

CEZARY TRAWCZYŃSKI¹

Wpływ stosowania nawożenia mineralnego azotem i nawozu organicznego Rosahumus na wielkość plonu i jakość bulw ziemniaka

The effect of use of mineral nitrogen fertilization and organic fertilizer Rosahumus on the yield and quality of potato tubers

Abstrakt. W badaniach polowych przeprowadzonych na glebie lekkiej w latach 2018-2020 określono wpływ nawożenia azotem z dodatkiem lub bez nawozu organicznego Rosahumus stosowanego doglebowo i dolistnie na wielkość plonu i niektóre cechy jakości bulw ziemniaka. Użyty do badań nawóz stosowano w formie oprysku na glebę przed sadzeniem bulw w dawce $4,5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ oraz w połączeniu z dwukrotnym zabiegiem dolistnym wykonywanym w fazach BBCH 30 i BBCH 55 w dawce $0,3 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Nawożenie uzupełniające nawozem organicznym przeprowadzono w warunkach nawożenia mineralnego azotem: $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, $90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ i $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Obiekt kontrolny był bez nawożenia organicznego. Przyrost plonu bulw ziemniaka po aplikacji doglebowej nawozu Rosahumus był większy o 6,0%, a w połączeniu z dolistną o 13,0% w porównaniu z obiektem kontrolnym. Pod wpływem nawozu Rosahumus odnotowano istotne zwiększenie udziału bulw dużych i zmniejszenie udziału bulw zdeformowanych w strukturze plonu w porównaniu z obiektem kontrolnym. Nawóz Rosahumus niezależnie od sposobu stosowania przyczynił się do istotnego zwiększenia zawartości witaminy C w bulwach w porównaniu do obiektu bez jego użycia. Wraz ze zwiększeniem dawki azotu mineralnego od $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ do $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ uzyskano istotne zwiększenie plonu bulw, udziału bulw dużych w plonie, zawartości skrobi i suchej masy w bulwach.

Słowa kluczowe: huminy, jakość bulw, nawożenie azotem, plon, ziemniak

WSTĘP

Nawożenie ziemniaka powinno opierać się na stosowaniu nie tylko nawozów mineralnych, ale również naturalnych lub organicznych [Blecharczyk i in. 2023]. Specyfika uprawy ziemniaka wymagająca szerokich rzędów i mechanicznej pielęgnacji powoduje bowiem wzrost mineralizacji substancji organicznej, co przyczynia się do ubytku próchnicy w glebie [Liu i in. 2019]. Współczynnik reprodukcji substancji organicznej dla uprawy ziemniaka wynosi $-1,40 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, co oznacza, że dla zrównoważenia tego ubytku zużyć należy $3,6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ suchej masy obornika [Kończak 2020]. Mając na uwadze, że próchnica jest głównym składnikiem decydującym o żyzności gleby, należy zadbać o wprowadzenie odpowiedniej ilości substancji lub gotowych preparatów do jej wytworzenia [Ezzat i in. 2009, Rees i in. 2014, Nyiraneza

¹ Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy Radzików 05-870 Błonie, Oddział w Jadwisinie, Polska, <https://orcid.org/0000-0003-2338-0707>; autor korespondencyjny: c.trawczynski@ihar.edu.pl



i in. 2021]. Szczególnie gospodarstwa bez produkcji zwierzęcej borykają się z trudnościami wynikającymi z braku możliwości dostatecznego zaopatrzenia gleby w substancję organiczną, warunkującą właściwy przebieg procesów próchnicotwórczych i tym samym utrzymanie jej żyzności [Hlisnikovský i in. 2021]. Dodatkowo przeszkodą w ograniczaniu mineralizacji substancji organicznej wniesionej do gleby w formie tradycyjnych nawozów naturalnych może być układ warunków pogodowych w ostatnich latach, co wynika głównie ze znacznego deficytu opadów i skutkuje długotrwałymi okresami suszy [George i in. 2017]. Wychodząc naprzeciw temu, należy stosować rozwiązania alternatywne pozwalające na zastępowanie tradycyjnych form nawozów naturalnych. Mogą to być na przykład preparaty zawierające kwasy humusowe o szybszym niż nawozy tradycyjne działaniu do zastosowania poprzez oprysk gleby czy roślin [Pikuła 2016, Hara 2019].

Mając na uwadze powyższe argumenty przeprowadzono badania mające na celu określenie wpływu zastosowanego doglebowo i dolistnie nawozu organicznego wytworzonego z leonardytów, kopaliny zbliżonej do węgla brunatnego przy zróżnicowanym poziomie azotu mineralnego na plon i niektóre cechy jakości bulw ziemniaka.

MATERIAŁ I METODY

Badania polowe przeprowadzono w latach 2018–2020 w IHAR-PIB oddział w Jadwisinie (52°45'N, 21°63'E) na glebie zaliczanej do typu gleb płowych o składzie piasku gliniastego [IUSS Working Group WRB 2015]. Gleba charakteryzowała się kwaśnym odczynem, wysoką zasobnością w przyswajalny fosfor, średnią w potas, mangan, cynk i miedź, niską w magnez, żelazo i bor. Wartości odczynu i zawartości składników w glebie podano w pracy Trawczyńskiego [2022].

Doświadczenia dwuczynnikowe zakładano w układzie losowanych bloków w trzech powtórzeniach. Czynniki I rzędu stanowiło nawożenie mineralne azotem: 60 kg·ha⁻¹, 90 kg·ha⁻¹ i 120 kg·ha⁻¹. Czynnikiem II rzędu było nawożenie organiczne: obiekt kontrolny (bez stosowania nawozu); nawóz Rosahumus zastosowany doglebowo – 4,5 kg·ha⁻¹; nawóz Rosahumus zastosowany doglebowo – 4,5 kg·ha⁻¹ i dolistnie – 0,3 kg·ha⁻¹.

Układ warunków pogodowych w badanych latach był zbliżony z przedstawionymi przez Trawczyńskiego [2022]. W 2018 roku suma opadów była mniejsza o 79,2 mm, a średnia temperatura powietrza wyższa o 3,4°C w porównaniu z wartością z wielolecia. W 2019 roku niedobór opadów wyniósł 135,6 mm, a temperatura powietrza wyższa była o 2,2°C w porównaniu z wartością z wielolecia. W 2020 roku suma opadów wyższa była o 45,6 mm, a średnia temperatura powietrza o 1°C w porównaniu do wartości z wielolecia. Stąd lata 2018 i 2019 zaliczały się do suchych, a 2020 rok do mokrych. Nawożenie organiczne stosowano w formie przyorywanej słomy z pszenżyta ozimego w ilości 4–5 t·ha⁻¹ oraz zielonej masy międzyplonu ścierniskowego z gorczycy białej w ilości 15–16 t·ha⁻¹. Nawożenie mineralne fosforem (superfosfat wzbogacony) i potasem (sól potasowa) zastosowano jesienią przed wykonaniem orki przedzimowej w dawce 26,2 kg P·ha⁻¹ i 99,6 kg K·ha⁻¹ (dawki odpowiadające wysokiej i średniej zawartości składników w glebie). Nawożenie mineralne azotem (saletrzak) stosowano wiosną. Na obiekcie z dawkami 60 kg·ha⁻¹ i 90 kg·ha⁻¹ N całość zastosowano bezpośrednio przed sadzeniem bulw, natomiast na obiekcie z dawką 120 kg·ha⁻¹ N z podziałem, 90 kg·ha⁻¹ N przed sadzeniem oraz 30 kg·ha⁻¹ N przed ostatnim obredlaniem. Nawóz Rosahumus zawierał: kwasy humusowe 85%, potas (K₂O) – 12,0% i żelazo (Fe) – 0,6%. Zabieg doglebowy wykonywano przed wschodami roślin ziemniaka, bezpośrednio przed obredlaniem w dawce 4,5 kg·ha⁻¹. Zabiegi dolistne wykonywano dwukrotnie w okresie wegetacji. Pierwszy zabieg dolistny zastosowano w fazie zwarcia roślin ziemniaka w rzędach (BBCH 30), a drugi w fazie pąkowania (BBCH 55). Do każdego zabiegu nawóz rozpuszczano w 300 dm³·ha⁻¹ wody.

Chwasty zwalczano mechanicznie, stosując obsypnik przed wschodami roślin ziemniaka, i chemicznie, stosując preparaty przed wschodami i po wschodach roślin ziemniaka. W każdym roku czterokrotnie w okresie wegetacji stosowano zabiegi zwalczające zarazę ziemniaka preparatami zalecanymi

dla tego gatunku o działaniu systemicznym i wgłębnym. W okresie wegetacji trzykrotnie stosowano też preparaty przeciwko stoncy ziemniaczanej. Wykaz preparatów herbicydowych, fungicydowych i insektydowych oraz zastosowanych dawek przedstawiono we wcześniejszej pracy [Trawczyński 2022].

Ziemniaki średnio wczesnej odmiany Tajfun sadzono ręcznie w trzeciej dekadzie kwietnia w rozstawie 75×33 cm, a zbierano w trzeciej dekadzie września. Wielkość poletka wynosiła $14,85 \text{ m}^2$, a liczba roślin na poletku 60. Podczas zbioru określono plon bulw na każdym poletku oraz pobierano około 5-kilogramowe próby celem określenia struktury plonu (procentowy udział frakcji bulw małych o średnicy poniżej 35 mm, bulw średnich od 35 do 60 mm średnicy, bulw dużych o średnicy powyżej 60 mm), procentowego udziału w plonie bulw z wadami zewnętrznymi: zdeformowane, zazielenione, porażone parchem zwykłym oraz składu chemicznego bulw: zawartości skrobi, azotanów, witaminy C i suchej masy. Ocenę wad zewnętrznych bulw w plonie przeprowadzono według metodyki IHAR [Roztropowicz 1999]. Zawartość skrobi oznaczono metodą polarymetryczną Eversa [PN-EN ISO 10520-2002] z dokonaniem odczytów na polarymetrze Polamat S. Zawartość azotanów $\text{NO}_3(\text{V})$ oznaczono przy użyciu reflektometru RQ Flex Merck według metodyki Merck [2023]. Zawartość witaminy C określono jako sumę kwasu L-askorbinowego i dehydroaskorbinowego metodą Tillmansa [Rutkowska 1981]. Zawartość suchej masy oznaczono metodą dwustopniowego suszenia, w temperaturze 60°C i 105°C .

Wyniki badań opracowano statystycznie, wykorzystując program Statistica 13.3 z zastosowaniem analizy wariancji. Porównania średnich dokonano z użyciem testu Tukeya na poziomie $p = 0,05$ [Tibco Statistica 2017].

WYNIKI I DYSKUSJA

W prezentowanych badaniach uzyskano istotne zróżnicowanie plonu bulw ziemniaka w stosunku do nawożenia mineralnego azotem od $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ do $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ uzupełnionego zastosowaniem nawozu organicznego (tabela 1). Średnio w zakresie dawki azotu mineralnego od $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ do $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ stwierdzono istotny przyrost plonu bulw o $4,9 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, co wyniosło 12,7%. Niezależnie od dawki azotu mineralnego efekt przyrostu plonu bulw po zastosowaniu dogłębowym nawozu organicznego Rosahumus wyniósł $2,3 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, czyli 6,0%, natomiast dogłębowym i dolistnym stanowił $5,0 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, czyli o 13,0% w porównaniu z obiektem kontrolnym. Największy przyrost plonu bulw uzyskano po zastosowaniu azotu mineralnego w dawce $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ uzupełnionego nawozem organicznym. Przyrost plonu bulw na tym obiekcie po zastosowaniu nawozu Rosahumus dogłębowo wyniósł $2,9 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, czyli o 8,1%, natomiast po zastosowaniu nawozu Rosahumus dogłębowo i dolistnie stanowił $5,7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, czyli o 16,0% w porównaniu z obiektem bez nawożenia organicznego. W stosunku do nawożenia mineralnego azotem $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ uzyskano istotnie największy plon bulw, który po uzupełnieniu dogłębowo nawozem organicznym wzrósł o $2,1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, a dogłębowo i dolistnie o $4,7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Wskazywało to, że dodatkowe nawożenie nawet w warunkach właściwej dawki azotu mineralnego może być efektywne, co zbieżne było z innymi badaniami [Trawczyński 2022].

Wykazano także istotnie zróżnicowany plon bulw pomiędzy zastosowanym nawożeniem organicznym i badanymi latami. Istotnie większy przyrost plonu bulw po zastosowaniu nawozu organicznego uzyskano w latach suchych (2018–2019) niż w roku mokrym (2020). W innych badaniach potwierdzono lepsze oddziaływanie stosowanych w okresie wegetacji nawozów uzupełniających na plon bulw w latach z niedoborem opadów [Cwalina-Ambroziak i in. 2015, Wierzbowska i in. 2015, Trawczyński 2022]. We wcześniejszych badaniach uzyskany przyrost plonu bulw pod wpływem nawozu Rosahumus był ogólnie większy i znacznie zróżnicowany w latach, od 5,2 do 24,8% przy obniżonym o połowę poziomie nawożenia mineralnego NPK. Natomiast w latach przy pełnej dawce NPK wahał się od 14,3 do 40,0% [Bernat 2011, Agrosimex 2015]. W innych badaniach korzystne oddziaływanie nawozu Rosahumus zastosowanego w formie oprysku, ale tylko na glebie lekkiej wyrażało się wzrostem plonu bulw ziemniaka

o 5,6% przy pełnej dawce NPK, natomiast o 9,8% przy redukcji o 75% dawki N, a dawek P i K o 50% [Szewczuk i in. 2016]. W badaniach Al-Zubaidi [2018] stosowanie kwasów huminowych miało korzystny wpływ na pobieranie składników odżywczych i stan gleby, co przełożyło się na wzrost plonu i jakość bulw ziemniaków. Z kolei Bayerli [2025] potwierdził istotnie dodatni wpływ zróżnicowanych dawek kwasów huminowych ($5 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ i $10 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$) na plon bulw ziemniaka oraz wykazał bardziej korzystne ich oddziaływanie w połączeniu z drożdżami. Natomiast Bittani i Hammas [2024] uzyskali największy przyrost plonu bulw ziemniaka, o 33% w porównaniu z obiektem kontrolnym po zastosowaniu dawki $50 \text{ ml} \cdot \text{dm}^{-3}$ kwasów huminowych. Dotychczas przeprowadzone badania wykazały korzystny wpływ na plon bulw ziemniaków również kwasów huminowych zastosowanych w formie stałych nawozów posypowych. Wysoką skuteczność kwasów huminowych, o 44% w porównaniu z obiektem kontrolnym, przy zastosowaniu Humac Agro uzyskał Ekin [2019]. W wariantach nawożenia Humac Agro z obornikiem czy wermikompostem odnotowano wzrost plonu ogólnego bulw o $15,0 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, co stanowiło 87,2% [Gwóźdź i Kołodziejczyk 2025].

Tabela 1. Wpływ nawożenia mineralnego azotem ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) i organicznego na plon bulw ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$) i strukturę plonu (%)

Czynnik		Nawożenie organiczne			Średnia
		bez nawożenia organicznego	doglebowo	doglebowo i dolistnie	
plon bulw					
Dawka	60 kg·ha ⁻¹	35,6 ^e	38,5 ^d	41,3 ^{bc}	38,5 ^C
	90 kg·ha ⁻¹	39,0 ^{cd}	41,1 ^{bc}	43,5 ^{ab}	41,2 ^B
	120 kg·ha ⁻¹	41,1 ^{bc}	43,2 ^b	45,8 ^a	43,4 ^A
Średnia		38,6 ^C	40,9 ^B	43,6 ^A	—
Rok	2018	49,0 ^{cd}	52,5 ^{ab}	53,8 ^{bc}	51,7 ^A
	2019	21,0 ^h	23,5 ^g	26,8 ^{ab}	23,8 ^C
	2020	45,8 ^e	46,8 ^{de}	50,1 ^a	47,6 ^B
udział bulw małych o średnicy poniżej 35 mm					
Dawka	60 kg·ha ⁻¹	1,3 ^a	1,4 ^a	1,1 ^a	1,3 ^A
	90 kg·ha ⁻¹	1,0 ^a	1,4 ^a	1,1 ^a	1,2 ^A
	120 kg·ha ⁻¹	1,4 ^a	0,9 ^a	1,3 ^a	1,2 ^A
Średnia		1,2 ^A	1,3 ^A	1,2 ^A	—
Rok	2018	0,5 ^b	0,5 ^b	0,6 ^b	0,5 ^B
	2019	3,3 ^a	3,3 ^a	3,0 ^a	3,2 ^A
	2020	0,0 ^b	0,0 ^b	0,0 ^b	0,0 ^B
udział bulw średnich o średnicy 35–60 mm					
Dawka	60 kg·ha ⁻¹	69,2 ^a	61,3 ^{ab}	62,5 ^{ab}	64,3 ^A
	90 kg·ha ⁻¹	65,1 ^{ab}	58,4 ^b	60,0 ^b	61,2 ^{AB}
	120 kg·ha ⁻¹	64,1 ^{ab}	56,4 ^b	56,4 ^b	58,9 ^B
Średnia		66,1 ^A	58,7 ^B	59,6 ^B	—
Rok	2018	54,6 ^{cd}	51,9 ^{cd}	50,0 ^d	52,2 ^C
	2019	77,4 ^a	66,9 ^b	68,6 ^{ab}	71,0 ^A
	2020	66,4 ^b	57,2 ^{cd}	60,3 ^{bc}	61,3 ^B
udział bulw dużych o średnicy powyżej 60 mm					
Dawka	60 kg·ha ⁻¹	29,5 ^b	37,3 ^{ab}	36,4 ^{ab}	34,3 ^B
	90 kg·ha ⁻¹	33,9 ^{ab}	40,2 ^a	38,9 ^{ab}	37,6 ^{AB}
	120 kg·ha ⁻¹	34,5 ^{ab}	42,7 ^a	42,3 ^a	39,9 ^A
Średnia		32,7 ^B	40,0 ^A	39,2 ^A	—
	2018	44,9 ^{ab}	47,6 ^{ab}	49,4 ^a	47,3 ^A
	2019	19,3 ^d	29,8 ^c	28,4 ^c	25,8 ^C
	2020	33,0 ^c	42,8 ^{ab}	39,7 ^b	38,9 ^B

Średnie z tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy $p = 0,05$. Małe litery dotyczą współdziałania, wielkie litery dotyczą czynników głównych.

Niezależnie od zastosowanego nawożenia mineralnego i organicznego istotnie największy plon bulw uzyskano w 2018 roku, o najlepszym rozkładzie opadów w okresie gromadzenia masy bulw, czyli w czerwcu, lipcu i sierpniu. Najmniejszy plon bulw uzyskano w 2019 roku, który charakteryzował się największym niedoborem opadów w głównych miesiącach jego przyrostu.

W tym samym okresie badań Gwóźdź i Kołodziejczyk [2025] również większy plon bulw uzyskali w latach 2018 i 2020. Natomiast istotnie mniejszy plon bulw odnotowano w 2019 roku, głównie ze względu na bardzo małe opady deszczu i wysoką temperaturę powietrza w okresie tworzenia bulw, czyli w czerwcu [Gwóźdź i Kołodziejczyk 2025]. Podobne zróżnicowanie plonu bulw pomiędzy tymi latami wykazał Trawczyński [2022]. W obecnie przeprowadzonych badaniach istotne obniżenie plonu bulw w stosunku do 2018 roku uzyskano także w roku z opadami powyżej średniej z wielolecia (2020).

Badane czynniki istotnie różnicowały strukturę plonu bulw, z wyjątkiem udziału bulw małych, o średnicy poniżej 35 mm (tabela 1). Istotne zróżnicowanie udziału w plonie bulw małych odnosiło się jedynie do lat badań. W 2019 roku (o największym niedoborze opadów) uzyskano największy udział w strukturze plonu bulw małych w porównaniu do pozostałych lat.

W stosunku do udziału bulw średnich, o średnicy 35–60 mm pod wpływem wzrostu dawki azotu mineralnego odnotowano istotne obniżenie tej frakcji bulw w plonie. Istotnie mniejszy udział tej wielkości bulw w plonie wykazano na obiektach po zastosowaniu nawozu organicznego, szczególnie doglebowo, niż na obiekcie nawożonym mineralnie. Wzrost dawki azotu spowodował obniżenie udziału w plonie bulw średnich, większe na obiekcie, na którym zastosowano nawożenie organiczne doglebowo i dolistnie. W stosunku do badanych lat wykazano istotnie najmniejszy udział w plonie bulw średnich w roku o najkorzystniejszym rozkładzie opadów (2018), natomiast istotnie największy w 2019 roku najbardziej suchym. Udział frakcji tych bulw w plonie ogólnym na obiektach z nawożeniem organicznym wynosił średnio 59,2%, natomiast w badaniach Gwóźdźa i Kołodziejczyka [2025] był znacznie większy i stanowił średnio 76,2%.

Odmienne w odniesieniu do nawożenia mineralnego azotem, organicznego i lat kształtował się udział w plonie bulw dużych, o średnicy powyżej 60 mm. Przyrost bulw tej frakcji o 5,6% zanotowano od dawki azotu mineralnego $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ do $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Podobną zmienność udziału frakcji bulw dużych w plonie w zakresie nawożenia mineralnego azotem wykazał Kołodziejczyk [2014]. Udział bulw dużych był istotnie większy po zastosowaniu nawozu organicznego niezależnie od sposobu aplikacji, średnio o 6,9% w porównaniu z obiektem bez nawożenia organicznego. Największy udział w plonie bulw dużych (47,3%) uzyskano w 2018 roku, o najlepszym rozkładzie opadów w okresie przyrostu masy bulw. Podobne oddziaływanie korzystnego przebiegu pogody w latach na wzrost udziału w plonie bulw dużych potwierdzili Kołodziejczyk [2013] oraz Sawicka i Pszczołkowski [2017]. W badaniach Gwóźdźa i Kołodziejczyka [2025] różnica udziału frakcji bulw dużych w plonie pomiędzy obiektami z nawożeniem organicznym a obiektem kontrolnym wyniosła 19,8%. Inne badania wskazywały na podobny udział w plonie bulw dużych, ale przy redukcji o połowę poziomu nawożenia mineralnego w połączeniu z opryskiem gleby nawozem Rosahumus, natomiast przy pełnej dawce nawożenia mineralnego uzupełnionej nawozem organicznym udział tej frakcji bulw w plonie w przypadku odmiany jadalnej stanowił ponad 30% [Bernat 2011, Agrosimex 2015].

Mniejsze zróżnicowanie w stosunku do badanych czynników niż struktury plonu dotyczyło cech wyglądu bulw. Największy udział w plonie stanowiły bulwy zdeformowane, a najmniejszy bulwy porażone parchem zwykłym (tabela 2). Istotnie największy udział w plonie bulw zdeformowanych stwierdzono na obiekcie po zastosowaniu nawożenia mineralnego azotem w dawce $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, co mogło wynikać z niedożywienia roślin, a przez to wystąpienia zaburzeń we wzroście i rozwoju bulw. Średnio na obiektach po zastosowaniu nawozu organicznego wykazano istotnie mniejszy udział w plonie bulw zdeformowanych w porównaniu z obiektem bez nawożenia organicznego. W 2019 roku, z największym niedoborem opadów stwierdzono istotnie najwięcej bulw zdeformowanych w plonie, co było potwierdzeniem wyników badań Lutomirskiej i Jankowskiej [2012]. Ocena udziału w plonie bulw zazielenionych

wykazała, że cecha ta nie zależała od dawki azotu mineralnego i zastosowania nawozu organicznego. Oceniając udział zazielenionych bulw w latach, wykazano, że w roku z największym niedoborem opadów (2019) był istotnie najmniejszy, a w pozostałych latach z większą ilością opadów stwierdzono istotnie większy udział w plonie bulw z tą wadą, co potwierdzono w innych badaniach [Trawczyński 2021]. Podobnie niewielkie zróżnicowanie odnośnie analizowanych czynników odnotowano w stosunku do udziału w plonie bulw porażonych parchem zwykłym. Istotnie najmniejszy udział bulw z tą wadą w plonie stwierdzono na obiekcie z nawożeniem mineralnym azotem w dawce $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ oraz po zastosowaniu nawozu organicznego doglebowo. Ogólnie porażenie bulw parchem zwykłym zanotowano tylko w drugim roku badań, z największym niedoborem opadów w okresie wegetacji. W badaniach Trawczyńskiego [2021] również uzyskano większe porażenie bulw parchem zwykłym w roku suchym.

Tabela 2. Wpływ nawożenia mineralnego azotem ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) i organicznego na udział w plonie bulw z wadami zewnętrznymi (%)

Czynnik		Nawożenie organiczne			Średnia
		bez nawożenia organicznego	doglebowo	doglebowo i dolistnie	
udział bulw zdeformowanych					
Dawka	60 kg·ha ⁻¹	5,1 ^a	3,0 ^b	3,3 ^b	3,8 ^A
	90 kg·ha ⁻¹	3,3 ^b	3,4 ^b	2,8 ^b	3,2 ^A
	120 kg·ha ⁻¹	3,9 ^{ab}	3,0 ^b	3,2 ^b	3,4 ^A
Średnia		4,1 ^A	3,1 ^B	3,1 ^B	
Rok	2018	3,0 ^d	3,0 ^d	4,2 ^{cd}	3,4 ^B
	2019	8,0 ^a	6,0 ^b	5,2 ^{bc}	6,4 ^A
	2020	1,4 ^e	0,5 ^e	0,0 ^e	0,6 ^C
udział bulw zazielenionych					
Dawka	60 kg·ha ⁻¹	1,1 ^c	1,2 ^{bc}	1,4 ^{bc}	1,2 ^B
	90 kg·ha ⁻¹	2,4 ^a	1,6 ^{bc}	1,0 ^c	1,7 ^A
	120 kg·ha ⁻¹	1,2 ^{bc}	1,8 ^{ab}	1,4 ^{bc}	1,4 ^{AB}
Średnia		1,5 ^A	1,6 ^A	1,3 ^A	
Rok	2018	1,9 ^b	2,7 ^a	1,8 ^{bc}	2,1 ^A
	2019	1,0 ^c	0,9 ^c	0,8 ^c	0,9 ^C
	2020	1,7 ^{bc}	1,1 ^c	1,2 ^{bc}	1,3 ^B
udział bulw porażonych parchem zwykłym					
Dawka	60 kg·ha ⁻¹	0,0 ^d	0,0 ^d	0,5 ^{ab}	0,1 ^B
	90 kg·ha ⁻¹	0,4 ^b	0,1 ^c	0,3 ^b	0,3 ^A
	120 kg·ha ⁻¹	0,6 ^a	0,2 ^c	0,2 ^c	0,3 ^A
Średnia		0,4 ^A	0,1 ^B	0,4 ^A	
Rok	2018	0,0 ^c	0,0 ^c	0,0 ^c	0,0 ^B
	2019	1,0 ^a	0,4 ^b	1,1 ^a	0,8 ^A
	2020	0,0 ^c	0,0 ^c	0,0 ^c	0,0 ^B

Średnie z tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy $p = 0,05$. Małe litery dotyczą współdziałania, wielkie litery dotyczą czynników głównych.

Kryterium oceny bulw jadalnych ziemniaka stanowi także jakość odżywcza, czyli zawartość składników w bulwach. Wykazano istotne zróżnicowanie składu chemicznego bulw w odniesieniu do badanych czynników i ich współdziałania (tabela 3). Niezależnie od stosowania nawozu organicznego istotnie największą zawartość skrobi w bulwach uzyskano po zastosowaniu dawki azotu mineralnego $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Zastosowanie nawozu organicznego nie różnicowało istotnie zawartości skrobi w bulwach w porównaniu z obiektem kontrolnym. Natomiast w badaniach Bernata [2011] zastosowanie nawozu Rosahumus spowodowało istotny wzrost zawartości skrobi w bulwach w porównaniu do obiektu kontrolnego. Podobny wzrost zawartości skrobi w bulwach ziemniaka po zastosowaniu kwasów huminowych w porównaniu do obiektu kontrolnego stwierdził Bayerli [2025]. Najbardziej sprzyjający gromadzeniu skrobi w bulwach był rok suchy, co było potwierdzeniem dotychczas przeprowadzonych badań [Rymuza i in. 2015].

Tabela 3. Wpływ nawożenia mineralnego azotem ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) i organicznego na skład chemiczny bulw ziemniaka

Czynnik		Nawożenie organiczne			Średnia
		bez nawożenia organicznego	doglebowo	Doglebowo i dolistnie	
Zawartość skrobi (g·kg ⁻¹)					
Dawka	60 kg·ha ⁻¹	159 ^{cd}	158 ^d	160 ^c	159 ^C
	90 kg·ha ⁻¹	163 ^b	164 ^{bc}	165 ^b	164 ^B
	120 kg·ha ⁻¹	168 ^a	167 ^a	167 ^a	167 ^A
Średnia		163 ^A	163 ^A	164 ^A	
Rok	2018	155 ^e	155 ^e	154 ^f	155 ^C
	2019	166 ^{ab}	169 ^{ab}	173 ^a	170 ^A
	2020	166 ^{cd}	165 ^{de}	165 ^{de}	165 ^B
Zawartość azotanów(V) (mg·kg ⁻¹)					
Dawka	60 kg·ha ⁻¹	54,6 ^g	68,5 ^f	77,0 ^e	66,7 ^C
	90 kg·ha ⁻¹	85,0 ^d	91,1 ^c	86,1 ^{cd}	87,4 ^B
	120 kg·ha ⁻¹	94,4 ^b	115,5 ^a	96,6 ^b	102,2 ^A
Średnia		78,0 ^C	91,7 ^A	86,5 ^B	
Rok	2018	80,2 ^d	90,5 ^c	71,5 ^e	80,7 ^B
	2019	93,0 ^c	116,6 ^b	128,2 ^a	112,6 ^A
	2020	60,8 ^f	68,0 ^e	60,0 ^f	62,9 ^C
Zawartość witaminy C (mg·kg ⁻¹)					
Dawka	60 kg·ha ⁻¹	241,8 ^d	246,5 ^c	248,3 ^{ab}	245,5 ^B
	90 kg·ha ⁻¹	245,9 ^c	249,2 ^{ab}	249,6 ^{ab}	248,2 ^A
	120 kg·ha ⁻¹	247,8 ^b	246,9 ^c	249,9 ^a	248,2 ^A
Średnia		245,2 ^C	247,5 ^B	249,3 ^A	
Rok	2018	245,1 ^d	251,0 ^c	249,8 ^c	248,7 ^B
	2019	235,8 ^f	237,1 ^f	239,1 ^e	237,3 ^C
	2020	254,3 ^b	254,5 ^b	259,0 ^a	255,9 ^A
Zawartość suchej masy (g·kg ⁻¹)					
Dawka	60 kg·ha ⁻¹	225 ^d	224 ^d	225 ^d	225 ^C
	90 kg·ha ⁻¹	227 ^c	228 ^{ab}	230 ^{ab}	228 ^B
	120 kg·ha ⁻¹	231 ^a	228 ^{ab}	231 ^a	230 ^A
Średnia		228 ^{AB}	227 ^B	229 ^A	
Rok	2018	218 ^d	216 ^d	217 ^d	217 ^C
	2019	234 ^{ab}	233 ^c	234 ^{ab}	234 ^A
	2020	231 ^c	232 ^c	234 ^a	232 ^B

Średnie z tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy $p = 0,05$. Małe litery dotyczą współdziałania, wielkie litery dotyczą czynników głównych.

Zawartość azotanów w bulwach ziemniaka wzrastała w miarę podwyższania dawki azotu mineralnego od 60 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ do 120 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, co potwierdzono w wielu dotychczas przeprowadzonych badaniach [Maltas i in. 2018, Rens i in. 2018, Tehulie i Misgan 2019]. Pod wpływem zastosowanego nawozu organicznego również zanotowano istotny wzrost poziomu azotanów w bulwach w porównaniu z obiektem kontrolnym. Ogólnie zawartość azotanów w bulwach była niska i nie stanowiła zagrożenia dla zdrowia konsumentów [Rozporządzenie Komisji (UE) nr 1258/2011]. Istotne zróżnicowanie zawartości

azotanów w bulwach odnosiło do analizowanych lat badań. Największą zawartość azotanów w bulwach odnotowano w roku suchym (2019), co prawdopodobnie związane było z ograniczonym wymywaniem azotu do głębszych warstw gleby. Z kolei najmniejszą zawartością azotanów charakteryzowały się bulwy ziemniaka w roku z największym poziomem opadów. Mogło to wskazywać na częściowe starty azotu poprzez wymywanie z wierzchniej warstwy gleby. Takie zależności zawartości azotanów w bulwach pomiędzy latami suchymi i wilgotnymi stanowią potwierdzoną regułę [Grudzińska i Zgórska 2008, Trawczyński 2022].

W przeprowadzonych badaniach wykazano korzystne oddziaływanie zastosowanego nawożenia mineralnego i organicznego na zawartość witaminy C w bulwach. Istotnie większą zawartość witaminy C stwierdzono w bulwach zebranych z obiektu nawożonego azotem w dawkach $90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ i $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ niż pod wpływem dawki $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. W stosunku do nawożenia organicznego na obiektach z doglebowym jak i w połączeniu z dolistnym zastosowaniem nawozu uzyskano odpowiednio więcej o $2,3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ i $4,1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ witaminy C niż na obiekcie bez nawożenia organicznego. W badaniach Szewczuka i in. [2016] na glebie lekkiej po zastosowaniu nawozu Rosahumus odnotowano znacznie większy przyrost zawartości witaminy C w bulwach ziemniaka. Istotne zróżnicowanie zawartości tego składnika wykazano również w odniesieniu do lat. W roku z opadami powyżej sumy z wielolecia (2020) uzyskano wyższą średnio o $12,9 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ zawartość witaminy C w bulwach w porównaniu z pozostałymi latami, z niedoborem opadów, co zbieżne było z dotychczas przeprowadzonymi badaniami [Trawczyński 2022].

Zmiany zawartości suchej masy w bulwach były zbieżne z zawartością skrobi i zanotowano istotny przyrost w miarę wzrostu dawki azotu mineralnego. W stosunku do zawartości suchej masy w bulwach na obiektach z nawożeniem organicznym uzyskano istotnie największą zawartość tego składnika po zastosowaniu nawozu do gleby w połączeniu z aplikacją dolistną. Istotny dodatni wpływ na zawartość suchej masy w bulwach dolistnej aplikacji kwasami huminowymi potwierdził Sahran [2011]. Istotnie największą zawartością suchej masy charakteryzowały się bulwy w roku z największym niedoborem opadów w okresie wegetacji ziemniaka. W licznych badaniach udowodniono, że suche lata sprzyjają gromadzeniu suchej masy w bulwach [Boguszewska 2007, Kołodziejczyk i Szmigiel 2012, Wierzbicka 2012]. Działanie nawozów opartych na substancjach humusowych wynika w głównej mierze z zawartości związków bioaktywnych [Du Jardin 2015]. Stymulują one wzrost roślin oraz rozwój systemu korzeniowego, a to sprzyja absorpcji składników z gleby, syntezie chlorofilu, zwiększeniu aktywności enzymatycznej i retencji wody w liściach, co przekłada się również na wzmocnienie systemów obronnych roślin przed stresem [Selladurai i Purakayastha 2016]. Należy podkreślić, że zmiany te, wpływając na działanie odpowiednich mechanizmów fizjologicznych, bezpośrednio w określonym stopniu przełożyły się na kształtowanie plonu i jakość bulw ziemniaka.

WNIOSKI

1. Uzyskano istotny przyrost plonu bulw pod wpływem każdej zastosowanej dawki azotu mineralnego.
2. Plon bulw ziemniaka zależał istotnie od sposobu zastosowania nawozu Rosahumus i po aplikacji doglebowej w połączeniu z dolistną uzyskano istotnie największą wartość.
3. Wykazano możliwość obniżenia dawki azotu mineralnego po aplikacji nawozu Rosahumus, szczególnie po zastosowaniu doglebowym w połączeniu z dolistnym.
4. Wraz ze zwiększaniem dawki azotu mineralnego od 60 do $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ oraz po zastosowaniu nawozu Rosahumus odnotowano istotne zmniejszenie udziału bulw małych i średnich oraz zwiększenie bulw dużych w strukturze plonu.

5. Ocena bulw pod względem wad zewnętrznych wykazała istotne obniżenie udziału bulw zdeformowanych w plonie po aplikacji nawozu Rosahumus w porównaniu z obiektem kontrolnym.

6. Największą zawartość skrobi, azotanów i suchej masy w bulwach uzyskano po zastosowaniu dawki 120 kg·ha⁻¹ N. Nawóz Rosahumus niezależnie od sposobu stosowania istotnie zwiększył zawartość witaminy C w bulwach w porównaniu do obiektu kontrolnego.

PIŚMIENNICTWO

- Agrosimex., 2015. Katalog nawozów do nawożenia sadów i warzyw, ss. 124.
- Al-Zubaidi A.H.A., 2018. Effect of humic acids on growth, yield and quality of three potato varieties. *Plant Arch.* 18(2), 1533–1540.
- Bayerli R., 2025. Effect of treatment with humic acid and foliar application with yeast extract on growth and productivity of potato plant. *Syr. J. Agric. Res.* 12(2), 100–109. <https://agri-research-journal.net/SjarEn/wp-content/uploads/v12n2p9.pdf> [dostęp: 01.06.2026].
- Bernat E., 2011. Wpływ nawożenia doglebowego nawozami pochodzenia mineralno-organicznego na zdrowotność, jakość i plonowanie ziemniaka. *Post. Ochr. Roślin* 51(1), 443–446.
- Bittani B., Hammas S., 2024. Evaluation the effects of humic acid foliar application on potato yield. *Int. J. Sci. Eng. Sci.* 8(10), 47–49. <http://ijses.com/wp-content/uploads/2024/10/68-IJSES-V8N10.pdf> [dostęp: 01.06.2026].
- Blecharczyk A., Kowalczeński P. Ł., Sawińska Z. i in., 2023. Impact of crop sequence and fertilization on potato yield in a long-term study. *Plants* 12(3), 495. <https://doi.org/10.3390/plants12030495>
- Boguszewska D., 2007. Wpływ niedoboru wody na zawartość wybranych składników chemicznych w bulwach ziemniaka. *Żywność Nauka Technol. Jakość* 5(54), 93–101.
- Cwalina-Ambroziak B., Głosek-Sobieraj M., Kowalska E., 2015. The effect of plant growth regulators on the incidence and severity of potato diseases. *Pol. J. Natur. Sc.* 30(1), 5–20.
- Du Jardin P., 2015. Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. *Sci. Hortic.* 196, 3–14.
- Ekin Z., 2019. Integrated use of humic acid and plant growth promoting rhizobacteria to ensure higher potato productivity in sustainable agriculture. *Sustainability* 11(12), 3417. <https://doi.org/10.3390/su11123417>
- Ezzat A.S., Saif Eldeen U.M., Abd El-Hameed A.M., 2009. Effect of irrigation water quantity, antitranspirant and humic acid on growth, yield, nutrients content and water use efficiency of potato (*Solanum tuberosum* L.). *J. Agric. Sci. Mansoura Univ.* 34(12), 11585–11603.
- George T.S., Taylor M.A., Dodd I.C. i in., 2017. Climate change and consequences for potato production: A review of tolerance to emerging abiotic stress. *Potato Res.* 60, 239–268. <https://doi.org/10.1007/s11540-018-9366-3>
- Grudzińska M., Zgórska K., 2008. Wpływ warunków meteorologicznych na zawartość azotanów(V) w bulwach ziemniaka. *Żywność Nauka Technol. Jakość* 5(60), 98–106.
- Gwóźdź K., Kołodziejczyk M., 2025. The effect of fertilization and irrigation on potato yield in organic production system. *Agron. Sci.* 80(3), 33–46. <https://doi.org/10.24326/as.2025.5485>
- Hara P., 2019. Znaczenie biostymulatorów w uprawie ziemniaka. *Ziemniak Polski* 2, 18–23.
- Hlisnikovsky L., Menšík L., Kunzová E., 2021. The effect of soil-climate conditions, farmyard manure and mineral fertilizers on potato yield and soil chemical parameters. *Plants* 10(11), 2473. <https://doi.org/10.3390/plants10112473>
- Kołacz B., 2020. Znaczenie materii organicznej w glebie oraz działania agrotechniczne wspomagające jej utrzymanie. *Wyd. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, Oddział Radom*, ss. 28.
- Kołodziejczyk M., Szmigiel A., 2012. Skład chemiczny oraz wybrane parametry jakości bulw ziemniaka w zależności od terminu i stopnia redukcji powierzchni asymilacyjnej roślin. *Fragm. Agron.* 29(3), 88–94.
- Kołodziejczyk M., 2013. Fenotypowa zmienność plonowania, składu chemicznego oraz wybranych cech jakości bulw średnio późnych i późnych odmian ziemniaka jadalnego. *Acta Agrophis.* 20 (3), 411–422.
- Kołodziejczyk M., 2014. Effect of nitrogen fertilization and microbial preparations on potato yielding. *Plant Soil Environ.* 60, 379–386. <https://doi.org/10.17221/7565-PSE>
- Liu E.Y., Li S., Lantz V. i in., 2019. Impacts of crop rotation and tillage practices on potato yield and farm revenue. *Agron. J.* 111, 1838–1848. <https://doi.org/10.2134/agronj2018.05.0325>
- Lutomirska B., Jankowska J., 2012. Występowanie deformacji i spękań bulw ziemniaka w zależności od warunków meteorologicznych i odmiany. *Biul. IHAR* 266, 131–142.
- Maltas A., Dupuis B., Sinaj S., 2018. Yield and quality response of two potato cultivars to nitrogen fertilization. *Potato Res.* 61, 97–114. <https://doi.org/10.1007/s11540-018-9361-8>

- Merck, 2023. Azotany test 16971. <https://www.merckmillipore.com/PL/pl/product/Nitrate-Test>, MDA_CHEM-116971 [dostęp: 01.06.2026].
- Nyiraneza J., Chen D., Fraser T. i in., 2021. Improving soil quality and potato productivity with manure and high-residue cover crops in Eastern Canada. *Plants* 10(7), 1436. <https://doi.org/10.3390/plants10071436>
- Pikuła D., 2016. Rola substancji humusowych oraz innowacyjne produkty zwiększające ich zawartość w glebie. *St. Rap. IUNG-PIB* 48(2), 81–93.
- PN-EN ISO 10520, 2002. Oznaczenie zawartości skrobi. Polarymetryczna metoda Ewersa. PKN, Warszawa.
- Rees H.W., Chow T.L., Zebarth B. i in., 2014. Impact of supplemental poultry manure application on potato yield and soil properties on a loam soil in north-western New Brunswick. *Can. J. Soil Sci.* 94, 49–65.
- Rens L.R., Zotarelli L., Rowland D.L. i in., 2018. Optimizing nitrogen fertilizer rates and time of application for potatoes under seepage irrigation. *Field Crop Res.* 215, 49–58. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2017.10.004>
- Rozporządzenie Komisji (UE) nr 1258/2011 z dnia 2 grudnia 2011 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 w odniesieniu do najwyższych dopuszczalnych poziomów azotanów w środkach spożywczych, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/ALL/?uri=celex:32011R1258> [dostęp: 10.06.2026].
- Roztropowicz S. (red.) 1999. Metodyka obserwacji, pomiarów i pobierania prób w agrotechnicznych doświadczeniach z ziemniakiem. Praca zbiorowa. IHAR Oddział Jadwisin, ss. 50.
- Rutkowska U., 1981. Wybrane metody badania składu i wartości odżywczej żywności. PZWL, Warszawa, 294–295.
- Rymuza K., Radzka E., Lenartowicz T., 2015. Wpływ warunków środowiskowych na zawartość skrobi w bulwach odmian ziemniaka średnio wczesnego. *Acta Agrophis.* 22 (3), 279–289.
- Sarhan T.Z., 2011. Effect of humic acid and seaweed extracts on growth and yield of potato plant (*Solanum tuberosum* L.) Desiree cv. Mesopotamia. *J. Agric.* 39(2), 19–25. <https://doi.org/10.33899/magrj.2011.30377>
- Sawicka B., Pszczółkowski P., 2017. Fenotypowa zmienność plonu i jego struktury bardzo wczesnych i wczesnych odmian ziemniaka. *Fragm. Agron.* 34(1), 76–91.
- Selladurai R., Purakayastha T.J., 2016. Effect of humic acid multinutrient fertilizers on yield and nutrient use efficiency of potato. *J. Plant Nutr.* 39(7), 949–956.
- Szewczuk C., Sugier D., Baran S. i in., 2016. Wpływ preparatów użyźniających i zróżnicowanych dawek nawozów na wybrane właściwości chemiczne gleb oraz plon i cechy jakościowe bulw ziemniaka. *Ann. UMCS sec. E Agric.* 71(2), 65–79.
- Tehulie N.S., Misgan T., 2019. Review on the effects of nitrogen fertilizer rates on growth, yield components and yield of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Int. J. Res. Agron.* 2(2), 51–56.
- Tibco Statistica, v. 13.3.0, TIBCO Software Inc, Palo Alto, CA, USA; 2017. <https://www.tibco.com/products/tibco-statistica> [dostęp: 01.06.2026].
- Trawczyński C., 2021. Assessment of mineral nitrogen fertilization of early potato varieties in integrated production. *J. Elem.* 26 (1), 109–123. <https://doi.org/10.5601/jelem.2020.25.4.2066>
- Trawczyński C., 2022. Oddziaływanie dolistnego dokarmiania nawozami wieloskładnikowymi w formie nanocząsteczek na plon i jakość bulw ziemniaka. *Agron. Sci.* 77(1), 77–90. <http://doi.org/10.24326/as.2022.2.7>
- Wierzbicka A., 2012. Wpływ odmiany, nawożenia azotem i terminu zbioru na zawartość suchej masy i skrobi w bulwach ziemniaków wczesnych. *Fragm. Agron.* 29(2), 134–142.
- Wierzbowska J., Cwalina-Ambroziak B., Głosek M. i in., 2015. Effect of biostimulators on yield and selected chemical properties of potato tubers. *J. Elem.* 20, 757–768. <https://doi.org/10.5601/jelem.2014.19.4.799>
- IUSS Working Group WRB, 2015. World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports 106. FAO, Rome.

Źródło finansowania badań: Środki subwencji statutowej Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin-PIB Radzików.

Deklaracja użycia generatywnej AI w procesie powstawania pracy: Praca została przygotowana bez wykorzystania narzędzi generatywnej sztucznej inteligencji.

Abstract. Field studies conducted on light soil in 2018-2020 determined the effect of nitrogen fertilization with or without the addition of Rosahumus organic fertilizer applied to the soil and foliage on yield and some quality traits of potato tubers. The fertilizer used in the study was applied as a soil spray before planting at a dose of 4.5 kg ha⁻¹ and in combination with two foliar applications performed in BBCH phases 30 and 55 at a dose of 0.3 kg ha⁻¹. Supplemental fertilization with organic fertilizer was carried out under conditions of mineral nitrogen fertilization: 60 120 kg ha⁻¹, 90 120 kg ha⁻¹, and 120 kg ha⁻¹. The control treatment was without organic fertilization. Potato tuber yield increased by 6.0% after soil application of Rosahumus fertilizer, and by 13.0% when

combined with foliar application, compared to the control treatment. Rosahumus fertilizer significantly increased the share of large tubers and reduced the share of deformed tubers in the yield structure compared to the control treatment. Regardless of the method of application, Rosahumus fertilizer significantly increased the vitamin C content in tubers compared to the treatment without it. Increasing the mineral nitrogen dose from 60 to 120 kg ha⁻¹ significantly increased tuber yield, the share of large tubers in the yield, starch content, and dry matter in tubers.

Keywords: humins, tubers quality, nitrogen fertilization, yield, potato

Otrzymano/Received: 16.06.2026

Zaakceptowano/Accepted: 28.07.2026

Opublikowano/Published: 9.10.2026

Cytowanie: Trawczyński C., 2026. Wpływ stosowania nawożenia mineralnego azotem i nawozu organicznego Rosahumus na wielkość plonu i jakość bulw ziemniaka. *Agron. Sci.* 81(3), 81–91. <https://doi.org/10.24326/as.2026.5731>