

## WPLYW STOSOWANIA FUNGICYDÓW, PREPARATÓW MIKROBIOLOGICZNYCH I WYCIĄGÓW Z ZIÓŁ NA KSZTAŁTOWANIE PŁONU ZIEMNIAKA

PIOTR PSZCZÓLKOWSKI<sup>1</sup>, BARBARA SAWICKA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Zakład Doświadczalny Oceny Odmian COBORU, Uhnin, 21-211 Dębowa Kłoda

<sup>2</sup>Katedra Technologii Produkcji Roślinnej i Towaroznawstwa, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie,  
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin

**Synopsis.** Wyniki badań oparto na doświadczeniu polowym przeprowadzonym w latach 2014–2016, w Zakładzie Doświadczalnym Oceny Odmian w Uhninie (51°34' N, 23°02' E), na glebie płowej, lekko kwaśnej. Eksperyment wykonano metodą bloków losowanych, w układzie zależnym, split-plot, w trzech powtórzeniach. Czynnikiem I rzędu były odmiany ziemniaka (Vineta i Satina), zaś czynnik II rzędu stanowiło sześć wariantów uprawy: wariant A – ze zastosowaniem fungicydów do zwalczania zarazy ziemniaka, warianty uprawy: B, C, D, E – z aplikacją efektywnych mikroorganizmów i wyciągów z ziół oraz wariant F – bez stosowania fungicydów i efektywnych mikroorganizmów, jako obiekt kontrolny. Nawożenie organiczne i mineralne pod ziemniak było na jednakowym poziomie (20 t·ha<sup>-1</sup> gorczycy białej na przyoranie oraz 90 kg N, 39,3 kg P, 112,0 kg K·ha<sup>-1</sup>). Doświadczenie przeprowadzono zgodnie z obowiązującą w stacjach COBORU metodyką badania wartości gospodarczej odmian roślin uprawnych (WGO). Wariant uprawy z zaprawianiem bulw przed sadzeniem wodnym roztworem EmFarma™ z wyciągiem wrotczyca i krwawnika oraz aplikacją preparatów: EmFarma Plus™ oraz Ema5™, co 7 dni, począwszy od fazy 19 do fazy 91 w skali BBCH, w czasie wegetacji ziemniaka, przyczyniła się istotnego obniżenia plonu w stosunku do obiektu kontrolnego, bez zabiegów. Pozostałe warianty uprawy z użyciem preparatów mikrobiologicznych okazały się homogeniczne, pod względem wielkości plonu i nie różniły się istotnie od obiektu kontrolnego, bez stosowania żadnych zabiegów. Odmianą o wyższej potencjalnej plenności okazała się średnio wczesna Satina, niż wczesna Vineta. Reakcja odmian na zastosowane zabiegi przedsadzeniowe i ochronne okazała się zróżnicowana. Odmiana Vineta zareagowała spadkiem plonu ogólnego i handlowego na wariant uprawy z zaprawianiem bulw przed sadzeniem wodnym roztworem EmFarma™ z wyciągiem wrotczyca i krwawnika oraz 8-krotną aplikacją preparatów: EmFarma Plus™ i Ema5™.

**Słowa kluczowe:** efektywne mikroorganizmy, wyciągi z ziół, fungicydy, ziemniak, odmiany, plon bulw

### WSTĘP

Współczesne rolnictwo w znacznym stopniu odeszło od tradycyjnego systemu gospodarowania poprzez intensyfikację produkcji roślinnej tj. uproszczenie płodozmianu, częstej uprawy roślin po sobie, powodujących jednostronne wyczerpanie gleby ze składników pokarmowych, wzrost populacji szkodników i zwiększenie presji infekcyjnej chorób. Z kolei uproszczenia w uprawie roli i używanie ciężkich maszyn rolniczych, prowadzi w konsekwencji do zagęszczenia gleby. Intensywna aplikacja pestycydów, nawozów mineralnych, zaś ograniczone stosowanie nawozów naturalnych (zmniejszenie hodowli zwierząt), ogranicza fizyczne, chemiczne

<sup>1</sup> Adres do korespondencji – *Corresponding address:* P.Pszczolkowski.inspektor@coboru.pl

i mikrobiologiczne właściwości gleby [Lancaster i in. 2006, Xu 2000] i przyczynia się do spadku zawartości substancji organicznej w glebie. Urodzajność gleby, oprócz zawartości materii organicznej (próchnicy), która jest głównym wskaźnikiem jakości gleby, zależy od różnych form życia, począwszy od bakterii, grzybów, owadów, dżdżownic po ssaki [Kaczmarek i in. 2008, Kosicka i in. 2015, Kucharski i Jastrzębska 2005, Priyadi i in. 2005, Szewczuk i in. 2016, Zarzecka i Gugała 2013]. Od kilkunastu lat wprowadzane są do uprawy efektywne mikroorganizmy, tzw. EM (Effective Microorganisms), co do których jest nadzieja, że mogą spełnić wymagania integrowanej ochrony roślin [Bolińska 2005, Kalitkiewicz i Kępińska 2008, Kosicka i in. 2015, Pszczółkowski i in. 2017, Sobolewski i in. 2013]. Efektywne mikroorganizmy, które stanowią mieszaninę naturalnie występujących mikroorganizmów (głównie bakterii kwasu mlekowego, drożdży, aktynumini, bakterii fotosyntetycznych i niektórych grzybów), są wykorzystane w celu poprawy jakości gleby, zwiększenia odporności roślin uprawnych na patogeny i zwiększenia ich plonowania, zwłaszcza w systemie ekologicznego gospodarowania [Sawicka i in. 2006, 2007, Xu 2000], chociaż Martyniuk [2010] wyraża sceptyczną opinię na ten temat. Stąd też podjęte badania miały na celu ocenę wpływu różnych wariantów uprawy z aplikacją preparatów mikrobiologicznych, z użyciem efektywnych mikroorganizmów i ekstraktów z ziół, w porównaniu z wariantem uprawy z ograniczaniem zarazy ziemniaka przy pomocy fungicydów oraz z obiektem kontrolnym, bez użycia fungicydów, preparatów mikrobiologicznych i wyciągów z ziół, na plonowanie dwu odmian ziemniaka.

## MATERIAŁ I METODY

Badania polowe przeprowadzono w latach 2014–2016, w Zakładzie Doświadczalnym Oceny Odmian w Uhninie (51°34' N, 23°02' E), na glebie płowej, lekko kwaśnej. Eksperyment wykonano metodą bloków losowanych, w układzie zależnym, split-plot, w trzech powtórzeniach, zgodnie z obowiązującą w stacjach COBORU metodyką badania wartości gospodarczej odmian roślin uprawnych (WGO) [Lenartowicz 2013]. Czynnikiem I rzędu były odmiany ziemniaka (wczesna odmiana Vineta i średnio wczesna Satina), zaś czynnik II rzędu stanowiło 6 wariantów uprawy (jeden wariant z ochroną fungicydową przed zarazą ziemniaka, dwa warianty ze stosowaniem efektywnych mikroorganizmów (EM); dwa warianty z użyciem efektywnych mikroorganizmów i ekstraktów z ziół oraz obiekt kontrolny, bez stosowania fungicydów, efektywnych mikroorganizmów ani wyciągów z ziół, z opryskiwaniem bulw ziemniaka czystą wodą przed sadzeniem).

Wariant A (standardowy) – trzy zabiegi z ochroną przeciwko zarazie ziemniaka (bez stosowania bio-preparatów). Ich aplikacja tj. terminy i dawki były zgodnie z zaleceniami IOR-PIB (tab. 1);

Wariant B – bulwy przed sadzeniem zaprawiano w wodnym roztworze EmFarma™ (1 dm EmFarma™ 10 dm wody<sup>-1</sup>). Czas zaprawiania bulw trwał 5 minut. W trakcie wegetacji zastosowano 3 zabiegi preparatami EmFarma Plus™ (12 dm<sup>-1</sup>) + Ema5™ (2 dm<sup>-1</sup>) w 400 dm wody·ha<sup>-1</sup>. Pierwszy zabieg wykonywano w fazie 19 BBCH, drugi – 2 tygodnie po pierwszym; trzeci – w fazie 65 BBCH (w czasie pełni kwitnienia ziemniaka) [Bleinholder i in. 2005].

Wariant C – bulwy przed sadzeniem zaprawiano wodnym roztworem EmFarma™ z wyciągiem wrotycza i krwawnika (1 dm preparatu·10 dm wody<sup>-1</sup>) przez 5 minut. Ponadto w czasie wegetacji roślin zastosowano 3 zabiegi nalistne preparatami: EmFarma Plus™ (w dawce 12 dm<sup>-1</sup>) oraz Ema5™ (2 dm dm<sup>-1</sup>) w 400 dm wody·ha<sup>-1</sup>. Pierwszy zabieg aplikowano w fazie 19 BBCH; drugi – 2 tygodnie po pierwszym; trzeci – w fazie 65 BBCH (w czasie kwitnienia ziemniaka) [Bleinholder i in. 2005];

Tabela 1. Dawki i terminy aplikacji fungicydów w wariacie standardowym, w latach 2014–2016  
 Table 1. Dose and terms of application of fungicides in the standard cultivation, 2014–2016

Lata Years	Terminy aplikacji Application terms	Nazwa handlowa fungicydu Trade name of fungicide	Dawka fungicydu Dose of fungicide (dm/kg·ha <sup>-1</sup> )
2014	16.06.2014	Infinito 687,5 SC	1,6 dm·ha <sup>-1</sup>
	27.06.2014	Ridomil Gold MZ 67,8 WG	2,0 kg·ha <sup>-1</sup>
	11.07.2014	Infinito 687,5 SC	1,6 dm·ha <sup>-1</sup>
2015	02.07.2015	Infinito 687,5 SC	1,6 dm·ha <sup>-1</sup>
	15.07.2015	Ridomil Gold MZ 67,8 WG	2,0 kg·ha <sup>-1</sup>
	27.07.2015	Infinito 687,5 SC	1,6 dm·ha <sup>-1</sup>
2016	22.06.2016	Infinito 687,5 SC	1,6 dm·ha <sup>-1</sup>
	05.07.2016	Ridomil Gold MZ 67,8 WG	2,0 kg·ha <sup>-1</sup>
	20.07.2016	Infinito 687,5 SC	1,6 dm·ha <sup>-1</sup>

Wariant D – bulwy przed sadzeniem zaprawiano wodnym roztworem EmFarma<sup>TM</sup> (1 dm·10 dm wody<sup>-1</sup>) przez 5 minut. W czasie wegetacji ziemniaka wykonano 8-10 zabiegów w zależności od odmiany i przebiegu warunków meteorologicznych w okresie wegetacji, preparatami: EmFarma Plus<sup>TM</sup> (po 10 dm<sup>-1</sup>) oraz preparatem Ema5<sup>TM</sup> (1 dm<sup>-1</sup>), co trzeci zabieg, w 400 dm wody·ha<sup>-1</sup>. Pierwszy zabieg aplikowano w fazie 19 BBCH, zaś kolejne, co 7 dni, aż do początku dojrzałości (faza 91 BBCH) [Bleinholder i in. 2005].

Wariant E – bulwy przed sadzeniem zaprawiano wodnym roztworem EmFarma<sup>TM</sup> z wyciągiem wrotczyca i krwawnika (1 dm·10 dm wody<sup>-1</sup>) przez 5 minut. W czasie wegetacji ziemniaka stosowano opryskiwanie roślin preparatami: EmFarma Plus<sup>TM</sup> (10 dm<sup>-1</sup>) oraz Ema5<sup>TM</sup> (1 dm<sup>-1</sup>), co trzeci zabieg, w 400 dm wody·ha<sup>-1</sup>. Pierwszą aplikację wykonano w fazie 19 BBCH, zaś kolejne, co 7 dni, aż do fazy 91 BBCH (początku dojrzałości) [Bleinholder i in. 2005]. W czasie wegetacji ziemniaka wykonano od 8 do 10 zabiegów, zależnie od odmiany i warunków meteorologicznych w okresie wegetacji.

Wariant F – bulwy ziemniaka przed sadzeniem moczone w czystej wodzie przez 5 minut. Kombinacja ta stanowiła obiekt kontrolny.

Przedplonem ziemniaka było pszenżyto ozime. W doświadczeniu stosowano stałe nawożenie NPK w wysokości: (90 kg N; 39,3 kg P; 112,0 kg K·ha<sup>-1</sup>), ponadto jesienią przyorywano poplon gorczyca, w ilości 20 t·ha<sup>-1</sup>. Bulwy sadzono w trzeciej dekadzie kwietnia, w rozstawie 67,5 x 37 cm. Materiał sadzeniakowy stanowiły bulwy w klasie C/A. Powierzchnia poletek do zbioru wynosiła 15 m<sup>2</sup>. Zabiegi agrotechniczne oraz zabiegi ochrony roślin przed stonką ziemniaczaną przeprowadzono zgodnie z zaleceniami IOR-PIB. Zbiór bulw wykonano w okresie pełnej dojrzałości fizjologicznej bulw, tj. w fazie 99 wg skali BBCH. W czasie zbioru określono plon bulw i jego strukturę według frakcji: <4, 4–5, 5–6, >6 cm średnicy. Za plon handlowy uznano plon frakcji większej od 4 cm średnicy, z wyłączeniem bulw uszkodzonych mechanicznie i przez szkodniki oraz zazielenionych.

Uzyskane wyniki badań opracowano statystycznie. Wyliczenia statystyczne oparto o model trójczynnikowej analizy wariancji (ANOVA) oraz wielokrotne testy t-Tukey'a, przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ . Testy porównań wielokrotnych umożliwiły szczegółowe analizy porównań średnich, poprzez wyodrębnianie jednorodnych statystycznie grup średnich (grupy homogeniczne) oraz wyznaczanie tzw. najmniejszych istotnych różnic średnich, które przy testach Tukeya oznaczane jako HSD (Tukey's Honest Significant Difference). Ponadto obliczono dla każdej zmiennej łączny współczynnik zmienności (CV lub RSD – ang. relative standard deviation). Jest on miarą zmienności losowej analizowanych zmiennych [SAS 9.2 2008].

Badania polowe przeprowadzono na glebie kompleksu żytniego dobrego (klasa IVa). Odczyn gleby był lekko kwaśny (5,8-6,4 pH w 1n KCl). Gleba odznaczała się bardzo wysoką zawartością przyswajalnego fosforu, średnią zawartością potasu i niską do bardzo wysokiej zawartością przyswajalnego magnezu, zależnie od roku (tab. 2).

Tabela 2. Zasobność gleb doświadczenia w przyswajalny fosfor, potas i magnez oraz pH gleby (2014–2016)

Table 2. Conditions of field experiences, abundance of soil available phosphorus, potassium and magnesium and pH of the soil (2014–2016)

Lata Years	Zawartość przyswajalnych form (mg·kg <sup>-1</sup> s.m. gleby) The content of available forms (mg·kg <sup>-1</sup> in DM of soil)			pH (1M KCl)
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg	
2014	228	158	34	6,4
2015	201	131	78	5,9
2016	189	109	70	5,8
Średnia – Mean	206	133	61	6,0

Warunki meteorologiczne w latach badań były zróżnicowane. Na podstawie wielkości opadów i temperatury powietrza wyznaczono wartości współczynnika hydrotermicznego Sieliana-nova [Skowera 2014], który jest miarą efektywności opadów w danym miesiącu. Według tego współczynnika rok 2014 można zaliczyć do wilgotnych, zaś rok 2016 - do przeciętnych. Najmniej korzystny rozkład opadów odnotowano w 2015 roku, w którym wystąpił duży niedobór opadów w okresie czerwiec-sierpień, decydujący o gromadzeniu plonu, a przy tym wystąpiły bardzo wysokie temperatury powietrza, przekraczające średnią wieloletnią. Najkorzystniejszy rozkład opadów i ich ilość odnotowano w pierwszym roku badań. W 2016 roku, w maju i sierpniu był niedobór opadów, a wrzesień okazał się bardzo suchy (tab. 3).

Tabela 3. Opady, temperatury powietrza i współczynnik hydrotermiczny Sielanianova, w okresie wegetacji ziemniaka, wg stacji meteorologicznej w Uhninie, w latach 2014–2016

Table 3. Rainfalls, air temperature and the hydrothermal of coefficient of Sielanianov, during the growing season of potato, according to the meteorological station in Uhnin 2014–2016

Rok Year	Miesiąc Month	Opady - Rainfall (mm)	Temperatura Temperature	Współczynnik Sielanianova Coefficient of Sielanianov*
2014	IV	43,0	11,1	1,3
	V	141,4	14,7	3,1
	VI	85,2	15,9	1,8
	VII	69,7	21,1	1,1
	VIII	95,8	19,2	1,6
	IX	19,6	14,6	0,4
	Suma – Total	454,7	–	–
2015	IV	61,8	8,8	2,3
	V	120,3	12,8	3,0
	VI	46,7	16,7	0,9
	VII	45,2	19,4	0,8
	VIII	6,1	21,4	0,1
	IX	130,2	15,5	2,8
	Suma – Total	410,3	–	–
2016	IV	47,1	10,0	1,6
	V	46,3	15,3	1,0
	VI	87,3	19,1	1,5
	VII	114,1	20,5	1,8
	VIII	41,0	19,5	0,7
	IX	11,8	15,5	0,3
	Suma – Total	347,6	–	–

\* – Skowera [2014]; £ 0,4 – skrajnie suchy/extremely dry; 0,4–0,7 – bardzo suchy/very dry; 0,7–1,0 – suchy/dry; 1,0–1,3 – dość suchy/rather dry; 1,3–1,6 – optymalny – optimal; 1,6–2,0 – dość wilgotny/quite wet; 2,0–2,5 – wilgotny/wet; 2,5–3,0 – bardzo wilgotny/rather humid; >3,0 skrajnie wilgotny/extremely humid

## WYNIKI

Zastosowane warianty uprawy wpłynęły istotnie na wielkość plonu ogólnego ziemniaka. Istotne różnice wykazano między wariantem (E), z zaprawianiem bulw przed sadzeniem wodnym roztworem EmFarmaTM z wyciągiem wrotczyca i krwawnika oraz aplikacją preparatów: EmFarma PlusTM oraz Ema5TM, co 7 dni, począwszy od fazy 19 do fazy 91 w skali BBCH,

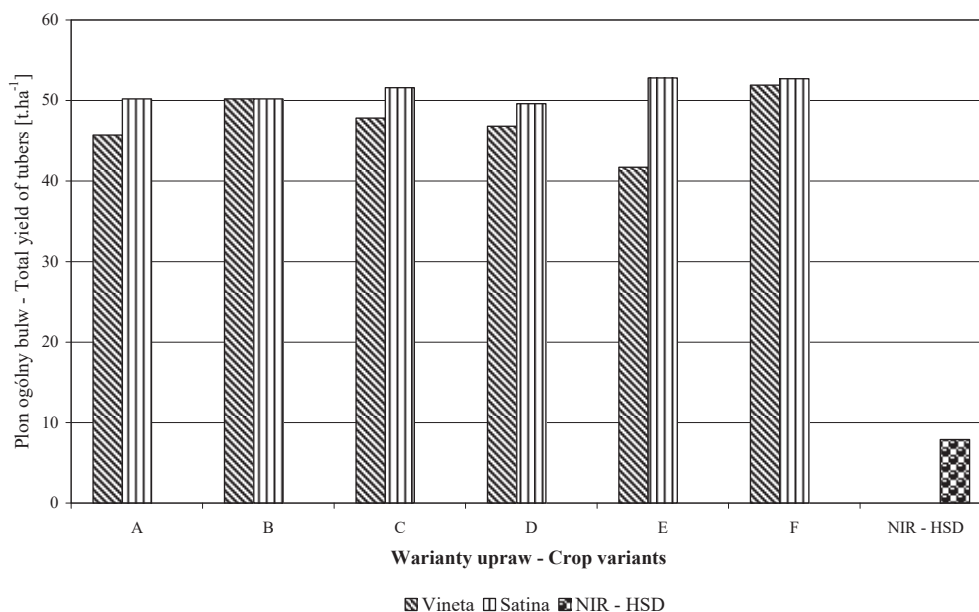
w czasie wegetacji ziemniaka, a obiektem kontrolnym, na korzyść tego ostatniego. Pozostałe technologie uprawy okazały się homogeniczne względem siebie (nie różniły się istotnie między sobą) (tab. 4). Bardziej plenną okazała się średnio wczesna odmiana Satina, niż wczesna Vineta. Istotne różnice między tymi odmianami wystąpiły jednak dopiero w 3 roku badań, w którym w okresie gromadzenia plonu, w maju i sierpniu, był znaczny niedobór opadów. Odmiana Satina okazała się bardziej odporna na suszę. Warunki meteorologiczne w latach badań decydowały istotnie o plonie ogólnym bulw. Najniższe plony uzyskano w drugim roku badań, w którym wystąpiła susza glebowa w okresie akumulacji plonu bulw (czerwiec – sierpień), najwyższe zaś – w 2014, optymalnym pod względem ilości i rozkładu opadów roku (tab. 4).

Tabela 4. Wpływ wariantów uprawy, odmian i lat na plon ogólny bulw ( $t \cdot ha^{-1}$ )  
Table 4. Influence of crop variants, cultivars and years on the overall yield of tubers ( $t \cdot ha^{-1}$ )

Czynniki eksperymentu Experimental factors		2014	2015	2016	Średnia Mean
Warianty upraw Crop variants	A*	57,9	35,5	50,6	47,9
	B	60,8	38,2	51,6	50,2
	C	57,9	40,8	50,5	49,7
	D	59,7	37,0	48,0	48,2
	E	55,5	38,3	48,1	47,3
	F	60,7	46,6	49,7	52,3
NIR <sub>0,05</sub> –HSD <sub>0,05</sub>		10,4			4,8
Odmiany Cultivars	Vineta	57,7	39,1	45,3	47,4
	Satina	59,8	39,6	54,2	51,2
NIR <sub>0,05</sub> –HSD <sub>0,05</sub>		4,8			1,9
Średnia – Mean		58,7	39,4	49,8	–
NIR <sub>0,05</sub> –HSD <sub>0,05</sub>		2,8			–

CV-RSD (%) – 10,1%

\* A – standard – 3 zabiegi z ochroną przeciwko zarazie ziemniaka/standard: 3 treatments with protection against potato late blight; B – bulwy przed sadzeniem zaprawiano w wodnym roztworze EmFarmaTM + w czasie wegetacji zastosowano 3 zabiegi preparatami EmFarma PlusTM + Ema5TM/pre-planting tubers were treated with EmFarmaTM + Ema5TM in aqueous solution during vegetation 3 treatments; C – bulwy przed sadzeniem zaprawiano w wodnym roztworze EmFarmaTM z wyciągiem wrotczyca i krwawnika, a w czasie wegetacji stosowano 3 zabiegi: EmFarma PlusTM i Ema5TM/the tubers for the planting was treatments in EmFarmaTM aqueous solution with a vetiver and yarrow extract and while vegetation period of potato applied 3 treatments: EmFarma PlusTM and Ema5TM; D – bulwy przed sadzeniem zaprawiano wodnym roztworem EmFarmaTM, a w czasie wegetacji ziemniaka wykonano 8–10 zabiegów preparatami: EmFarma PlusTM oraz Ema5TM, co trzeci zabieg /the tubers were treated with aqueous solution of EmFarmaTM before planting, and during the vegetation of potato, 8–10 treatments were made: EmFarma PlusTM and Ema5TM, every third treatment; E – bulwy zaprawiano wodnym roztworem EmFarmaTM z wyciągiem wrotczyca i krwawnika a w czasie wegetacji ziemniaka stosowano 8–10 zabiegów preparatami: EmFarma PlusTM i Ema5TM, co trzeci zabieg/the tubers were treated with aqueous solution of EmFarmaTM with vetiver and yarrow extract and during potato vegetation 8–10 treatments were applied: EmFarma PlusTM and Ema5TM, every third treatment; F – bulwy ziemniaka przed sadzeniem moczone w czystej wodzie (obiekt kontrolny)/potato tubers prior to planting soaked in clean water (control object).



Warianty upraw jak w tabeli 4/Crop variants as in the Tables 4

Rys. 1. Wpływ wariantów uprawy i odmian na plon ogólny bulw  
Fig. 1. Effect of crop variants and cultivars on total yield of tubers

Spośród badanych odmian jedynie odmiana Vineta reagowała istotnie ujemnie na wariant uprawy z zaprawianiem bulw przed sadzeniem wodnym roztworem EmFarma<sup>TM</sup> z wyciągiem wrotczyca i krwawnika oraz 8-krotną aplikacją preparatów: EmFarma Plus<sup>TM</sup> oraz Ema5<sup>TM</sup> (rys. 1).

Udział bulw, o kalibrze odpowiadającym frakcji handlowej, o średnicy ponad 4 cm, był bardzo wysoki i stanowił aż 97%. Najwyższy udział tych bulw w plonie ogólnym uzyskano na obiekcie kontrolnym, najniższy zaś w wariantcie A, w którym aplikowano tylko fungicydy. Pozostałe warianty uprawy, ze stosowaniem efektywnych mikroorganizmów (EM), okazały się homogeniczne pod tym względem (tab. 5). Badane odmiany nie miały istotnego wpływu na udział bulw handlowych w plonie ogólnym. Stwierdzono natomiast współdziałanie odmian z latami. Odmiana Satina wytworzyła istotnie najmniejszy odsetek bulw o kalibrze >4 cm w 2015, skrajnie suchym roku.

Warianty uprawy nie wywarły istotnego wpływu na plon handlowy bulw. Obserwowano jedynie tendencję do spadku wartości tej cechy pod wpływem wariantu z użyciem efektywnych mikroorganizmów, w stosunku, tak do zabiegów przedsadzeniowych, jak i ochronnych, w okresie wegetacji ziemniaka (tab. 6). Badane odmiany istotnie kształtowały wielkość plonu handlowego. Średnio wczesna Satina wydała istotnie wyższy plon handlowy niż wczesna odmiana Vineta; przy czym obydwie odmiany najwyższy plon uzyskały w 2014, optymalnym pod względem rozkładu opadów roku, a odmiana Satina odznaczała się homogenicznym plonem bulw handlowych w latach 2014 i 2016. Czynniki losowe, związane z przebiegiem warunków atmosferycznych w latach badań, istotnie modyfikował plon handlowy bulw. Najwyższy plon

Tabela 5. Wpływ wariantów uprawy, odmian i lat na udział bulw handlowych w plonie ogólnym (%)  
 Table 5. Effect of crop variants, cultivars and years on the percentage of commercial tubers in total yield (%)

Czynniki eksperymentu Experimental factors		2014	2015	2016	Średnia Mean
Warianty upraw Crop variants	A*	94,6	95,6	96,6	95,6
	B	96,6	96,9	96,8	96,7
	C	98,5	97,0	97,3	97,6
	D	96,1	96,6	97,9	96,8
	E	97,9	96,5	98,2	97,5
	F	98,5	97,5	97,8	97,9
NIR <sub>0,05</sub> -HSD <sub>0,05</sub>		r.n.			1,4
Odmiany Cultivars	Vineta	96,6	97,4	97,4	97,1
	Satina	97,4	96,0	97,4	96,9
NIR <sub>0,05</sub> -HSD <sub>0,05</sub>		1,4			r.n.
Średnia – Mean		97,0	96,7	97,4	–
NIR <sub>0,05</sub> -HSD <sub>0,05</sub>		r.n.			

CV-RSD(%) – 1,3; \* oznaczenia jak w tabeli 4/explanations as in table 4  
 r.n. – różnica nieistotna/no significant differences

Tabela 6. Wpływ wariantu uprawy, odmian i lat na plon handlowy bulw (t·ha<sup>-1</sup>)  
 Table 6. Effect of crop variant, cultivars and years on commercial yield of tubers (t·ha<sup>-1</sup>)

Czynniki eksperymentu Experimental factors		2014	2015	2016	Średnia Mean
Warianty upraw Crop variants	A*	54,7	33,9	48,9	45,9
	B	58,7	37,0	49,9	48,5
	C	57,1	39,5	49,2	48,5
	D	57,4	35,7	47,0	46,7
	E	54,3	36,9	47,2	46,1
	F	59,8	45,4	48,6	51,3
NIR <sub>0,05</sub> -HSD <sub>0,05</sub>		17,5			r.n.
Odmiany Cultivars	Vineta	55,7	38,1	44,1	46,0
	Satina	58,3	38,0	52,8	49,7
NIR <sub>0,05</sub> -HSD <sub>0,05</sub>		5,7			1,9
Średnia – Mean		57,0	38,1	48,4	–
NIR <sub>0,05</sub> -HSD <sub>0,05</sub>		2,9			–

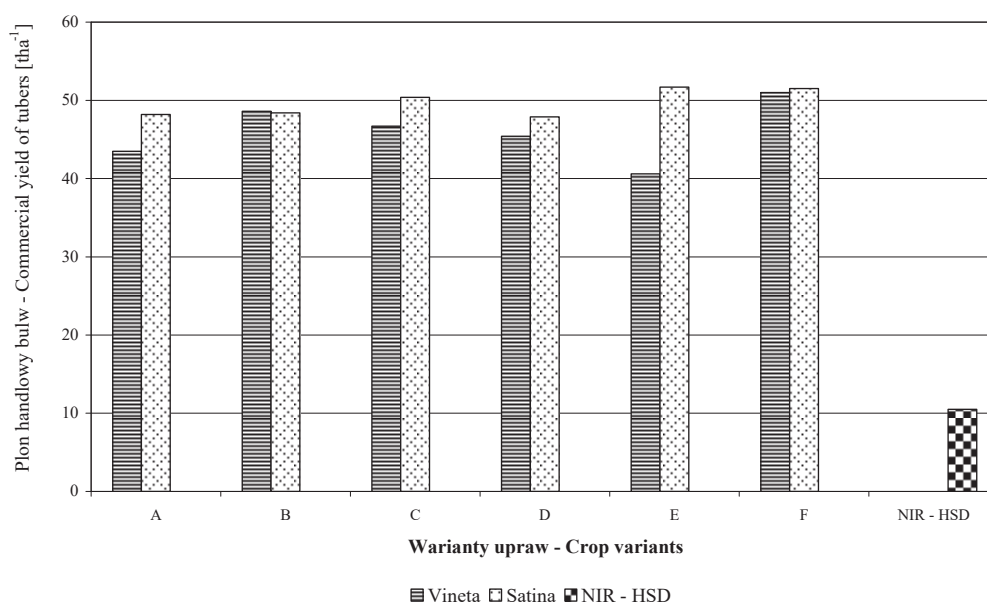
CV-RSD (%) – 8,1%; \* oznaczenia jak w tabeli 4/explanations as in table 4  
 r.n. – różnica nieistotna/no significant differences



handlowy uzyskano w 2014, optymalnym pod względem opadów roku, najniższy zaś – w suchym, 2015 roku.

Spośród badanych odmian jedynie wczesna Vineta zareagowała istotnym spadkiem plonu handlowego na wariant uprawy z użyciem wodnego roztworu EmFarma™ z wyciągiem wrotycza i krwawnika oraz z aplikacją preparatów: EmFarma Plus™ oraz Ema5™, co 7 dni, począwszy od fazy 19 do fazy 91 w skali BBCH, w czasie wegetacji ziemniaka, w stosunku do obiektu kontrolnego. Pozostałe technologie z aplikacją preparatów mikrobiologicznych okazały się homogeniczne, pod względem wielkości tej cechy i nie różniły się istotnie od obiektu kontrolnego (rys. 2).

Współczynnik zmienności CV (%), który jest miarą zmienności losowej w analizowanych wynikach doświadczeń był bardzo niski i wynosił od 1,3 do 10,1%. Oznacza to, że są one wiarygodne i że występuje duże zaufanie do uzyskanych wyników z doświadczeń (tabele 4-6).



Warianty upraw jak w tabeli 4/Crop variants as in the Tables 4

Rys. 2. Wpływ wariantów uprawy i odmian na plon handlowy bulw  
Fig. 2. Effect of crop variants and cultivars on commercial yield of tubers

## DYSKUSJA

Wobec niedoboru nawozów naturalnych, jak i naturalnych środków ochrony roślin, liczni autorzy [Bolińska 2005, Emitazi i in. 2004, Kaczmarek i in. 2008, Kalitkiewicz i Kępińska 2008, Kołodziejczyk 2014a, 2014b, Kosicka i in. 2015, Martyniuk 2011, Mayer i in. 2008,

Sobolewski i in. 2013, Szewczuk i in. 2016, Xu 2000, Zarzecka i Gugęła 2013] proponuję w zamian preparaty mikrobiologiczne, będuę alternatywę dla syntetycznych nawozów, jak i konwencjonalnych środków ochrony roślin [Galarreta i in. 2006, Xu 2000].

Biopreparaty znalazły szerokie zastosowanie w uprawach ogrodniczych i rolniczych, przyczyniając się, zarówno do zwiększenia przyswajalności pierwiastków trudnodostępnych dla roślin, polepszenia warunków próchnicotwórczych gleby, jak i zwiększenia biomasy roślin i poprawy ich jakości [Kołodziejczyk 2014b, Kosicka i in. 2015, Szewczuk i in. 2016, Zarzecka i Gugęła 2013]. Zwolennicy stosowania tych preparatów udowadniają ich korzystny wpływ na właściwości fizyko-chemiczne i mikrobiologiczne gleby [Janas 2009, Kołodziejczyk 2014a, 2014b]. Inni zaś wykazali małą ich wiarygodność [Martyniuk 2010, Martyniuk i Księżniak 2011]. Autorzy Ci sugeruję, iż, co do preparatów mikrobiologicznych, zalecanych i rejestrowanych na potrzeby rolnictwa ekologicznego, procedura rejestracyjna jest łagodniejsza i nie stawia wymogów, co do prowadzenia badań potwierdzających efektywność tych produktów. Zdaniem Martyniuka i Księżnaka [2011] biopreparaty pochodzenia japońskiego (EM) i różne ich modyfikacje (EM1, EM5, Ema, EM-Farming) nie spełniają większości wymogów, pod względem mikrobiologicznym stawianym produktom wykorzystywanym, zarówno w ochronie, jak i uprawie roślin. Nieznany jest bowiem w preparatach mikrobiologicznych EM ich skład gatunkowy, gdyż podaje się tylko, że zawierają one 80 gatunków mikroorganizmów beztlenowych i tlenowych reprezentowanych przez bakterie fermentacji mlekowej, jak również bakterie fototroficzne, promieniowce, drożdże i inne grzyby, brak jest natomiast danych na temat liczebności tych grup drobnoustrojów [Higa, 2003]. Z badań Mayera i in. [2008], przeprowadzonych w warunkach szwajcarskich, gdzie na ziemniak, jęczmień ozimy, lucernę, pszenicę ozimą stosowano dwie technologie: jedną „zerową” – bez EM, a w drugiej do opryskiwania gleby, bądź roślin, użyto takiego samego płynu (rozcieńczonej zawiesiny EM), jak we właściwym obiekcie badawczym, ale po inaktywacji w nim mikroorganizmów, nie stwierdzono istotnego wpływu preparatów EM na plony badanych roślin, ani na właściwości mikrobiologiczne gleby. Van Vliet i in. [2006] wykazali nieskuteczność preparatu EM-A w działaniu, zarówno na gnojowicę, jak i na plonowanie trawy, na którą stosowano ten preparat. Autorzy ci oceniali również jakość produktu EM-A pod kątem mikrobiologicznym oraz analizowali DNA wyekstrahowanego z tego preparatu i stwierdzili niskie liczebności bakterii w preparacie EM-A, mimo, iż po aktywacji tego preparatu liczebność bakterii wzrosła. Udowodnili oni ponadto, że różne serie nieaktywowanych, jak i aktywowanych produktów EM charakteryzuję się dużą zmiennością pod względem zawartości w nich bakteryjnego DNA, co dowodzi bardzo małej stabilności tych preparatów.

W przeprowadzonych badaniach stwierdzono jedynie istotną różnicę w plonie ogólnym bulw między wariantem (E), a obiektem kontrolnym, na korzyść tego ostatniego. W pozostałych wariantach uprawy z użyciem fungicydów i efektywnych mikroorganizmów (EM) nie stwierdzono istotnych różnic w plonie ogólnym i handlowym bulw ziemniaka, w stosunku do obiektu kontrolnego. Stewart i Daly [1999] oraz Van Vliet i in. [2006] tłumaczę ten brak efektu mineralizacją węgla. Xu [2000] twierdzi natomiast, iż efektywne mikroorganizmy (EM), stosowane wobec nawozów organicznych wspomagaję wzrost i aktywność korzeni, a także zwiększaję ich wydajność i zdolność fotosyntetyczną, co powoduję zwiększenie plonu roślin. Autorzy Ci sugeruję, iż wynika to w znacznym stopniu z wyższej dostępności składników odżywczych ułatwiających aplikację EM w czasie.

Badane odmiany wykazały istotne zróżnicowanie, tak pod względem plonu ogólnego, jak i handlowego bulw. Średnio wczesna Satina wytworzyła istotnie wyższy ogólny i handlowy plon bulw niż odmiana Vineta, co wynikało zarówno z potencjalnej plenności tych odmian, jak i ich długości okresu wegetacji. Wpływ cech odmianowych na plonowanie ziemniaka po-

twierdza wielu autorów [Galarreta i in. 2006, Kołodziejczyk 2014a, 2014b, Luthra i in. 2009, Pszczółkowski 2017].

Reakcja badanych odmian na zastosowane warianty uprawy okazała się zróżnicowana. Satina reagowała istotnym wzrostem plonu na aplikację EM w wariantcie (E), gdzie oprócz zabiegów przedsadzeniowych, zaaplikowano osiem zabiegów preparatami mikrobiologicznymi, zaczynając ochronę roślin ziemniaka od fazy 19 do fazy 91 BBCH. Należy przypuszczać, że odmiana ta lepiej wykorzystywała efektywne mikroorganizmy do ochrony przed zarazą ziemniaka (*Phytophthora infestans* Mont de Bary), jak i przed suchą plamistością (*Alternaria solani*). Boligłowa [2005] wykazała, że szczepienie gleby efektywnymi mikroorganizmami (EM) przed sadzeniem bulw ziemniaka najlepiej chroni je przed ospowatością (*Rhizoctonia solani*) a także przed parchem zwykłym (*Streptomyces scabies*).

Wysokie plony badanych odmian na obiekcie kontrolnym można tłumaczyć ich wysokim genetycznym potencjałem plonotwórczym [Khayatnezhad i in. 2011, Pszczółkowski 2017].

Plon bulw był uzależniony również od układu warunków meteorologicznych w latach badań. Najwyższy plon ogólny i handlowy bulw uzyskano w pierwszym roku badań, o optymalnych i korzystnie rozłożonych opadach, zaś najniższy w 2015 roku, w którym wystąpiła susza. Taka reakcja roślin na przebieg pogody była udowodniona przez wielu autorów [Galarreta i in. 2006, Khayatnezhad i in. 2011, Kołodziejczyk 2014a, 2014b].

## WNIOSKI

1. Zaprawianie bulw przed sadzeniem wodnym roztworem EmFarma™ z wyciągiem wrotycza i krwawnika oraz aplikacja preparatów: EmFarma Plus™ oraz Ema5™, co 7 dni, począwszy od fazy 19 do fazy 91 w skali BBCH, w czasie wegetacji ziemniaka, przyczyniła się istotnego obniżenia plonu ogólnego i handlowego, w stosunku do obiektu kontrolnego, bez zabiegów. Pozostałe warianty doświadczenia z użyciem preparatów mikrobiologicznych okazały się homogeniczne, pod względem wielkości obu cech i nie różniły się istotnie od obiektu kontrolnego, bez stosowania żadnych zabiegów.
2. Odmianą o wyższym potencjale plonowania okazała się średnio wczesna Satina, niż wczesna Vineta.
3. Reakcja odmian na zastosowane warianty uprawy była zróżnicowana. Wczesna odmiana Vineta reagowała spadkiem plonu ogólnego i handlowego w wariantcie uprawy z zaprawianiem bulw przed sadzeniem wodnym roztworem EmFarma™ z wyciągiem wrotycza i krwawnika oraz 8-krotną aplikacją preparatów: EmFarma Plus™ oraz Ema5™.
4. Plon ogólny i handlowy bulw okazały się uzależnione od warunków meteorologicznych w latach badań. Tworzeniu plonu bulw bardziej sprzyjały warunki o optymalnej wilgotności i przeciętnej temperaturze powietrza, zaś nie sprzyjała im wysoka, średnia temperatura powietrza i susza w okresie wegetacji roślin.

## PIŚMIENNICTWO

- Bleinholder H., Buhr L., Feller C., Hack H., Hess M., Klose R., Meier U., Stauss R., van den Boom T., Weber E., Lancashire P.D., Munger P. 2005. Compendium of Growth Stage Identification Keys for Mono- and Dicotyledonous Plants. Tłum. Adamczewski K., Matysiak K. Wyd. IOR, Poznań, 15–112.
- Boligłowa E. 2005. Ochrona ziemniaka przed chorobami i szkodnikami przy użyciu Efektywnych Mikroorganizmów (EM) z udziałem ziół. W: Wybrane zagadnienia ekologiczne we współczesnym rolnictwie. Wyd. PIMR Poznań, Monogr., Zbytek Z. (red.): 165–170.

- Emitazi G., Nader A., Etemadifar Z. 2004. Effect of nitrogen fixing bacteria on growth of potato tubers. *Adv. Food Sci.* 26: 56–58.
- Galarreta J.I.R., Ezpelata B., Pascualena J., Ritter E. 2006. Combining ability in early generations of potato breeding. *Plant Breeding* 125: 183–186.
- Higa T., 2003. Rewolucja w ochronie naszej planety. Wyd. Fundacja – Rozwój SGGW, Warszawa, ss. 152.
- Janas R. 2009. Możliwości wykorzystania Efektywnych Mikroorganizmów w ekologicznych systemach produkcji roślin uprawnych. *Probl. Inż. Rol.* 3: 111–119.
- Kaczmarek Z., Jakubus M., Grzelak M., Mrugalska L. 2008. Wpływ dodatków różnych dawek efektywnych mikroorganizmów do poziomów orno-próchnicznych gleb mineralnych na ich właściwości fizyczne i wodne. *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 53(3): 118–121.
- Kalitkiewicz A., Kępińska E. 2008. Wykorzystanie ryzobakterii do stymulacji wzrostu roślin. *Biotechnologia* 2: 102–114.
- Khayatnezhad M., Shahriari R., Gholamin R., Jamaati-e-Somarin S., Zabihi-e-Mahmoodabad R. 2011. Correlation and path analysis between yield and yield components in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Middle-East J. Sci. Res.* 7: 17–21.
- Kołodziejczyk M. 2014a. Effectiveness of nitrogen fertilization and application of microbial preparations in potato cultivation. *Turk. J. Agric. Forestry* 38: 299–310.
- Kołodziejczyk M. 2014b. Effect of nitrogen fertilization and microbial preparations on potato yielding. *PSE* 60(8): 379–386.
- Kosicka D., Wolna-Maruwka A., Trzeciak M. 2015. Wpływ preparatów mikrobiologicznych na glebę oraz wzrost i rozwój roślin. *Kosmos* 64(2): 327–335.
- Kucharski J., Jastrzębska E. 2005. Rola efektywnych mikroorganizmów w kształtowaniu właściwości mikrobiologicznych gleby. *Inż. Ekol.* 12: 295–296.
- Lancaster S.H., Haney R.L., Senseman S.A., Hons F.M., Handler J.M. 2006. Soil microbial activity is affected by Roundup WeatherMax and pesticides applied to cotton (*Gossypium hirsutum*). *J. Agric. Food Chem.* 54: 7221–7226.
- Lenartowicz T. 2013. Metodyka badania wartości gospodarczej odmian (WGO). *Ziemniak*. Wyd. COBORU, Słupia Wielka.
- Luthra S.K., Gopal J., Singh B.P., Pandey S.K. 2009. Stability for tuber yield and its components in potato. *Potato J.* 36: 20–24.
- Martyniuk S. 2010. Wytwarzanie preparatów mikrobiologicznych na przykładzie bakterii symbiotycznych roślin motylkowatych. *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 55(4): 20–23.
- Martyniuk S., Książak J. 2011. Ocena wpływu pseudomikrobiologicznych biopreparatów stosowanych w uprawie roślin. *Pol. J. Agron.* 6: 27–33.
- Mayer J., Scheid S., Oberholzer HR. 2008. How effective are “Effective microorganisms”? Results from an organic farming field experiment. In: 16th JFOAM Organic World Congress, 18–20 June 2008, Modena, Italy: 40–43 (<http://orgprints.org>).
- Priyadi K., Hadi A., Siagan T.H., Nisa C., Azizah A., Raihani N., Inubushi K. 2005. Effect of soil type, applications of chicken manure and Effective Microorganisms on corn yield and microbial properties of acidic wetland soils in Indonesia. *Soil Sci. Plant Nutr.* 51: 689–691.
- Pszczółkowski P. 2017. *Ziemniak 2016. Wyniki Porejestranych Doświadczeń Odmianowych i Rolniczych w województwie małopolskim*. Wyd. SDOO Węgrzce, 90–116.
- Pszczółkowski P., Sawicka B., Danilchenko H., Jarienė E. 2017. The role of microbiological preparations in improving the quality of potato tubers. International Scientific Conference “New trends in food safety and quality”. Aleksandras Stulginskis University, Akademija, Lithuania, 5-7 October 2017: 22–23.
- SAS Institute Inc. 2008. SAS/STAT®9.2 User’s Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Sawicka B., Barbaś P., Kuś J. 2006. Wpływ zachwaszczenia łąnu na plon ogólny i handlowy bulw ziemniaka w warunkach ekologicznego i integrowanego systemu produkcji. *Pam Puł* 142: 429–443.
- Sawicka B., Barbaś P., Kuś J. 2007. Variability of potato yield and its structure in organic and integrated crop production systems. *EJPAU, Agronomy* 10(1), #02.
- Skowera B. 2014. Zmiany warunków hydrotermicznych na obszarze Polski (1971–2010). *Fragm Agron.* 31(2): 74–87.
- Sobolewski J., Gidlewska A., Szezech M., Robak J. 2013. *Trichoderma* spp. jako zaprawa nasienna przeciwko zgorzelom siewek roślin warzywnych. *Prog. Plant Prot.* 53: 340–344.

- Stewart D.P.C., Daly M.J. 1999. Influence of "effective microorganisms" (EM) on vegetable production and carbon mineralization – a preliminary investigation. *J. Sustain. Agric.* 14: 15–25.
- Szewczuk C., Sugier D., Baran S., Bielińska E.J., Gruszczyk M. 2016. Wpływ preparatów użyźniających i zróżnicowanych dawek nawozów na wybrane właściwości chemiczne gleb oraz plon i cechy jakościowe bulw ziemniaka. *Ann. UMCS, Sect. E, Agricultura* 71(2): 65–79.
- Van Vliet P.C.J., Bloem J., de Goede R.G.M. 2006. Microbial diversity, nitrogen loss and grass production after addition of Effective Micro-organisms® (EM) to slurry manure. *Appl. Soil Ecol.* 32: 188–198.
- Xu H.L. 2000. Effects of a microbial inoculant and organic fertilizer on the growth, photosynthesis and yield of sweet corn. *J. Crop Prod.* 3: 183–214.
- Zarzecka K., Gugala M., 2013. Wpływ użyźniacza glebowego UGmax na plon ziemniaka i jego strukturę. *Biul. IHAR* 267: 107–112.

P. PSZCZÓLKOWSKI, B. SAWICKA

#### EFFECT OF THE FUNGICIDES, MICROBIOLOGICAL PREPARATIONS AND EXTRACTS WITH HERBS ON THE YIELD OF POTATO

##### Summary

The results of the study were based on field experience conducted in the years 2014–2016, at the Experimental Station of Assessment Plant Variety in Uhnin (51°34' N, 23°02' E), on a slightly acidic of soil. The experiment was performed using the randomized block method, split-plot, in triplicate. The first order factor was potato cultivars (Vineta and Satina) and the second order factor was six variants crop (A) variant - using fungicides to combating of late blight of potato (B), (C), (D), (E) variants with effective microorganisms and herbal extracts, and (F) variant - without the use of fungicides, effective microorganisms and herbal extracts, as a control object. Organic and mineral fertilization under potato was on a constant level (20 t·ha<sup>-1</sup> white mustard on plowing and 90 kg N, 39.3 kg P, 112.0 kg K·ha<sup>-1</sup>). The experiment was carried out in accordance with the Central Crop Research Center (COBORU) methodology used to study the economic value of cultivars (WGO). Crop variant with used prior to the planting on the tubers of EmFarmaTM aqueous solution with the tansy and yarrow extracts and the application of EmFarma PlusTM and Ema5TM, every 7 days, starting from phase 19 to phase 91 on the BBCH scale during potato vegetation, contributed to a significant reduction on the yield, relative to the control object, without treatments. Other technologies using microbiological preparations proved to be homogeneous in terms of crop yields and did not differ significantly from the control, without any treatment. The higher potential yield turned out to be an average early cultivar Satina than the early cultivar Vineta. The response of the cultivars to the applied post-treatment and protective treatments was different. The Vineta cultivar has responded on the decline in total and commercial yields on the tubers of crop variant with use prior to the planting of aqueous solutions of EmFarmaTM with tansy and yarrow extract and 8 x applications of preparations of EmFarma PlusTM and Ema5TM.

**Key words:** effective microorganisms, extracts from herbs, fungicides, potato, cultivars, tubers yield

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 6.11.2017

Do cytowania – *For citation*

Pszczołkowski P., Sawicka B. 2018. Wpływ stosowania fungicydów, preparatów mikrobiologicznych i wyciągów z ziół na kształtowanie plonu ziemniaka. *Fragm. Agron.* 35(1): 81–93.