

NARASTANIE PLONU ZIEMNIAKA POD WPLYWEM NAWOŻENIA ORGANICZNEGO, NATURALNEGO I AZOTEM

MAŁGORZATA CIECIURA-OLCZYK¹

*Institut Agroekologii i Produkcji Roślinnej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu,
Plac Grunwaldzki 24a, 53-363 Wrocław*

Synopsis. W doświadczeniu trzyczynnikowym przeprowadzonym w Solnikach Małych w latach 2017–2018 analizowano wpływ nawożenia naturalnego i organicznego: obornikiem, pomiotem kurzym, międzyplonami gorczycy i rzepaku oraz nawożenia pełną dawką azotu 108 kg·ha⁻¹ i zredukowaną dawką do 36 kg·ha⁻¹ w połączeniu z preparatem Rhizosum N. W fazach rozwoju BBCH 60–61, 70–71, 80–81 i po zakończeniu wegetacji BBCH 99 analizowano narastanie plonu dwu odmian ziemniaka jadalnej Tajfun i skrobiowej Kuras. Najwyższym plonem bulw podczas wegetacji i po osiągnięciu dojrzałości cechowały się rośliny nawożone pomiotem, niższym obornikiem, a najniższym międzyplonami gorczycy i rzepaku. Nawożenie naturalne i organiczne pozostawało w ścisłej zależności z genotypem odmian. Zastosowanie pomiotu korzystniej oddziaływało na plon bulw odmiany jadalnej, natomiast obornikiem odmiany skrobiowej. Narastanie masy bulw i wysokość plonu kształtowało nawożenie azotem. Większą masą podczas wegetacji i po osiągnięciu pełnej dojrzałości cechowały się bulwy roślin nawożonych azotem w pełnej dawce w stosunku do roślin nawożonych azotem w połączeniu z preparatem Rhizosum N. Zastosowane nawożenie modyfikowało wielkość bulw. Na nawożeniu naturalnym pomiotem i obornikiem uzyskano większą masę bulw frakcji >50 mm, natomiast pod wpływem nawożenia międzyplonami rzepaku i gorczycy <50 mm. Zastosowanie pełnej dawki azotu wpływało na większy udział frakcji bulw >40 mm w porównaniu do zredukowanej dawki azotu w połączeniu z preparatem Rhizosum N.

Słowa kluczowe: ziemniak, obornik, pomiot kurzy, międzyplon – rzepak i gorczyca, azot, Rhizosum N, plon

WSTĘP

Naturalnym źródłem składników odżywczych dla roślin jest mineralna i organiczna substancja gleby, uzupełniana nawozami organicznymi, naturalnymi i mineralnymi. Odpowiednie zaopatrzenie roślin warunkuje bowiem wysokość plonu, a także istotnie kształtuje jego jakość [Fotyła 2000]. Wielu badaczy stwierdziło, że korzystne dla ujawnienia potencjału plonowania ziemniaka było tradycyjnie, ale i pozostaje nadal nawożenie naturalne w postaci obornika lecz z uwagi na jego brak stosuje się alternatywne formy nawożenia np. masę poplonów ścierniskowych lub słomę [Płaza i in. 2009]. Brak obornika coraz częściej w praktyce rolniczej można zastąpić przez stosowanie pomiotu [Cieciura-Olczyk i Prośba-Białczyk 2018]. Dostępność składników pokarmowych dla roślin z obornika w pierwszym roku po zastosowaniu wynosi 20–40% [Maćkowiak i in. 2000]. W praktyce rolniczej stosuje się również niekonwencjonalne formy uzupełniające nawożenie lub biopreparaty aktywizujące przemiany biologiczne w glebie np. UGmax, Rhizosum N. Skuteczność ich stosowania i oddziaływania na plonowanie ziemniaka, a także na jakość plonu wymaga szczegółowego przeanalizowania, a ze względu na niedostateczną wiedzę z zakresu ich działania wskazane jest dalsze prowadzenie badań pod względem

¹ Adres do korespondencji – *Corresponding address:* malgorzata.cieciura@upwr.edu.pl

ich wpływu, nie tylko na rozwój roślin, ale także jakość wytworzonego plonu [Trawczyński 2013, Zarzecka i Gugala 2013].

Celem badań było wykazanie wpływu nawożenia organicznego, naturalnego i azotowego na narastanie plonu bulw dwóch odmian ziemniaka.

MATERIAŁ I METODY

Eksperyment polowy przeprowadzono w latach 2017–2018 na terenie Dolnego Śląska w Solnikach Małych, o współrzędnych geograficznych 51°13' N, 17°53' E. Trzyczynnikowe doświadczenie założono metodą split-plot w 3 powtórzeniach. Czynnikiem pierwszego rzędu była odmiana: skrobiowa Kuras, jadalna Tajfun, czynnikiem drugiego rzędu było nawożenie organiczne międzyplonem rzepaku oraz gorczycy, nawożenie naturalne obornikiem oraz pomiotem kurzym, a czynnikiem trzeciego rzędu nawożenie mineralne azotem w pełnej dawce 108 kg·ha⁻¹ oraz zredukowaną dawką azotu 36 kg·ha⁻¹ w połączeniu z 25 g·ha⁻¹ preparatu Rhizosum N. Zastosowane skróty nazw obiektów przedstawiono w tabeli 1.

W każdym roku poprzedzającym uprawę ziemniaka, w III dekadzie października, stosowano obornik w dawce 30 t·ha⁻¹ oraz pomiot kurzy w dawce 10 t·ha⁻¹. Z obornikiem wnoszono do gleby: 160 kg azotu, 95 kg fosforu oraz 140 kg potasu, z pomiotem kurzym: 160 kg azotu, 105 kg fosforu i 130 kg potasu, z międzyplonem gorczycy: 100 kg azotu, 60 kg fosforu, 150 kg potasu, natomiast z międzyplonem rzepaku: 85 kg azotu, 50 kg fosforu i 130 kg potasu. Przed sadzeniem zastosowano nawozy mineralne: polifoska 6 – 300 kg·ha⁻¹, saletra amonowa 32% – 140 kg·ha⁻¹, sól potasowa 60% – 200 kg·ha⁻¹. W nawozach mineralnych do gleby wprowadzono 63 kg azotu, 60 kg fosforu i 210 kg potasu, a bezpośrednio przed ostatecznym formowaniem redlin wprowadzono dodatkowo 45 kg azotu w saletrze amonowej 32% – 140 kg·ha⁻¹. Preparat Rhizosum N według producenta w swoim składzie zawierał bakterie *Azotobacter vinelandii*, których celem jest wiązanie azotu atmosferycznego N₂ niedostępnego dla roślin uprawnych i przekształcenia do amoniaku NH₃ wykorzystywanego przez rośliny do tworzenia plonu. Zastosowano go w I dekadzie maja w sposób dolistny.

Badania polowe przeprowadzono na glebie gliniastej płowej klasy bonitacyjnej IIIa. Gleba cechowała się średnią zasobnością w składniki pokarmowe: N – 70 kg·ha⁻¹; P – 6,15 g·kg⁻¹; K – 13,94 g·kg⁻¹; Mg – 3,67 g·kg⁻¹; Cu – 3,5 g·kg⁻¹; Zn – 9,2 g·kg⁻¹; C organiczny – 0,80 g·kg⁻¹ a jej pH wynosiło 6,3 w KCl.

Bulwy sadzono w III dekadzie marca w rozstawie rzędów 75 cm, zachowując odległość w rzędzie 29 cm. Zbiór przeprowadzono w I dekadzie października. Do analiz botanicznych odpowiednio w I dekadach kolejnych miesięcy, w fazach rozwoju: BBCH 60–61 (lipiec), 70–71 (sierpień), 80–81 (wrzesień) oraz BBCH 99 (październik) pobierano po 10 losowo wybranych roślin z każdego poletka i wyliczano masę pojedynczej rośliny. Plon końcowy określano z powierzchni 30 m². W strukturze plonu wyodrębniono bulwy o średnicy poniżej 30 mm, 30–40 mm, 40–50 mm, 50–60 mm, powyżej 60 mm. Warunki termiczne w latach badań nie były zróżnicowane i nie powodowały zasadniczych zakłóceń w rozwoju ziemniaka (tab. 2). Zróżnicowanie stwierdzono natomiast pod względem ilości i rozkładu opadów w czasie wegetacji ziemniaka w latach co przedstawiono w tabeli 3.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie wykorzystując analizę wariancji i porównania wielokrotne procedurą Tukeya. Do porównania średnich przyjęto poziom istotności $\alpha=0,05$. Obliczenia wykonano w programie SAS 9.1.

Tabela 1. Skróty nazw obiektów

Table 1. Objects abbreviations

Skrót Abbreviation	Objaśnienie/Explanation
S	odmiana skrobiowa/starch variety
J	odmiana jadalna/edible variety
K	kontrola/control
RZ	nawożenie międzyplonem rzepaku/fertilization of rape catch crop
G	nawożenie międzyplonem gorczycy/fertilization with mustard catch crop
O	nawożenie obornikiem/fertilization with manure
P	nawożenie pomiotem/fertilization with chicken manure
NM	nawożenie pełną dawką azotu/fertilization with a full dose of nitrogen
RH	nawożenie zredukowaną dawką azotu/fertilization with a reduced dose of nitrogen
SK	odmiana skrobiowa bez nawożenia/starch variety without fertilization
SRZ	odmiana skrobiowa nawożona międzyplonem rzepaku/a starch variety fertilized with a rape catch crop
SG	odmiana skrobiowa nawożona międzyplonem gorczycy/a starch variety fertilized with a mustard catch crop
SO	odmiana skrobiowa nawożona obornikiem/starch variety fertilized with manure
SP	odmiana skrobiowa nawożona pomiotem/starch variety fertilized with chicken manure
JK	odmiana jadalna bez nawożenia/edible variety without fertilization
JRZ	odmiana jadalna nawożona międzyplonem rzepaku/edible variety fertilized with a rape catch crop
JG	odmiana jadalna nawożona międzyplonem gorczycy/edible variety fertilized with a mustard catch crop
JO	odmiana jadalna nawożona obornikiem/edible variety fertilized with manure
JP	odmiana jadalna nawożona pomiotem/edible variety fertilized with chicken manure
SNM	odmiana skrobiowa nawożona pełną dawką azotu/starch variety fertilized with a full dose of nitrogen
SRH	odmiana skrobiowa nawożona zredukowaną dawką azotu/a starch variety fertilized with a reduced dose of nitrogen
JNM	odmiana jadalna nawożona pełną dawką azotu/edible variety fertilized with a full dose of nitrogen
JRH	odmiana jadalna nawożona zredukowaną dawką azotu/edible variety fertilized with a reduced dose of nitrogen

Tabela 2. Średnie temperatury w okresie wegetacji ziemniaka

Table 2. The average temperature during the growing potato

Lata Years	Miesiące/Months						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
2017	7,9	14,2	18,4	18,9	19,4	13,2	12,1
2018	13,6	17,1	18,7	19,2	19,7	15,1	13,6
1986–2015	8,9	14,4	17,3	19,6	18,6	13,7	9,1

Tabela 3. Suma opadów (mm) od wschodów do analizowanych faz rozwoju oraz w całym okresie wegetacji

Table 3. The sum of precipitation (mm) from the east to the analyzed stages of development and throughout the growing season

Lata Years	Fazy rozwojowe/Development phases (BBCH)				Suma/Sum IV–IX
	60–61	70–71	80–81	99	
2017	76	188	231	296	384
2018	90	186	200	244	263
1986–2015					551

WYNIKI I DYSKUSJA

Zróżnicowanie masy bulw między odmianami podczas wegetacji w zależności od lat badań wynosiło w kolejnych fazach BBCH 60–61 – 70 i 80 g, BBCH 70–71 – 170 i 230 g, BBCH 80–81 – 270 i 400 g na korzyść odmiany jadalnej (tab. 4 i 5). Odmiana jadalna również w obu latach badań wykształciła plon bulw wyższy odpowiednio o 11,3 i 15,3 t·ha⁻¹ w stosunku do odmiany skrobiowej (tab. 6).

Tabela 4. Masa bulw pojedynczej rośliny w zależności od odmiany, nawożenia naturalnego organicznego oraz mineralnego w latach badań (g·ha⁻¹)

Table 4. Weight of tubers of a single plant depending on the variety, natural and organic fertilization in the years of research (g·ha⁻¹)

Obiekty* Treatments	BBCH			BBCH		
	60–61	70–71	80–81	60–61	70–71	80–81
	2017			2018		
S	514	659	784	453	548	585
J	593	829	1185	528	744	856
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	5	19	25	15	18	9
K	462	632	781	393	541	635
RZ	510	677	895	436	577	648
G	545	736	1009	470	605	672
O	600	816	1091	555	738	808
P	650	857	1147	599	769	838
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	15	12	40	12	8	11
NM	577	772	1029	513	664	748
RH	530	716	940	486	629	692
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	7	7	25	8	7	6

* Oznaczenia jak w tabeli 1/Explantion in table 1

Tabela 5. Masa bulw pojedynczej rośliny. Interakcje odmiany z nawożeniem organicznym i naturalnym oraz nawożeniem mineralnym ($\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$)Table 5. The mass of tubers of a single plant. Variety interactions with organic and natural fertilization and mineral fertilization ($\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$)

Obiekty* Treatments	2017			2018		
	BBCH					
	60–61	70–71	80–81	60–61	70–71	80–81
SK	405	567	651	350	440	515
SRZ	481	622	740	406	472	540
SG	520	662	799	440	506	570
SO	597	736	890	545	666	663
SP	570	708	839	526	655	632
JK	520	698	911	437	641	755
JRZ	539	733	1049	465	681	756
JG	571	810	1219	500	705	775
JO	603	895	1405	565	810	948
JP	731	1007	1343	671	883	1045
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	21	18	57	17	12	16
SNM	548	684	804	483	563	612
SRH	481	635	764	424	534	558
JNM	606	860	1254	543	765	885
JRH	580	798	1117	512	723	826
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	9	r.n.	36	11	r.n.	9

* Oznaczenia jak w tabeli 1/Explantion in table 1

Masa bulw pojedynczej rośliny w okresie wegetacji i plon końcowy zależały od zastosowanego nawożenia naturalnego i organicznego. Najkorzystniej na wysokość masy pojedynczej rośliny we wszystkich fazach, a także w plonie końcowym wpływało nawożenie pomiotem. Podczas wegetacji, masa bulw pojedynczej rośliny była wyższa o 30 g i 60 g w stosunku do obornika, o 120 i 160 g w stosunku do nawożenia międzyplonem gorczycy i o 150 i 260 g w porównaniu do nawożenia międzyplonem rzepaku (tab. 4). Rośliny uprawiane na pomioście wykształciły plon wyższy o 0,5 i 10 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ w stosunku do roślin nawożonych innymi formami nawozów organicznych i naturalnych (tab. 6). Masa bulw pojedynczej rośliny i plon końcowy na oborniku były wyższe niż na nawożeniu międzyplonami ścierniskowymi – gorczycy i rzepaku. Najniższą masą bulw cechowały się rośliny nawożone międzyplonem rzepaku. Pozytywny wpływ obornika na plonowanie ziemniaka był wykazywany od wielu lat, ale badacze zalecają także uzupełnianie nawożenia naturalnego nawożeniem mineralnym, a potwierdzeniem tego są między innymi badania Ciecziura-Olczyk i in. 2018, Najm i in. 2012, a także Blecharczyk i in.

Tabela 6. Wpływ odmiany, nawożenia organicznego i naturalnego oraz azotem na plon ziemniaka (t·ha⁻¹)
 Table 6. Influence of a variety, organic, natural and mineral fertilization on potato yield (t·ha⁻¹)

Obiekty/Treatments*	2017	2018
S	33,5	24,5
J	48,8	35,8
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	1,1	0,9
K	33,2	26,2
RZ	37,1	27,0
G	42,3	28,3
O	46,9	33,7
P	41,7	35,5
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	1,4	1,3
NM	42,1	31,5
RH	40,2	28,8
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	0,7	0,5
SK	28,0	21,0
SRZ	32,0	22,3
SG	34,3	24,0
SO	37,6	38,3
SP	35,7	37,0
JK	38,5	31,5
JRZ	42,0	31,6
JG	50,3	32,7
JO	56,1	39,2
JP	57,3	44,0
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	2,1	1,9

* Oznaczenia jak w tabeli 1/Explanation in table 1

[2008] którzy osiągnęli najwyższy plon bulw po nawożeniu organicznym w połączeniu z nawożeniem NPK. W badaniach tych wykazali, że zastosowanie tylko obornika bądź samego nawożenia mineralnego obniża plon bulw odpowiednio o 14,6 i 22,8% w porównaniu do łącznego zastosowania nawożenia naturalnego z mineralnym. Podobną zależność stwierdzili Murawska i in. [2015] oraz Najm i in. [2012] stosując obornik w połączeniu z nawożeniem mineralnym, natomiast Płaza [2004] w badaniach wykazała wyższy plon bulw po zastosowaniu obornika w porównaniu do nawożenia wyłącznie mineralnego. Wskazując na pozytywny wpływ nawo-

żenia organicznego badacze stwierdzili możliwość zastosowania nawozów zielonych, a nawet węgla brunatnego. Według Zarzeckiej [2006], Trawczyńskiego i Grzeškiewicza [2000] nawożenie słomą, nawozami zielonymi czy odpadem węgla brunatnego w niewielkim stopniu ustępowało działaniu obornika, dorównywało lub go przewyższało. Dzienia i in. [2004] wykazali, że nawożenie międzyplonami było porównywalne ze stosowaniem obornika. Klikocka [2006] wykazała, iż na wyższy plon bulw istotnie wpływało nawożenie obornikiem w porównaniu do nawożenia słomą wzbogaconą mocznikiem bądź międzyplonem gorczycy białej.

W badaniach własnych stwierdzono współdziałanie odmian z zastosowanym nawożeniem naturalnym i organicznym na masę bulw pojedynczej rośliny oraz plon (tab. 5 i 6). Odmiana jadalna korzystniej reagowała na nawożenie pomiotem, natomiast odmiana skrobiowa na nawożenie obornikiem. Badacze zajmujący się tym zagadnieniem nie stwierdzili istotnych współzależności między odmianami z formami nawożenia naturalnego i organicznego, lecz w literaturze przedmiotu wykazano zależności podkreślające współdziałanie właściwości odmian z nawożeniem mineralnym zwłaszcza azotem [Krochmal-Marczak i in. 2014].

Narastanie masy bulw i poziom plonu modyfikowane były również przez nawożenie mineralne (tab. 5). Istotnie wyższą masą i plonem cechowały się rośliny nawożone pełną dawką azotu mineralnego w stosunku do zredukowanego tym składnikiem, w połączeniu z preparatem Rhizosum N. Przeprowadzone badania wykazały istotny wpływ nawożenia mineralnego na kształtowanie masy bulw pojedynczej rośliny w kolejnych fazach rozwojowych: BBCH 60–61 o 20 i 50 g; BBCH 70–71 o 30 i 60 g, BBCH 80–81 o 50 i 90 g, a w plonie końcowym kolejno w latach badań o 0,9 i 3,5 t·ha⁻¹ w stosunku do dzielonego nawożenia z użyciem preparatu Rhizosum N. Przyrost masy bulw w stosunku do wzrastającego poziomu nawożenia mineralnego azotem był potwierdzeniem wielu dotychczasowych badań [Cohan i in. 2018, Fontes i in. 2010, Kumar i in. 2007, Rensi in. 2016, Trawczyński 2008, 2016, Wierzbicka 2006].

Wielkość bulw poszczególnych frakcji w plonie końcowym była modyfikowana genotypem (tab. 7). U odmiany skrobiowej istotnie wyższy był plon bulw frakcji drobnych <40mm, natomiast u odmiany jadalnej frakcji >60 mm. Stwierdzono istotną interakcję odmian z zastosowanym nawożeniem naturalnym i organicznym (tab. 8). U odmiany jadalnej najkorzystniej na plon bulw dużych >60 mm wpływało nawożenie pomiotem, natomiast u odmiany skrobiowej zastosowanie obornika. Plon frakcji był również modyfikowany w zależności od nawożenia naturalnego i organicznego (tab. 7). Wyższy plon frakcji bulw o średnicy 50–60 mm i >60 mm stwierdzono przy zastosowaniu nawożenia pomiotem i obornikiem w porównaniu do nawożenia międzyplonem gorczycy i rzepaku. Wydajność bulw poszczególnych frakcji była również kształtowana nawożeniem azotem i zastosowaniem preparatu Rhizosum N. Wyższy plon bulw o średnicy >30 mm uzyskano przy zastosowaniu pełnej dawki nawozów azotowych. Oddziaływanie nawożenia azotem na wielkość bulw analizował również Trawczyński [2014] i wykazał, że zwiększone dawki azotu istotnie wpłynęły na zmniejszenie w plonie głównym udziału bulw drobnych (średnica do 35 mm), natomiast zwiększenie udziału bulw dużych (średnica powyżej 60 mm). Płaza i in. [2009] w doświadczeniach udowodnili również, że nawożenie międzyplonami ścierniskowymi i obornikiem ma istotny wpływ na strukturę plonu. Zastosowanie nawożenia facelią wpłynęło na wyższy udział bulw frakcji >60 mm. W badaniach własnych wykazano że, większym udziałem bulw dużych charakteryzowały się rośliny nawożone nawozami naturalnymi w porównaniu do nawożenia organicznego.

Tabela 7. Masa frakcji bulw w plonie w latach badań w zależności od analizowanych czynników ($t \cdot ha^{-1}$)
 Table 7. Weight of tuber fraction in yield in the years of research depending on the factors analyzed ($t \cdot ha^{-1}$)

Obiekty* Treatments	Frakcje bulw/Tuber fraction (cm)				
	< 3	3–4	4–5	5–6	> 6
2017					
S	9,2	8,7	7,2	4,6	3,8
J	9,0	8,3	9,8	8,2	14,0
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	r.n.	r.n.	0,9	2,5	0,6
K	16	8,2	5,5	2,1	1,7
RZ	12,5	8,7	8,7	4,3	3,0
G	10,5	11,2	11,5	5,2	4,5
O	2,7	4,7	9,7	12,7	16,7
P	3,8	9,5	7,0	7,7	18,5
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	1,5	1,8	1,7	1,5	1,7
NM	8,5	8,0	9,1	7,0	9,6
RH	9,7	9,0	7,9	5,8	8,1
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	1,1	0,8	1,0	0,9	1,0
2018					
S	6,8	7,2	4,8	3,2	2,7
J	7,9	7,4	7,4	6,8	6,3
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	r.n.	r.n.	r.n.	1,7	1,1
K	11,2	8,5	4,5	1,5	0,8
RZ	9,7	10,2	3,7	2,1	1,9
G	8,2	7,0	8,0	2,6	2,2
O	3,5	5,5	7,2	10	7,2
P	4,0	5,2	7,0	8,7	10,3
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	1,7	1,7	1,4	0,8	1,8
NM	7,0	7,4	6,6	5,5	5,1
RH	7,7	7,2	5,6	4,4	3,9
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	0,3

* Oznaczenia jak w tabeli 1/Explanation in table 1

Tabela 8. Masa frakcji bulw w plonie. Współdziałanie odmiany z nawożeniem organicznym i naturalnym (t·ha⁻¹)Table 8. Weight of tuber fraction in yield. Interaction variety of natural and organic fertilization (t·ha⁻¹)

Obiekty* Treatments	Frakcje bulw/Tuber fraction (cm)			
	3-4	4-5	5-6	> 6
	2017			
SK	6,0	4,5	1,3	1,5
SRZ	9,0	6,0	2,0	2,5
SG	9,0	8,5	2,0	3,5
SO	5,5	11,0	11,5	7,0
SP	14,0	6,0	6,5	4,5
JK	10,5	6,5	3,0	2,0
JRZ	8,5	11,5	6,5	3,5
JG	13,5	14,5	8,5	5,5
JO	4,0	8,5	14,0	26,5
JP	5,0	8,0	9,0	32,5
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	2,5	2,4	2,1	2,5
	2018			
SK	7,5	3,5	1,2	0,5
SRZ	9,5	2,0	1,3	1,8
SG	7,0	6,0	1,5	1,6
SO	4,0	6,0	8,5	7,0
SP	8,0	6,5	5,0	2,6
JK	9,5	5,5	3,0	1,1
JRZ	11,0	5,5	3,5	2,0
JG	7,0	10,0	4,0	2,8
JO	7,0	8,5	11,5	7,5
JP	2,5	7,5	12,5	18
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	2,4	2,0	1,2	2,6

* Oznaczenia jak w tabeli 1/Explanation in table 1

WNIOSKI

1. Nawożenie organiczne i naturalne modyfikowało narastanie plonu bulw od fazy BBCH 60–61 aż do zbioru. Korzystniejszą formą nawożenia okazało się stosowanie nawozów naturalnych, niż nawozów organicznych. Formy nawożenia pozostawały w ścisłej zależności z badanymi odmianami. We wszystkich analizowanych fazach rozwoju najkorzystniej na masę bulw pojedynczej rośliny oraz plon końcowy u odmiany jadalnej oddziaływało nawożenie naturalne pomiotem kurzym, natomiast u odmiany skrobiowej zastosowanie obornika.
2. Rośliny nawożone pełną dawką azotu we wszystkich analizowanych fazach rozwoju wykształciły wyższą masę bulw, a po zakończeniu wegetacji plon w porównaniu do roślin nawożonych zredukowaną dawką azotu w połączeniu z preparatem Rhizosum N.
3. Zastosowane nawożenie kształtowało istotnie wielkość plonu bulw wyodrębnionych frakcji. Na nawożeniu naturalnym uzyskano wyższą wydajność bulw frakcji >50mm. Zastosowanie pełnej dawki azotu wpływało korzystniej niż zredukowanej w połączeniu z preparatem Rhizosum N na plon frakcji >40 mm.

PIŚMIENNICTWO

- Blecharczyk A., Małecka I., Piechota T., Sawinska Z. 2008. Wpływ następstwa roślin i nawożenia na plonowanie oraz skład chemiczny bulw ziemniaka odmiany Sante. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 7(3): 13–19.
- Cieciora-Olczyk M., Prośba-Białczyk U. 2018. Naturalne i organiczne nawożenie ziemniaka jadalnego. *Ziemniak Polski* 3: 19–24.
- Cieciora-Olczyk M., Prośba-Białczyk U. 2018. Yielding of edible and starch potato depending on fertilization. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 627: 7–18.
- Cohan J.P., Hannon C., Houilliez C., Gravouelle J.M., Geille A., Lampaert E., Laurent F. 2018. Effects of potato cultivar on the components of nitrogen use efficiency. *Potato Res.* 61: 231–246.
- Dzienia S., Szarek P., Pużyński S. 2004. Plonowanie i jakość bulw ziemniaka w zależności od system uprawy roli i rodzaju nawożenia organicznego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 500: 235–241.
- Fontes P.C.R., Braun H., Busato C., Cecon P.R. 2010. Economic optimum nitrogen fertilization rates and nitrogen fertilization rate effects on tuber characteristics of potato cultivars. *Potato Res.* 53: 167–179.
- Fotyma E. 2000. Zasady nawożenia azotem z wykorzystaniem testów glebowych i roślinnych. *Nawozy i Nawożenie/Fertilizer and Fertilization* 3a: 17–37.
- Klikocka H. 2006. Efektywność energetyczna różnych sposobów uprawy roli i nawożenia naturalnego w produkcji ziemniaka. *Acta Agrophys.* 8(2): 385–393.
- Krochmal-Marczak B., Sawicka B., Bienia B., Kiełtyka-Dadasiewicz A., Borkowska H. 2014. Plonowanie i jakość bulw odmian ziemniaka jadalnego w warunkach stosowania zróżnicowanego nawożenia azotowego w województwie podkarpackim. W: *Współczesne dylematy polskiego rolnictwa*. Zarzecka K., Kondracki S. (red.). Wyd. PSW JP II, Biała Podlaska. Cz. III: 345–352.
- Kumar P., Pandey S.K., Singh B.P., Singh S.V., Kumar D. 2007. Effect of nitrogen rate on growth yield, economics and crisps quality of Indian potato processing cultivars. *Potato Res.* 50: 143–155.
- Maćkowiak Cz., Żebrowski J. 2000. Skład chemiczny obornika w Polsce. *Nawozy i Nawożenie/Fertilizer and Fertilization* 4(5): 119–130.
- Murawska B., Spychaj-Fabisiak E., Majcherczak E., Kozera W., Gaj R., Różański S., Jachymska J. 2015. Znaczenie międzyplonów i mikroelementów w uprawie ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 580: 75–83.
- Najm A.A., Hadi M.R.H.S., Fazeli F., Darzi M.T., Rahi A. 2012. Effect of integrated management of nitrogen fertilizer and cattle manure on the leaf chlorophyll, yield and tuber glycoalkaloids of Agria potato. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.* 43: 912–923.
- Plaża A. 2004. Skład chemiczny bulw ziemniaka jadalnego w warunkach zróżnicowanego nawożenia organicznego. *Ann. UMCS, Sec. E. Agricultura* 59(3): 1327–1334.
- Plaża A., Ceglarek F., Próchnicka M. 2009. Wpływ międzyplonów ścierniskowych na plon i strukturę plonu bulw ziemniaka. *Fragm. Agron.* 26(3): 137–145.

- Rens L.R., Zotarelli L., Cantliffe D.J., Stoffella P.J., Gergela D., Burhans D. 2016. Commercial evaluation of seasonal distribution of nitrogen fertilizer for potato. *Potato Res.* 59: 1–20.
- Trawczyński C. 2008. Reakcja nowych odmian ziemniaka na nawożenie azotem. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 530: 187–196.
- Trawczyński C. 2013. Wpływ dolistnego nawożenia preparatem Herbagreen na plonowanie ziemniaków. *Ziemniak Polski* 2: 29–33.
- Trawczyński C. 2014. Zastosowanie makro- i mikroelementowych nawozów chelatowych w dolistnym dokarmianiu ziemniaka. *Biuletyn IHAR* 271: 65–77.
- Trawczyński C. 2016. Plon i jakość bulw nowych odmian ziemniaka w warunkach zroznicowanego nawożenia mineralnego azotem. *Acta Agrophys.* 23(2): 261–273.
- Trawczyński C., Grześkiewicz H. 2000. Wpływ odpadu węgla brunatnego na plon i jakość ziemniaka jadalnego. *Biul. IHAR* 213: 165–171.
- Wierzbicka A. 2006. Zmienność wybranych cech jakości bulw wczesnych odmian ziemniaka w zależności od nawożenia azotem i terminu zbioru. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 511: 175–187.
- Zarzecka K. 2006. Uprawa ziemniaka w Polsce warunkująca właściwą jakość plonu. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 511: 53–72.
- Zarzecka K., Gugala M. 2013. Wpływ użyźniacza glebowego UGmax na plon ziemniaka i jego strukturę. *Biul. IHAR* 267: 107–112.

M. CIECIURA-OLCZYK

POTATO YIELDING ON THE EFFECT OF ORGANIC, NATURAL AND NITROGEN FERTILIZATION

Summary

In a three-factor experiment carried out in Solniki Małe in 2017–2018, the effect of natural and organic fertilization was analyzed – manure, chicken farms, mustard and rape cropplains, and full-dose nitrogen fertilization 108 kg·ha⁻¹ and reduced dose up to 36 kg·ha⁻¹ combined with Rhizosum N. In BBCH 60–61, 70–71, 80–81 and after completion of BBCH 99 vegetation, the yield growth of two varieties of Tajfun edible potato and Kuras starchy potato were analyzed. The highest yield of tubers during vegetation and after reaching maturity was characterized by plants fertilized with manure, lower manure, and the lowest catch crops of mustard and rape. Natural and organic fertilization was closely related to the genotype of varieties. The use of the manure beneficially influenced the yield of tubers of the edible variety, whereas the manure of the starch variety. Growth of tuber mass and yield height were shaped by nitrogen fertilization. Higher mass during vegetation and after reaching full maturity were characterized by tubers of nitrogen-fertilized plants in full dose in relation to plants fertilized with nitrogen in combination with Rhizosum N. Applied fertilization modified the size of tubers. On natural fertilization, manure and manure yielded a larger mass of tubers of fraction > 50 mm, while under the influence of fertilization with catch crops of rape and mustard < 50 mm. The use of a full dose of nitrogen affected the greater proportion of tubers > 40mm compared to the reduced dose of nitrogen in combination with Rhizosum N.

Key words: potato, manure, chicken manure, intercrop – rape and mustard seed, nitrogen, Rhizosum N, yield

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 9.04.2019

Do cytowania – *For citation*

Cieciura-Olczyk M. 2019. Narastanie plonu ziemniaka pod wpływem nawożenia organicznego, naturalnego i azotem. *Fragm. Agron.* 36(2): 7–17.