryzują się relatywnie wysokim współczynnikiem plonowania rolniczego (HI) [Donald 1962], lecz zarazem ich organ użytkowy – bulwy jest zlokalizowany w glebie. Wydaje się, że wpływ stosowanych EM dotyczy głównie wzrostu części nadziemnej rośliny, w przeciwieństwie do podziemnej [Sowiński 2003]. Przepuszczalnie efektywne mikroorganizmy, sprzyjając intensywnemu wzrostowi systemu korzeniowego, prowadzą do rozbudowy konkurencyjnego dla bulw silnego akceptora asymilatów, dostarczanych przez fotosyntetyzującą część nadziemną rośliny ziemniaka. Być może, że plon ziemniaka rozmnażanego z minibułw zaprawianych EM uległby znacznej poprawie w stosunku do kombinacji zaprawianej chemicznie, gdyby rzeczywiście w okresie intensywnego namnażania EM w podłożu panowały odpowiednie stosunki wilgotnościowe. Na niedostateczne uwilgotnienie podłoża w okresie intensywnego namnażania EM jako przyczynę braku różnic między kontrolą a kombinacją z EM wskazują wyniki wielu prac oraz obserwacje poczynione w praktyce [Milej-Pietkiewicz 2003 – inf. ustna].

Na podkreślenie zasługuje fakt, że w przeprowadzonym doświadczeniu polowym nieznacznie niższe plony bulw uzyskano z kombinacji EM w porównaniu z kontrolą, co jest bardzo istotne z ekologicznego punktu widzenia. Plon bulw z kombinacji z EM był o około 25% niższy niż z kombinacji z insektycydem. Należy jednak pamiętać, że chemiczne środki ochrony roślin działają znacznie szybciej i są toksyczne w porównaniu z efektywnymi mikroorganizmami mającymi swoją rytmikę ontogenetyczną. Długi okres działania EM, a zwłaszcza późniejsze efekty ekonomiczne niż w przypadku chemicznych środków ochrony roślin sugerują konieczność kontynuacji badań z EM w warunkach produkcji ziemniaka.

WNIOSKI

1. Efektywne mikroorganizmy (EM) korzystnie wpływają na fotosyntezę i stopień wykorzystania wody przez rośliny ziemniaka.
2. Zaprawianie minibułw ziemniaka przed sadzeniem EM albo insektycydem sprzyja wzrostowi części nadziemnej roślin.
3. Plon bulw otrzymanych z minibułw zaprawianych EM jest podobny jak w kombinacji kontrolnej, ale niższy niż w kombinacji zaprawionej insektycydem.
4. Zaprawienie minibułw insektycydem albo EM zmienia udział w plonie bulw poszczególnych frakcji w porównaniu z kontrolą, przy czym w kombinacji z EM procentowy udział bulw w poszczególnych frakcjach jest bardziej wyrównany.

LITERATURA

- FAOSTAT 2003. <http://www.fao.org>
- HAMMES E. 2003: EM e.V. Mitglieder reisen zu EM-Projekten. *EM Journal* 3: 4–6.
- HIGA T. 2000: Eine Revolution zur Rettung der Erde. OLV Verlags: 44–46.
- HIGA T. 2002: Die wiedergewonnene Zukunft. OLV Verlags: 53–82.
- NALBORCZYK E. 1996: Dobór i wykorzystanie nowoczesnej aparatury kontrolno-pomiarowej w doświadczałnictwie polowym. Cz. I. Oznaczenie wymiany gazowej, struktury przestrzennej i bilansu energii fotosyntetycznie czynnej radiacji roślin w łanie. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 447: 81–90.
- MAU F.-P. 2002: EM Anwenderbuch. Verlag Goldmann: 121–123.
- PIETKIEWICZ S. 2000: Strategia gromadzenia suchej masy przez rośliny ziemniaka *Solanum tuberosum* L. w ujęciu analizy wzrostu. SGGW, Warszawa: 146 ss.
- PIETKIEWICZ S., ŁOBODA T., BYSZEWSKA-WZOREK A., KOŁPAK R. 1993: Gas exchange of the potato plants grown from minitubers. 12th EAPR Conf.: 157–158.
- SOWIŃSKI W. 2003: Praktyczne efekty stosowania EM w uprawie ziemniaka i buraka cukrowego. XXXVIII Międz. Symp. Mikrobiologia, 4–5.09.2003, SGGW, Rogów.

dr hab. Stefan Pietkiewicz
Katedra Fizjologii Roślin, SGGW
02-776 Warszawa, ul. Nowoursynowska 159
pietkiewicz@delta.sggw.waw.pl