

## WPLYW ZASTOSOWANIA PODŁOŻA POPIECZARKOWEGO NA PLON I ZAWARTOŚĆ WYBRANYCH MAKROELEMENTÓW W BULWACH ZIEMNIAKA I ZIARNIE PSZENICY OZIMEJ

ANNA MAJCHROWSKA-SAFARYAN<sup>1</sup>

*Zakład Ochrony i Hodowli Roślin, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach,  
ul. B. Prusa 14, 08-110 Siedlce*

**Synopsis.** Doświadczenie wegetacyjne przeprowadzono w latach 2008 i 2009, na polu produkcyjnym indywidualnego gospodarstwa rolnego w miejscowości Zajac. Czas trwania doświadczenia podyktowany był założeniem, iż podłoże po uprawie pieczarki, użyte do nawożenia, wpływa korzystnie na plon roślin, głównie w dwóch pierwszych latach po zastosowaniu do gleby. Celem badań było określenie wpływu zastosowania podłoża popieczarkowego na plon i zawartość wybranych makroelementów w bulwach ziemniaka (*Solanum tuberosum L.*) – odmiana skrobiowa Pasat i ziarnie pszenicy ozimej (*Triticum aestivum L.*) – odmiana Finezja. Przeprowadzone badania wykazały, iż wprowadzone z podłożem popieczarkowym do gleby składniki pokarmowe wpływają korzystnie na zwiększanie plonu roślin testowych i ich skład chemiczny, co wskazuje na możliwość wykorzystania tego materiału do nawożenia gleb uprawnych i w konsekwencji przyczynia się do rozwiązania problemu jego utylizacji.

**Słowa kluczowe:** nawożenie, podłoże popieczarkowe, plon roślin, zawartość wybranych makroelementów

### WSTĘP

Od lat 90-tych ubiegłego wieku produkcja obornika w Polsce zmniejszyła się, co nie zabezpiecza skutecznie możliwości odnawiania się zasobów glebowej materii organicznej [Kalembasa i Wiśniewska 2004]. Wobec deficytowego nawożenia naturalnego dostarczającego składniki pokarmowe dla roślin, konieczne jest poszukiwanie nowych sposobów zwiększania zawartości materii organicznej w glebach uprawnych. Jednym z nich jest wykorzystywanie odpadowych materiałów organicznych w tym podłoża po uprawie pieczarki (popieczarkowego), którego ilość ciągle zwiększa się, zwłaszcza w rejonie obecnego centrum uprawy Siedlce – Łosice, we wschodniej części województwa mazowieckiego [Kalembasa i Majchrowska-Safaryan 2009].

Zużyte podłoże pieczarkowe jest potencjalnie dobrym materiałem nawozowym i szczególnie cennym źródłem substancji organicznej [Kalembasa i Majchrowska-Safaryan 2009]. Dostarcza składników pokarmowych dla roślin, w różnie dostępnych formach. W wyniku procesów mineralizacji tego materiału składniki te mogą być stopniowo uwalniane do roztworu glebowego i stąd pobierane przez rośliny [Kalembasa i Becher 2012]. Z nielicznych publikacji [Kalembasa i Wiśniewska 2004, Maszkiewicz 2010, Majchrowska-Safaryan i Tkaczuk 2013] wynika, iż podłoże popieczarkowe może być stosowane w uprawach rolniczych, warzywnych, w sadach, do nawożenia trawników i utrzymania terenów zieleni miejskiej. Nawożenie jest jednym z głównych czynników wpływających na plon oraz skład chemiczny uprawianych roślin [Woźniak 2006, Różyło i Pałys 2009].

<sup>1</sup> Adres do korespondencji – *Corresponding address:* [anna.majchrowska-safaryan@uph.edu.pl](mailto:anna.majchrowska-safaryan@uph.edu.pl)

Celem pracy było określenie wpływu zastosowania podłoża popieczarkowego na plon i zawartość wybranych makroelementów w bulwach ziemniaka i ziarnie pszenicy ozimej w dwuletnim doświadczeniu polowym.

## MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie wegetacyjne przeprowadzono w latach 2008 i 2009, na polu produkcyjnym indywidualnego gospodarstwa rolnego w miejscowości Zajęc (52°20' N, 22°03' E) w województwie mazowieckim. Czas trwania doświadczenia podyktowany był założeniem, iż podłoże po uprawie pieczarki, użyte do nawożenia, wpływa korzystnie na plon roślin, głównie w dwóch pierwszych latach po zastosowaniu do gleby. Eksperyment założono metodą losowanych bloków, w czterech powtórzeniach, o wielkości poletek do zbioru 7 x 7 m, na glebie płowej opadowo-glejowej, o składzie granulometrycznym gliny piaszczystej (zawartość frakcji piasku 74%, pyłu 19% i iltu 7%), odczynie lekko kwaśnym i zawartości  $C_{org.} - 5,59 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ . Glebę tą zaliczono do klasy bonitacyjnej IVa i kompleksu żyznego bardzo dobrego.

W latach prowadzenia doświadczenia polowego panowały zróżnicowane warunki pogodowe (tab. 1). W trakcie uprawy ziemniaka (maj–wrzesień) rozkład temperatur kształtował się w zakresie 12,2–18,4°C. Największą sumę opadów odnotowano w lipcu, która wynosiła 36,3 mm. Podczas wiosennej wegetacji pszenicy ozimej zakres temperatur w okresie od kwietnia do sierpnia kształtował się od 10°C do 17,3. W miesiącu kwietniu zanotowano okresowe niedobory wody, natomiast intensywne opady deszczu wystąpiły w czerwcu wynosząc 54,4 mm.

Tabela 1. Warunki pogodowe w trakcie trwania doświadczenia polowego

Table 1. Weather conditions at the site throughout the experiment

Miesiąc Month	2008		2009	
	Temperatura Temperature (°C)	Opady Precipitation (mm)	Temperatura Temperature (°C)	Opady Precipitation (mm)
I	-1,40	20,6	-3,20	7,03
II	2,46	7,00	-1,16	7,70
III	3,27	13,8	1,63	22,9
IV	8,76	14,5	10,0	2,70
V	12,5	24,2	12,8	19,9
VI	17,0	18,9	15,8	54,5
VII	18,0	36,3	19,3	18,8
VIII	18,4	28,6	17,3	31,9
IX	12,2	15,5	14,2	4,47
X	9,80	8,43	6,30	32,5
XI	4,87	8,76	4,90	14,6
XII	0,76	9,13	-1,86	15,6

Nawożenie obornikiem i podłożem popieczarkowym zastosowano przed uprawą ziemniaków. Dawkę obornika i podłoża ustalono na podstawie zawartości w nich azotu. Obiektami doświadczalnymi były: obiekt kontrolny (bez nawożenia); obiekt nawożony mineralnie NPK; obiekt nawożony obornikiem trzody chlewnej ( $25 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) (jako standard; zastosowany ze względu na tuczarnię w gospodarstwie); obiekt nawożony obornikiem trzody chlewnej ( $25 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) + NPK; obiekt z zastosowanym podłożem po uprawie pieczarki ( $20 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ); obiekt z zastosowanym podłożem po uprawie pieczarki ( $20 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) + NPK. Nawożenie mineralne NPK zastosowano wiosną, przed sadzeniem ziemniaka, w ilości:  $112 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  N (w tym  $12 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  Polifoska M, a  $100 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  RSM 32%),  $17,5 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  P,  $50 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  K (nawóz wieloskładnikowy Polifoska M).

Pod pszenicę ozimą nawożenie mineralne fosforowo-potasowe zastosowano w ilości:  $10,6 \text{ kg P}\cdot\text{ha}^{-1}$  i  $53,1 \text{ kg K}\cdot\text{ha}^{-1}$  (nawóz wieloskładnikowy Polifoska 4); nawożenie azotem zastosowano przedsięwzięcie w ilości  $8 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  N (Polifoska 4), a wiosną  $120 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  N (saletra amonowa).

Rośliną testową w pierwszym roku uprawy był ziemniak (*Solanum tuberosum* L.) – odmiana skrobiowa Pasat, a w drugim roku pszenica ozima (*Triticum aestivum* L.) – odmiana Finezja. Ziemniak uprawiano po zbożu (jęczmień jary), po zbiorze którego wykonano zespół uprawek późniejszych oraz orkę zimową. Sadzenie ziemniaka i wysiew pszenicy ozimej (zgodnie z normami) nastąpiły w optymalnym terminie agrotechnicznym dla tych roślin, w tym rejonie. Zbiór roślin wykonano w fazie pełnej dojrzałości. Plon ziarna pszenicy ozimej podano przy 15% zawartości wody. Zabiegi agrotechniczne stosowano zgodnie z ustalonymi normami dla tych roślin.

W zebranych materiale roślinnym oznaczono plon świeżej i suchej masy, za pomocą wagi oraz metodą suszarkowo-wagową ( $105^\circ\text{C}$ ) do momentu uzyskania stałej masy; masę tysiąca nasion pszenicy – wagowo; zawartość skrobi w ziemniaku – za pomocą wagi skrobiowej; zawartość całkowitą azotu ( $N_t$ ) – za pomocą autoanalyzera CHNS/O 2400, firmy Perkin Elmer; zawartość ogólną fosforu i potasu oznaczono po mineralizacji badanego materiału „na sucho” w piecu muflowym, w temperaturze  $450^\circ\text{C}$ . Zmineralizowany materiał w tygielkach potraktowano (na łaźni piaskowej) roztworem kwasu solnego ( $\text{HCl}:\text{H}_2\text{O} = 1:1$ ). Powstałe chlorki przeniesiono za pomocą 10-procentowego HCl do kolb o pojemności  $100 \text{ cm}^3$ . W tak przygotowanym roztworze zawartość badanych makroelementów oznaczono metodą atomowej spektrometrii emisyjnej z plazmą sprzężoną indukcyjnie (ICP – AES), na spektrometrze Optima 3200 RL, firmy Perkin Elmer.

Podłoże, po 6 tygodniach uprawy pieczarki białej (*Agaricus bisporus* L.), pochodziło z pieczarkarni, gdzie uprawiano tego grzyba na podłożu fazy III, (podłoże po fermentacji, zaszczerpione grzybnią), a okrywa składała się głównie z torfu wysokiego, kredy, mocznika i dodatku białkowego; obornik trzody chlewnej pochodził z chlewni głębokiej. W podłożu i oborniku oznaczono suchą masę metodą suszarkowo-wagową ( $105^\circ\text{C}$ ), a pozostałe analizy metodami jak wyżej. Charakterystykę materiałów organicznych użytych w doświadczeniu przedstawiono w tabeli 2.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie, wykorzystując analizę wariancji dla doświadczenia jednoczynnikowego. O istotności wpływu czynnika doświadczalnego na wartość badanych cech wnioskowano na podstawie testu F Fishera-Snedecora, a wartość  $\text{NIR}_{0,05}$  wyliczono testem Tukeya, na poziomie istotności  $p=0,05$ . Do obliczeń wykorzystano program Analwar-5FR.

Tabela 2. Charakterystyka obornika trzody chlewnej i podłoża popieczarkowego  
 Table 2. Characteristics of swine manure and spent mushroom substrate

Materiał organiczny Organic material	Sucha masa w105°C DM in105°C	C <sub>org</sub>	N <sub>t</sub>	P	K	pH <sub>KCl</sub>
	%					
Obornik trzody chlewnej Swine manure	25,0	383	22,6	10,8	18,3	6,97
Podłoże popieczarkowe Spent mushroom substrate	30,9	278	23,3	5,76	9,92	7,15

## WYNIKI I DYSKUSJA

Plon ziemniaka, jego struktura i zawartość skrobi w bulwach zależą od wielu czynników agrotechnicznych i glebowych oraz ich wzajemnego współdziałania, a zwłaszcza uprawianych odmian oraz stosunków wilgotnościowych w okresie wegetacji. Analiza statystyczna wykazała, iż plon bulw ziemniaka odmiany Pasat, w pierwszym roku badań, istotnie zależał od zastosowanego nawożenia (tab. 3) i był największy na obiekcie nawożonym obornikiem z dodatkiem NPK (39,4 t·ha<sup>-1</sup>). Nawożenie podłożem popieczarkowym z dodatkiem NPK (36,8 t·ha<sup>-1</sup>)

Tabela 3. Plon bulw ziemniaka i ziarna pszenicy ozimej oraz zawartość skrobi w ziemniaku i masa tysiąca ziaren pszenicy  
 Table 3. Potato tuber and winter wheat grain yield and starch content of the potato and thousand grain weight of wheat

Obiekt doświadczalny Experimental object	Ziemniak – Potato		Pszenica – Winter wheat	
	plon bulw tubers yield (t·ha <sup>-1</sup> )	zawartość skrobi starch content (%)	plon ziarna grain yield (t·ha <sup>-1</sup> )	masa tysiąca ziaren weight of 1000 grains (g)
Obiekt kontrolny Control object	25,9	16,0	3,77	37,0
NPK	33,1	15,0	4,68	37,9
Obornik – Manure	27,2	16,0	4,36	37,6
Obornik + NPK Manure + NPK	39,4	16,5	6,30	37,9
Podł. pop. – SMS	26,3	16,0	4,18	38,9
Podł. pop.+ NPK SMS + NPK	36,8	16,0	5,82	38,0
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	5,89	–	1,02	1,3

Podł. pop. – podłoże popieczarkowe – SMS – spent mushroom substrate; Obornik – obornik trzody chlewnej – swine manure

zwiększyło plon o  $10,9 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , w stosunku do obiektu kontrolnego ( $25,9 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Na obiekcie, na którym zastosowano nawożenie samym podłożem popieczarkowym, plon rośliny testowej był nieznacznie większy ( $26,3 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), niż na obiekcie kontrolnym. Jabłoński [2006], badając wpływ nawożenia azotem na plon ziemniaka skrobiowego, uzyskał większy plon odmiany Pasat, wynoszący od  $46,2$  do  $55,2 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , w zależności od zwiększających się dawek azotu. W uprawie ziemniaka szczególnie istotne jest nawożenie organiczne, bowiem oprócz dostarczania składników odżywczych korzystnie oddziałuje na właściwości fizyczne gleby, a także jest czynnikiem ograniczającym rozwój patogenów [Prośba-Białczyk 2008]. Trawczyński i Socha [2006] stwierdzili, iż opłacalne i uzasadnione jest stosowanie nawozów wieloskładnikowych.

Procentowa zawartość skrobi w bulwach testowanych ziemniaków kształtowała się w zakresie  $15,0$ – $16,5\%$  (tab. 3). Największą jej zawartość stwierdzono w bulwach ziemniaka z obiektu nawożonego obornikiem z dodatkiem NPK ( $16,5\%$ ), a najmniejszą z obiektu nawożonego mineralnie NPK ( $15,0\%$ ). Symanowicz i Kalembasa [1998] podają, że pod wpływem zwiększających się dawek azotu zawartość skrobi w bulwach zmniejszyła się w sposób istotny. Ujemny wpływ wysokich dawek nawożenia azotem na zawartość suchej masy i skrobi w bulwach ziemniaka znalazło również potwierdzenie w badaniach prowadzonych przez Bleharczyka i Małecką [2000] oraz Sądej i in. [2004]. W ziemniakach odmiany Pasat Jabłoński [2006] stwierdził znacznie więcej skrobi, na poziomie  $20\%$ . Danilicenko i in. [2000] stosując zróżnicowane nawożenie, nie stwierdzili jego istotnego wpływu na zawartość skrobi oraz suchej masy w bulwach, a wydajność tych składników zwiększała się wraz ze zwiększaniem plonu ziemniaka.

Zróżnicowane nawożenie w pierwszym roku uprawy nie wpłynęło istotnie na zawartość suchej masy w bulwach ziemniaka, która kształtowała się w zakresie  $21,2$ – $23\%$  (tab. 4). Analiza chemiczna wykazała, iż wprowadzenie do gleby podłoża po produkcji pieczarki samego i z dodatkiem NPK, wpłynęła na zwiększenie zawartości (w suchej masie ziemniaka) potasu w stosunku do wszystkich obiektów nawozowych oraz azotu i fosforu w stosunku do obiektu kontrolnego i nawożonego mineralnie. Najwięcej azotu oznaczono w bulwach ziemniaka pochodzących z obiektu nawożonego obornikiem, która wynosiła  $16,2 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Różyło i Pałys [2006] stwierdzili, istotnie więcej potasu w bulwach ziemniaka zebranych z obiektów nawożonych obornikiem w połączeniu z nawozami mineralnymi. Potwierdziły to badania Cwojdziańskiego i Nowaka [2000], którzy stosując nawożenie mineralne i nawożenie obornikiem, stwierdzili wyraźne zwiększenie zawartości ogólnej tych makroelementów w bulwach ziemniaka. Bleharczyk i in. [2008] podaje, iż nawożenie obornikiem oraz obornikiem z NPK zmniejszyło zawartość suchej masy oraz skrobi w bulwach, natomiast zwiększyło koncentrację azotu, potasu i fosforu w porównaniu do bulw zebranych z obiektu kontrolnego bez nawożenia oraz nawożenia wyłącznie mineralnego NPK. Analiza wariancji wykazała, iż zastosowane nawożenie istotnie różnicowało zawartość fosforu i potasu, natomiast nie wykazano jego wpływu na zawartość azotu.

W drugim roku uprawy analiza wariancji wykazała istotny wpływ stosowanego nawożenia na plonowanie pszenicy ozimej, odmiany Finezja. Na wszystkich obiektach doświadczalnych, stwierdzono zwiększenie plonu ziarna pszenicy w stosunku do obiektu kontrolnego (tab. 3). Największy plon uzyskano na obiekcie nawożonym obornikiem z dodatkiem NPK ( $6,30 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) oraz podłożem popieczarkowym z dodatkiem NPK ( $5,82 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Efekt nawożenia samym obornikiem i samym podłożem popieczarkowym na plon ziarna był zbliżony (odpowiednio  $4,36$  i  $4,18 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) i był on niższy niż nawożenia mineralnego NPK. Wyraźny wpływ nawożenia podłożem popieczarkowym na zwiększenie plonu ziarna pszenicy stwierdzili Song i Siu-Wei [2007]. Woźniak [2006] podaje, że plon ziarna pszenicy istotnie zależy od przedplonu oraz stosowanego nawożenia. Zbliżone plony pszenicy, odmiany Sukcesja i Tonacja, uzyskali Kwiatkowski i in. [2006] oraz Kraska i Pałys [2009], badając odmianę Turnia. Steward i in. [1998] stwierdzili, iż stosowanie podłoża popieczarkowego wpływa pozytywnie na plonowanie roślin

Tabela 4. Sucha masa (%) oraz zawartość ogólna wybranych makroelementów ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) w bulwach ziemniaka i ziarnie pszenicy ozimejTable 4. Dry matter (%) and content of selected macroelements ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) in potato tubers and grain of wheat

Obiekt doświadczalny Experimental object	Sucha masa Dry matter (%)	$N_t$	P	K
		$\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$		
Bulwy ziemniaka – Potato tubers				
Obiekt kontrolny – Control object	22,3	10,7	1,93	23,7
NPK	23,0	12,5	1,96	23,0
Obornik – Manure	21,4	16,2	3,83	25,9
Obornik + NPK – Manure + NPK	21,2	12,3	3,14	24,8
Podł. pop. – SMS	22,0	12,7	2,60	27,0
Podł. pop.+NPK – SMS + NPK	22,1	13,3	2,36	26,4
$NIR_{0,05}$ – $LSD_{0,05}$	r.n.	r.n.	0,21	1,04
Ziarno pszenicy ozimej – Grain of winter wheat				
Obiekt kontrolny – Control object	–	24,4	3,51	3,81
NPK	–	24,0	3,56	3,82
Obornik – Manure	–	24,7	3,64	4,09
Obornik + NPK – Manure + NPK	–	24,8	3,56	4,02
Podł. pop. – SMS	–	25,6	3,56	3,85
Podł. pop.+ NPK – SMS + NPK	–	25,7	3,62	3,84
$NIR_{0,05}$ – $LSD_{0,05}$	–	r.n.	r.n.	r.n.

r.n. – różnica nieistotna – non significant differences

Podł. pop. – podłoże popieczarkowe; SMS – spent mushroom substrate; Obornik – obornik trzody chlewnej – swine manure

uprawnych, gdyż zmniejsza masę objętościową gleby, warstwę ślizgową oraz zwiększa ilość zatrzymywanej wody. Masa tysiąca ziaren pszenicy średnio dla obiektów doświadczenia, wynosiła 37,9 g i była największa w przypadku roślin uprawianych na obiekcie nawożonym samym podłożem popieczarkowym (38,9 g). Analiza wariancji wykazała, iż zależała ona istotnie od zastosowanego nawożenia.

Po drugim roku uprawy przeprowadzone badania wykazały, iż wprowadzone podłoże popieczarkowe samo oraz z dodatkiem NPK, wpłynęło na zwiększenie całkowitej zawartości azotu w ziarniakach pszenicy w stosunku do wszystkich obiektów nawozowych (tab. 4). Najwięcej azotu oznaczono w ziarnie pochodzącym z obiektu nawożonego podłożem popieczarkowym + NPK ( $25,7 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ), fosforu z obiektu nawożonego samym obornikiem ( $3,64 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ), a potasu obornikiem ( $4,09 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) i obornikiem + NPK ( $4,02 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ). Kalembasa i in. [2007] badając różne odmiany pszenic uprawianych w systemie ekologicznym, oznaczyli w ziarniakach zbliżoną zawartość ogólną fosforu natomiast znacznie większą zawartość potasu.

## WNIOSKI

1. Wprowadzenie do gleby podłoża popieczarkowego zwłaszcza, z dodatkiem NPK, wpłynęło istotnie na zwiększenie plonu roślin testowych (ziemniaka i pszenicy ozimej), w działaniu bezpośrednim oraz następczym.
2. Analiza chemiczna bulw ziemniaka i ziarniaków pszenicy ozimej wykazała, iż zastosowanie podłoża popieczarkowego samego lub z dodatkiem NPK wpłynęło na zwiększenie zawartości azotu, fosforu i potasu w stosunku do obiektów nienawożonych, jak również potasu po pierwszym i azotu po drugim roku uprawy w stosunku do wszystkich obiektów doświadczalnych.
3. Przeprowadzone badania wskazują na możliwość wykorzystania podłoża popieczarkowego do nawożenia gleb uprawnych i w konsekwencji do rozwiązania problemu jego utylizacji.

## PIŚMIENNICTWO

- Blecharczyk A., Małecka I. 2000. Reakcja ziemniaków na nawożenie organiczne i mineralne w doświadczeniu wieloletnim. *Folia Univ. Agric. Stetin.* 211, *Agricultura* 84: 41–46.
- Blecharczyk A., Małecka I., Piechota T., Sawińska Z. 2008. Wpływ następstwa roślin i nawożenia na plonowanie oraz skład chemiczny bulw ziemniaka odmiany Sante. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 7(3): 13–19.
- Cwojdzński W., Nowak K. 2000. Wpływ nawożenia na wysokość i jakość plonu roślin w 6 rotacji statycznego doświadczenia nawozowego. *Folia Univ. Agric. Stetin.* 211, *Agricultura* 84: 63–67.
- Dnilicenko H., Treciokaitė E., Žabaliūnienė D., Danilčenko W. 2000. Wpływ nawożenia na jakość bulw i produktów ziemniaczanych. *Biul. IHAR* 213: 137–147.
- Jabłoński K. 2006. Wpływ poziomego nawożenia azotem na plon i zawartość skrobi oraz na jakość nowych odmian ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 512: 193–200.
- Kalembasa D., Becher M. 2012. Speciation of carbon and selected metals in spent mushroom substrates. *J. Elementol.* 17(3): 409–419.
- Kalembasa D., Bulińska-Radowska Z., Majchrowska-Safaryan A., Sobiech-Szczepa B. 2007. Plonowanie oraz zawartość wybranych makroelementów w organach starych i nowych odmian zbóż, uprawianych w gospodarstwie ekologicznym. *Fragm. Agron.* 24(2): 135–141.
- Kalembasa D., Majchrowska-Safaryan A. 2009. Zasobność zużytego podłoża z pieczarkarni. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 535: 195–200.
- Kalembasa D., Wiśniewska B. 2004. Wykorzystanie podłoża popieczarkowego do rekultywacji gleb. *Rocz. Glebozn.* 55(2): 209–217.
- Kraska P., Pałys E. 2009. Plonowanie i skład chemiczny ziarna pszenicy ozimej uprawianej w monokulturze w warunkach stosowania zróżnicowanych dawek herbicydów. *Prog. Plant Prot.* 49(1): 440–444.
- Kwiatkowski C., Wesołowski M., Harasim E., Kubecki J. 2006. Plon i jakość ziarna odmian pszenicy ozimej w zależności od poziomu agrotechniki. *Pam. Puł.* 142: 277–286.
- Majchrowska-Safaryan A., Tkaczuk C. 2013. Możliwość wykorzystania podłoża po produkcji pieczarki w nawożeniu gleb jako jeden ze sposobów jego utylizacji. *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 58(4): 57–62.
- Maszkiewicz J. 2010. Zużyte podłoże popieczarkowe jako nawóz i paliwo. W: *Pieczarki. Biuletyn Producenta Pieczarek.* Wyd. Hortpress, 1: 59–60.
- Prośba-Białczyk U. 2008. Produkcja ziemniaka skrobiowego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 530: 43–52.
- Różyło K., Pałys E. 2009. Skład chemiczny bulw ziemniaka i jego korelacje z zachwaszczeniem w zależności od rodzaju nawożenia oraz kategorii agronomicznej gleby. *Ann. UMCS, Sect. E, Agricultura* 44(3): 110–119.
- Sądej W., Przekwas K., Bartoszewicz J. 2004. Zmienność plonu i składu chemicznego bulw ziemniaka w warunkach zróżnicowanego wieloletniego nawożenia. *Ann. UMCS, Sect. E, Agricultura* 59(1): 83–92.

- Song L., Siu-Wai Ch. 2007. Dual roles of spent mushroom substrate on soil improvement and enhanced drought tolerance of wheat *Triticum aestivum*. Proceed. 3rd QLIF Congress. Crop production, soil management. University of Hohenheim, Germany, 20–23 March 2007.
- Steward D.P.C., Cameron K.C., Cornforth I.S. 1998. Inorganic-N release from spent mushroom compost under laboratory and field conditions. *Soil Biol. Biochem.* 30: 1689–1699.
- Symanowicz B., Kalembasa S. 1998. Wpływ wapnowania i nawożenia azotem na plonowanie i skład chemiczny bulw ziemniaka. Cz. I. Plon bulw, zawartość skrobi i stopień porażenia bulw *Streptomyces scabies*. *Rocz. Nauk Rol., Ser. A* 113(1): 151–163.
- Trawczyński C., Socha T. 2006. Wpływ nawozów wieloskładnikowych (Agrofoski, Amofoski, Amofosmagu) na plon i skład chemiczny bulw ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 511: 157–164.
- Woźniak A. 2006. Wpływ przedplonów na plon i jakość ziarna pszenicy ozimej. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 5(2): 99–106.

A. MAJCHROWSKA-SAFARYAN

**EFFECT OF SPENT MUSHROOM SUBSTRATE APPLICATION FOR YIELD  
AND CONTENT OF SELECTED MACROELEMENTS IN POTATO TUBERS AND GRAIN  
OF WINTER WHEAT**

**Summary**

The vegetation experiment was carried out in 2008 and 2009 on production field of individual farm in the village Zajac. The duration of the experiment was dictated by the assumption that a spent mushroom substrate, used as a fertilizer, has a positive effect on the yield of plants, mainly in the first two years, when applied to the soil. The aim of this study was to determine the effect of the spent mushroom substrate application on yield and content of selected macroelements in potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers – starch variety Pasat and in grain of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) – the variety Finezja. The study showed, that the nutrients applied to the soil with spent mushroom substrate, have a positive effect on increasing the yield of the test plants and their chemical composition, which indicates the possibility of using this material to fertilize soils and consequently contributes to solving the problem of its disposal.

**Key words:** fertilization, spent mushroom substrate, yield of plants, content of selected macroelements

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 13.03.2015

Do cytowania – *For citation*:

Majchrowska-Safaryan A. 2015. Wpływ zastosowania podłoża popieczarkowego na plon i zawartość wybranych makroelementów w bulwach ziemniaka i ziarnie pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.* 32(2): 63–70.