

Received: 31.12.2022 / Accepted: 11.01.2023

ARTYKUŁ ORYGINALNY

## Ocena ekonomiczna kontroli zachwaszczenia i odżywiania roślin ziemniaka za pomocą biostymulatorów

### Economic evaluation of weed control and nutrition of potato plants with the use of biostimulators

Iwona Mystkowska<sup>1\*</sup>, Krystyna Zarzecka<sup>2</sup>, Marek Gugąła<sup>2</sup>, Agnieszka Ginter<sup>2</sup>

#### Streszczenie

Zaprezentowano wyniki trzyletniego doświadczenia polowego w uprawie ziemniaka jadalnego odmiany Oberon z zastosowaniem pięciu metod kontroli zachwaszczenia i odżywiania biostymulatorami: obiekt kontrolny – pielęgnacja mechaniczna, Avatar 293 ZC (chlomazon + metrybuzyna), Avatar 293 ZC i PlonoStart, Avatar 293 ZC i Aminoplant oraz Avatar 293 ZC i Agro-Sorb Folium w układzie split-plot, dwuczynnikowego w trzech powtórzeniach. Celem badań była analiza efektywności ekonomicznej pięciu metod pielęgnacji i odżywiania biostymulatorami w zwalczaniu zachwaszczenia na plantacji ziemniaka odmiany Oberon przeprowadzonego na glebie średniej, którą określono na podstawie wskaźników przyjętych w ochronie roślin, takich jak: wskaźnik pokrycia kosztów  $W_{pk}$ , który wyniósł średnio 3,75 i wskaźników opłacalności  $E_1$  i  $E_2$ , które wynosiły średnio 20,34 i 5,68%. Wskaźniki opłacalności wykazały, że mechaniczno-chemiczna ochrona ziemniaka odmiany Oberon z zastosowaniem herbicydu i biostymulatorów była opłacalna.

**Słowa kluczowe:** efektywność ekonomiczna, kontrola zachwaszczenia, sposoby pielęgnacji, odmiana

#### Abstract

The results of a three-year field experiment in the cultivation of the edible potato of the Oberon cultivar with the use of five methods of weed control and nutrition with biostimulators were presented: control object – mechanical care, Avatar 293 ZC (chlomazone + metribuzin), Avatar 293 ZC and PlonoStart, Avatar 293 ZC and Aminoplant and Avatar 293 ZC and Agro-Sorb Folium in a split-plot system, two-factor in three repetitions. The aim of the study was to analyze the economic effectiveness of five methods of care and nutrition with biostimulators in combating weed infestation on a potato plantation of the Oberon cultivar carried out on medium soil, which was determined on the basis of indicators adopted in plant protection, such as: cost coverage index  $W_{pk}$ , which was on average 3.75 and profitability ratios  $E_1$  and  $E_2$ , which averaged 20.34 and 5.68%. Profitability ratios showed that the mechanical and chemical protection of potatoes of the Oberon variety with the use of herbicide and biostimulators was profitable.

**Key words:** economic effectiveness, weed control, weed control methods, cultivar

<sup>1</sup>Akademia Białska Nauk Stosowanych im. Jana Pawła II  
ul. Sidorska 95/97, 21-500 Biała Podlaska

<sup>2</sup>Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach  
ul. Konarskiego 2, 08-110 Siedlce

\*corresponding author: imystkowska@op.pl

## Wstęp / Introduction

Ziemniak, w skali europejskiej i światowej należy do najważniejszych roślin rolniczych przeznaczonych na cele jadalne (Chandrasekara i Kumar 2016; Sahar i wsp. 2017). W Polsce w rozdysponowaniu zbiorów ziemniaka dominuje wykorzystanie na cele konsumpcyjne. W ostatnich latach nastąpiło zwiększenie plonów do około 30,8 t/ha (Dzwonkowski 2022). O plonowaniu ziemniaka decyduje wiele czynników, takich jak: warunki glebowe i klimatyczne, dobór odmiany, kompleks zabiegów agrotechnicznych, w tym staranna i trafnie dobrana pielęgnacja plantacji (Jovović i wsp. 2013; Barbaś i Sawicka 2020; Sawicka i wsp. 2020). W celu uzyskiwania wysokich i dobrej jakości plonów obok chemicznych środków ochrony roślin stosuje się preparaty kwalifikowane określane jako regulatory rozwoju roślin lub biostymulatory (Trawczyński 2020; Kołodziejczyk i Gwóźdź 2022). Biostymulatory to naturalne preparaty, których zadaniem jest sterowanie i przyspieszanie procesów życiowych, ochrona roślin przed stresem oraz ułatwianie im regeneracji po stresie i stymulacja rozwoju korzeni, łodyg i liści przy jednoczesnym ograniczeniu negatywnego wpływu na środowisko (Hara 2019; Caradonia i wsp. 2022). Według Sawickiej i Krochmal-Marczak (2009) nawożenie doliste stanowi zabieg interwencyjny i przypisuje mu się rolę zapobiegania obniżeniu plonów roślin uprawnych. Dolistne dokarmianie nawozami wieloskładnikowymi zaleca się wykonywać 2–4 razy w okresie wegetacji, począwszy od zwarcia roślin w międzyrzędziach aż do formowania jagód (Wójtowicz i Mrówczyński 2017). Miarą efektywności ekonomicznej zabiegów w ochronie roślin jest opłacalność. Opłacalność uprawy ziemniaków zależy od wielkości uzyskiwanych plonów, poziomu cen i środków produkcji (Pietraszko 2021). Według Golinowskiej (2009) i Pietraszko (2021) ochrona chemiczna roślin nie jest czynnikiem plonotwórczym, ale zabezpiecza plon i zapewnia efektywność pozostałych nakładów. Zwalczenie chwastów i stosowanie biostymulatorów pozwala uzyskać wysoki i dobrej jakości, ekonomicznie uzasadniony plon.

Celem badań była ocena efektywności ekonomicznej pięciu metod pielęgnacji i odżywiania biostymulatorami:

obiekt kontrolny – pielęgnacja mechaniczna, Avatar 293 ZC (chlomazon + metrybuzyna), Avatar 293 ZC i PlonoStart, Avatar 293 ZC i Aminoplant oraz Avatar 293 ZC i Agro-Sorb Folium w zwalczaniu zachwaszczenia na plantacji ziemniaka odmiany Oberon.

## Materiały i metody / Materials and methods

Dwuczynnikowe doświadczenie polowe przeprowadzono w trzech powtórzeniach metodą losowanych podbloków (split-plot) w latach 2018–2020 w Rolniczej Stacji Doświadczalnej Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach, na glebie średniej. Każdego roku przed założeniem doświadczenia pobierano próby gleby do analiz i określano parametry (tab. 1). Gleby w poszczególnych latach różniły się odczynem pH 5,25–5,42 w 1M KCl. Materiał do badań stanowiły plony bulw ziemniaka (handlowy i uboczny) odmiany średniowczesnej Oberon. Przedplonem pod uprawę ziemniaka w poszczególnych latach badań było pszenżyto ozime. Na wszystkich obiektach stosowano jednokowe nawożenie: jesienią obornik w dawce 25,0 t/ha i nawożenie mineralne fosforowo-potasowe w ilości P – 44,0 kg/ha i K – 124,5 kg/ha. Nawozy te przyorano orką przedzimową. Nawozy azotowe wysiewano wiosną w ilości N – 100 kg/ha i wymieszano je z glebą za pomocą kultywatora. Zabiegi uprawowe przeprowadzono zgodnie z zasadami dobrej praktyki rolniczej. Ziemniaka sadzono ręcznie pod znacznik w trzeciej dekadzie kwietnia. W doświadczeniu stosowano różne warianty ochrony mechaniczno-chemicznej ziemniaków przed chwastami i porównano je z zabiegami wyłącznie mechanicznymi, które stanowiły obiekt kontrolny (tab. 2). Herbicydy i biostymulatory rozpuszczono w 300 dm<sup>3</sup> wody na 1 ha. Dobór herbicydu Avatar 293 ZC był zgodny z rekomendacją Instytutu Ochrony Roślin – Państwowego Instytutu Badawczego i dostosowany do występującego zachwaszczenia. Plantację ziemniaka w okresie wegetacji chroniono insektycydami: Actara 25 WG (tiametoksam) w dawce 0,08 kg/ha, Decis Mega 50 EW (deltametryna) w dawce 0,15 dm<sup>3</sup>/ha, Karate Zeon 050 CS (lambdacyhalotryna) w dawce 0,25 dm<sup>3</sup>/ha, Proteus 110 OD w dawce

**Tabela 1.** Wyniki analiz gleb w latach (2018–2020)

**Table 1.** Results of soil analysis in (2018–2020)

Rok Year	P	K	Mg	N całkowity N total	Materia organiczna Organic matter
	[mg/kg]				[g/kg]
2018	35,2 (niska – short)	102,1 (niska – short)	36,6 (niska – short)	9,0	20,9
2019	61,0 (średnia – mean)	149,0 (średnia – mean)	61,0 (średnia – mean)	12,6	22,3
2020	60,0 (średnia – mean)	140,0 (średnia – mean)	51,0 (średnia – mean)	11,0	21,1

**Tabela 2.** Opis stosowanych w doświadczeniu: substancji czynnej i substancji czynnej z biostymulatorami  
**Table 2.** Description of active substance and active substance with biostimulants used in the experiment

Nr No	Substancja czynna Active substance	Dawka Dose	Stosowanie Usage
1	obiekt kontrolny – control object mechaniczna pielęgnacja – rośliny nietraktowane herbicydem i biostymulatorami mechanical weeding – plants not treated with herbicides and biostimulators		
2	chlomazon + metrybuzyna clomazone + metribuzin (60 g/dm <sup>3</sup> ) + (233 g/dm <sup>3</sup> )	1,5 dm <sup>3</sup> /ha	7–10 dni po posadzeniu bulw 7–10 days following tuber planting
3	chlomazon + metrybuzyna + PlonoStart, bakterie kwasu mlekowego, promieniowce clomazone + metribuzin + PlonoStart, prolactic acid bacteria, actinomycetes (N – 16,4%, K <sub>2</sub> O – 0,75%, CaO – 0,07%, MgO – 0,02%, S – 941 mg/kg)	1,5 dm <sup>3</sup> /ha + 2,0 dm <sup>3</sup> /ha	herbicyd – 7–10 dni po posadzeniu bulw, biostymulator dwukrotnie – koniec wschodów i zwarcie rzędów herbicide – 7–10 days following tuber planting, biostimulator twice – end of emergence and rows closure
4	chlomazon + metrybuzyna + Aminoplant, wolne aminokwasy – 11,57%, substancje organiczne – 87,7% clomazone + metribuzin + Aminoplant, free amino acids – 11,57%, organic matter – 87,7% (N – 9,48%, N <sub>organic</sub> – 9,2%, N-NH <sub>4</sub> – 0,88%, C <sub>organic</sub> – 25%)	1,5 dm <sup>3</sup> /ha + 1,5 dm <sup>3</sup> /ha	przed wschodami roślin just before plants emergence
5	chlomazon + metrybuzyna + Agro-Sorb Folium, aminokwasy ogółem – 13,11%, wolne aminokwasy – 10,66% clomazone + metribuzin + Agro-Sorb Folium, total amino acids – 13,11%, free amino acids – 10,66% (N – 2,2%, B – 0,02%, Mn – 0,05%, Zn – 0,09%)	1,5 dm <sup>3</sup> /ha + 4,0 dm <sup>3</sup> /ha	herbicyd – tuż przed wzejściem roślin, biostymulator dwukrotnie – koniec wschodów i zwarcie rzędów herbicide – just before plants emergence, biostimulator twice – end of emergence and rows closure

0,4 dm<sup>3</sup>/ha (tiachlopryd, deltametryna) oraz fungicydami: Ridomil Gold MZ 68 WG (metalaxyl-M + mankozeb) w dawce 2,0 kg/ha i Dithane Neo Tec 75 WG (mankozeb) w dawce 2,5 kg/ha. Obecnie niektóre substancje czynne insektycydów (tiachlopryd, tiametoksam) i fungicydów (mankozeb, metalaksyl-M) zostały wycofane przez Unię Europejską. Zbiór dokonano w okresie pełnej dojrzałości fizjologicznej bulw, tj. w fazie BBCH 99. W czasie zbioru określono masę bulw z każdego poletka (o powierzchni 12,96 m<sup>2</sup>) i przeliczono na plon z 1 ha. Pobrano również 10 kg próby bulw i dokonano analizy struktury plonu (Roztropowicz i wsp. 1999). Za plon handlowy przyjęto ziemniaki o średnicy powyżej 35 mm oraz odrzucono bulwy z wadami wewnętrznymi i zewnętrznymi, które stanowiły plon uboczny.

Do obliczeń przyjęto wartości plonów i cen w poszczególnych latach badań (Dzwonkowski 2019, 2020). Efekty ekonomiczne zastosowanych zabiegów ochronnych obliczono według wskaźników opisanych przez Golinowską (2002, 2009), takich jak: wskaźnik pokrycia kosztów ( $W_{pk}$ ),

który definiuje w jakim stopniu wartość plonu uratowanego pokryła koszty zabiegu ( $W_{pk} = P_u/K_z$ ) i orientacyjnych wskaźników opłacalności ( $E_1$  i  $E_2$ ), gdzie  $E_1$  to orientacyjny wskaźnik opłacalności określający liczbę ton produktu chronionego, która równoważy koszty zabiegów ochronnych ( $t$ ),  $E_2$  to orientacyjny wskaźnik kosztów, przedstawiający procent plonu plantacji chronionej, który należy przeznaczyć na pokrycie kosztów ochrony roślin  $E_2 = E_1 \times 100/P_2$ ,  $P_2$  – plon bulw w wariancie chronionym (t/ha).  $P_u$  to produkcja uratowana (zł/ha),  $K_z$  – koszt zabiegu (zł),  $P_u = (P_2 - P_1) \times C$ , gdzie  $P_2$  – plon bulw w wariancie chronionym (t/ha),  $P_1$  – plon bulw w wariancie kontrolnym (t/ha),  $C$  – cena 1 tony produktu chronionego (zł). Jeżeli wskaźnik pokrycia kosztów  $W_{pk}$  jest  $> 1$ , to oznacza, że koszty zabiegów zostały zrekomensowane przez produkcję uratowaną ( $P_u$ ) (zł/ha). Wyniki badań poddano analizie statystycznej za pomocą analizy wariancji ANOVA dla dwukierunkowego podziału poletek. Istotność różnic między porównywanymi średnimi zweryfikowano testem Tukeya na poziomie istotności  $P \leq 0,05$ . Obliczenia wykonano w programie Excel przy użyciu wła-

snego algorytmu autorów, opartego na modelu matematycznym typu split-plot.

Warunki meteorologiczne w latach badań były zróżnicowane (tab. 3). Okres wegetacji 2018 roku charakteryzował się podwyższoną temperaturą powietrza oraz suszą panującą od maja do lipca. Łączna suma opadów dla okresu wegetacji była równa 295,7 mm. W 2019 roku odnotowano suszę i podwyższoną temperaturę powietrza. Suma opadów od kwietnia do września wynosiła zaledwie 192,6 mm. Okres wegetacji 2020 był wilgotny i ciepły. Czerwiec i lipiec charakteryzowały się ponadprzeciętnymi opadami deszczu, a w całym sezonie suma opadów wynosiła 312,4 mm.

## Wyniki i dyskusja / Results and discussion

Badania wykazały, że plon handlowy oraz uboczny bulw ziemniaka jadalnego odmiany Oberon różnicowały sposoby pielęgnacji (tab. 4). Największy plon handlowy zebrano z obiektów, gdzie stosowano herbicyd Avatar 293 ZC z biostymulatorami (PlonoStart, Agro-Sorb Folium) i były one większe w odniesieniu do obiektu kontrolnego o 88,1 i 122,6 dt/ha, co w ujęciu wartościowym wynosiło 6167,0 i 8582,0 zł/ha (plon uratowany  $P_u$ ) (tab. 4). Do obliczenia wskaźników przyjęto ceny detaliczne ziemniaka (700 zł/t) i zastosowanych środków ochrony roślin obowiązujące

**Tabela 3.** Opady i średnia temperatura powietrza – Zawady 2018–2020

**Table 3.** Rainfall and average air temperature – Zawady in 2018–2020

Miesiąc Month	2018	2019	2020	Średnia wieloletnia Multi year mean 1980–2009
	Opady – Rainfall [mm]			
4.IV	34,5	5,9	6,0	49,6
5.V	27,3	59,8	63,5	48,2
6.VI	31,5	35,9	118,5	60,7
7.VII	67,1	29,7	67,7	45,7
8.VIII	54,7	43,9	17,9	53,0
9.IX	80,6	17,4	38,8	50,7
IV–IX	295,7	192,6	312,4	307,9
Temperatura – Temperature [°C]				
4.IV	13,1	9,8	8,6	7,9
5.V	17,0	13,3	11,7	11,2
6.VI	18,3	17,9	19,3	16,7
7.VII	20,4	18,5	19,0	19,3
8.VIII	20,6	19,9	20,2	18,0
9.IX	15,9	14,2	15,5	13,0
IV–IX	17,6	15,6	15,7	14,4

**Tabela 4.** Produkcja uratowana i plonowanie ziemniaków odmiany Oberon (średnio 2018–2020)

**Table 4.** Yield saved and yielding of potatoes of variety Oberon (mean 2018–2020)

Sposoby pielęgnacji Weed control methods	Plon bulw – Yield of potato [dt/ha]			$P_u$ [zł/ha]
	handlowy market	uboczny side	uratowany saved	
Obiekt kontrolny – pielęgnacja mechaniczna Control object – mechanical weeding	268,0	79,3	–	–
Avatar 293 ZC 1,5 dm <sup>3</sup> /ha	308,7	58,3	40,7	2849,0
Avatar 293 ZC 1,5 dm <sup>3</sup> /ha + PlonoStart 2,0 dm <sup>3</sup> /ha	356,1	53,4	88,1	6167,0
Avatar 293 ZC 1,5 dm <sup>3</sup> /ha + Aminoplant 1,5 dm <sup>3</sup> /ha	333,1	56,5	65,1	4557,0
Avatar 293 ZC 1,5 dm <sup>3</sup> /ha + Agro-Sorb Folium 4 dm <sup>3</sup> /ha	390,6	46,4	122,6	8582,0
Średnio – Mean	347,1	53,7	79,1	5538,8
NIR (0,05) – LSD (0.05) Sposoby pielęgnacji – Weed control methods	27,9	8,6	–	–

$P_u$  – produkcja uratowana – yield saved

w poszczególnych latach badań. Według Nowackiego (2015) opłacalność uprawy ziemniaków jest ściśle związana z wielkością plonu, zwłaszcza plonu handlowego, odpowiadające wymaganiam odbiorcy. Skarżyńska (2010) odnotowała, że poziom uzyskiwanych plonów jest czynnikiem decydującym o wartości produkcji, a tym samym o opłacalności. Analiza kosztów pielęgnacji ziemniaka wykazała, że najdroższe były zabiegi na obiekcie, gdzie stosowano herbicyd Avatar 293 ZC z biostymulatorem Agro-Sorb Folium 4 i Avatar 293 ZC z biostymulatorem PlonoStart. Najmniej kosztowało niszczenie chwastów na obiekcie opryskiwanym herbicydem Avatar 293 ZC (obiekt 2). O kosztach pielęgnacji decydowały koszty herbicydów, biostymulatorów oraz wykonywanych zabiegów odchwaszczających (tab. 5). Przedstawiony w tabeli 6. wskaźnik pokrycia kosztów ( $W_{pk}$ ) to iloraz wartości produkcji uratowanej do kosztów zabiegów poniesionych na ochronę, i był on największy na obiektach, które opryskiwa-

no herbicydem Avatar 293 ZC z biostymulatorami (PlonoStart, Agro-Sorb Folium) i wyniósł 4,09 oraz 4,82. Koszty poniesione na ochronę zwróciły się ponad 4-krotnie. Wskaźnik opłacalności ( $E_1$ ) kształtował się w granicach od 14,54 do 25,42 dt, co oznacza, że na pokrycie kosztów zabiegów ochronnych przeznaczono od 14,54 do 25,42 dt bulw ziemniaka, co stanowiło 4,23–6,51% wartości uzyskanego plonu bulw z 1 hektara, o czym informuje orientacyjny wskaźnik kosztów ( $E_2$ ). Wskaźnik  $E_2$  dla okopowch powinien wynosić do 10%, wówczas zabiegi są opłacalne.

W prowadzonych badaniach wskaźnik ten kształtował się na poziomie średnio 5,68%, zatem zastosowanie pielęgnacji mechaniczno-chemicznej na plantacji ziemniaka było opłacalne. Wskaźniki efektywności należy analizować systematycznie ze względu na zmieniające się ceny preparatów i zebranych plonów. Wspomaganie metod chemicznych przy użyciu biostymulatorów w określonych termi-

**Tabela 5.** Koszty zabiegów (średnio z lat 2018–2020) [zł/ha]

**Table 5.** Costs of treatments (on average from years 2018–2020) [zł/ha]

Wyszczególnienie Specification	Obiekt kontrolny Control object	Avatar 293 ZC	Avatar 293 ZC + PlonoStart	Avatar 293 ZC + Aminoplant	Avatar 293 ZC + Agro-Sorb Folium
Koszty pracy ludzkiej Total costs of human labour	219,28	109,64	164,46	164,46	164,46
Koszty eksploatacji sprzętu Total costs of machine operation	1060,00	530,00	795,00	795,00	795,00
Koszty herbicydu Costs of herbicides	–	195,00	195,00	195,00	195,00
Koszty biostymulatorów Costs of biostimulators	–	–	80,00	67,50	384,00
Razem koszty bezpośrednie Total direct costs	1279,28	834,64	1234,46	1221,96	1538,46
Koszty pośrednie Indirect costs	127,93	83,46	123,45	122,20	153,84
Koszty pozostałe Other costs	153,51	100,16	148,13	146,63	184,60
Koszty ochrony ogółem Total costs of treatments	1560,72	1018,26	1506,04	1490,79	1876,90

**Tabela 6.** Opłacalność i koszty zabiegów pielęgnacyjnych

**Table 6.** Profitability and costs of treatments

Sposoby pielęgnacji Weed control methods	Wskaźnik pokrycia kosztów Index of the cost defrayal $W_{pk}$	Orientacyjny wskaźnik opłacalności Indicative profitability index $E_1$ [dt]	Orientacyjny wskaźnik kosztów Indicative cost ratio $E_2$ [%]
Obiekt kontrolny – pielęgnacja mechaniczna Control object – mechanical weeding	–	–	–
Avatar 293 ZC 1,5 dm <sup>3</sup> /ha	2,80	14,54	4,23
Avatar 293 ZC 1,5 dm <sup>3</sup> /ha + PlonoStart 2,0 dm <sup>3</sup> /ha	4,09	21,51	6,04
Avatar 293 ZC 1,5 dm <sup>3</sup> /ha + Aminoplant 1,5 dm <sup>3</sup> /ha	3,27	19,90	5,97
Avatar 293 ZC 1,5 dm <sup>3</sup> /ha + Agro-Sorb Folium 4 dm <sup>3</sup> /ha	4,82	25,42	6,51
Średnio – Mean	3,75	20,34	5,68

nach korzystnie wpłynęło na zmniejszenie zachwaszczenia plantacji ziemniaka. Każdy rolnik powinien analizować opłacalność zabiegów mechanicznych, chemicznych i mechaniczno-chemicznych stosowanych na plantacji i rozważyć celowość ich stosowania. Stąd podstawą prawidłowego funkcjonowania gospodarstwa są właściwie podejmowane decyzje ekonomiczne.

## Wnioski / Conclusions

1. Zastosowanie herbicydu i biostymulatorów niwelowało koszty poniesione na pielęgnację oraz poprawiało

wskaźniki efektywności ekonomicznej  $E_1$  i  $E_2$  w uprawie ziemniaka jadalnego odmiany Oberon.

2. Kontrola zachwaszczenia i odżywianie biostymulatorami skutecznie chroniło plantację przed roślinnością segetalną oraz spowodowało przeciętny przyrost plonu o 29,5% w stosunku do obiektu kontrolnego.
3. W wyniku stosowania zabiegów ochrony roślin wielkość produkcji uratowanej wynosiła od 40,7–122,6 dt/ha, a wartość produkcji uratowanej wyniosła od 2849 do 8582 zł/ha.
4. Najlepsze rezultaty ekonomiczne uzyskano na obiekcie Avatar 293 ZC + Aminoplant i obiekcie Avatar 293 ZC + Agro-Sorb Folium.

## Literatura / References

- Barbaś P., Sawicka B. 2020. Dependence of potato yield on weed infestation. *Agronomy Research* 18 (2): 346–359. DOI: 10.15159/AR.20.122
- Caradonia F., Ronga D., Tava A., Francia E. 2022. Plant biostimulants in sustainable potato production: an overview. *Potato Research* 65 (1): 83–104. DOI: 10.1007/s11540-021-09510-3
- Chandrasekara A., Kumar T.J. 2016. Roots and tuber crops as functional foods: a review on phytochemical constituents and their potential health benefits. *International Journal of Food Science* 2016: 3631647. DOI: 10.1155/2016/3631647
- Dzwonkowski W. 2019. Rynek ziemniaka. Stan i perspektywy. *Analizy rynkowe* 46/2019: 1–34.
- Dzwonkowski W. 2020. Rynek ziemniaka. Stan i perspektywy. *Analizy rynkowe* 47/2019: 1–34.
- Dzwonkowski W. 2022. Rynek ziemniaka. Stan i perspektywy. *Analizy rynkowe* 49/2022: 1–34.
- Golinowska M. 2002. Efektywność ochrony roślin w indywidualnych gospodarstwach rolnych południowo-zachodniej Polski. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu* 433, 199 ss.
- Golinowska M. 2009. Nakłady na chemiczną ochronę roślin w gospodarstwach wielkoobszarowych na początku XXI wieku. [Chemical plant protection outlays in vast areas farming at the beginning of 21st century]. *Journal of Agribusiness and Rural Development* 2 (12): 53–60.
- Hara P. 2019. Znaczenie biostymulatorów w uprawie ziemniaka. [The role of bio-stimulators in potato cultivation]. *Ziemniak Polski* 2: 18–23.
- Jovović Z., Popović T., Velimirović A., Milić V., Dolijanović Ž., Šilj M., Poštić D. 2013. Efficacy of chemical weed control in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Agroznanje* 14 (4): 487–495. DOI: 10.7251/AGREN1304487J
- Kołodziejczyk M., Gwóźdź K. 2022. Effect of plant growth regulators on potato tuber yield and quality. *Plant, Soil and Environment* 68 (8): 375–381. DOI: 10.17221/215/2022-PSE
- Nowacki W. 2015. Szanse i zagrożenia rynku ziemniaka w Polsce. [Opportunities and threats of potato market in Poland]. *Stowarzyszenie Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu, Roczniki Naukowe, Seria 17* (2): 169–175.
- Pietraszko M. 2021. Ekonomiczna efektywność stosowania fungicydów w ochronie ziemniaka przed *Phytophthora infestans* oraz *Alternaria* spp. [Economic effectiveness of using fungicides in the protection of potato against *Phytophthora infestans* and *Alternaria* spp.]. *Progress in Plant Protection* 61 (3): 239–245. DOI: 10.14199/ppp-2021-026
- Roztropowicz S., Czerko Z., Głuska M., Goliszewski W., Gruczek T., Lis B., Lutomińska B., Nowacki W., Wierzejska-Bujakowska A., Zarzyńska K., Zgórska K. 1999. Metodyka obserwacji, pomiarów i pobierania prób w agrotechnicznych doświadczeniach z ziemniakiem. *Praca zbiorowa. Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików, Oddział Jadwisin*, 50 ss.
- Sahar A.A., Malk Al-Saadi, Alutbi S.D., Madhi Z.J. 2017. The effects of *in vitro* culture on the leaf anatomy of potato (*Solanum tuberosum* L. cv. Arizaona). *International Journal of Current Research* 9 (7): 54337–54342.
- Sawicka B., Krochmal-Marczak B. 2009. Wpływ stosowania nawozu dolistnego Insol 7 i bioregulatora Asahi SL na zdrowotność bulw kilku odmian ziemniaka. [Influence of foliage application of preparation Insol 7 and Asahi SL on sanitary conditions of tubers of some potato cultivars]. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska. Sectio E. Agricultura* 64 (2): 29–38. DOI: 10.24326/as.2009.2.6
- Sawicka B., Krochmal-Marczak B., Barbaś P., Pszczółkowski P., Cwintal M. 2020. Biodiversity of weeds in fields of grain in south-eastern Poland. *Agriculture* 10 (12): 589. DOI: 10.3390/agriculture10120589
- Skarżyńska A. 2010. Sezon sprzedaży ziemniaków jadalnych a opłacalność ich produkcji. [Season of selling potatoes for human consumption in the context of profitability of their production]. *Journal of Agribusiness and Rural Development* 2 (16): 111–123.
- Trawczyński C. 2020. Wpływ biostymulatorów na plon i jakość bulw ziemniaka uprawianego w warunkach suszy i wysokiej temperatury. [The effect of biostimulators on the yield and quality of potato tubers grown in drought and high temperature conditions]. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin* 289: 11–19. DOI: 10.37317/biul-2020-0017
- Wójtowicz A., Mrówczyński M. (red.). 2017. *Metodyka integrowanej ochrony ziemniaka dla doradców*. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 248 ss. ISBN 978-83-64655-32-6.