

INSTYTUT UPRAWY NAWOŻENIA I GLEBOZNAWSTWA
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY
INSTITUTE OF SOIL SCIENCE AND PLANT CULTIVATION
NATIONAL RESEARCH INSTITUTE

PAMIĘTNIK PUŁAWSKI



INSTYTUT UPRAWY NAWOŻENIA I GLEBOZNAWSTWA
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY W PUŁAWACH
INSTITUTE OF SOIL SCIENCE AND PLANT CULTIVATION
NATIONAL RESEARCH INSTITUTE IN PUŁAWY

Dyrektor: prof. dr hab. *Seweryn Kukula*

Rada Programowa

prof. dr hab. *Stanisław Krasowicz* (przewodniczący), prof. dr hab. *Stanisław Berbeć*,
prof. dr hab. *Wojciech Budzyński*, prof. dr hab. *Andrzej Dubas*,
prof. dr hab. *Ewa Fotyma*, prof. dr hab. *Zofia Jasińska*, prof. dr hab. *Jan Kuś*,
prof. dr hab. *Stefan Martyniuk*, prof. dr hab. *Sławomir Podlaski*,
prof. dr hab. *Franciszek Rudnicki*, prof. dr hab. *Henryk Terelak*

Komitet Redakcyjny

prof. dr hab. *Antoni Faber* (Redaktor Naczelny), prof. dr hab. *Apoloniusz Berbeć*,
dr *Zuzanna Jarosz*, dr *Tamara Jadczyzyn*, dr *Jarosław Stalenga*,
dr *Alina Bochniarz*

Zeszyt zawiera prace z:

Akademii Podlaskiej w Siedlcach (prace 1, 6)

Instytutu Ochrony Roślin – Państwowego Instytutu Badawczego w Poznaniu (praca 4)

Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowego Instytutu Badawczego w Puławach (praca 7)

Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie (prace 2, 3)

Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu (praca 9)

Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie (prace 5, 8)

Redakcja techniczna – dr *Alina Bochniarz*

Skład i druk

Dział Upowszechniania i Wydawnictw
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa
Państwowy Instytut Badawczy w Puławach
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy

tel. (081) 8863421 w. 301, faks (081) 8863421 w. 302, e-mail: duw@iung.pulawy.pl

TREŚĆ

1. M. Horbowicz, A. Sidorowicz, J. Wolińska, H. Mioduszevska, D. Koczkodaj – Wpływ temperatury na kiełkowanie nasion, wzrost siewek oraz akumulację antocyjanów u czterech odmian gryki zwyczajnej (<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench).....	5
2. D. Juszcak, M. Wesołowski – Wpływ rodzaju plonu i ilości wysiewu na plonowanie gryki.....	17
3. D. Juszcak, M. Wesołowski, R. Jurytko – Zachwaszczenie gryki w warunkach plonu głównego i wtórego w zależności od ilości wysiewu.....	29
4. S. Kaczmarek, K. Matysiak, R. Krawczyk – Ocena selektywności herbicydów stosowanych w gryce zwyczajnej (<i>Fagopyrum esculentum</i>).....	37
5. J. Kwiatkowski, J. Fiedoruk – Cechy morfologiczne, kwitnienie i owocowanie kilku zagranicznych odmian gryki.....	47
6. H. Mioduszevska, A. Robakowska, J. Klocek, M. Horbowicz – Poziom antocyjanów w siewkach gryki zwyczajnej odm. Hruszowska rosnącej na pożywce o różnej zawartości fosforu.....	57
7. T. Sekutowski, M. Bortniak – Ocena przydatności <i>Fagopyrum esculentum</i> jako fitodetektora w wykrywaniu pozostałości herbicydów w glebie.....	65
8. M. Stolarski, J. Kwiatkowski – Pozostałości z przerobu orzeszków gryki na kaszę jako surowiec energetyczny.....	73
9. M. Żmijewski, M. Narkiewicz-Jodko, M. Liszewski – Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem na jakość i zdrowotność orzeszków gryki.....	81

CONTENTS

1. M. Horbowicz, A. Sidorowicz, J. Wolińska, H. Mioduszevska, D. Koczkodaj – The effect of temperature on germination, growth and anthocyanin accumulation in seedlings of four cultivars of common buckwheat (<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench).....	5
2. D. Juszcak, M. Wesołowski – Influence of crop type and sowing quantity on buckwheat yielding.....	17
3. D. Juszcak, M. Wesołowski, R. Jurytko – Buckwheat weed infestation under main and secondary crop conditions depending on sowing rate.....	29
4. S. Kaczmarek, K. Matysiak, R. Krawczyk – Selectivity assessment of the selected herbicides in common buckwheat (<i>Fagopyrum esculentum</i>).....	37
5. J. Kwiatkowski, J. Fiedoruk – Morphological traits, flowering and fruit yield of several foreign buckwheat cultivars.....	47
6. H. Mioduszevska, A. Robakowska, J. Klocek, M. Horbowicz – Level of anthocyanins in seedlings of common buckwheat grown on medium with various content of phosphorus.....	57
7. T. Sekutowski, M. Bortniak – Assessing <i>Fagopyrum esculentum</i> usefulness as a fitodetector in the herbicide residues detection in soil.....	65
8. M. Stolarski, J. Kwiatkowski – Remains from processing buckwheat nuts into groats as fuel.....	73
9. M. Żmijewski, M. Narkiewicz-Jodko, M. Liszewski – Influence of different nitrogen fertilization on the quality and health of buckwheat nuts.....	81

¹MARCIN HORBOWICZ, ¹AGNIESZKA SIDOROWICZ, ²JOANNA WOLIŃSKA,
¹HALINA MIODUSZEWSKA, ¹DANUTA KOCZKODAJ

¹Katedra Fizjologii Roślin i Genetyki

²Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa

Wydział Przyrodniczy, Instytut Biologii – Akademia Podlaska w Siedlcach

WPLYW TEMPERATURY NA KIEŁKOWANIE NASION, WZROST SIEWEK ORAZ AKUMULACJĘ ANTOCYJANÓW U CZTERECH ODMIAN GRYKI ZWYCZAJNEJ (*FAGOPYRUM ESCULENTUM* MOENCH)

The effect of temperature on germination, growth and anthocyanin accumulation in seedlings of four cultivars of common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench)

ABSTRAKT: W kontrolowanych warunkach laboratoryjnych wykonano badania wpływu temperatury (12°C, 19°C i 24°C) na kiełkowanie, wzrost siewek i nagromadzenie antocyjanów w roślinach czterech odmian gryki zwyczajnej (*Fagopyrum esculentum* Moench) będących w doborze: Hruszowska, Panda, Kora i Luba. Kiełkowanie i wzrost siewek przez pierwszy okres zachodziły w ciemności. W regularnych odstępach czasu wykonywano pomiary ilości skielkowanych nasion, a następnie długości części nadziemnej (hipokotyl) i korzenia głównego. Po osiągnięciu przez hipokotyl długości 3–5 cm rośliny przenoszono do komór wzrostu o temperaturze 24°C (dzień, 16 h) i 16°C (noc, 8 h) i natężeniu światła 100 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Po trzech dniach wzrostu w takich warunkach wykonywano pomiar zawartości antocyjanów w hipokotylach i liścieniach siewek gryki przy użyciu metody spektrofotometrycznej.

Otrzymane wyniki wskazują, że kiełkowanie *in vitro* nasion gryki zwyczajnej zachodziło efektywniej w umiarkowanych temperaturach. Niskie temperatury opóźniały ten proces, ale nie pogarszały stopnia kiełkowania. Nasiona odmiany Panda wyróżniały się wyższym stopniem kiełkowania w niskich temperaturach w porównaniu z nasionami odmian: Kora, Hruszowska i Luba. W niskiej temperaturze hipokotyle siewek gryki odmiany Panda rosły szybciej niż u pozostałych odmian. Siewki odmiany Luba cechowały się szybszym wzrostem korzenia głównego w umiarkowanych temperaturach niż pozostałe odmiany. Hipokotyle siewek gryki zwyczajnej w niskich temperaturach nagromadzały większe ilości antocyjanów niż w wyższych temperaturach. Otrzymane wyniki mogą sugerować, że Panda nadaje się do wczesnych siewów bardziej niż inne odmiany gryki zwyczajnej.

słowa kluczowe – key words:

gryka zwyczajna – *common buckwheat*, odmiany – *cultivars*, siewki – *seedlings*, temperatura – *temperature*, wzrost – *growth*, kiełkowanie – *germination*, antocyjany – *anthocyanins*

WSTĘP

Gryka zwyczajna (*Fagopyrum esculentum* Moench) pochodzi z chłodnych, podgórskich rejonów północno-wschodniej Azji i południowej Syberii. Ocenia się, że optymalne temperatury wzrostu roślin gryki wynoszą od 17 do 19°C (9, 14). Nasiona gryki, oprócz wartościowego białka, zawierają w suchej masie około 60% węglowodanów, głównie skrobi oraz sacharozy i specyficznych węglowodanów: galaktozydów D-chiro-inozytolu. Ostatnio udowodniono, że nasiona gryki łagodzą objawy cukrzycy, przez co mogą być ważnym składnikiem diety antycukrzycowej (10). Uważa się, że za tę cenną cechę odpowiada D-chiro-inozytol, którego galaktozydy występują w szczególnie dużych ilościach w nasionach gryki (8, 9, 12).

Części nadziemne gryki stanowią surowiec dla przemysłu farmaceutycznego, zwłaszcza do otrzymywania rutyny, czyli 3-rutozydu kwercetyny (7, 14, 18). Rutyna należy do grupy flawonoidów roślinnych, których liczebność ocenia się na kilka tysięcy. Należą do nich między innymi flawony, flawonole, flawonony oraz antocyjany (7). Biosynteza wymienionych związków ma wspólne pierwsze etapy należące do szlaku metabolicznego kwasu szikimowego. Tworzona wówczas dihydrokwercetyna może być przekształcona w flawonol kwercetynę albo w cyjanidynę, której glukozydy tworzą antocyjanową czerwoną barwę łodyg gryki.

Antocyjany to barwniki występujące w kwiatach, owocach, liściach i korzeniach roślin wyższych. Charakteryzują się zróżnicowaniem barw: od czerwonej, przez różową, niebieską do fioletowej. Barwa ta zależna jest od kompozycji i poziomu antocyjanów, pH tkanki oraz czynników środowiskowych (4). Antocyjany zawarte w kwiatach przywabiają owady zapylające, a także w pewnym stopniu chronią komórki przed nadmiernym promieniowaniem słonecznym. Nagromadzanie antocyjanów w tkankach roślin jest na ogół zależne od warunków zewnętrznych panujących podczas ich wzrostu. Stresy roślinne, takie jak: niedobory składników mineralnych, zbyt duże natężenie światła, zwłaszcza o krótkich długościach fali, oraz niekorzystne warunki temperaturowe mogą powodować zwiększone nagromadzanie antocyjanów (3, 4). Gryka zwyczajna nagromadza szczególnie duże ilości antocyjanów w łodygach (17). Wykazano, że poziom flawonoidów i antocyjanów w siewkach gryki narastał do 72. h po wystawieniu ich na światło (18). Wysoki poziom antocyjanów jest często dodatnio skorelowany z wyższą odpornością danej rośliny na chłód. I tak – dla roślin gatunku *Eucalyptus nitens* zwiększone nagromadzanie antocyjanów pod wpływem niskiej temperatury zaobserwowano w liściach siewek wystawionych na bezpośrednie działanie słońca, ale nie w przypadku rosnących w cieniu (2).

Dobrym obiektem do badania wpływu temperatury na biosyntezę antocyjanów są kilkudniowe etiolowane siewki roślin. Wykazano, że wystawione na światło siewki *Pinus banksiana* nagromadzały dwukrotnie więcej antocyjanów w temperaturze 5°C niż w 15°C (15). Również siewki gorczycy (*Sinapis alba*) reagowały w zbliżony sposób (11). Odmiany gryki wykazują zróżnicowaną reakcję na warunki temperaturowe panujące podczas kiełkowania (5). Generalnie temu procesowi sprzyjała wyż-

sza temperatura (do 30°C), ale nasiona pewnych odmian kiełkowały w warunkach laboratoryjnych w znacznym stopniu już przy 10°C (6).

Celem podjętych badań było porównanie reakcji (stopnia kiełkowania, wzrostu i nagromadzenia antocyjanów) siewek czterech odmian gryki zwyczajnej na temperaturę panującą podczas kiełkowania oraz pierwszych dni wzrostu siewek.

MATERIAŁ I METODY

Warunki kiełkowania i wzrostu siewek gryki

Nasiona gryki wszystkich odmian (Hruszowska, Panda, Luba, Kora) otrzymano z hodowli zachowawczej prowadzonej na tym samym polu uprawnym, ze zbioru w roku 2006. Nasiona gryki kiełkowano w rulonach bibułowych (Whatman 1) umieszczonych w dwulitrowych zlewkach, w ciemności i kontrolowanych warunkach temperaturowych: 12±2°C, 19±2°C lub 24±2°C. Przez pierwsze cztery dni wzrost odbywał się w ciemności w podanych temperaturach. Codziennie przy małym natężeniu światła wykonywano pomiary stopnia kiełkowania oraz wzrostu części nadziemnej (hipokotyl) i korzenia głównego. Siewki gryki o długości hipokotyli 3–5 cm przenoszono do dalszej uprawy do klimatyzowanej komory, gdzie utrzymywano następujące warunki: 24±2°C (dzień, 16 h) i 16±2°C (noc, 8 h). Natężenie światła wynosiło 100 μmol·m⁻²·s⁻¹, wykorzystywano świetlówki fluorescencyjne barwy białej i żółtej (1:1).

Pomiar zawartości antocyjanów

Pomiar zawartości antocyjanów wykonano metodą spektrofotometryczną zgodnie ze zmodyfikowaną procedurą opisaną przez Mancinello i in. (13). Modyfikacja polegała na zamianie warunków ekstrakcji antocyjanów, które ww. autorzy prowadzili przez 48 h przy +4°C, na ekstrakcję przez 24 h w ciemności, ale w temperaturze pokojowej. Zawartość antocyjanów określano poprzez pomiar ekstynkcji roztworu przy długości fali 530 nm i 657 nm przy użyciu spektrofotometru UV-VIS Cecil. W celu eliminacji ekstynkcji chlorofili i produktów ich degradacji od wartości otrzymanych przy 530 nm odejmowano ¼ wartości ekstynkcji przy 657 nm (13). Zawartość antocyjanów przeliczano na 3-glukozyd cyjanidyny, będący jednym z głównych pod względem ilościowym antocyjanów tkanek gryki. Do obliczeń stosowano molowy współczynnik ekstynkcji 3-glukozydu cyjanidyny wynoszący 26900 (16).

WYNIKI I DYSKUSJA

Nasiona badanych odmian gryki najwyższą zdolność do kiełkowania osiągały w temperaturze 19°C (tab. 1). Po 2, po 3 i po 4 dniach trwania procesu średni stopień kiełkowania dla czterech odmian w 19°C był wyższy niż w 24°C (tab. 1). Kiełkowanie przy 24°C było szybsze, gdyż po 1 dniu około 9% nasion wykiełkowało, zaś

Tabela 1

Wpływ temperatury i czasu trwania procesu na kiełkowanie nasion gryki (%) zwyczajnej
Średnie z czterech odmian $\pm \frac{1}{2}$ przedziału ufności, $\alpha = 0,05$
The effect of temperature and duration of process on germination of buckwheat seeds (%)
Means of four cultivars $\pm \frac{1}{2}$ confidence interval, $\alpha = 0.05$

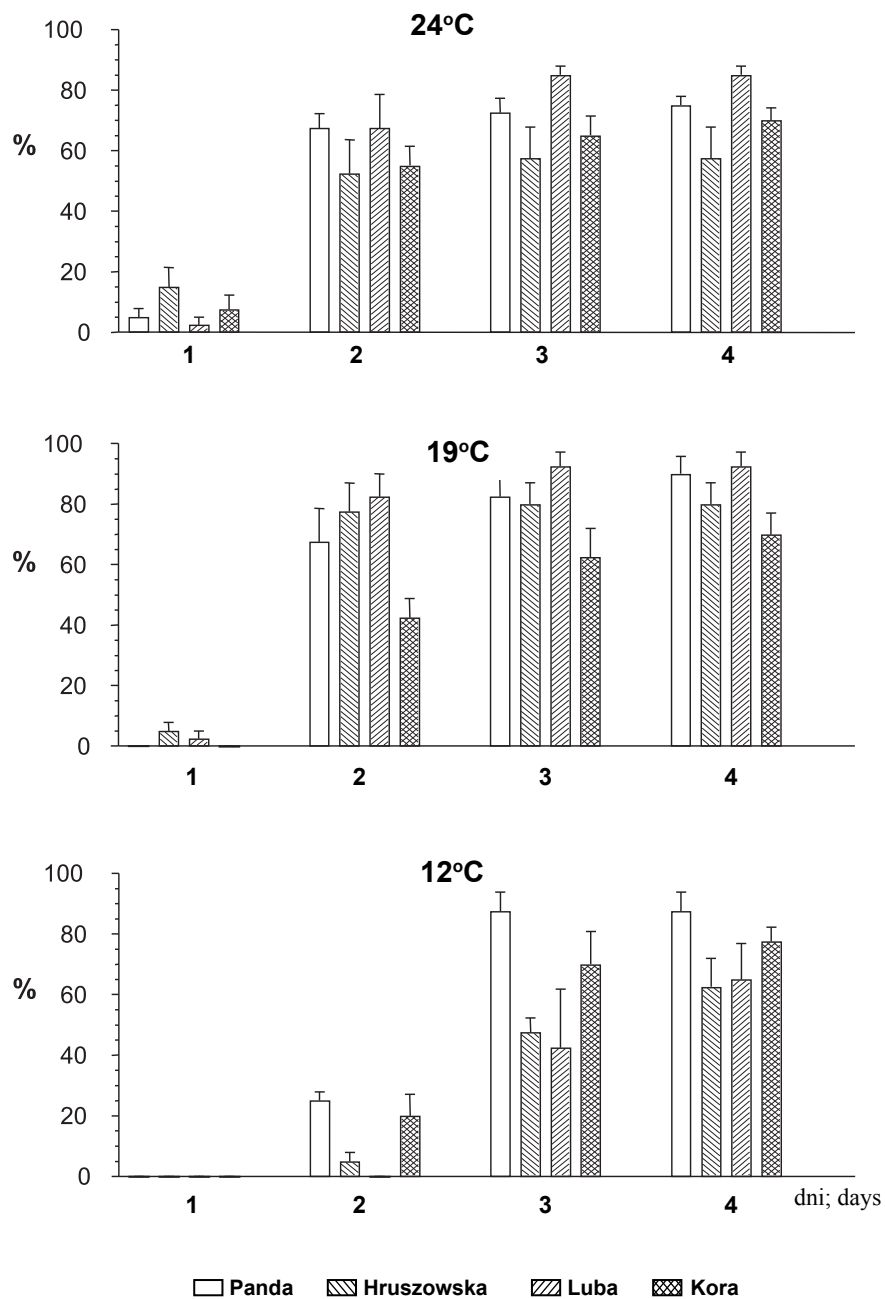
Czas trwania kiełkowania (dni) Duration of germination (days)	Temperatura; Temperature		
	12 \pm 2°C	19 \pm 1°C	24 \pm 2°C
1	0,0 \pm 0,0	0,7 \pm 1,3	8,8 \pm 5,4
2	12,5 \pm 5,6	66,9 \pm 8,6	60,6 \pm 9,2
3	61,9 \pm 12,3	79,4 \pm 9,2	69,4 \pm 8,8
4	- ¹⁾	83,1 \pm 6,3	71,3 \pm 8,2
7	85,6 \pm 5,3 ²⁾	91,3 \pm 4,8	- ¹⁾

¹⁾ brak danych; no data

²⁾ analizy wykonano po 6 dniach trwania procesu; analyses were carried out after 6 days of germination

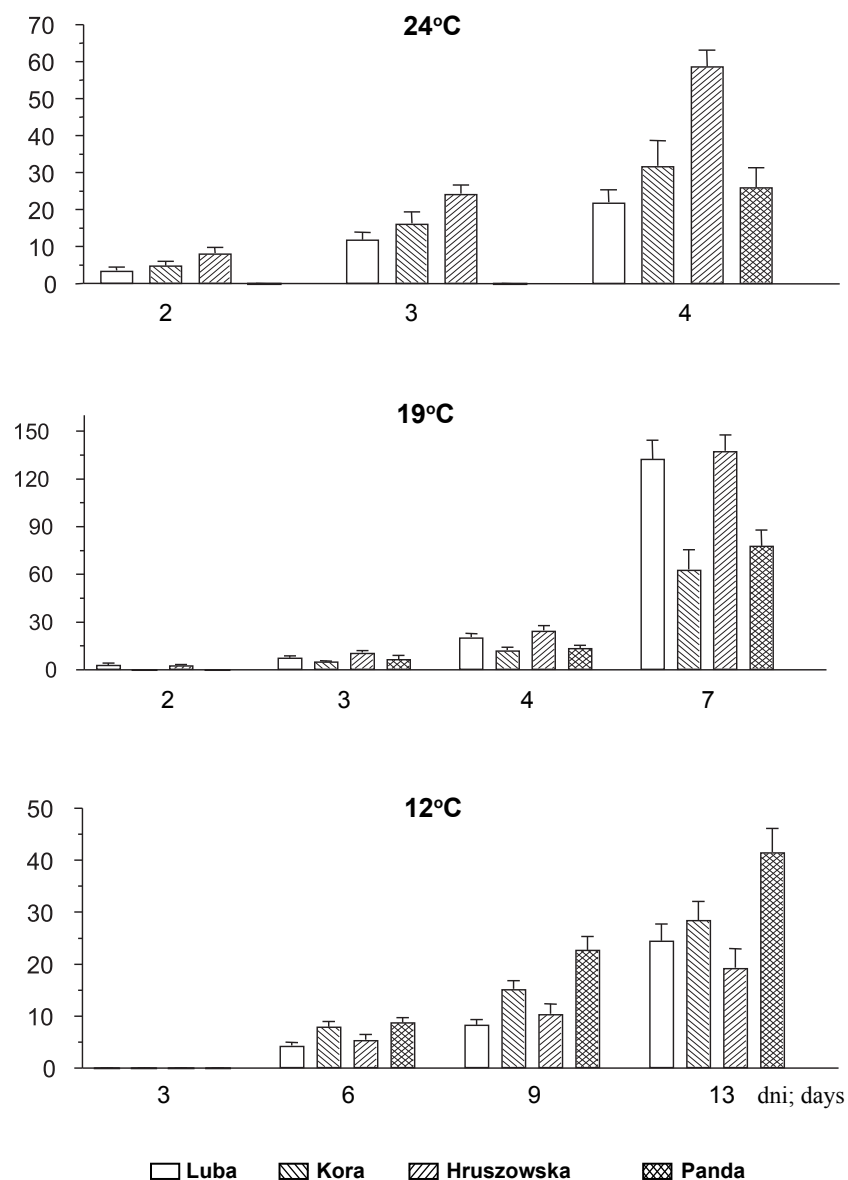
w niższych temperaturach proces ten przebiegał znacznie słabiej. Po 2 dniach kiełkowania w temperaturze 12°C wykiełkowało ok. 12% nasion, co stanowiło jedynie ok. 1/5 ilości wykiełkowanych nasion przy 19 i 24°C. Jednakże dłuższe trwanie tego procesu (3 dni) spowodowało wyrównanie liczby nasion wykiełkowanych, niezależnie od temperatury. Nie stwierdzono wówczas wpływu temperatury na stopień kiełkowania. Po 6 dniach udział nasion wykiełkowanych przy temperaturze 12°C nie różnił się istotnie od wyników dla 19°C i 7-dniowego trwania procesu, osiągając odpowiednio 86% i 91%. Na podstawie tych danych można sądzić, że temperatury poniżej 20°C są korzystniejsze. Co prawda im niższa temperatura, tym czas na podjęcie przez siewki gryki autotroficznego wzrostu jest dłuższy, jednak większy udział nasion, które wykiełkowały w wyższej temperaturze po części tę różnicę rekompensuje. Gryka zwyczajna jest rośliną klimatu umiarkowanego, dlatego spodziewano się takich wyników. Stwierdzono, że po 3 dniach nasiona badanych odmian gryki osiągały praktycznie maksymalny stopień kiełkowania. Co prawda w następnych dniach jego wartość wzrastała, ale różnice nie były statystycznie istotne. Otrzymane wyniki są zbliżone do uzyskanych przez Ciupak i in. (1) dla odmiany Kora, u której stwierdzono ok. 80% kiełkowanie po 50 godzinach trwania procesu przy 21°C.

Wpływ temperatury na kiełkowanie nasion poszczególnych odmian gryki zwyczajnej okazał się zróżnicowany (rys. 1). Przy temperaturze najwyższej (24°C) naj słabiej kiełkowały nasiona odmiany Hruszowska, a najlepiej odmiany Luba. Nasiona Luby kiełkowały po 3–4 dniach w ok. 85–90%, zaś nasiona odmiany Hruszowska jedynie w ok. 60%. Przy temperaturze 19°C najwyższy stopień kiełkowania stwierdzono także u nasion odmiany Luba (po 4 dniach ok. 90%), ale dla nasion odmian Hruszowska i Panda uzyskano podobne wyniki (odpowiednio ok. 85% i ok. 90%). Z kolei przy temperaturze 12°C najwyższy stopień kiełkowania miały nasiona odmiany Panda – po 2 dniach wynosił on ok. 30%, zaś po 3 dniach – 90%, i przewyższał o ok. 40% wyniki dla odmian Hruszowska i Luba. Także nasiona odmiany Kora



Wyniki średnie podane są wraz z $\frac{1}{2}$ przedziału ufności przy $\alpha = 0,05$
 Results are means with $\frac{1}{2}$ of confidence interval at $\alpha = 0.05$

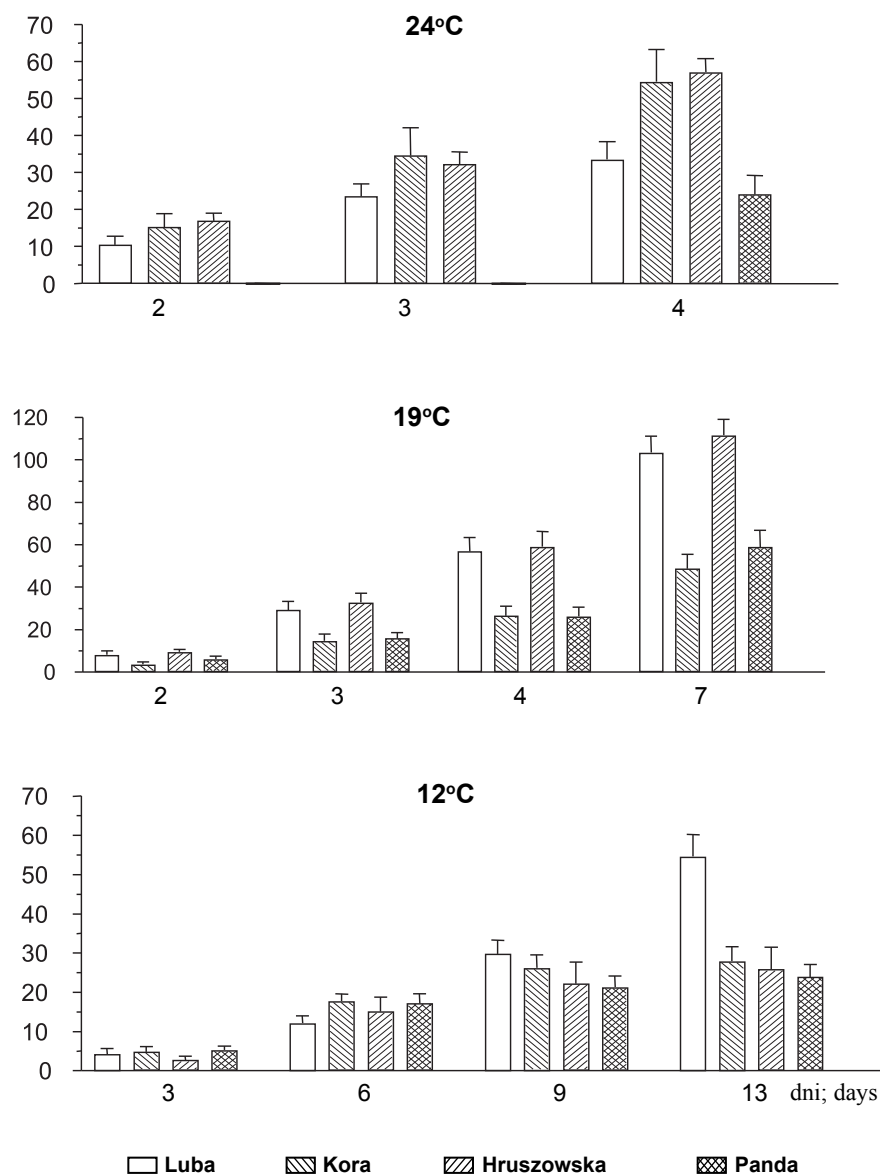
Rys. 1. Wpływ temperatury na stopień kiełkowania nasion czterech odmian gryki zwyczajnej
 Impact of temperature on seed germination of four cultivars of common buckwheat



Wyniki średnie podane są wraz z ½ przedziału ufności przy $\alpha = 0,05$
 Results are means with ½ of confidence interval at $\alpha = 0.05$

Uwaga: brak pomiarów dla odmiany Panda po 2 i 3 dniach trwania kiełkowania przy 24°C
 Note: lack of measurements for Panda cultivar after 2 and 3 days of germination at 24°C

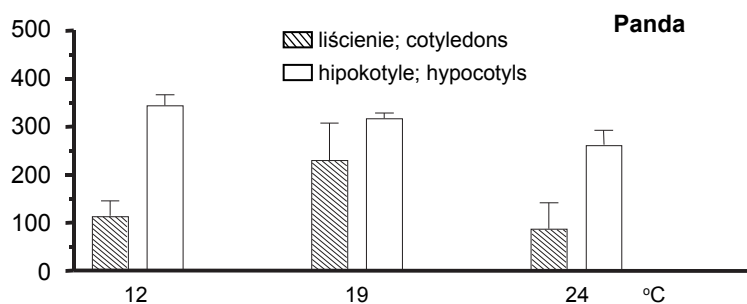
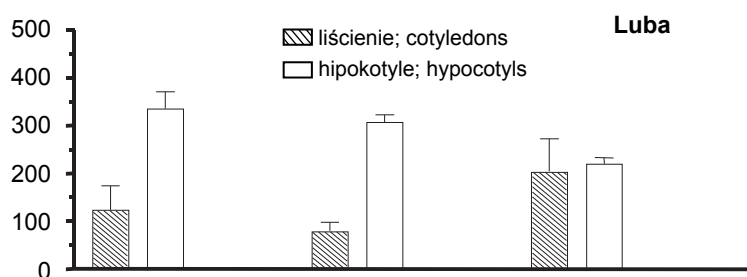
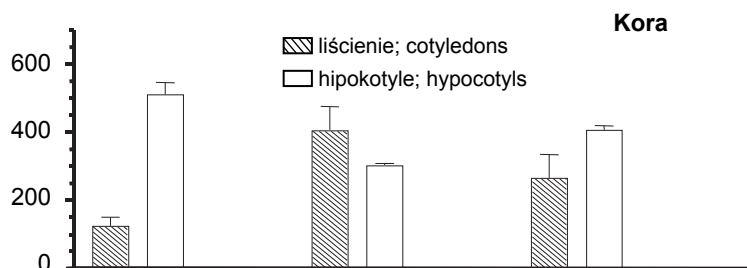
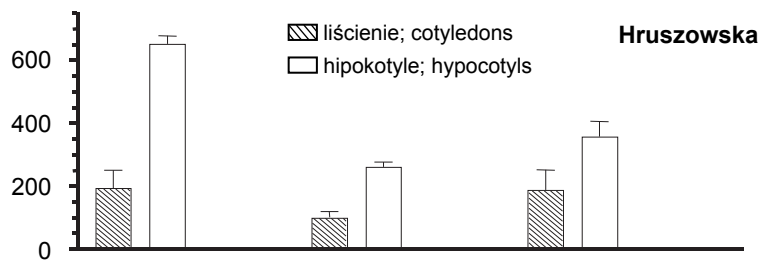
Rys. 2. Wpływ temperatury i czasu trwania wzrostu na długość hipokotyli (mm) siewek czterech odmian gryki zwyczajnej
 The effect of temperature and growth duration on hypocotyls length (mm) in seedlings of four common buckwheat cultivars



Wyniki średnie podane są wraz z ½ przedziału ufności przy $\alpha = 0,05$
 Results are means with ½ of confidence interval at $\alpha = 0.05$

Uwaga: brak pomiarów dla odmiany Panda po 2 i 3 dniach trwania kiełkowania przy 24°C
 Note: lack of measurements for Panda cultivar after 2 and 3 days of germination at 24°C

Rys. 3. Wpływ temperatury i czasu trwania wzrostu na długość korzenia głównego (mm) siewek czterech odmian gryki zwyczajnej
 The effect of temperature and growth duration on length of primary root (mm) in seedlings of four common buckwheat cultivars



Wyniki średnie podane są wraz z ½ przedziału ufności przy $\alpha = 0,05$
 Results are means with ½ of confidence interval at $\alpha = 0.05$

Rys. 4. Zawartość antocyjanów ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ świeżej masy) w siewkach gryki zwyczajnej kiełkujących w różnych temperaturach
 Contents of anthocyanins (in $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ fresh weight) in buckwheat seedlings germinated in various temperatures

wykazywały względną łatwość kiełkowania w temperaturze 12°C. Otrzymane dane potwierdzają obserwację dokonaną w badaniach japońskich, że nasiona niektórych odmian gryki zwyczajnej kiełkują w wysokim stopniu przy niskich temperaturach (10°C); (5). W innych badaniach wykazano, że nasiona gryki zwyczajnej kiełkowały w wyższym stopniu w 20°C niż w 25°C (6).

Zaobserwowano duże różnice odmianowe we wzroście hipokotyli w poszczególnych temperaturach (rys. 2). W temp. 24°C najszybszym wzrostem części nadziemnej rośliny charakteryzowała się odmiana Hruszowska, która po 4 dniach trwania procesu miała ok. dwukrotnie wyższe hipokotyle (ok. 60 mm) niż pozostałe odmiany. Przy temperaturze 19°C siewki odmian Hruszowska i Luba wykazywały najszybszy wzrost, osiągając po 7 dniach 140 mm, około dwukrotnie przewyższając pod tym względem odmiany Kora i Panda. Przy temperaturze 12°C najszybszym wzrostem charakteryzowały się hipokotyle siewek odmiany Panda osiągając po 13 dniach długość ok. 45 mm, gdy hipokotyle pozostałych odmian miały ok. 30 mm.

Także wzrost korzeni gryki zwyczajnej wykazywał duże zróżnicowanie odmianowe (rys. 3). Przy temperaturze 24°C korzenie główne odmian Kora i Hruszowska charakteryzowały się około dwukrotnie szybszym wzrostem niż korzenie odmian Luba i Panda. Natomiast przy temperaturze 19°C wyróżniały się odmiany Luba i Hruszowska, których korzenie zarówno po 3, 4, jak i 7 dniach wzrostu były dwukrotnie dłuższe niż u odmian Panda i Kora. Temperatura 12°C spowodowała względne wyrównanie tempa wzrostu korzeni głównych trzech odmian gryki: Hruszowska, Kora i Panda. Wyjątkiem okazała się odmiana Luba, której korzenie po 13 dniach wzrostu osiągnęły około 60 mm i były około dwukrotnie dłuższe od nich u pozostałych trzech odmian.

Kilkudniowe etiolowane rośliny gryki zwyczajnej po wystawieniu na światło rozpoczynają biosyntezę antocyjanów, które szybko zabarwiają hipokotyle na różowo-czerwono. Zawartość barwników antocyjanowych w hipokotylach siewek gryki na ogół znacznie przewyższała ich zawartość w liściach (rys. 4). Hipokotyle kilkudniowych siewek gryki kiełkujących i rosnących w niskiej temperaturze (12°C) nagromadzały większe ilości barwników antocyjanowych niż w temperaturze 19°C i 24°C (rys. 4). Różnice te stwierdzono u wszystkich badanych odmian gryki, najwyraźniejsze między siewkami utrzymywanymi w temperaturze 12 i 24°C. Otrzymane wyniki dotyczące zjawiska zwiększonej akumulacji antocyjanów w hipokotylach siewek gryki pod wpływem niskiej temperatury są zbliżone do wcześniej stwierdzonych u innych gatunków roślin: gorczyca, sosny Banksa (*Pinus banksiana*) i jednego z gatunków eukaliptusa (*Eucalyptus nitens*); (2, 11, 15).

WNIOSKI

1. Kiełkowanie *in vitro* nasion gryki zwyczajnej zachodziło efektywniej w umiarkowanych temperaturach (19°C). Niskie temperatury opóźniały ten proces, ale nie pogarszały stopnia kiełkowania.

2. Nasiona odmiany Panda wyróżniały się wyższym stopniem kiełkowania w niskich temperaturach (12°C) w porównaniu z nasionami odmian: Kora, Hruszowska i Luba.

3. W niskiej temperaturze (12°C) hipokotyle siewek gryki odmiany Panda rosły szybciej niż u innych odmian. Siewki odmiany Luba cechowały się szybszym niż innych odmian wzrostem korzenia głównego w umiarkowanych temperaturach.

4. Hipokotyle siewek gryki zwyczajnej rosnące w niskich temperaturach (19°C, 12°C) nagromadzały większe ilości antocyjanów niż w wyższych temperaturach.

5. Gryka zwyczajna odmiany Panda najlepiej spośród badanych odmian nadaje się do wczesnych siewów.

LITERATURA

1. Ciupak A., Szczurowska I., Gładyszewska B., Pietruszewski S.: Germination of buckwheat seeds subject to storage time and electromagnetic stimulation methods. *Technic. Sci.*, 2007, **10**: 11-18.
2. Close D.C., Beadle C.L., Holz G.K., Brown P.H.: Effect of shade cloth tree shelters on cold-induced photoinhibition, foliar anthocyanin and growth of *Eucalyptus globulus* Labill. and *E. nitens* (Deane and Maiden) seedlings during establishment. *Aust. J. Bot.*, 2002, **50**: 15-20.
3. Grzesiuk A., Dębski H., Horbowicz M.: Wpływ wybranych czynników na akumulację antocyjanów w roślinach. *Post. Nauk Rol.*, 2008, **1**: 81-91.
4. Grzesiuk A., Dębski H., Horbowicz M., Saniewski M.: Występowanie, biosynteza i akumulacja antocyjanów w roślinach. *Post. Nauk Rol.*, 2007, **5**: 65-77.
5. Hara T., Tetsuka T., Matusi K., Ikoma H., Sugimoto A.: Evaluation of cultivar differences in preharvest sprouting of common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). *Plant Product. Sci.*, 2008, **11**: 82-87.
6. Hinokuchi T., Hashimoto H.: Germination rate of white radish, buckwheat and quing-geng-cai under low pressure in closed environment. *Viva Origino*, 2006, **34**: 51-53.
7. Horbowicz M.: Biosynteza, występowanie i właściwości biologiczne flawonoli. *Post. Nauk Rol.*, 2000, **2**: 3-18.
8. Horbowicz M., Brenac P., Obendorf R.L.: Fagopyritol B1, O- α -D-galactopyranosyl-(1 \rightarrow 2)-D-chiro-inositol, a galactosyl cyclitol in maturing buckwheat seeds associated with desiccation tolerance. *Planta*, 1998, **205**: 1-11.
9. Horbowicz, M., Obendorf, R.L.: Fagopyritol accumulation and germination of buckwheat seeds matured at 15, 22, or 30°C. *Crop Sci.*, 2005, **45**: 1264-1270.
10. Kawa J.M., Taylor C.G., Przybylski R.: Buckwheat concentrate reduces serum glucose in streptozotocin-diabetic rats. *J. Agric. Food Chem.*, 2003, **51**: 7287-7291.
11. Kinnersley A.M., Davies P.J.: Effect of temperature on phytochrome-mediated responses in seedlings of mustard. *Plant Physiol.*, 1977, **60**: 175-177.
12. Ma M.J., Horbowicz M., Obendorf R.L.: Cyclitol galactosides in embryos of buckwheat stem-leaf-seed explants fed D-chiro-inositol, myo-inositol, or D-pinitol. *Seed Sci. Res.*, 2005, **15**: 329-338.

13. Mancinelli A.L., Hoff A.M., Cotrell M.: Anthocyanin production in chl-rich and chl-poor seedlings. *Plant Physiol.*, 1988, **86**: 652-654.
14. Marshall, H.G., Pomeranz Y.: Buckwheat: Description, breeding, production, and utilization. *Adv. Cereal Sci. Tech.*, 1982, **5**: 157-210.
15. Nozzolillo C., Isabelle P., Das G.: Seasonal changes in phenolic constituents of jack pine seedlings (*Pinus banksiana*) in relation to the purpling phenomenon. *Canad. J. Bot.*, 1989, **68**: 2010-2017.
16. Stintzing F.C., Stintzing A.S., Carle R., Frei B., Wrolstad R.E.: Color and antioxidant properties of cyanidin-based anthocyanin pigments. *J. Agric. Food Chem.*, 2002, **50**: 6172-6181.
17. Troyer J.: Anthocyanin formation in excised segments of buckwheat-seedling hypocotyls. *Plant Physiol.*, 1964, **39**: 907-912.
18. Watanabe M., Ito M.: Effect of light on the content of phenolic compounds in buckwheat seedlings. *J. Japan. Soc. Food Sci. Technol.*, 2003, **50**: 32-34.

THE EFFECT OF TEMPERATURE ON GERMINATION, GROWTH AND ANTHOCYANIN ACCUMULATION IN SEEDLINGS OF FOUR CULTIVARS OF COMMON BUCKWHEAT (*FAGOPYRUM ESCULENTUM* MOENCH)

Summary

Studies under controlled *in vitro* conditions on the temperature effect ($12\pm 2^{\circ}\text{C}$, $19\pm 1^{\circ}\text{C}$, and $24\pm 2^{\circ}\text{C}$) influencing germination rate, growth of seedlings and anthocyanin accumulation in four cultivars of common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) were carried out. The studies included the following Polish cultivars: Hruszowska, Panda, Kora and Luba. Germination and growth of seedlings were controlled under darkened light and at various temperatures. During the period the germination rate, main root length and hypocotyl length were measured regularly. After the seedlings reached the hypocotyl length 3–5 cm the plants were then transferred to a growth chamber maintained at a temperature of $24\pm 1^{\circ}\text{C}$ (day, 16 h) and $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ (night, 8 h), and light intensity $100\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. After three days of seedlings growth under such conditions, analyses of anthocyanins in hypocotyls and cotyledons separately, were carried out. Determination of the anthocyanins was done using the spectrophotometric method.

The obtained results show, that *in vitro* germination of common buckwheat seeds was more effective at lower temperatures, than at higher ones. Although low temperatures delayed the germination process, the rate of germination was similar. Seeds from the Panda cultivar had a higher germination rate at a low temperature, than seeds of other buckwheat cultivars: Kora, Luba and Hruszowska. At low temperature hypocotyls of Panda seedlings grew faster than the other cultivars. Main root of Luba seedlings grew faster at low temperatures than the others.

Hypocotyls of buckwheat seedlings grown at low temperatures accumulated higher contents of anthocyanins that during growth at higher temperatures.

The obtained results suggest that seeds of the Panda cultivar are more suitable for sowing in early spring than the other cultivars.

Praca wpłynęła do Redakcji 26 VIII 2008 r.

DARIUSZ JUSZCZAK, MARIAN WESOŁOWSKI

Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

WPLYW RODZAJU PLONU I ILOŚCI WYSIEWU NA PLONOWANIE GRYKI

Influence of crop type and sowing quantity on buckwheat yielding

ABSTRAKT. Badania polowe prowadzono w latach 2003–2006 na glebie płowej wytworzonej z piasków słabogliniastych. Przedstawiono plony orzeszków i słomy oraz niektóre cechy plonotwórcze gryki odmiany Hruszowska uprawianej w plonach głównym i wtórnym skombinowanych z trzema normami wysiewu – 60, 80 i 100 kg·ha⁻¹. Dowiedziono, że uprawa gryki w plonie wtórnym (po życie ozimym uprawianym w międzyplonie ozimym) zmniejszała plony orzeszków i słomy odpowiednio o 52% i 19% w porównaniu z plonem głównym. Gryka uprawiana w plonie głównym charakteryzowała się większą wiernością plonowania niż w plonie wtórnym. Uprawa gryki w plonie wtórnym istotnie zmniejszała wszystkie badane cechy plonotwórcze, z wyjątkiem masy 1000 orzeszków. Porównywane normy wysiewu nie zmieniały istotnie plonowania gryki. Najkorzystniej na pozostałe cechy wynikowe, w wyjątkiem obsady gryki po wschodach, wpływał wysiew 60 kg·ha⁻¹ (250 szt.·m⁻²).

słowa kluczowe – key words:

gryka – *buckwheat*, rodzaj plonu – *crop type*, normy wysiewu – *sowing rates*, plon – *yield*, struktura plonu – *yield components*

WSTĘP

Gryka zwyczajna (*Fagopyrum sagittatum* Gilib. syn. *Fagopyrum esculentum* Moench.), mimo wielu niekwestionowanych zalet (1, 3, 6, 16, 18, 19, 23) zaliczana jest do upraw małoobszarowych. W 2006 roku jej areał łącznie z prosem wynosił w Polsce zaledwie 86 tys. ha, czyli około 1% ogólnej powierzchni zasiewów zbóż (13). Przyczyną tak niskiego udziału gryki w strukturze zasiewów są niekorzystne relacje cenowe nasion gryki w stosunku do innych zbóż, a także duże wahania plonów w latach. Mała wierność plonowania gryki uwarunkowana jest głównie biologią jej kwitnienia, a zwłaszcza zjawiskiem heterostylii i krótkim okresem żywotności kwiatów (14, 17). Dużą rolę w plonowaniu gryki odgrywa też fakt, że jest ona rośliną owadopylną i w ponad 90% zapylaną przez pszczoły miodne, których oblot zależy od warunków pogodowych. W rezultacie w praktyce odsetek zawiązaných nasion w stosunku do wytworzonych kwiatów waha się od 10 do 40% (11, 16).

Gryka zaliczana jest do roślin obojętnych na długość dnia (15). Zatem zakwita i owocuje niezależnie od terminu siewu. Na tej podstawie oparto hipotezę niniejszych badań, w której założono, że zadowalające plony nasion gryki można uzyskać także w plonie wtórnym pod warunkiem zastosowania poprawnej agrotechniki, a w tym właściwych norm wysiewu. Celem badań było określenie wielkości i struktury plonu gryki uprawianej w plonach głównym i wtórnym w kombinacji z trzema normami wysiewu.

MATERIAŁ I METODY

Badania polowe prowadzono w latach 2003–2006 we wsi Ruskie Piaski (gmina Nielisz, woj. lubelskie). W pracy zrezygnowano z zamieszczenia wyników z roku 2005, gdyż burza gradowa, która wystąpiła w lipcu, zniszczyła w 80–90% zasiewy gryki. Doświadczenie umiejscowiono na glebie płowej wytworzonej z piasków słabogliniastych, zaliczanej do kompleksu żytniego słabego i klasy bonitacyjnej IVb. Gleba pod doświadczeniem charakteryzowała się kwaśnym odczynem (pH w 1 mol KCl = 5,0), zawartością próchnicy 1,17–1,56% oraz wysoką zawartością przyswajalnych form fosforu, średnią potasu i niską magnezu.

Schemat doświadczenia założonego metodą losowanych podbloków, w 3 powtórzeniach, o wielkości poletka do siewu i zbioru 20 m², uwzględniał dwa czynniki: I – rodzaj plonu – główny i wtóry; II – ilość wysiewu gryki w kg·ha⁻¹ (szt.·m⁻²) – 60 (250), 80 (340) i 100 (430).

W plonie głównym grykę uprawiano w stanowisku po jarej mieszance zbożowej (owies + jęczmień jary + pszenica jara), natomiast w plonie wtórnym po życie ozimym uprawianym w międzyplonie ozimym. W plonie głównym wykonywano typową uprawę roli, zaś w plonie wtórnym zabiegi uprawowe ograniczono do wykonania po zbiorze międzyplonu (około 25 maja) bronowania broną talerzową, a następnie orki wiosennej (20 cm głębokości) i bronowania średnimi bronami zębowymi.

Nawożenie mineralne, jednakowe w obydwu rodzajach plonu, wynosiło w kg czystego składnika na 1 ha: N – 50, P – 17,6, K – 41,5.

Grykę odmiany Hruszowska wysiewano siewnikiem zbożowym w rozstawie rzędów 13 cm. Termin siewu w plonie głównym ustalono na 19–21 maja, zaś w plonie wtórnym na 30 maja. Chwasty w zasiewach gryki zwalczano preparatem Fusilade Forte 150 EC (fluazyfop-P-butylowy), który stosowano w dawce 2 l·ha⁻¹ w fazie 1–4 liści chwastów jednoliściennych i 3–4 liści gryki. Zbiór gryki prowadzono, gdy ponad 80% orzeszków było zbrunatniałych.

Przedmiotem szczegółowych badań były następujące cechy wynikowe: plon orzeszków i słomy, masa 1000 orzeszków, plon i liczba orzeszków dojrzałych i nie-dojrzałych na roślinie gryki oraz obsada gryki po wschodach. W tabelach 2, 5 i 7 podano tylko te średnie, pomiędzy którymi różnice były istotne statystycznie.

Okres wegetacji gryki w 2003 roku był na tle wielolecia suchy i bardzo ciepły (tab. 1). Tylko w maju ilość opadów była dostateczna. W kolejnych miesiącach ob-

Tabela 1

Sumy opadów i średnie temperatury powietrza według stacji meteorologicznej w Zamościu
Total precipitation and mean air temperature according to weather station in Zamość

Miesiące Months	Opady; Precipitation (mm)				Temperatura; Temperature (°C)			
	2003	2004	2006	średnia wieloletnia long-term average 1881–1980	2003	2004	2006	średnia wieloletnia long-term average 1881–1980
V	112,6	50,1	54,0	62,0	18,0	13,5	14,8	13,1
VI	52,9	34,9	43,5	81,0	18,9	18,1	18,4	16,4
VII	63,9	145,0	28,3	91,0	20,9	19,4	23,3	17,9
VIII	50,7	71,9	144,8	81,0	19,7	19,7	19,0	17,0
IX	11,6	36,3	0,8	52,0	15,2	14,3	16,8	13,1
V–IX	291,7	338,2	271,4	367,0	18,5	17,0	18,5	15,5

serwowano wyraźny niedobór opadów, szczególnie od 2 dekady sierpnia do końca wegetacji gryki. Średnia temperatura powietrza w okresie maj–wrzesień w 2003 roku była wyższa niż w wieloleciu o 3°C.

W poszczególnych miesiącach okresu wegetacji gryki w 2004 roku sumy opadów były mniejsze niż w wieloleciu (tab. 1). Wyjątek stanowił lipiec, w którym odnotowano aż 145 mm deszczu, czyli o 54 mm więcej niż średnio w wieloleciu. Drugi sezon badawczy był pod względem temperatur najbardziej zbliżony do warunków przeciętnych. Średnia temperatura okresu wegetacji gryki przewyższała bowiem wtedy średnią temperaturę wielolecia tylko o 1,5°C. Najbardziej zbliżone do warunków przeciętnych były temperatury maja i września.

Ostatni sezon badawczy (2006 rok) można określić jako bardzo suchy i bardzo ciepły (tab. 1). Największy niedobór opadów i najwyższą średnią temperaturę powietrza odnotowano w lipcu. Duże opady, przewyższające o 64 mm normę wieloletnią, wystąpiły dopiero w sierpniu.

Reasumując należy stwierdzić, że wegetacja gryki w każdym roku badań odbywała się w niekorzystnych warunkach atmosferycznych.

WYNIKI

Obsada roślin gryki po wschodach była kształtowana przez wszystkie czynniki eksperymentu (tab. 2). Istotnie największe zagęszczenie siewek gryki było w warunkach wysiewu 100 kg·ha⁻¹. Zmniejszenie wysiewu o 20 kg·ha⁻¹ spowodowało obniżkę liczby siewek o 26,3%, natomiast zmniejszenie wysiewu do 60 kg·ha⁻¹ wywołało ubytek liczby siewek aż o 46%. Istotny spadek obsady siewek gryki pod wpływem

Tabela 2

Liczba roślin gryki na 1 m² po wschodach
Number of buckwheat plants per 1 m² after the emergence

Lata Years	Wysiew Sowing (kg·ha ⁻¹)	Rodzaj plonu; Crop type		Średnio Mean
		główny main	wtóry secondary	
2003	60	208	146	177
	80	319	211	265
	100	419	400	409
	średnio; mean	315	252	284
2004	60	194	166	180
	80	270	205	237
	100	314	296	305
	średnio; mean	259	222	241
2006	60	191	203	197
	80	258	254	256
	100	306	317	311
	średnio; mean	252	258	255
Średnio dla wysiewu Mean for sowing	60	198	172	185
	80	282	223	252
	100	346	338	342
Średnio; Mean		275	244	260
NIR; LSD ($\alpha = 0,05$) dla: for: rodzaju plonu; crop type = 14,0 wysiewu; sowing = 20,7; latami; years = 20,7 współdziałania: interaction: rodzaj plonu × wysiew; crop type × sowing = 36,6 rodzaj plonu × lata; crop type × years = 36,6 wysiew × lata; sowing × years = 48,4				

zmniejszania normy wysiewu stwierdzono w przypadku obydwu rodzajów plonu oraz w każdym roku badań. Szczególnie niekorzystnie na liczbę roślin gryki po wschodach wpływało zmniejszenie normy wysiewu w warunkach plonu wtórego wywołując, w porównaniu z wysiewem 100 kg·ha⁻¹, obniżenie obsady siewek o 49% (wysiew 60 kg·ha⁻¹) i o 34% (80 kg·ha⁻¹). W sytuacji plonu głównego analogiczne różnice wynosiły odpowiednio 43 i 19%. Siew gryki w plonie wtórym, w porównaniu z siewem w plonie głównym, spowodował istotny spadek liczby siewek średnio w latach (zniżka o 11,3%); (tab. 2).

Uprawa gryki w plonie głównym ukształtowała plon orzeszków na poziomie 1 t·ha⁻¹ (tab. 3). W warunkach plonu wtórego wydajność gryki była istotnie mniejsza o 52%. Udowodniony spadek plonu orzeszków w sytuacji plonu wtórego stwierdzono w każdym roku badań, przy czym największy był on w 2003 roku – 69,9%, mniejszy w 2004 roku – 68,4%, zaś najmniejszy w 2006 roku – 18,8%. Normy wysiewu nie zmieniły istotnie plonu orzeszków.

Tabela 3

Plon orzeszków i słomy gryki w t·ha⁻¹
Buckwheat nut and straw yields (t·ha⁻¹)

Rodzaj plonu Crop type	Orzeszki; Nuts				Słoma; Straw				
	lata; years								
	2003	2004	2006	średnio mean	2003	2004	2006	średnio mean	
Główny Main	1,03	0,95	1,01	1,00	10,62	7,74	9,18	9,18	
Wtóry Secondary	0,31	0,30	0,82	0,48	6,37	5,59	10,36	7,44	
Średnio Mean	0,67	0,63	0,91		8,49	6,66	9,77		
NIR; LSD ($\alpha = 0,05$) dla: for:									
rodzaju plonu; crop type				= 0,057					= 1,042
lat; years				= r.n.					= 1,543
współdziałania: interaction:									
rodzaj plonu × lata; crop type × years				= 0,152					= 2,724

Plon słomy gryki kształtowały te same czynniki co plon orzeszków oraz dodatkowo lata badań (tab. 3). W plonie głównym zebrano średnio o 19% więcej słomy niż w plonie wtórnym. Istotnie większy zbiór słomy w plonie głównym stwierdzono jednak tylko w 2003 roku. W ostatnim roku badań (2006) większy plon słomy wydała gryka w plonie wtórnym, ale stwierdzona wówczas różnica mieściła się w granicach błędu doświadczalnego. Istotnie najmniejszy plon słomy gryki zebrano w 2004 roku – 6,66 t·ha⁻¹. Pozostałe lata nie różniły się istotnie produkcją słomy gryki.

Dorodność orzeszków gryki, mierzona masą 1000 sztuk, była najsilniej modyfikowana przez lata badań (tab. 4). Największą masę osiągnęły orzeszki w 2006 roku. Średnio zwiększenie normy wysiewu zmniejszyło dorodność orzeszków, przy czym istotne różnice zanotowano tylko między obiektami z normą wysiewu 60 i 100 kg·ha⁻¹. Istotne różnice w masie 1000 orzeszków między skrajnymi normami wysiewu stwierdzono jedynie w warunkach plonu głównego oraz w 2004 roku.

Masa orzeszków dojrzałych na pojedynczej roślinie gryki zależała od wszystkich czynników eksperymentu oraz interakcji między nimi (tab. 5). Istotnie największą masę orzeszków dojrzałych stwierdzono w warunkach najmniejszej normy wysiewu. Zwiększenie wysiewu do 80 kg·ha⁻¹ spowodowało spadek masy orzeszków o 48,4%, natomiast wysiew 100 kg·ha⁻¹ spowodował zniżkę masy orzeszków aż o 80,5%. Spadek masy orzeszków dojrzałych na roślinie gryki pod wpływem wzrastającej normy wysiewu udowodniono statystycznie w obydwu rodzajach plonu oraz w latach 2003 i 2004. Uprawa gryki w plonie głównym zwiększała masę orzeszków dojrzałych średnio o 60% w relacji do plonu wtórnego. Zwiększenie produkcji

Tabela 4

Masa 1000 orzeszków (g)
1000 nut weight (g)

Lata Years	Wysiew Sowing rate (kg·ha ⁻¹)	Rodzaj plonu; Crop type		Średnio Mean
		główny main	wtóry secondary	
2003	60	26,0	23,7	24,8
	80	22,5	24,0	23,2
	100	21,1	23,0	22,0
	średnio; mean	23,2	23,6	23,4
2004	60	24,5	20,5	22,5
	80	23,4	19,2	21,3
	100	18,4	18,1	18,2
	średnio; mean	22,1	19,3	20,7
2006	60	26,8	29,1	27,9
	80	27,1	29,8	28,4
	100	27,6	30,2	28,9
	średnio; mean	27,2	29,7	28,4
Średnio dla wysiewu Mean for sowing	60	25,8	24,4	25,1
	80	24,3	24,3	24,3
	100	22,4	23,8	23,1
Średnio; Mean		24,2	24,2	24,2
NIR; LSD ($\alpha = 0,05$) dla: for:				
wysiewu; sowing = 1,28;				
lat; years = 1,28				
współdziałania: interaction:				
rodzaj plonu × wysiew; crop type × sowing = 2,26				
rodzaj plonu × lata; crop type × years = 2,26				
wysiew × lata; sowing × years = 2,99				

orzeszków dojrzałych w plonie głównym stwierdzono w każdym sezonie badawczym, a w latach 2003 i 2004 potwierdzono je także statystycznie. Różnice w masie orzeszków dojrzałych między latami badań dochodziły do 56,4%.

Masa orzeszków niedojrzałych na roślinie gryki zależała istotnie tylko od ilości wysiewu i rodzaju plonu gryki (tab. 6). Cecha ta miała tym mniejszą wartość, im większa była norma wysiewu. Uprawa gryki w plonie głównym spowodowała wzrost masy orzeszków niedojrzałych średnio o 24%, w porównaniu z uprawą w plonie wtórym.

Istotnie najwięcej orzeszków dojrzałych było na roślinach gryki wyrosłych w warunkach wysiewu 60 kg·ha⁻¹ (tab. 7). Spadek liczby orzeszków dojrzałych pod wpływem zwiększenia normy wysiewu udowodniono statystycznie w plonie głównym i wtórym oraz we wszystkich latach badań. Uprawa gryki w plonie głównym istot-

Tabela 5

Masa orzeszków dojrzałych na roślinie gryki (g)
Weight of ripened nuts per buckwheat plant (g)

Lata Years	Wysiew Sowing rate (kg·ha ⁻¹)	Rodzaj plonu; Crop type		Średnio Mean
		główny main	wtóry secondary	
2003	60	2,70	0,97	1,83
	80	1,50	0,40	0,95
	100	0,57	0,10	0,33
	średnio; mean	1,59	0,49	1,04
2004	60	3,00	1,53	2,26
	80	1,77	0,23	1,00
	100	0,43	0,10	0,26
	średnio; mean	1,73	0,62	1,17
2006	60	0,67	0,67	0,67
	80	0,63	0,43	0,53
	100	0,37	0,30	0,33
	średnio; mean	0,57	0,46	0,51
Średnio dla wysiewu Mean for sowing	60	2,12	1,06	1,59
	80	1,30	0,35	0,82
	100	0,46	0,17	0,31
Średnio; Mean		1,30	0,52	0,91
NIR; LSD ($\alpha = 0,05$) dla: for:				
rodzaju plonu; crop type = 0,224; wysiewem; sowing = 0,33				
lat; years = 0,331				
we współdziałaniu: in interaction:				
rodzaj plonu; crop type \times wysiew; sowing = 0,450				
rodzaj plonu; crop type \times lata; years = 0,450;				
wysiew; sowing \times lata; years = 0,773				

Tabela 6

Masa orzeszków niedojrzałych na roślinie gryki (g) – średnio z 3 lat
Weight of unripened nuts per buckwheat plant (g) – mean for 3 years

Wysiew Sowing rate (kg·ha ⁻¹)	Rodzaj plonu; Crop type		Średnio Mean
	główny main	wtóry secondary	
60	0,38	0,31	0,34
80	0,24	0,57	0,20
100	0,12	0,08	0,10
Średnio; Mean	0,25	0,19	0,22
NIR; LSD ($\alpha = 0,05$) dla: for:			
rodzaju plonu; crop type = 0,05; wysiewem; sowing = 0,07			

Tabela 7

Liczba orzeszków dojrzałych na roślinie gryki
Number of ripened nuts per buckwheat plant

Lata Years	Wysiew Sowing rate (kg·ha ⁻¹)	Rodzaj plonu; Crop type		Średnio Mean
		główny main	wtóry secondary	
2003	60	105,1	40,8	72,9
	80	66,6	13,6	40,1
	100	26,2	3,6	14,9
	średnio; mean	66,0	19,3	42,6
2004	60	123,2	54,6	88,9
	80	72,1	13,1	42,6
	100	23,2	5,0	14,1
	średnio; mean	72,8	24,2	48,5
2006	60	29,1	26,3	27,7
	80	26,5	19,7	23,1
	100	16,4	12,8	14,6
	średnio; mean	24,0	19,6	21,8
Średnio dla wysiewu Mean for sowing	60	85,8	40,6	63,2
	80	55,1	15,5	35,3
	100	21,9	7,1	14,5
średnio; mean		54,3	21,1	37,7
NIR; LSD ($\alpha = 0,05$) dla: for:				
rodzaju plonu; crop type = 8,23				
wysiewu; sowing = 12,15				
lat; years = 12,15				
współdziałania: interaction:				
rodzaj plonu × wysiew; crop type × sowing = 16,55				
rodzaj plonu × lata; crop type × years = 16,55				

Tabela 8

Liczba orzeszków niedojrzałych na roślinie gryki (średnio z 3 lat)
Number of unripened nuts per buckwheat plant (mean for 3 years)

Wysiew Sowing rate (kg·ha ⁻¹)	Rodzaj plonu; Crop type		Średnio Mean
	główny main	wtóry secondary	
60	83,9	72,6	78,2
80	54,0	38,3	46,2
100	27,9	19,7	23,8
Średnio; Mean	55,3	43,5	49,4
NIR; LSD ($\alpha = 0,05$) dla: for:			
rodzaju plonu; crop type = 9,58			
wysiewu; sowing = 14,15			

nie zwiększała obsadę orzeszków dojrzałych na roślinach gryki. Średnia zwyżka tej cechy wynosiła 61,1%, a w poszczególnych latach od 18 do 70%. Analiza wyników z lat badań wykazała, że istotnie najwięcej orzeszków dojrzałych wytworzyły rośliny gryki w 2003 i 2004 roku (tab. 7).

Liczbę orzeszków niedojrzałych na roślinie gryki istotnie zmieniały tylko pojedyncze czynniki eksperymentu, co oznacza iż interakcje między nimi były statystycznie nieistotne (tab. 8). Wzrost normy wysiewu ponad 60 kg·ha⁻¹ zmniejszał obsadę orzeszków niedojrzałych o 41% (wysiew 80 kg·ha⁻¹) i o 70% (wysiew 100 kg·ha⁻¹). Natomiast uprawa gryki w plonie głównym spowodowała wzrost ich liczby o 21,3% w porównaniu z plonem wtórnym.

DYSKUSJA

Gryka odmiany Hruszowska uprawiana w badaniach własnych w plonie głównym produkowała średnio 1 t orzeszków z hektara. Charakteryzowała się przy tym dużą wiernością plonowania, gdyż różnica w plonie orzeszków pomiędzy latami badań wynosiła co najwyżej 7,8%. Wydajność gryki w plonie wtórnym była o 52% mniejsza niż w plonie głównym, a ponadto podlegała ona dużym wahaniom sezonowym, ponieważ różnice w plonie orzeszków między latami badań przekraczały 63%. Podobnie do plonu orzeszków układał się plon słomy gryki, z tą jednakże różnicą, iż cecha ta wykazywała małą stabilność w obydwu rodzajach plonu.

Mniejsze plonowanie gryki w plonie wtórnym wynikało z istotnego pogorszenia wszystkich badanych cech struktury plonu, z wyjątkiem masy 1000 orzeszków.

Merytoryczna dyskusja otrzymanych wyników badań jest trudna, gdyż w dotychczasowym ścisłym doświadczalnictwie rolniczym zajmowano się wyłącznie uprawą gryki w plonie głównym. Na temat uprawy gryki w plonie wtórnym wypowiadają się jedynie nieliczni autorzy (10, 16) i to bez przytaczania konkretnych danych liczbowych. Sugestie Ruszkowskiego i Noworolnika (16) są jednak zgodne z odnotowanym w niniejszych badaniach faktem, że uprawę gryki w plonie wtórnym po międzyplonach ozimych cechują duże wahania plonów orzeszków w latach. Według cytowanych autorów przyczyną niskiej wierności plonowania gryki w plonie wtórnym są zbytne przesuszenie gleby i gorsze wschody rośliny uprawnej. Stwierdzenie to znajduje potwierdzenie w badaniach własnych, gdyż gryka siana w plonie wtórnym w 2003 i 2004 roku w okresie wyjątkowo suchej pogody wschodziła bardzo słabo. Natomiast w 2006 roku, gdy po siewie gryki, w 1 dekadzie czerwca odnotowano aż 42 mm deszczu, wschody w plonie wtórnym były nawet lepsze niż w plonie głównym.

Doświadczenia krajowe z uprawą gryki w plonie głównym dowodzą, że roślina ta może plonować na bardzo różnym poziomie, a czynnikami różnicującymi jej wydajność są warunki glebowe oraz układ pogody, a szczególnie stosunków wilgotnościowych w okresie wegetacji. Liszewski (5) w identycznych warunkach glebowych (piasek słabogliniasty na piasku luźnym), lecz na Niżu Dolnośląskim uzyskał

z hektara 0,82 tony orzeszków gryki tetraploidalnej odmiany Emka. Mniejszy plon nasion gryki ($0,7 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) niż w badaniach własnych uzyskali na glebie piaszczystej w okolicy Parczewa (woj. lubelskie) również Szklarz i in. (24). Także NoworoInik (8) w porównywalnych warunkach glebowych uzyskał tytko nieznacznie większy plon orzeszków odmiany Hruszowska - $1,28 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, niż w badaniach własnych. Autor ten dowiódł przy tym, że na kompleksie żytnim słabym (piasek słabogliniasty) korzystniej na plon nasion gryki wpływała rozstawa rzędów 12 cm, w porównaniu z rozstawą 25 i 50 cm. Według Zająca i in. (25), gryka odmiany Hruszowska uprawiana nawet na kompleksie żytnim bardzo dobrym plonowała na zbliżonym poziomie do uzyskanego w badaniach własnych – $1,12 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Podobny plon nasion tej odmiany otrzymali również Szczukowski i in. (21) oraz Komenda i in. (4). Natomiast większy, nawet dwukrotnie, plon nasion w porównaniu z uzyskanym w plonie głównym w badaniach własnych wykazali Fatyga (2), Mazurek i Podolska (7), Pecio i Wielgo (12), Szczukowski i in. (22) oraz NoworoInik (9). Autorzy ci badania połowe prowadzili jednak w zdecydowanie lepszych warunkach glebowych oraz z innymi odmianami gryki – Kora, Panda, Luba lub Emka.

Gryka uprawiana w badaniach własnych w plonie głównym plonowała na średnim poziomie krajowym (13). Również jej wydajność w plonie wtórym nie odbiegała znacznie od wydajności uzyskiwanej w plonie głównym, ale w warunkach opóźnionego terminu siewu (5), a nawet od wydajności plantacji zakładanych w połowie maja na glebach kompleksu żytniego bardzo dobrego (20).

WNIOSKI

1. Produkcja orzeszków i słomy gryki odmiany Hruszowska na glebie płowej wytworzonej z piasków słabo gliniastych zależała wyłącznie od rodzaju plonu i lat badań.

2. Uprawa gryki w plonie wtórym zmniejszała plony orzeszków i słomy odpowiednio o 52% i 19% w porównaniu z plonem głównym.

3. Gryka uprawiana w plonie głównym charakteryzowała się dużą wiernością plonowania w zestawieniu z gryką uprawianą w plonie wtórym.

4. Uprawa gryki w plonie wtórym istotnie zmniejszała wszystkie badane cechy plonotwórcze z wyjątkiem masy 1000 orzeszków.

5. Porównywane normy wysiewu nie zmieniały istotnie plonowania gryki. Najkorzystniej na cechy wynikowe, z wyjątkiem obsady gryki po wschodach, wpływał wysiew $60 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ($250 \text{ szt}\cdot\text{m}^{-2}$).

LITERATURA

1. Dietrych-Szóstak D., Suchecki Sz.: Wybrane cechy jakościowe nasion polskich odmian gryki. *Pam. Puł.*, 2003, **133**: 35-41.
2. Fatyga J.: Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem i rozstawy rzędów na wielkość i jakość plonów gryki. *Rocz. Nauk. Rol.*, 1991, **109-A-2**: 87-94.
3. Fornal Ł., Soral-Śmietana M.: Gryka krajowym surowcem do otrzymywania żywności profilaktycznej. V Krajowe Symp. nt. „Hodowla, agrotechnika i jakość ziarna gryki”. Wyd. IUNG Puławy, 1988, 51-65.
4. Komenda B., Komenda K., Szklarz J.: Produktynność gryki tetra- i diploidalnej. *Hod. Rośl. Aklim. Nas.*, 1973, **17(6)**: 441-445.
5. Liszewski M.: Reakcja gryki na terminy i gęstość siewu w zależności od warunków glebowych i atmosferycznych. *Zesz. Nauk. AR Wrocław, Rolnictwo*, 1997, **70, 316**: 199-207.
6. Mazurek L.: Wpływ nawożenia i wilgotności podłoża na wzrost, przebieg wegetacji oraz owocowania gryki. *Pam. Puł.*, 1966, **21**: 3-36.
7. Mazurek J., Podolska G.: Dynamika wschodów oraz plonowanie nowych odmian gryki w zależności od terminu siewu. *Zesz. Nauk. AR Kraków*, 2001, **392**: 71-81.
8. Noworolnik K.: Wpływ rozstawy rzędów na plonowanie gryki w zależności od warunków siedliska. *Mat. X Krajowego Symp. nt. „Hodowla, uprawa i wykorzystanie gryki”*. Wyd. IUNG Puławy, 1997, **R(341)**: 93-101.
9. Noworolnik K.: Wpływ gęstości siewu na plonowanie gryki w zależności od nawożenia azotem i terminu siewu. *Pam. Puł.*, 2003, **133**: 147-155.
10. Pawłowska J., Podolska G.: Technologia uprawy gryki. *Materiały szkoleniowe*. Wyd. IUNG Puławy, 1996, **47/96**: 1-23.
11. Pecio A.: Morfologiczny model rośliny i łanu gryki oraz jej plonowanie w zależności od rozmieszczenia roślin na jednostce powierzchni. *Mat. X Krajowego Sympozjum nt. „Hodowla, uprawa i wykorzystanie gryki”*. Wyd. IUNG Puławy, 1997, 63-79.
12. Pecio A., Wielgo B.: Plonowanie oraz struktura rośliny i łanu gryki zależnie od terminu siewu. *Fragm. Agron.*, 1999, **1(61)**: 5-17.
13. *Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej*. GUS, 2007, 466.
14. Ruskowska B.: Studia nad gryką. Cz. IV. Biologia kwitnienia. *Hod. Rośl. Aklim. Nas.*, 1958, **2, 3**: 391-401.
15. Ruskowska B., Ruskowski M.: Gryka, PWRiL, Warszawa 1981, 1-76.
16. Ruskowski M., Noworolnik K.: Gryka. *Technologie uprawy roślin*. Wyd. IUNG Puławy, 1994, **P(56/10)**: 1-19.
17. Setlak D., Andraszek W., Komenda J.: Biologia kwitnienia i owocowania gryki. *Biul. Branż. Hod. Rośl.*, 1978, **5/6**: 20-21.
18. Soral-Śmietana M.: Białka ziarna gryki. *Post. Nauk Rol.*, 1984, **3**: 35-46.
19. Szczukowski S., Tworowski J.: Gryka, roślina alternatywna o wielorakich możliwościach wykorzystania. *Fragm. Agron.*, 1994, **3**: 55-59.
20. Szczukowski S., Tworowski J., Kwiatkowski J.: Wpływ niektórych czynników agrotechnicznych na plon i wartość siewną nasion gryki tetraploidalnej. *Mat. Sem. Nauk. nt. „Agrotechnika gryki i jej przetwórstwo”*, Olsztyn, 1993, 104-111.
21. Szczukowski S., Tworowski J., Kwiatkowski J.: Wpływ rozstawy rzędów, sposobu pielęgnacji oraz desykacji na plon i wartość siewną nasion gryki. *Fragm. Agronom.*, 1994, **3(43)**: 60-70.
22. Szczukowski S., Tworowski J., Kwiatkowski J.: Plonowanie gryki na glebie kompleksu pszennego dobrego. *Biul. Nauk.*, 1999, **4**: 83-91.
23. Szklarz J., Dawidziuk H.: Uprawa gryki w gospodarstwach indywidualnych w makroregionie środkowowschodnim. *Nowe Rol.*, 1988, **4**: 28-29.

24. Szklarz J., Wójcik S., Dawidziuk H.: Wpływ sposobów uprawy na plonowanie gryki na Podlasiu. Mat. V Krajowego Symp. Gryki nt. „Hodowla, agrotechnika i jakość ziarna gryki”. Wyd. IUNG Puławy, 1988, 134-141.
25. Zając T., Pisulewska E., Antoniewicz A., Siebuła D.: Wielkość i struktura plonu oraz skład chemiczny orzeszków dwu odmian gryki w zależności od wybranych czynników agrotechnicznych. Mat. X Krajowego Symp. nt. „Hodowla, uprawa i wykorzystanie gryki”. Wyd. IUNG Puławy, 1997, 81-91.

INFLUENCE OF CROP TYPE AND SOWING QUANTITY ON BUCKWHEAT YIELDING

Summary

The field experiments were carried out in 2003–2006 on podzolic soil developed from light loamy sands. The yields of nuts and straw along with some yield-forming traits of buckwheat (Hruszowska cv.) grown in main and secondary crops combined with three sowing rates (60, 80, and 100 kg ha⁻¹) were presented in the paper. It was found that buckwheat cultivated in the secondary crop (after winter rye grown in winter inter-crop) decreased the nut and straw yields by 52% and 19%, respectively, as compared with the main crop. Buckwheat grown in main crop was characterised by more uniform yielding than in the secondary crop. Cultivation of the buckwheat in the secondary crop significantly decreased all tested yield-forming traits values, except from 1000-nut weight. Compared sowing rates did not considerably change the buckwheat yielding. The sowing of 60 kg ha⁻¹ (250 seeds m⁻²) was the most profitable for other resulting traits, except from buckwheat density after the emergence.

Praca wpłynęła do Redakcji 26 VIII 2008 r.

DARIUSZ JUSZCZAK, MARIAN WESOŁOWSKI, RAFAŁ JURYTKO

Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

ZACHWASZCZENIE GRYKI W WARUNKACH PLONU GŁÓWNEGO I WTÓREGO W ZALEŻNOŚCI OD ILOŚCI WYSIEWU

Buckwheat weed infestation under main and secondary crop conditions depending on sowing rate

ABSTRAKT: Badania polowe prowadzono w latach 2003–2006 na glebie pólwej wytworzonej z piasków słabo gliniastych. Określono liczbę, powietrznie suchą masę i skład gatunkowy chwastów w łanie gryki odmiany Hruszowska uprawianej w plonie głównym i wtórym w kombinacji z trzema normami wysiewu gryki – 60, 80 i 100 kg·ha⁻¹. Dowiedziono, że uprawa gryki w plonie wtórym zwiększa liczbę (przyrost o 70%) i powietrznie suchą masę chwastów (przyrost o 33%) w porównaniu z plonem głównym. Największą liczbę i masę chwastów stwierdzono w warunkach wysiewu 60 kg gryki na 1 ha. Zasiewy gryki w obydwu rodzajach plonu oraz w warunkach każdej normy wysiewu najbardziej zachwaszczała *Echinochloa crus-galli*, a następnie *Galinsoga parviflora* i *Chenopodium album*.

słowa kluczowe – key words:

gryka – *buckwheat*, rodzaj plonu – *crop type*, zachwaszczenie łanu – *canopy weed infestation*, ilość wysiewu – *sowing rate*

WSTĘP

Gryka zwyczajna, mimo bardzo korzystnego składu chemicznego orzeszków oraz wielu innych zalet, zajmuje niespełna 1% w strukturze zasiewów zbóż w Polsce (9). Przyczyną takiej sytuacji, poza niskim plonowaniem i niekorzystnymi relacjami cenowymi na nasiona w porównaniu z innymi gatunkami zbóż, jest także mała konkurencyjność gryki w stosunku do chwastów, co skutkuje obniżkami plonów orzeszków nawet o 30–50% (10). Niektórzy autorzy sugerują, że gryka może być uprawiana w plonie wtórym (7, 11). Skoro tak, to zachodzi pytanie, jak kształtować się będzie zachwaszczenie jej łanu w takich warunkach. Celem badań było określenie składu gatunkowego, liczby i powietrznie suchej masy chwastów w zasiewach gryki uprawianej w plonie głównym i wtórym oraz w warunkach zróżnicowanej ilości wysiewu.

MATERIAŁ I METODY

Większość założeń metodycznych badań omówiono w pracy Juszcza i Wesołowskiego (2). Zachwaszczenie łąny gryki określano metodą botaniczno-wagową kilka dni przed zbiorem. Posługiwano się przy tym drewnianą ramką o wymiarach 1 m × 0,5 m, którą umieszczano losowo w dwóch miejscach każdego poletka. Analiza zachwaszczenia polegała na określeniu składu gatunkowego, liczby i powietrznie suchej masy chwastów.

WYNIKI

Liczba chwastów w łąnie gryki zależała istotnie tylko od ilości wysiewu i rodzaju plonu (tab. 1). Najmniejszą liczebność chwastów stwierdzono na poletkach z wysiewem 100 kg·ha⁻¹. Przy wysiewie gryki w ilości 80 i 60 kg·ha⁻¹ liczba chwastów wzrastała odpowiednio o 63 i 90%. Uprawa gryki w plonie wtórnym zwiększała zagęszczenie chwastów w jej łąnie w warunkach każdej normy wysiewu – przeciętny przyrost liczby chwastów okazał się istotny statystycznie i wynosił około 70% w porównaniu z plonem głównym.

Tabela 1

Liczba chwastów na 1 m² w łąnie gryki (średnio z 3 lat)
Number of weeds per 1 m² of buckwheat canopy (mean for 3 years)

Wysiew Sowing (kg·ha ⁻¹)	Rodzaj plonu; Crop type		Średnio Mean
	główny main	wtóry secondary	
60	36,7	58,1	47,4
80	28,1	53,4	40,7
100	19,1	30,7	24,9
Średnio; Mean	27,9	47,4	37,6
NIR; LSD ($\alpha = 0,05$) dla: for: wysiewu; sowing = 22,16; rodzaju plonu; crop type = 15,00			

Biomasa chwastów w łąnie gryki najsilniej różnicowała norma wysiewu (tab. 2). Powietrznie sucha masa chwastów na poletkach z wysiewem 100 kg·ha⁻¹ była aż o 121% mniejsza niż przy siewie najrzadszym. Również zmniejszenie normy wysiewu do 80 kg·ha⁻¹ powodowało istotny, o 47%, przyrost p.s.m. chwastów. Różnica w tym przypadku była jednak mniejsza, gdyż wynosiła średnio tylko 33,4%. Wzrastające normy wysiewu systematycznie obniżały masę chwastów w każdym roku badań,

a w latach 2003 i 2004 ich wpływ był istotny statystycznie. Uprawa gryki w plonie wtórym zwiększała powietrznie suchą masę chwastów w każdym sezonie wegetacyjnym, a średnio dla lat o 33,2%. Różnice p.s.m. chwastów między latami dochodziły do 48,6%. Tworzeniu dużej masy chwastów najbardziej sprzyjały warunki 2006 roku, była ona wtedy istotnie większa niż w latach 2003 i 2004 (tab. 2).

Tabela 2

Powietrznie sucha masa chwastów w łąnie gryki (g·m⁻²)
Air-dry matter weight of weeds in buckwheat canopy (g·m⁻²)

Lata Years	Wysiew Sowing rate (kg·ha ⁻¹)	Rodzaj plonu; Crop type		Średnio Mean
		główny main	wtóry secondary	
2003	60	67,7	95,6	81,6
	80	41,1	52,8	46,9
	100	26,2	28,8	27,5
	średnio; mean	45,0	59,1	52,0
2004	60	74,8	109,8	92,3
	80	41,9	50,4	46,1
	100	23,6	26,6	25,1
	średnio; mean	46,8	62,3	54,5
2006	60	107,0	133,2	120,1
	80	82,6	123,3	102,9
	100	69,7	90,0	80,3
	średnio; mean	86,4	115,8	101,1
Średnio dla wysiewu Mean for sowing	60	83,2	112,9	98,0
	80	55,2	75,5	65,3
	100	39,8	48,8	44,3
średnio; mean		59,4	79,1	69,2
NIR; LSD ($\alpha = 0,05$) dla: for:				
wysiewu; sowing = 10,02				
lat; years = 10,02;				
rodzaju plonu; crop type = 6,78				
współdziałania: interaction:				
wysiew × lata; sowing × years = 23,42				

Grykę uprawianą w plonie głównym zasiedlało 12 gatunków chwastów, w tym 11 krótkotrwałych i tylko jeden wieloletni (tab. 3). Na wszystkich poletkach zdecydowanie dominowała *Echinochloa crus-galli*, a następnie *Galinsoga parviflora* i *Chenopodium album*. Taksony te największą liczebność osiągały na poletkach z wysiewem 60 kg·ha⁻¹. Zwiększone normy wysiewu obniżały zarówno liczbę gatunków dominujących, jak i innych taksonów. Takie zaś gatunki, jak *Spergula arven-*

Tabela 3

Skład gatunkowy i liczba chwastów na 1 m² w łanie gryki uprawianej w plonie głównym (średnio z 3 lat)
Species composition and number of weeds per 1 m² of buckwheat grown as a main crop (mean for 3 years)

Gatunek Species	Średnio dla ilości wysiewu Mean for sowing rate			Średnio Mean
	60	80	100	
I. Krótkotrwałe; Short-lived				
1. <i>Echinochloa crus-galli</i>	19,0	14,6	9,2	14,3
2. <i>Galinsoga parviflora</i>	9,2	6,8	5,1	7,0
3. <i>Chenopodium album</i>	4,9	3,8	2,9	3,9
4. <i>Erodium cicutarium</i>	0,5	0,3	0,2	0,3
5. <i>Sinapis arvensis</i>	0,7	0,6	0,2	0,5
6. <i>Raphanus raphanistrum</i>	-	-	0,0	0,0
7. <i>Spergula arvensis</i>	0,1	-	-	0,0
8. <i>Stellaria media</i>	0,1	-	-	0,0
9. <i>Centaurea cyanus</i>	0,7	0,6	0,3	0,5
10. <i>Fallopia convolvulus</i>	0,4	0,3	0,3	0,3
11. <i>Amaranthus retroflexus</i>	0,2	0,2	0,1	0,2
II. Wieloletnie; Perennial				
1. <i>Equisetum arvense</i>	0,9	0,9	0,8	0,9
Liczba chwastów Number of weeds	36,7	28,1	19,1	27,9
Liczba gatunków Number of species	11	9	10	12

0,0 – gatunek osiągał liczebność mniejszą niż 0,1 szt. m⁻²; species showed the density less than 0,1 per m²

sis i *Stellaria media* w warunkach wysiewu w ilości 80 i 100 kg·ha⁻¹ były zupełnie eliminowane z łanu (tab. 3).

Gryce uprawianej w plonie wtórym towarzyszyło 10 gatunków chwastów, w tym 9 krótkotrwałych i jeden wieloletni (tab. 4). Pod względem liczebności wyraźnie dominowały te same taksony co w plonie głównym – *Echinochloa crus-galli*, *Galinsoga parviflora* i *Chenopodium album*. Jednak pierwsze dwa z nich występowały zdecydowanie liczniej niż w plonie głównym. Spośród innych gatunków chwastów większą liczebnością w łanie gryki uprawianej w plonie wtórym wyróżniały się także *Sinapis arvensis* i *Equisetum arvense*. Wzrost normy wysiewu wpływał podobnie na zbiorowiska chwastów, jak w plonie głównym – ograniczał nie tylko liczebność w łanie chwastów dominujących, ale także pozostałych taksonów (tab. 4).

Tabela 4

Skład gatunkowy i liczba chwastów na 1 m² w łanie gryki uprawianej w plonie wtórnym (średnio z 3 lat)
Species composition and number of weeds per 1 m² of buckwheat grown as a secondary crop (mean for 3 years)

Gatunek Species	Średnio dla ilości wysiewu Mean for sowing rate			Średnio Mean
	60	80	100	
I. Krótkotrwałe; Short-lived				
1. <i>Echinochloa crus-galli</i>	33,2	31,6	18,9	27,9
2. <i>Galinsoga parviflora</i>	13,5	12,6	5,8	10,6
3. <i>Chenopodium album</i>	4,8	3,9	2,7	3,8
4. <i>Raphanus raphanistrum</i>	0,7	0,3	0,3	0,4
5. <i>Erodium cicutarium</i>	1,1	0,8	0,2	0,7
6. <i>Sinapis arvensis</i>	1,4	1,3	0,8	1,2
7. <i>Centaurea cyanus</i>	0,9	0,8	0,6	0,8
8. <i>Fallopia convolvulus</i>	0,3	0,1	0,2	0,2
9. <i>Amaranthus retroflexus</i>	0,2	0,1	0,2	0,2
II. Wieloletnie; Perennial				
1. <i>Equisetum arvense</i>	2,0	1,9	1,0	1,6
Liczba chwastów Number of weeds	58,1	53,4	30,7	47,4
Liczba gatunków Number of species	10	10	10	10

DYSKUSJA

Wbrew opiniom o odchwaszczających właściwościach gryki, wynikających z szybkiego zacienienia przez nią gleby i chwastów, a także z inhibicyjnych oddziaływań allelopatycznych gryki (1, 4) plantacje tej rośliny ulegają dużemu zachwaszczeniu, co prowadzi nawet do 50% spadku plonu orzeszków (10). W zasiewach gryki może występować liczne zbiorowisko chwastów (14). Również zanieczyszczenie materiału nasiennego tej rośliny nasionami chwastów może być duże, zdaniem Szczukowskiego i in. (13) sięga 1100 sztuk diaspor chwastów w 1 kg orzeszków pobranych ze zbiornika kombajnu.

W badaniach własnych grykę odmiany Hruszowska wysiewano na lekkiej glebie piaszczystej, ale będącej w dobrej kulturze. Z pewnością dlatego stopień zachwaszczenia jej poletek był mały. Również liczba gatunków chwastów, mimo iż do odchwaszczania stosowano tylko graminicyd Fusilade Forte 150 EC, była mała, a w łanie zdecydowanie dominowała tylko ciepłolubna *Echinochloa crus-galli*. Każdego roku i w obydwu rodzajach plonu jej wschody pojawiały się później niż innych taksonów chwastów. Według Podolskiej (8) zachwaszczenie wtórne może stanowić poważny problem w uprawie gryki. Rzodkiew świrzepa (*Raphanus raphanistrum*)

traktowana przez Szczukowskiego i in. (12, 13) jako gatunek szczególnie groźny w zasiewach gryki, w uprawie w plonie głównym występowała sporadycznie, zaś w plonie wtórnym w znaczącej ilości tylko w 2003 roku. Również *Chenopodium album* zachwaszczająca masowo plantacje siane w wąskiej rozstawie rzędów (12) oraz zanieczyszczająca materiał nasienny gryki (13) występowała w badaniach własnych w nasileniu mniejszym niż 4 sztuki na 1 m². Frekwencja występowania innych taksonów, z wyjątkiem *Galinsoga parviflora*, była jeszcze mniejsza.

Z uwagi na wrażliwość gryki na herbicydy podstawowe znaczenie w ograniczaniu jej zachwaszczenia ma staranne zwalczanie chwastów w roślinach przedplonowych (7), a także dobranie właściwego zagęszczenia i terminu siewu gryki (6). W badaniach własnych najmniej zachwaszczona była gryka wysiana w ilości 100 kg nasion na 1 ha. Ilość wysiewu uznana przez innych autorów (3, 5, 6) za optymalną – 60 kg·ha⁻¹ – w naszych warunkach sprzyjała występowaniu najliczniejszego zbiorowiska chwastów oraz produkcji przez nie istotnie największej biomasy.

WNIOSKI

1. Rodzaj plonu oraz normy wysiewu kształtowały zachwaszczenie łąnu gryki niezależnie od siebie.

2. Uprawa gryki w plonie wtórnym istotnie zwiększała liczebność (przyrost o 70%) i powietrznie suchą masę chwastów (przyrost o 33%), w porównaniu z plonem głównym.

3. Najliczniejsze zbiorowisko chwastów oraz produkujące największą biomasę występowało w łąnie gryki w warunkach wysiewu 60 kg·ha⁻¹.

4. Zasiewy gryki w obydwu rodzajach plonu, niezależnie od normy wysiewu, najliczniej zachwaszczała *Echinochloa crus-galli*, a następnie *Galinsoga parviflora* i *Chenopodium album*.

LITERATURA

1. Ciarka D., Gawrońska S.W.: Próby wykorzystania gryki w ochronie i walce z chwastami. Mat. Konf. nt. „Teoretyczne i praktyczne aspekty allelopatii”. Wyd. IUNG Puławy, 1995, 33.
2. Juszcak D., Wesołowski M.: Wpływ rodzaju plonu i ilości wysiewu na plonowanie gryki. Pam. Puł., 2009, **149**: 17-28.
3. Liszewski M.: Reakcja gryki na terminy i gęstość siewu w zależności od warunków glebowych i atmosferycznych. Zesz. Nauk. AR Wrocław, Rolnictwo, 1997, **70**, **316**: 199-207.
4. Mazurek J., Wielgo B.: Allelopatyczne oddziaływanie gryki z wybranymi gatunkami chwastów. Zesz. Nauk. AR Kraków, 2001, **392**: 83-93.
5. Noworolnik K.: Wpływ gęstości i terminu siewu w zależności od jakości gleby na strukturę plonu nasion gryki. Zesz. Nauk. AR Kraków, 2001, **392**, Sesja Nauk., **85**: 29-33.
6. Noworolnik K.: Wpływ gęstości siewu na plonowanie gryki w zależności od nawożenia azotem i terminu siewu. Pam. Puł., 2003, **133**: 147-155.
7. Pawłowska J., Podolska G.: Technologia uprawy gryki. Mat. szkol., Wyd. IUNG Puławy, 1996, **47/96**: 1-23.

8. Podolska F.: Plonowanie gryki w zależności od rodzaju pielęgnacji. *Fragm. Agron.*, 2006, **1(89)**: 161-172.
9. Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej. GUS, 2007, 466.
10. Ruszkowski M. (red.): *Technologia uprawy gryki*. Wyd. IUNG Puławy, 1986, 9-52.
11. Ruszkowski M., Noworołnik K.: *Gryka. Technologie uprawy roślin*. Wyd. IUNG Puławy, 1994, **P(56/10)**: 1-19.
12. Szczukowski S., Tworkowski F., Kwiatkowski J.: Plonowanie gryki na glebie kompleksu pszennego dobrego. *Biul. Nauk.*, 1999, **4**: 83-91.
13. Szczukowski S., Tworkowski J., Kwiatkowski J.: Wpływ niektórych czynników agrotechnicznych na plon i wartość siewną nasion gryki tetraploidalnej. *Mat. Sem. Nauk. nt. Agrotechnika gryki i jej przetwórstwo*, Olsztyn, 1993, 104-111.
14. Wesołowski M.: Cierpiała R., Grotkowska Z., Klusek I.: Chemiczne zwalczanie chwastów w zasiewach gryki. *Progr. Plant Protect./Post. Ochr. Rośl.*, 2007, **47(3)**: 301-305.

BUCKWHEAT WEED INFESTATION UNDER MAIN AND SECONDARY CROP CONDITIONS

Summary

The field experiments were performed in 2003–2006 on podzolic soil developed from light loamy sands. The number, air-dry matter weight and species composition of weeds were determined in buckwheat canopy (Hruszowska cv.) grown in main and secondary crops combined with three buckwheat sowing rates (60, 80, and 100 kg ha⁻¹). The experiments revealed that buckwheat cultivated in secondary crop increased its number (by 70%) and air-dry matter of weeds (by 33%) as compared to the main crop. The highest number and weight of weeds was recorded when sowing 60 kg ha⁻¹ of buckwheat. Buckwheat plantations under conditions of both crops and each of sowing rates were the most infested by *Echinochloa crus-galli*, and then *Galinsoga parviflora* and *Chenopodium album*.

Praca wpłynęła do Redakcji 28 VIII 2008 r.

SYLWIA KACZMAREK, KINGA MATYSIAK, ROMAN KRAWCZYK

Zakład Herbologii i Techniki Ochrony Roślin
Instytut Ochrony Roślin w Poznaniu – Państwowy Instytut BadawczyOCENA SELEKTYWNOŚCI HERBICYDÓW STOSOWANYCH
W GRYCE ZWYCZAJNEJ (*FAGOPYRUM ESCULENTUM*)Selectivity assessment of the selected herbicides in common buckwheat (*Fagopyrum esculentum*)

ABSTRAKT: Gryka zwyczajna zaliczana jest w Polsce do grupy roślin małoobszarowych, dla których nie ma zarejestrowanych środków stosowanych do odchwaszczania. Jest rośliną konkurencyjną w stosunku do chwastów, jednak przy dużym ich nasileniu stosowanie chemicznych metod regulacji zachwaszczenia staje się niezbędne. Gryka charakteryzuje się dużą wrażliwością na herbicydy, szczególnie nalistne. W przeprowadzonych badaniach szklarniowych podjęto próbę oceny przydatności wybranych herbicydów z grupy inhibitorów fotosyntezy oraz regulatorów wzrostu do odchwaszczania gryki zwyczajnej. W doświadczeniach zastosowano: linuron (1,0 i 2,0 l·ha⁻¹), fenmedifam (1,0 i 2,0 l·ha⁻¹), chlorotoluron (1,5 i 3,0 l·ha⁻¹), MCPA (0,5; 1,0; 1,5 i 3,0 l·ha⁻¹) oraz izoproturon (1,0 i 2,0 l·ha⁻¹). Wszystkie oceniane herbicydy aplikowano w fazie 2–4 liści gryki pojedynczo oraz łącznie z regulatorem rozwoju Asahi SL (0,6 l·ha⁻¹). Uszkodzenia roślin gryki oceniano na podstawie ubytku świeżej masy roślin w porównaniu z obiektem kontrolnym. Z przeprowadzonych badań wynika, że oceniane substancje aktywne uszkadzały grykę zwyczajną, a relatywnie najbardziej fitotoksyczne były chlorotoluron i izoproturon.

słowa kluczowe – key words:gryka zwyczajna – *common buckwheat*, selektywność – *selectivity*, herbicydy – *herbicides*, zachwaszczenie – *weed infestation*

WSTĘP

Gryka (*Fagopyrum esculentum*) ze względu na sposób uprawy i użytkowanie zaliczana jest do roślin zbożowych, mimo że należy do klasy *Dicotyledones* i rodziny *Polygonaceae*. W praktyce rolniczej zainteresowanie uprawą gryki jest niewielkie, głównie ze względu na duże wahania plonu w latach. Powodem niestabilności plonowania są jej właściwości fizjologiczne (np. krótki okres kwitnienia, owadopylność, heterostylia) oraz duża wrażliwość na niekorzystny przebieg warunków pogodowych w okresie wegetacji (15).

Gryka zaliczana jest do grupy upraw tzw. małoobszarowych, dla których nie ma zarejestrowanych herbicydów. Problem braku środków do ochrony roślin w uprawach małoobszarowych wiąże się również z wycofywaniem wielu z nich w efekcie

przeglądu substancji aktywnych w krajach Unii Europejskiej (1), co może ograniczyć listę potencjalnych herbicydów wykorzystanych do badań w przyszłości.

Gryka jest rośliną konkurencyjną w stosunku do chwastów. Szybkie wschody przy poziomym ustawieniu liści pozwalają jej, nawet przy małej obsadzie, na szybkie osłonięcie gleby i zahamowanie wzrostu rozwijających się chwastów (3).

Jednak przy dużym nasileniu uciążliwych gatunków chemiczne ograniczanie ich liczebności staje się koniecznością. Zwalczanie chwastów dwuliściennych w zasiewach gryki herbicydami jest trudne, a jej tolerancja na zastosowane środki w dużej mierze zależy od czynników meteorologicznych (14). Ponadto, jak wynika z badań własnych, gryka charakteryzuje się mniejszą wrażliwością na herbicydy aplikowane bezpośrednio po siewie (7, 8).

Celem prowadzonych badań była ocena selektywności wybranych herbicydów stosowanych pojedynczo oraz łącznie z regulatorem Asahi SL po wschodach gryki zwyczajnej. Badania te uzupełniają i poszerzają prowadzone od kilku lat doświadczenia polowe (7, 8, 10).

MATERIAŁ I METODY

W Instytucie Ochrony Roślin – Państwowym Instytucie Badawczym w Poznaniu w Zakładzie Herbologii i Techniki Ochrony Roślin przeprowadzono dwa odrębne doświadczenia szklarniowe, w których oceniano selektywność wybranych herbicydów stosowanych pojedynczo oraz łącznie z regulatorem rozwoju w odniesieniu do gryki zwyczajnej odmiany Kora. Doświadczenie założono w układzie całkowicie losowym, w czterech powtórzeniach, w dwóch seriach. Czynnikiem pierwszego rzędu był herbicyd, aplikowany pojedynczo lub łącznie z regulatorem Asahi SL, natomiast czynnikiem drugiego rzędu były dawki poszczególnych preparatów. Rozpoczęcie doświadczeń, określone datą wysiewu orzeszków gryki, nastąpiło 23.03.2007 dla pierwszej serii i 28.04.2007 dla drugiej serii badań.

W doniczkach o średnicy 14,5 cm wysiano po 8 orzeszków gryki odmiany Kora. Podłożem do wysiewu orzeszków była mieszanina gleby torfowej o pH = 5,5–6,5 i zasoleniu 1–2 g NaCl·l⁻¹ oraz piasku kwarcowego o granulacji 0,2–0,8 mm, w stosunku 1:1. Po wschodach pozostawiono po 4 rośliny w doniczce. Wszystkie preparaty aplikowano w fazie 2–4 liści gryki (12–14 wg skali BBCH). W obiekcie kontrolnym doświadczenia nie stosowano herbicydów.

Analizę świeżej masy roślin gryki wykonano po 21 dniach od zabiegu. Na podstawie uzyskanych wyników obliczono procentową redukcję świeżej masy w stosunku do danych dla obiektu kontrolnego przyjętych za 100%.

Szczegółowe informacje dotyczące stosowanych herbicydów podano w tabeli 1. Herbicydy oceniane w doświadczeniach szklarniowych zawierają następujące substancje aktywne: linuron, fenmedifam, chlorotoluron, MCPA oraz izoproturon, reprezentujące inhibitory fotosyntezy i regulatory wzrostu. Natomiast biostymulator

Asahi SL jest mieszaniną 0,3% para-nitrofenolanu sodu, 0,2% orto-nitrofenolanu sodu i 0,1% 5-nitroguajakolanu sodu.

Wyniki badań oceniono statystycznie stosując analizę wariancji na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Tabela 1

Charakterystyka herbicydów stosowanych w gryce zwyczajnej
Specification of herbicides applied in common buckwheat

Herbicyd Herbicide	Substancja aktywna Active ingredient	Mechanizm działania/klasyfikacja HRAC* Herbicide mode of action/HRAC classification
Afalon Dyspersyjny 450 SC	linuron	**IF/HRAC C:2
Betanal 160 EC	fenmedifam; phenmedipham	IF/HRAC C:1
Lentipur Flo 500 SC	chlorotoluron	IF/HRAC C:2
Chwastox 750 SL	MCPA	***RW/HRAC:0
Chwastox Extra 300 SL	MCPA	RW/HRAC:0
Arelon Dyspersyjny 500 SC	izoproturon; isoproturon	IF/HRAC C:2

Objaśnienia; Explanations:

* HRAC – klasyfikacja herbicydów opracowana przez Herbicide Resistance Action Committee; Herbicide classification published by Herbicide Resistance Action Committee (<http://www.hracglobal.com/Publications/ClassificationofHerbicideModeofAction/tabid/222/Default.aspx>)

** IF – inhibitory fotosyntezy; photosynthesis inhibitors

*** RW – regulatory wzrostu; growth regulators

WYNIKI I DYSKUSJA

Z przeprowadzonych analiz wagowych wynika, że wszystkie zastosowane w doświadczeniu herbicydy, bez względu na to czy aplikowane były pojedynczo, czy z regulatorem rozwoju Asahi SL, powodowały uszkodzenia roślin gryki zwyczajnej. W efekcie ich stosowania zaobserwowano symptomy typowe dla działania środków z grupy inhibitorów fotosyntezy oraz syntetycznych auksyn (18). Charakterystycznymi początkowymi objawami stosowania nalistnych herbicydów blokujących fotosyntezę na poziomie fotosystemu II była chloroza liści, które weszły w kontakt z herbicydem w momencie jego stosowania. Wszelkie późniejsze zmiany zachodzące pod wpływem działania herbicydów z tej grupy prowadzą do stopniowego zamierania całych roślin. Natomiast syntetyczne auksyny powodują charakterystyczne grubienie tkanek, skręcanie liści i pędów, uszkodzenia tkanek przewodzących i przerwanie transportu asymilatów, co w konsekwencji prowadzi do uszkodzenia membran komórkowych, rozpadu organelli komórkowych, aż do śmierci rośliny włącznie (18). Efekty działania herbicydów reprezentujących grupę inhibitorów fotosyntezy

oraz regulatorów wzrostu, na przykładzie wybranych środków stosowanych w doświadczeniu – Lentipur Flo 500 SC i Chwastox Extra 300 SL, przedstawiono na fotografiach 1 i 2.

Świeża masa 4 roślin gryki z obiektów, w których stosowano same herbicydy kształtowała się na poziomie 1,27 g do 5,46 g, podczas gdy w obiekcie kontrolnym wyniosła 10,04 g (tab. 2). Masa roślin z obiektu kontrolnego była istotnie największa. W obiektach herbicydowych największą świeżą masę roślin stwierdzono w przypadku zastosowania preparatów Chwastox 750 SL w dawce $0,5 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ oraz Chwastox Extra 300 SL w obu ocenianych dawkach. Masa roślin w obiekcie z preparatem



Fot. 1. Objawy powodowane przez herbicydy z grupy inhibitorów fotosyntezy
– chlorotoluron (Lentipur Flo 500 SC $3,0 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$) – dwa tygodnie po aplikacji
Photosynthesis inhibitors symptoms
– chlortoluron (Lentipur Flo 500 SC $3,0 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$) – two weeks after treatment



Fot. 2. Objawy powodowane przez herbicydy z grupy regulatorów wzrostu
– MCPA (Chwastox Extra 300 SL $3,0 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$) – tydzień po aplikacji
Growth regulators symptoms
– MCPA (Chwastox Extra 300 SL $3,0 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$) – one week after treatment

Chwastox Extra 300 SL istotnie przewyższała wyniki w pozostałych kombinacjach herbicydowych. Lentipur Flo 500 SC, Afalon Dyspersyjny 450 SC i Arelon Dyspersyjny 500 SC powodowały najsilniejszą redukcję świeżej masy gryki w porównaniu z obiektem kontrolnym, a także w stosunku do efektu herbicydów Betanal 160 EC, Chwastox 750 SL oraz Chwastox Extra 300 SL.

Na poziom uszkodzeń roślin gryki zdecydowany wpływ miały dawki aplikowanych herbicydów. Średnio, zastosowanie herbicydów w mniejszej dawce redukowało masę gryki o 67,4%, a w większej – o 71,6% (tab. 2). Wystąpiła interakcja dawki z zastosowanym środkiem w kształtowaniu się świeżej masy. Największą świeżą masę uzyskano w obiekcie, w którym stosowano Chwastox Extra 300 SL w dawce 3,0 l·ha⁻¹. Różnica ta była istotna statystycznie w stosunku do wszystkich środków z wyjątkiem herbicydów Chwastox 750 SL w dawce 0,5 l·ha⁻¹ oraz Chwastox Extra 300 SL w dawce 1,5 l·ha⁻¹.

Tabela 2

Wpływ stosowanych herbicydów na świeżą masę gryki zwyczajnej
Effect of herbicides on buckwheat fresh mass

Herbicyd Herbicide	Dawka Dose (l, kg·ha ⁻¹)	Świeża masa 4 roślin 4 buckwheat plants fresh mass (g)		Redukcja świeżej masy w porównaniu z kontrolą Fresh mass reduction in comparison with control (%)	
		średnio; mean	średnio; mean	średnio; mean	średnio; mean
Afalon Dyspersyjny 450 SC	1,0	1,85	1,81	81,6	82,0
	2,0	1,77		82,4	
Betanal 160 EC	1,0	4,03	3,95	59,9	60,7
	2,0	3,86		61,5	
Lentipur Flo 500 SC	1,5	1,90	1,59	81,1	84,3
	3,0	1,27		87,4	
Chwastox 750 SL	0,5	4,89	4,00	51,3	60,2
	1,0	3,11		69,0	
Chwastox Extra 300 SL	1,5	4,93	5,20	50,9	48,3
	3,0	5,46		45,6	
Arelon Dyspersyjny 500 SC	1,0	2,07	1,87	76,4	81,4
	2,0	1,67		83,4	
Kontrola; Control	-	10,04		-	
NIR; LSD ($\alpha = 0,05$) dla: for:	-	1,159		-	
herbicydów; herbicides					
dawek; doses	-	0,450		-	
interakcji herbicydy × dawki	-	1,105		-	
interaction herbicides × doses					

W badaniach przeprowadzonych przez Pawłowską i in. (14) fenmedifam stosowany łącznie z desmedifamem w fazie 3 liści gryki charakteryzował się wysoką skutecznością chwastobójczą oraz selektywnością w stosunku do rośliny uprawnej. W innych doświadczeniach mieszanina tych dwóch substancji aktywnych aplikowanych w fazie 3–4 liści gryki ograniczyła liczbę oraz powietrznie suchą masę chwastów oraz wpłynęła pozytywnie na masę 1000 orzeszków gryki w porównaniu z obiektem kontrolnym, w którym wykonano motyczenie ręczne (17).

Wall i Smith (16) w swoich badaniach oceniali reakcję gryki na obniżone dawki substancji należących do grupy regulatorów wzrostu (2,4 D i MCPA). Autorzy ci wykazali, że regeneracja roślin gryki po ich aplikacji była szybsza, jeśli środki stosowane były w fazie 2 liści gryki w porównaniu z fazą 4 lub 6 liści.

Wielu autorów wskazuje na pozytywny wpływ stosowania regulatora Asahi SL na rośliny uprawne (2, 5, 6). Pozytywny wpływ regulatora Asahi SL na ograniczenie stresu wywołanego stosowaniem herbicydów w buraku cukrowym przedstawiła

Tabela 3

Wpływ łącznego stosowania regulatora rozwoju Asahi SL (0,6 l·ha⁻¹) z herbicydami na świeżą masę gryki zwyczajnej
Effect of Asahi SL application with herbicides on buckwheat fresh mass

Herbicyd Herbicide	Dawka Dose (l, kg·ha ⁻¹)	Świeża masa 4 roślin 4 buckwheat plants fresh mass (g)		Redukcja świeżej masy w porównaniu z kontrolą Fresh mass reduction in comparison with control (%)	
		średnio; mean		średnio; mean	
Afalon Dyspersyjny 450 SC	1,0	2,27	1,73	88,4	91,2
	2,0	1,18		94,0	
Betanal 160 EC	1,0	7,76	8,04	60,4	59,0
	2,0	8,32		57,6	
Lentipur Flo 500 SC	1,5	2,57	2,19	86,9	88,9
	3,0	1,81		90,8	
Chwastox 750 SL	0,5	4,95	5,25	74,8	73,3
	1,0	5,54		71,7	
Chwastox Extra 300 SL	1,5	9,57	8,82	51,2	55,1
	3,0	8,06		58,9	
Arelon Dyspersyjny 500 SC	1,0	2,76	2,31	85,9	88,2
	2,0	1,86		90,5	
Kontrola; Control	-	19,61		-	
NIR; LSD ($\alpha = 0,05$) dla: for:	-				
herbicydów; herbicides		3,220		-	
dawek; doses	-	1,250		-	
interakcji herbicydy × dawki interaction herbicides × doses	-	3,071		-	

w swojej pracy Kositorna (11). W literaturze można także znaleźć prace poświęcone skuteczności działania innych regulatorów (4), ich wpływu na gospodarkę fosforową (12, 13), czy plonowanie gryki (9).

W części doświadczenia, w której herbicydy aplikowano łącznie z regulatorem rozwoju Asahi SL, świeża masa roślin gryki wahała się od 1,18 g do 9,57 g (tab. 3). W obiekcie kontrolnym masa roślin była istotnie największa i wynosiła 19,61 g.

Przy łącznym stosowaniu regulatora rozwoju Asahi SL i herbicydów masa roślin gryki była największa w obiektach ze środkami Chwastox Extra 300 SL i Betanal 160 EC. Przewyższała wartość najmniejszą, uzyskaną w obiekcie z Afalonem Dyspersyjnym 450 SC + Asahi SL, odpowiednio o 80,4% i 78,5%. Różnice te zostały potwierdzone statystycznie.

Również w sytuacji łącznego stosowania herbicydów z regulatorem rozwoju Asahi SL duży wpływ na stopień uszkodzeń gryki miały dawki preparatów. Istotnie najmniejszą świeżą masę roślin odnotowano w obiekcie, w którym stosowano Afalon Dyspersyjny 450 SC w większej dawce. Wynik ten był istotnie mniejszy od uzyskanych w przypadku aplikowanych łącznie z regulatorem herbicydów: Betanal 160 EC 1,0 l·ha⁻¹, Betanal 160 EC 2,0 l·ha⁻¹, Chwastox 750 SL 0,5 l·ha⁻¹, Chwastox 750 SL 1,0 l·ha⁻¹, Chwastox Extra 300 SL 1,5 l·ha⁻¹ oraz Chwastox Extra 300 SL 3,0 l·ha⁻¹. Największą redukcję świeżej masy roślin gryki stwierdzono po zastosowaniu herbicydu Afalon Dyspersyjny 450 SC, Lentipur Flo 500 SC i Arelon Dyspersyjny 500 SC, najmniejszą natomiast po aplikacji Betanalu 160 EC i Chwastoxu Extra 300 SC. Większe dawki herbicydu silniej redukowały świeżą masę gryki. Najmniejszą różnicę – 2,8% – stwierdzono między dawkami Betanalu 160 EC, największą – 7,7% – między dawkami preparatu Chwastox Extra 300 SL.

WNIOSKI

1. Linuron, fenmedifam, chlorotoluron, MCPA oraz izoproturon aplikowane w fazie 2–4 liści gryki zwyczajnej istotnie redukowały świeżą masę rośliny uprawnej, a poziom powodowanych uszkodzeń uzależniony był od wielkości dawek herbicydów.

2. Największą redukcję świeżej masy stwierdzono w efekcie stosowania chlorotoluronu (Lentipur Flo 500 SC w dawce 3,0 l·ha⁻¹) oraz izoproturonu (Arelon Dyspersyjny 500 SC w dawce 2,0 l·ha⁻¹).

LITERATURA

1. Adameczewski K., Gnusowski B., Matyjaszczyk E.: Małoobszarowe uprawy rolnicze a chemiczna ochrona roślin. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.*, 2006, **46(1)**: 55-62.
2. Anyszka Z., Dobrzański A., Pałczyński J.: Reakcja cebuli i marchwi na biostymulator Asahi SL stosowany z herbicydami. *Mat. Konf. Biostymulatory w nowoczesnej uprawie roślin*, Warszawa 7-8 lutego 2008, 38.

3. Aufhammer E., Kubler E.: Zur Anbauwürdigkeit von Buchweizen. *Bodenkultur*, 1991, **42(1)**: 31-43.
4. Czapla J., Benedyka Z., Nogalska A., Wenta K.: Skuteczność działania regulatorów wzrostu w uprawie gryki. *Fragm. Agron.*, 2006, **1(89)**: 36-44.
5. Gawrońska H., Przybysz A., Słowiński A.: Biologiczne podstawy działania biostymulatora Asahi SL. *Mat. Konf. Biostymulatory w nowoczesnej uprawie roślin*, Warszawa 7-8 lutego 2008, 20.
6. Grzyś E., Demczuk A., Sacała E.: Wpływ Asahi SL na aktywność reduktazy azotanowej, zawartość chlorofilu w liściach i plon kukurydzy w warunkach niedoboru azotu w glebie. *Mat. Konf. Biostymulatory w nowoczesnej uprawie roślin*, Warszawa 7-8 lutego 2008, 54.
7. Jakubiak S.: Znaczenie, wykorzystanie i ochrona przed chwastami małoobszarowych upraw rolniczych. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.*, 2005, **45(1)**: 185-195.
8. Jakubiak S., Adamczewski K.: Ochrona przed chwastami w niektórych „małoobszarowych” uprawach rolniczych. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.*, 2006, **46(1)**: 71-80.
9. Jędrzejczak E.: Próba zwiększenia plonowania gryki poprzez nawożenie dolistne oraz zastosowanie bioregulatora. *Mat. Konf. „Uprawa i wykorzystanie gryki w Polsce – stan obecny i przyszłość” 19-20 czerwca 2008*, 10.
10. Kaczmarek S.: Regulacja zachwaszczenia w uprawie gryki zwyczajnej (*Fagopyrum esculentum*) odmiany Kora. *Biul. IHAR*, 2007, **245**: 199-204.
11. Kositorna J.: Zastosowanie biostymulatora Asahi SL jako środka chroniącego burak cukrowy przed stresem wywołanym przez herbicydy. *Gazeta Cukrownicza*, 2004, **2-3**: 58-63.
12. Kozikowski A., Benedycka Z., Czapla J.: Wpływ regulatorów wzrostu na gospodarkę fosforową gryki w warunkach doglebowego i dolistnego nawożenia azotem. *Fragm. Agron.*, 2006, **1(89)**: 99-106.
13. Nogalska A., Czapla J.: Wpływ regulatorów wzrostu i ich mieszanek z siarczanem magnezu na gospodarkę fosforem gryki. *Fragm. Agron.*, 2006, **1(89)**: 138-146.
14. Pawłowska J., Dietrych-Szóstak D., Kukuła S.: Chemical weed control in buckwheat and its effect on yield. *Biul. Nauk.*, 1999, **4**: 93-99.
15. Ścigalska B.: Biologiczne i siedliskowe uwarunkowania uprawy gryki w Polsce. *Post. Nauk Rol.*, 2004, **1**: 93-109.
16. Wall D. A., Smith M. A. H.: Tolerance of Common Buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) to low rates of 2,4 D and MCPA. *Can. J. Plant Sci.*, 2000, **80**: 407-410.
17. Wesołowski M., Cierpiała R., Grotkowska Z., Klusek I.: Chemiczne zwalczanie chwastów w zasiewach gryki. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.*, 2007, **47(3)**: 301-305.
18. Woźnica Z.: *Herbologia. Podstawy biologii, ekologii i zwalczania chwastów*. PWRiL, 2008.

SELECTIVITY ASSESSMENT OF THE SELECTED HERBICIDES IN COMMON BUCKWHEAT (*FAGOPYRUM ESCULENTUM*)

Summary

Buckwheat is considered as a minor crop in Poland, because there are no registered weed management options for this cultivation. Chemical weed control in buckwheat create some limitations due to buckwheat's heavy sensitivity to the majority of herbicides labelled for broad-leaved weeds control, especially to postemergence herbicides. Although buckwheat is competitive to weeds, strong weed infestation may need herbicides application in some cases. The main goal of the presented paper was the evaluation of buckwheat sensitivity to the selected herbicides representing photosynthesis inhibitors and growth regulators under glasshouse experiments. The tested active ingredients were following: linuron (1.0 and 2.0 l ha⁻¹), phenmedipham (1.0 and 2.0 l ha⁻¹), chlortoluron (1.5 and 3.0 l ha⁻¹), MCPA (0.5; 1.0; 1.5 and 3.0 l ha⁻¹) and isoproturon (1.0 and 2.0 l ha⁻¹). All herbicides were applied at the

2–4 leaf stage of buckwheat singly and as a mixture with regulator Asahi SL. Crop injuries were described by the fresh mass reduction in comparison with control plants eight weeks after nutlets sowing. The data indicates that all tested active ingredients caused buckwheat damages. The highest buckwheat plants sensitivity was observed after chlortoluron and isoproturon application.

Praca wpłynęła do Redakcji 6 VIII 2008 r.

JACEK KWIATKOWSKI, JOLANTA FIEDORUK

Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

CECHY MORFOLOGICZNE, KWITNIENIE I OWOCOWANIE KILKU ZAGRANICZNYCH ODMIAN GRYKI

Morphological traits, flowering and fruit yield of several foreign buckwheat cultivars

ABSTRAKT: Celem pracy była ocena cech morfologicznych, kwitnienia i owocowania pięciu zagranicznych odmian gryki w rejonie Warmii i Mazur. Doświadczenie polowe prowadzono w latach 2005–2007 w Zakładzie Produkcyjno-Doświadczalnym w Bałcynach k. Ostródy. Oceniano 4 białoruskie odmiany gryki: Smuglianka, Anita Białoruskaja, Volma i Karmen oraz jedną odmianę litewską: Vokiai. Średnio roślina gryki wytworzyła 19 kwiatostanów z 797 kwiatami, spośród których jedynie 15% zawiązało owoce, w tym niecałe 7% wykształciło w pełni rozwinięte orzeszki. Stwierdzono, że warunki pogodowe w poszczególnych okresach wegetacyjnych determinowały badane cechy w stopniu silniejszym niż genotyp. Spośród badanych odmian najwartościowszą do celów hodowlanych okazała się Karmen, charakteryzująca się dużą masą wegetatywną bogato rozgałęzionych roślin, niewielką liczbą kwiatostanów i kwiatów, największą skutecznością zawiązywania i wykształcania owoców oraz największą masą orzeszków z rośliny.

słowa kluczowe – *key words:*

gryka – *buckwheat*, kwitnienie – *flowering*, owocowanie – *fructification*, cechy morfologiczne – *morphological traits*

WSTĘP

Udział gryki w światowej produkcji żywności jest niewielki (3). Rośnie jednakże jej znaczenie w segmencie jakości żywności. Ze względu na swoje walory odżywcze i cenny skład chemiczny produkty z gryki określane są mianem żywności funkcjonalnej (8, 12, 15, 23). Ograniczony wzrost produkcji gryki związany jest między innymi z jej niskim i mało wiernym plonowaniem. Postęp w hodowli gryki, jaki dokonał się w tym zakresie w ostatnim półwieczu, w porównaniu ze zbożami jest nikły. Brak praktycznych efektów hodowli twórczej tego gatunku w Polsce w ostatnim czasie powoduje, że rolnicy w poszukiwaniu nowych odmian, dających wyższy i dobry jakościowo plon, coraz chętniej sięgają po materiał siewny gryki z krajów ościennych.

Celem badań była ocena elementów kwitnienia i owocowania pięciu zagranicznych odmian gryki w warunkach rejonu warmińsko-mazurskiego.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie odmianowe przeprowadzono w latach 2005–2007 w Zakładzie Produkcyjno-Doświadczalnym „Bałcyny” k. Ostródy należącym do UWM w Olsztynie. Doświadczenie założono w układzie losowanych bloków w 4 powtórzeniach na glebie klasy III a, kompleksu pszennego dobrego. Czynnikiem doświadczenia było 5 odmian gryki, pochodzących z rejonów o zbliżonym do warunków Polski północno-wschodniej klimacie, z hodowli białoruskiej: Smuglianka, Anita Białoruskaja, Volma, Karmen, i litewskiej: Vokiai, oraz lata badań. Dodatkowym kryterium wyboru odmian był ich wysoki potencjał plonowania nawet w mało sprzyjających warunkach siedliskowych (7). Zastosowano przedsiewne nawożenie mineralne w ilości $40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$ (mocznik 46%), $54 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ (superfosfat 40%) oraz $72 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$ (sól potasowa 60%). Grykę siano ręcznie w dniach 15–21 maja w ilości $250 \text{ nasion} \cdot \text{m}^{-2}$, w rozstawie 20 cm, na głębokość 2–3 cm, na poletkach o wielkości $2,88 \text{ m}^2$. Po ustabilizowaniu się wschodów policzono rośliny na poletkach. Przed zbiorem gryki z każdego poletka pobrano po 10 roślin w celu dokonania pomiarów biometrycznych (wysokość roślin, powietrznie sucha masa 1 rośliny, liczba rozgałęzień I rzędu) oraz oceny elementów biologii kwitnienia i owocowania gryki (liczba kwiatostanów, kwiatów, owoców pełnych i pustych na roślinie, masa orzeszków z rośliny). Zebrane z poletek orzeszki poddano ocenie kiełkowania według metodyki ISTA (6). Wyniki opracowano statystycznie przy użyciu pakietu STATISTICA®.

WYNIKI

Wszystkie trzy sezony wegetacyjne charakteryzowały się odmiennymi warunkami meteorologicznymi (tab. 1). Kiełkowanie i wschody gryki w każdym roku badań przebiegały w warunkach dobrego uwilgotnienia gleby i w temperaturach oscylujących wokół średniej wieloletniej. Istotne zróżnicowanie warunków rozpoczęło się od czerwca, w okresie krytycznym dla rozwoju gryki, w którym rośliny rozgałęziają się, pąkują i rozpoczynają kwitnienie. Niesprzyjający tym fazom był rok 2005, w którym niższej od wielolecia temperaturze towarzyszył duży deficyt wody. Wyliczony dla tego okresu wskaźnik Sielianiowa (17) wyniósł 0,8, co wskazuje na posuchę. Lipiec, podczas którego rośliny w pełni kwitną oraz zawiązują owoce, w roku 2005 nie odbiegał od notowań długookresowych (1961–2000). W roku 2006 w analogicznym okresie wystąpiła głęboka susza, której towarzyszyły upały. Ilość opadów była ponad dwukrotnie niższa w stosunku do ilości wody wyparowanej przez rośliny ($K=0,4$). Natomiast lipiec 2007 roku scharakteryzować można jako mokry ($K=3,2$). Sierpień, w którym w standardowych warunkach następuje

Tabela 1

Warunki meteorologiczne w sezonach wegetacyjnych gryki (Stacja Meteorologiczna w Bałczynach)
 Meteorological conditions during buckwheat vegetation seasons (Meteorological Station in Bałczyny)

Miesiąc Month	Średnia temperatura z wielolecia Mean temperature for 1961–2000	Odchylenie temperatury od średniej z wielolecia Deviation of temperature from average of 1961–2000			Suma opadów z wielolecia Rainfall for the period 1961–2000	Procent wieloletniej średniej sumy opadów Percentage of precipitation sum for the period 1961–2000		
		2005	2006	2007		2005	2006	2007
Maj May	12,5	0	0	+1,2	57,6	118	162	138
Czerwiec June	15,8	-0,9	+0,2	+1,7	69,5	51	120	87
Lipiec July	17,2	+1,7	+3,8	+0,3	81,6	103	33	216
Sierpień August	16,8	0	+0,5	+1,4	75,2	53	188	108
Średnia; Mean Suma; Sum	15,6	+0,2	+1,1	+1,1	71,0	81	125	137

dojrzewanie orzeszków, w roku 2005 cechował się pewnym niedoborem wody, w roku następnym był wybitnie mokry, natomiast w trzecim roku badań zbliżony do danych wieloletnich. Zmienne warunki pogodowe miały wpływ na rozwój roślin, co najbardziej uwidoczniło się w roku 2006. Rośliny zawiązały dużą ilość nasion, ale z powodu suszy w lipcu nie były w stanie ich wypełnić. Orzeszki szybko zasychały i czerniały. Natomiast późniejsze obfite opady w sierpniu przyczyniły się do wznowienia rozwoju wegetatywnego i generatywnego, zbyt jednak późno, by orzeszki mogły się w pełni wykształcić.

Średnie zagęszczenie roślin w doświadczeniu wyniosło 191 szt·m⁻², co oznacza, iż połowa zdolność wschodów była równa 76% (tab. 2). Istotnie więcej roślin wzeszło w roku 2005 niż w dwóch kolejnych latach badań. Największą równomiernością wschodów w polu w poszczególnych latach badań charakteryzowały się odmiany Anita i Volma w porównaniu z pozostałymi trzema odmianami cechującymi się dość dużym zróżnicowaniem polowej zdolności wschodów.

Przeciętna wysokość rośliny gryki w doświadczeniu wyniosła 75,4 cm (tab. 3). Stwierdzono, że rośliny gryki wyrosłe w latach 2006–2007 były istotnie wyższe od roślin pochodzących z 2005 roku. Tendencją do wyższego wzrostu charakteryzowały się rośliny odmian Anita, Karmen i Smuglianka w porównaniu z odmianami Vokiai i Volma, choć różnice te nie znalazły statystycznego potwierdzenia.

Tabela 2

Zagęszczenie roślin po wschodach (szt·m⁻²)
Field plant stand per 1 m² after emergence

Rok; Year (a)	Odmiana; Cultivar (b)					Średnia Mean
	Anita	Karmen	Smuglianka	Vokiai	Volma	
2005	198	207	212	205	198	204
2006	189	171	183	181	191	183
2007	197	184	180	176	193	186
Średnia Mean	195	187	192	187	194	191
NIR; LSD ($\alpha = 0,05$)	a – 7,8					

Tabela 3

Cechy morfologiczne roślin gryki
Morphological traits of buckwheat plants

Rok; Year (a)	Odmiana; Cultivar (b)					Średnia Mean
	Anita	Karmen	Smuglianka	Vokiai	Volma	
Wysokość rośliny; Height of plant (cm)						
2005	64,0	66,0	63,8	62,6	65,0	64,3
2006	86,7	81,0	82,6	80,3	78,1	81,7
2007	81,3	80,2	83,6	78,8	76,8	80,1
Średnia Mean	77,3	75,7	76,6	73,9	73,3	75,4
NIR; LSD ($\alpha = 0,05$)	a – 6,21					
Powietrznie sucha masa 1 rośliny; Air dry mass of 1 plant (g)						
2005	3,71	3,42	3,40	3,42	3,67	3,52
2006	3,81	5,31	3,82	4,21	3,79	4,19
2007	4,54	6,00	6,23	5,11	5,51	5,47
Średnia Mean	4,02	4,91	4,48	4,25	4,32	4,40
NIR; LSD ($\alpha = 0,05$)	a – 0,78					
Liczba rozgałęzień I rzędu; Number of primary branches						
2005	2,3	2,4	2,5	1,8	2,4	2,3
2006	2,4	3,1	2,5	2,5	2,3	2,6
2007	1,9	2,8	2,7	2,2	2,6	2,4
Średnia Mean	2,2	2,8	2,6	2,2	2,4	2,4
NIR; LSD ($\alpha = 0,05$)	a – 0,44					

Powietrznie sucha masa jednej rośliny wyniosła średnio w doświadczeniu 4,40 g (tab. 3). Istotnie większą masę miały rośliny w 2007 roku w porównaniu z roślinami z wcześniejszych lat doświadczenia. Rośliny odmiany Karmen były istotnie cięższe niż odmiany Anita.

Rośliny gryki wytworzyły średnio 2,4 rozgałęzienia I rzędu (tab. 3). Stwierdzono istotnie większą liczbę gałązek I rzędu u roślin odmiany Karmen – 2,8 szt., w porównaniu z odmianami Anita i Vokiai.

Przeciętnie w doświadczeniu notowano 19 kwiatostanów na roślinie gryki (tab. 4). Liczba kwiatostanów była istotnie różnicowana zarówno przez lata badań, jak i odmiany. Prawie dwukrotnie więcej kwiatostanów wytworzyły rośliny pochodzące z 2007 i 2006 roku (odpowiednio 23,1 i 21,4) w porównaniu z roślinami z pierwszego roku doświadczenia (12,7). Spośród odmian najwięcej kwiatostanów wytworzyły rośliny Smuglianki, Anity i Vokiai, istotnie mniej – Volmy i Karmen.

Roślina gryki wytworzyła średnio 797 kwiatów (tab. 4). Istotnie najwięcej kwiatów miały rośliny pochodzące z 2006 roku, następnie z 2007, zaś najmniej notowano ich na roślinach z pierwszego roku doświadczenia. Analizując przeciętne dane dla lat badań stwierdzono wysoce istotną ujemną korelację między liczbą kwiatów a zagęszczeniem roślin na jednostce powierzchni i dodatnią z liczbą gałązek I rzędu.

Przeciętnie w doświadczeniu spośród wszystkich kwiatów na roślinie jedynie 15% zawiązało owoce, przy czym mniej niż połowa z nich (7%) wykształciła orzeszki pełne (tab. 4). Istotnie więcej orzeszków wytworzyły rośliny w 2007 i 2006 roku w porównaniu z rokiem 2005. Nie stwierdzono zróżnicowania odmianowego w ilości zawiązywanych owoców, jednakże u roślin odmiany Vokiai liczba orzeszków pełnych była mniejsza.

Średnia masa orzeszków z 1 rośliny wyniosła 1,45 g i była istotnie zróżnicowana w latach badań, proporcjonalnie do przeciętnej liczby orzeszków z rośliny (tab. 4). Największą średnią masę owoców z rośliny notowano w 2007 roku, ponad dwukrotnie niższą w latach 2006 i 2005. Największą masę orzeszków z 1 rośliny wykształcała odmiana Karmen, najmniejszą zaś odmiany Vokiai i Anita, jednak różnice te nie były istotne statystycznie.

Kielkowanie orzeszków gryki po 4 dniach wyniosło 90% (tab. 5). Orzeszki gryki zebrane w 2007 roku wytworzyły istotnie więcej siewek normalnych w porównaniu z orzeszkami zebranymi w dwóch wcześniejszych latach doświadczenia. Nie stwierdzono istotnego zróżnicowania w ilości prawidłowo wykształconych siewek po 4 dniach kielkowania u badanych odmian.

Zdolność kielkowania orzeszków gryki wyniosła przeciętnie w doświadczeniu 92% i odzwierciedlała te same zależności, co kielkowanie po 4 dniach (tab. 5).

Tabela 4

Elementy biologii kwitnienia i owocowania gryki
Elements of flowering and fructification of buckwheat

Rok; Year (a)	Odmiana; Cultivar (b)					Średnia Mean
	Anita	Karmen	Smuglianka	Vokiai	Volma	
Liczba kwiatostanów na roślinie; Number of inflorescences on the plant						
2005	15,0	9,4	13,9	11,7	13,3	12,7
2006	26,1	15,7	22,3	25,9	17,2	21,4
2007	21,6	20,8	26,9	24,3	21,7	23,1
Średnia; Mean	20,9	15,3	21,0	20,6	17,4	19,0
NIR; LSD ($\alpha = 0,05$)	a – 2,55		b – 3,29			
Liczba kwiatów na roślinie; Number of flowers on the plant						
2005	286	236	400	237	385	309
2006	1224	1084	1361	1137	981	1157
2007	936	915	949	883	936	924
Średnia; Mean	815	745	903	752	767	797
NIR; LSD ($\alpha = 0,05$)	a – 168,8					
Liczba orzeszków pełnych; Numbers of full achenes						
2005	48	33	38	37	40	39
2006	42	47	39	42	38	42
2007	77	88	98	71	89	84
Średnia; Mean	56	56	58	50	56	55
NIR; LSD ($\alpha = 0,05$)	a – 10,8					
Liczba orzeszków pustych; Number of empty achenes						
2005	38	40	58	38	49	45
2006	72	84	65	60	71	70
2007	65	78	101	84	96	85
Średnia; Mean	58	67	75	61	72	67
NIR; LSD ($\alpha = 0,05$)	a – 12,3					
Procent zawiązanych owoców; Percentage of formed fruit						
2005	17	14	9	15	10	13
2006	3	4	3	4	4	4
2007	8	10	10	8	9	9
Średnia; Mean	7	8	6	7	7	7
NIR; LSD ($\alpha = 0,05$)	a – 1,9		a × b – 4,2			
Masa orzeszków z rośliny (g); Achenes mass from plant (g)						
2005	1,20	0,85	0,88	0,92	1,07	0,98
2006	0,96	1,41	0,89	1,17	1,03	1,09
2007	2,03	2,41	2,60	2,03	2,35	2,28
Średnia; Mean	1,39	1,56	1,46	1,37	1,48	1,45
NIR; LSD ($\alpha = 0,05$)	a – 0,305					

Tabela 5

Wartość siewna orzeszków gryki
Reproduction quality of buckwheat achenes

Rok; Year (a)	Odmiana; Cultivar (b)					Średnia Mean
	Anita	Karmen	Smuglianka	Vokiai	Volma	
Kielkowanie po 4 dniach; Germination after 4 days (%)						
2005	89	88	87	90	89	89
2006	89	91	90	86	89	89
2007	95	91	94	93	96	94
Średnia; Mean	91	90	90	89	91	90
NIR; LSD ($\alpha = 0,05$)						
a – 2,2						
Zdolność kielkowania; Germination ability (%)						
2005	90	90	89	91	92	91
2006	91	91	90	87	90	90
2007	95	93	95	94	97	95
Średnia; Mean	92	91	91	90	93	92
NIR; LSD ($\alpha = 0,05$)						
a – 1,9						

DYSKUSJA

Ocena i opis cech morfologicznych istniejących odmian i form gryki są bardzo istotne z punktu widzenia hodowli tej rośliny. Dostarczają one informacji o zakresie zmienności cech i pozwalają na lepszy dobór roślin do krzyżowania. Jest to ważne z uwagi na zawężającą się zmienność genetyczną materiałów wykorzystywanych w dotychczasowej hodowli gryki. Prowadzona jest ona tylko w kilku ośrodkach na świecie i często opiera się na tych samych materiałach wyjściowych (2). Mimo iż klasyczne metody hodowli stosowane w tym gatunku zaczynają tracić na znaczeniu, Fesenko (4) podaje, że w wyniku krzyżowania odpowiednio dobranych form i ich dalszej selekcji można otrzymać odmiany charakteryzujące się lepszym przepływem asymilatów do nasion kosztem wzrostu roślin w fazie generatywnej.

Na potrzebę oceny owocowania różnych odmian i populacji gryki dla celów hodowlanych wskazywali m.in. Lewicki i in. (10) oraz Ruszkowska (18). Szeroki zakres prac z tej dziedziny prowadzony był w IUNG w Puławach ponad pół wieku temu (11). Stwierdzono w nich zależność pomiędzy wybranymi zabiegami agrotechnicznymi a ilością kwiatów i zawiązanych owoców na roślinie. Potwierdziły to również późniejsze badania Mazurka (14) oraz Podolskiej i Mazurka (16). Synteza badań Ruszkowskiego (19) wskazuje jednakże również na dużą zależność rozwoju wegetatywnego i generatywnego roślin gryki od warunków meteorologicznych, co obserwowano w badaniach własnych. Posucha w czerwcu 2005 roku spowodowała, że rośliny gryki były mniejsze, wytworzyły mniej rozgałęzień, kwiatostanów i kwiatów. Susza w lipcu 2006 roku była przyczyną niewielkiej liczby

dobrze wykształconych nasion gryki, choć ilość kwiatów w tym roku była największa w doświadczeniu. Procent zawiązanych owoców w stosunku do wytworzonych kwiatów wahał się od 10 do 27, a orzeszków pełnych od 4 do 13 i nie odbiegał istotnie od danych literaturowych (14, 21). Przyczyną małej liczby zawiązanych owoców na roślinie gryki jest ich bardzo wczesne obumieranie (5). Taylor i Obendorf (21) podają, iż powodem są niepowodzenia w zapyleeniu i zapłodnieniu. Do właściwego ich przebiegu potrzebna jest między innymi dostateczna ilość pyłku dostarczona na znamię słupka (1). Jednakże Kusiorska i in. (9) podają, że nawet po udanym zapyleeniu duża część owoców ulega degeneracji. Według Łapińskiego (10) zjawisko niedorozwoju części nasion u gryki ma podłoże fizjologiczne, związane z dużą dysproporcją pomiędzy liczbą zawiązków a intensywnością dopływu asymilatów. We wczesnych etapach kwitnienia ma miejsce intensywny wzrost roślin i silna konkurencja o asymilaty pomiędzy częścią wegetatywną a generatywną rośliny, co skutkuje dużą redukcją liczby zawiązanych owoców (5). Mniejsza ilość kwiatów na roślinie ogranicza tę konkurencję, przez co zwiększa się procent zawiązanych owoców. Taką prawidłowość obserwowano w badaniach własnych dla odmiany Karmen.

WNIOSKI

1. Rośliny gryki wytworzyły średnio 19 kwiatostanów z 797 kwiatami, spośród których jedynie 15% zawiązało owoce, w tym niecałe 7% w pełni rozwinięte orzeszki.
2. Badane w doświadczeniu cechy gryki były w silniejszym stopniu determinowane przez warunki pogodowe w poszczególnych okresach wegetacyjnych niż przez odmianę.
3. Najbardziej wartościowa do celów hodowlanych wydaje się być odmiana Karmen, charakteryzująca się dużą masą wegetatywną bogato rozgałęzionych roślin, niewielką ilością kwiatostanów i kwiatów, najwyższą skutecznością zawiązywania i wykształcania owoców oraz największą masą orzeszków z rośliny.

LITERATURA

1. Björkman T.: The effect of pollen load and pollen grain competition on fertilization success and progeny performance in *Fagopyrum esculentum*. Euphytica, 1995, **83**: 47-52.
2. Campbell C.G.: Buckwheat *Fagopyrum esculentum* Moench. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 10. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy, 1997.
3. FAOSTAT. 2008. <http://faostat.fao.org> (lipiec, 2008)
4. Fesenko N.V.: Buckwheat breeding in Russia in the XX Century. Theory and Results (Historic Review). Advances in Buckwheat Research. The proceeding of the 8th ISB, 2001, 394-397
5. Halbrech B., Romedenne P., Ledent J.F.: Evolution of flowering, ripening and seed set in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench): quantitative analysis. Europ. J. Agron., 2005, **23**: 209–224

6. ISTA. 2007. Międzynarodowe Przepisy Oceny Nasion. Polska Wersja Wydania 2007. IHAR, Radzików, 2007
7. Kontturi M., Keskitalo M., Ketoja E.: Buckwheat Cultivars in North. Advances in Buckwheat Research. The proceeding of the 9th ISB, 2004, 496-498
8. Krkošková B., Mrázová Z.: Prophylactic components of buckwheat. Food Res. Internation., 2005, **38**: 561-568.
9. Kusiorska K., Adamkiewicz E., Samborska-Ciana A.: Research works of a fructifying process of *F. esculentum*, depending on the type of flower pollination. The proceeding of the 3rd ISB, 1986, 155-161.
10. Lewicki S., Ruskowska B., Ruskowski M.: Studia nad gryką. Cz. VI. Zmienność plonowania w obrębie różnych odmian i populacji gryki. Hod. Rośl. Aklim. Nasien., 1958, **2(4)**: 561-578.
11. Lewicki S., Ruskowski M., Ruskowska B.: Przyczyny złego owocowania gryki. Cz. III. Wpływ różnych zabiegów uprawowych na owocowanie gryki. Hod. Rośl. Aklim. Nasien., 1958, **2(5)**: 579-586.
12. Li S., Zhang Q.H.: Advances in the development on functional food from buckwheat. Crt. Rev. in Food Sci. and Nutr., 2001, **41(6)**: 451-464.
13. Łapiński M.: Biologia kwitnienia i płodność autotetraploidalnej gryki (*Fagopyrum sagittatum* Gilib.). Hod. Rośl. Aklim. Nasien., 1972, **16(2)**: 141-153.
14. Mazurek J.: Biologia kwitnienia i owocowania gryki w zależności od nawożenia jej azotem (komunikat). Biul. Nauk., 1999, **4**: 19-26.
15. Pauličková I., Vyžralová K., Holasová M., Fiedlerová V., Vavreinová S.: Buckwheat as functional food. Advances in Buckwheat Research. The proceeding of the 9th ISB, 2004, 587-592.
16. Podolska G., Mazurek J.: The Biology of Flowering and Fructification of Buckwheat in Relation to Nitrogen Fertilization Doses. Advances in Buckwheat Research. The proceeding of the 9th ISB, 2004, 451-456.
17. Radomski C.: Agrometeorologia. PWN, Warszawa, 1977.
18. Ruskowska B.: O przyczynach złego owocowania i plonowania gryki. Hod. Ros. Aklim. Nas., 1960, **4**, **6**: 713-720.
19. Ruskowski M.: Studia nad gryką. Zależność między wzrostem, rozwojem a plonowaniem. Cz. I i II. Pam. Puł., 1965, **19**: 3-76.
20. Stelak D., Andraszek W., Komenda J.: Biologia kwitnienia i owocowania gryki (*Fagopyrum sagittatum* Gilib.). Hod. Rośl. Nasien., 1978, **5-6**: 20-21.
21. Taylor D.P., Obendorf R.L.: Quantitative assessment of some factors limiting seed set in buckwheat. Crop Sci., 2001, **41**: 1792-1799.
22. Wijngaard H.H., Arendt E.K.: Buckwheat. Cereal Chem., 2006, **83(4)**: 391-401.

MORPHOLOGICAL TRAITS, FLOWERING AND FRUIT YIELD OF SEVERAL FOREIGN BUCKWHEAT CULTIVARS

Summary

The aim of this study has been to assess the morphological traits, flowering and fruit yields of five foreign cultivars of buckwheat grown in Warmia and Mazury. A field experiment was conducted at the experimental Station in Bałcyny near Ostróda in 2005–2007. Four Belarusian buckwheat cultivars: Smugilanka, Anita Bieloruskaja, Volma and Kermen, as well as one Lithuanian cultivar: Vokiai, were tested. An average buckwheat plant formed fourteen inflorescences with 797 flowers, of which only 15% set fruit, with less than 7% producing fully developed achenes. It has been noticed that the weather conditions in particular vegetative growth periods affected the assessed traits more strongly than the genotype of each buckwheat cultivar. Among the five tested cultivars, cv. Karmen proved to be the most

valuable variety for future breeding work. It is characterised by large vegetative mass produced by well branched plants, small number of inflorescences and flowers and the highest capacity to set fruit as well as the heaviest weight of achenes per plant.

Praca wpłynęła do Redakcji 26 VIII 2008 r.

HALINA MIODUSZEWSKA, ANNA ROBAKOWSKA, JÓZEF KLOCEK,
MARCIN HORBOWICZ

Katedra Fizjologii Roślin i Genetyki – Wydział Przyrodniczy
Akademia Podlaska

POZIOM ANTOCYJANÓW W SIEWKACH GRYKI ZWYCZAJNEJ
ODM. HRUSZOWSKA ROSNĄCEJ NA POŻYWCE O RÓŻNEJ ZAWARTOŚCI
FOSFORU

Level of anthocyanins in seedlings of common buckwheat grown on medium with various content
of phosphorus

ABSTRAKT: Wykonano badania mające na celu wykazanie wpływu poziomu fosforu na zawartość antocyjanów w siewkach gryki zwyczajnej hodowanych na zmodyfikowanej pożywce Hoaglanda przez okres 3, 6 i 10 dni. Stosowano trzy rodzaje pożywek: niezawierającą fosforu (OP), zawierającą fosfor w ilości $23,5 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, tzw. pożywkę pełną (1P), i zawierającą podwójną dawkę pierwiastka (2P). Poziom antocyjanów w liścieniach i hipokotylach siewek gryki oznaczano metodą spektrofotometryczną. We wszystkich siewkach gryki, zarówno rosnących w obecności fosforu, jak i przy jego braku, notowano wyższy poziom antocyjanów w hipokotylach niż w liścieniach. Niedobór fosforu wywoływał wzrost poziomu barwników, szczególnie w hipokotylach, a efekt zależał od czasu działania i był szczególnie wyraźny po 10 dniach. Jednocześnie zaobserwowano tendencję do obniżania poziomu antocyjanów w przypadku nadmiaru fosforu.

słowa kluczowe – key words:

gryka zwyczajna – *common buckwheat*, siewki – *seedlings*, nawożenie fosforowe – *phosphorus nutrition*, antocyjany – *anthocyanins*

WSTĘP

Gryka zwyczajna (*Fagopyrum esculentum* Moench) jest rośliną alternatywną w stosunku do zbóż. Za szerokim propagowaniem jej uprawy przemawiają przede wszystkim walory dietetyczne kaszy i innych produktów spożywczych z niej otrzymywanych (2, 5). Zaletą gryki jest również możliwość jej uprawy w różnych warunkach glebowych (10), a także przynależność do wąskiej grupy roślin obojętnych na długość dnia (12). Ten ostatni fakt sprawia, że gryka wysiewana w różnych terminach może kwitnąć i owocować (15).

Gryka zwyczajna jest również rośliną, która łatwo pobiera i przyswaja składniki pokarmowe zawarte w glebie. Aby uzyskać plon w wysokości $2,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ziarna i $6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ słomy, potrzebne jest 60 kg P, 90 kg N i 150 kg K. Roślina ta ma też krótki

okres wegetacji w porównaniu z pszenicą jara, ale pobiera dwukrotnie więcej fosforu i trzy razy więcej potasu niż pszenica jara (12). Poza tym dzięki korzeniom, które wydzielają do środowiska zewnętrzne kwasy organiczne, może pobierać trudniej dostępne substancje mineralne.

Fosfor obok azotu, najważniejszego pierwiastka w uprawie gryki, jest również ważnym składnikiem w jej rozwoju. Wpływa on na: kształtowanie systemu korzeniowego, dojrzewanie, zawiązywanie, rozwój i jakość nasion oraz rozgałęzianie się rośliny (7). Optymalna dawka fosforu w uprawie gryki to 50–70 kg·ha⁻¹ w formie superfosfatu.

Niedobór fosforu hamuje proces fosforylacji, a tym samym tworzenie się fosfatydów, kwasów nukleinowych i białek, czego efektem jest zahamowanie wzrostu roślin i zaburzenia w przemianie materii. Objawem niedoboru jest zatrzymanie rozwoju zarówno części nadziemnych, jak i korzeni. Niedobór fosforu jest szczególnie widoczny na liściach – mają one żółknięte brzegi, karłowacieją, obumierają, zmieniają barwę na zielononiebieską z ciemnofioletowym zabarwieniem od spodu (16).

Przeprowadzone przez Krause i Reznik (6) badania na roślinach gryki wykazały, że niedobór fosforu powoduje znaczny wzrost zawartości rutyny i kwasu chlorogenowego. Podając fosfor w formie orto-fosforanu wapnia (Ca₃(PO₄)₂) roślinom gryki rosnącym przez pewien czas na pożywkach bez fosforu, stwierdzono spadek syntezy flawonoli (rutyny). Flawonole są tworzone w tym samym szlaku metabolicznym co antocyjany. Zatem można zakładać, że wpływ niedoboru fosforu na biosyntezę antocyjanów może być analogiczny jak w przypadku flawonoli.

Antocyjany należą do grupy związków zwanych flawonoidami. Dzięki obecności wiązań podwójnych występujących w ich strukturze potrafią one absorbować światło widzialne nadając roślinom barwy. Antocyjany zawierają grupy hydroksylowe, dzięki którym są rozpuszczalne w wodzie. Właściwość ta powoduje, iż gromadzą się one w wakuolach. Pełnią funkcje barwników, przeciwutleniaczy oraz chronią przed atakiem owadów, grzybów i mikroorganizmów. Spośród flawonoidów największym zainteresowaniem cieszą się flawonole i antocyjany (3).

Celem prezentowanych badań było zbadanie wpływu niedoboru i nadmiaru fosforu zawartego w pożywce na poziom antocyjanów w siewkach gryki zwyczajnej odmiany Hruszowska.

MATERIAŁ I METODY

Obiektem badań była gryka zwyczajna odmiany Hruszowska. Jest ona odmianą wrażliwą na pierwsze wiosenne przymrozki. Wschodzi średnio wcześniej. Daje względnie duże plony nasion. W porównaniu z odmianami Kora, Luba i Panda posiada niższą zawartość białka, najwyższą zawartość łuski, najwyższą masę 1000 nasion i najniższe rośliny. Ma mniejsze skłonności do kładzenia się (wylegania) całych łanów niż Kora, Luba i Panda. Hruszowska jest najpopularniejszą odmianą gryki zwyczajnej uprawianą w Polsce, stanowiąc przeszło 90% zasiewów tej rośliny.

Przygotowanie siewek gryki

Do trzech zlewek o pojemności 1000 cm³ nalano po 100 cm³ wody destylowanej. Na bibule, o wymiarach ok. 10 cm × 30 cm, wcześniej zwilżonej wodą, ułożono po 10 nasion gryki w równych odstępach. Następnie przykryto je wilgotną bibułą o takich samych wymiarach. Podwójną bibułę zwinięto w rulon. Do każdej zlewki włożono po 3 rulony, w sumie 9 rulonów. Zlewki przykryto szalkami Petriego i umieszczono w ciemnej komorze termostaticznej na 3 dni w temperaturze 23°C w celu otrzymania siewek o długości hipokotyli 1 do 1,5 cm.

Przygotowanie pożywek

Przygotowano trzy rodzaje pożywek Hoaglanda (4) – każdą w ilości 200 cm³:

1. pożywka pełna (1P) zawierająca w 200 cm³:
 - wapń: 40 mg
 - azot azotanowy: 186 mg
 - magnez: 12 mg
 - potas: 47,5 mg
 - fosfor: 23,5 mg
 - żelazo: 26 mg
 - bor: 1,43 mg
 - cynk: 0,11 mg
 - miedź: 0,0395 mg
 - mangan: 0,5075 mg
2. pożywka zawierająca podwójną ilość fosforu – 47 mg/200 cm³ (2P),
3. pożywka pozbawiona fosforu (0P).

Założenie właściwego eksperymentu

Po 3 dniach rulony z siewkami gryki przełożono ze zlewek z wodą do zlewek z odpowiednimi pożywkami i wstawiono do pokoju hodowlanego o temperaturze 23°C i fotoperiodzie 16 godz. światła na okres 3, 6 i 10 dni. W odpowiednim czasie (3, 6 i 10 dni) z każdej z 3 zlewek wyjmowano jeden rulon z siewkami gryki i wybierano reprezentatywną ilość roślin o zbliżonych do siebie wymiarach hipokotyli w celu wykonania pomiarów zawartości antocyjanów.

Oznaczanie zawartości antocyjanów

Wybrane siewki, po odcięciu systemu korzeniowego, ważono, oddzielnie liście i hipokotyle, a następnie cięto na niewielkie fragmenty i umieszczano w probówkach. Do każdej probówki dodano po 4 cm³ roztworu 1% HCl w metanolu, szczelnie zamknięto i pozostawiono na dobę bez dostępu światła w temperaturze pokojowej.

Pomiar zawartości antocyjanów wykonano metodą spektrofotometryczną zgodnie ze zmodyfikowaną procedurą opisaną przez Mancinello i in. (8). Modyfikacja polegała na zamianie warunków ekstrakcji antocyjanów, które ww. autorzy prowadzili przez 48 h w +4°C, na ekstrakcję 24 h w ciemności, ale w temperaturze pokojowej.

Do pomiarów absorpcji światła przez antocyjany pobierano po 1 cm³ roztworu. Mierzono ją przy długości fali 530 nm i 657 nm przy użyciu spektrofotometru Cecil. Z uzyskanych danych obliczono zawartość antocyjanów przeliczoną na 3-glukozyd cyjanidyny wg wzoru:

$$X = \frac{A_{530} - (0,25 \times A_{657})}{\text{masa}} \times 4 \text{ cm}^3 \times 16,7 [\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \text{ świeżej masy}]$$

gdzie:

X – zawartość antocyjanów w roślinie ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ świeżej masy)

A_{530} – absorbancja przy długości fali 530 nm

A_{657} – absorbancja przy długości fali 657 nm

masa – masa próbki roślinnej (g)

4 cm³ – objętość dodanego roztworu 1% HCl w metanolu

16,7 – stała wynikająca z molowego współczynnika ekstynkcji dla 3-glukozydu cyjanidyny

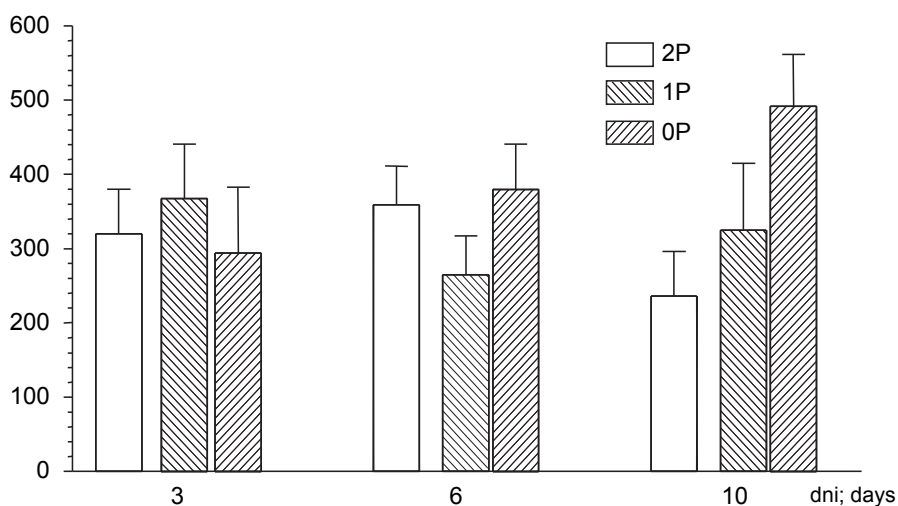
Wykonano trzy niezależne doświadczenia, każde w trzech powtórzeniach. Wyniki poddano analizie statystycznej za pomocą programu komputerowego PISM wyliczając odchylenie standardowe (SD).

WYNIKI

Hipokotyle siewek gryki rosnących na różnych pożywkach przez 3, 6 i 10 dni zawierały znacznie wyższe zawartości antocyjanów niż liścienie (rys. 1). Poziom antocyjanów w hipokotylach przewyższał od 1,5 do 6 razy ich zawartość w liścieniach. Różnica ta była najmniejsza w siewkach rosnących tylko trzy dni i wynosiła od 1,5 do 2,5 razy (rys. 1 i 2). Po 6 i 10 dniach hodowli różnice te były znacznie większe – zawartość antocyjanów w hipokotylach przewyższała 6-krotnie ich zawartości w liścieniach (rys. 1 i 2).

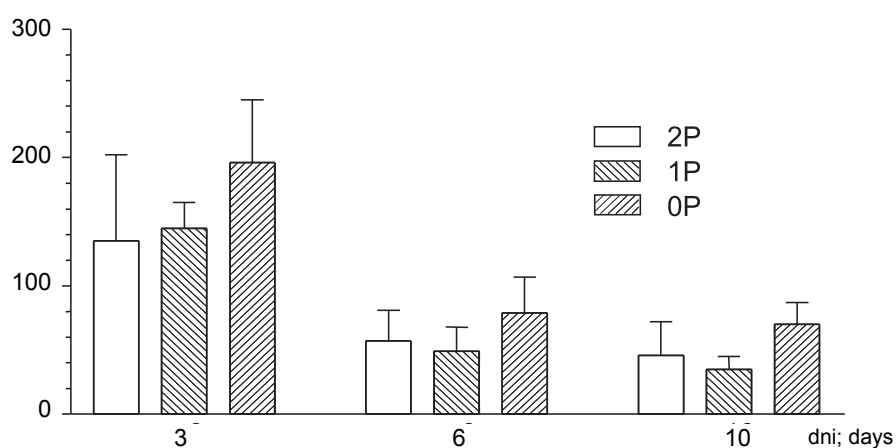
Poziom fosforu podczas trzydniowej hodowli siewek gryki wpłynął istotnie na zawartość antocyjanów jedynie w liścieniach (rys. 2). Zanotowano pewną tendencję do zwiększania w nich zawartości antocyjanów w miarę obniżania poziomu fosforu w pożywce.

Po 6-dniowej hodowli siewek gryki w pożywce z różnymi dawkami fosforu nie wykazano wyraźnego wpływu tego pierwiastka na zawartości antocyjanów w liścieniach gryki (rys. 2). Natomiast poziom antocyjanów w hipokotylach roślin rosnących w pożywce bez fosforu był istotnie wyższy niż u rosnących z pojedynczą dawką tego pierwiastka (23,5 mg/200 cm³), ale jednocześnie nie różnił się on istotnie od zawartości w hipokotylach roślin rosnących na podwójnej dawce fosforu (rys. 1). W przypadku liścieni nie wykazano istotności różnic między zawartościami antocyjanów u roślin rosnących na pożywkach z badanymi dawkami fosforu, jednakże powtórnie stwierdzono tendencję do zwiększonego nagromadzenia analizowanych barwników w liścieniach w miarę obniżania stężenia tego pierwiastka (rys. 2).



Rys. 1. Wpływ dawek fosforu na zawartość antocyjanów ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ świeżej masy) w hipokotylach siewek gryki zwyczajnej odm. Hruszowska.

Effect of phosphorus rate on the level of anthocyanins concentration ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ fresh weight) in hypocotyls of common buckwheat seedlings cv. Hruszowska



Rys. 2. Wpływ dawek fosforu na zawartość antocyjanów ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ świeżej masy) w liścieniach siewek gryki zwyczajnej odm. Hruszowska

Effect of phosphorus rate on the level of anthocyanins concentration ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ fresh weight) in cotyledons of common buckwheat seedlings cv. Hruszowska

Po dłuższej, 10-dniowej, hodowli siewek gryki na pożywce Hoaglanda stwierdzono wyraźny wpływ dawek fosforu na zawartość antocyjanów w hipokotylach (rys. 1). Istotnie wzrósł poziom antocyjanów w hipokotylach roślin gryki rosnących na pożywce bez fosforu. Zawartość antocyjanów w tych hipokotylach przewyższała o ok. 50% poziom tych barwników w hipokotylach roślin rosnących przy pełnej dawce fosforu (23,5 mg/200 cm³) oraz około dwukrotnie ich zawartość w przypadku roślin rosnących na podwójnej dawce tego pierwiastka.

DYSKUSJA

Antocyjany charakteryzują się różnorodnością barw. Odpowiedzialne są one za ważne fizjologiczne procesy związane z przywabianiem owadów, a tym samym zapylaniem i rozprzestrzenianiem roślin. Nie została jak dotychczas w pełni wyjaśniona rola antocyjanów w innych organach roślinnych, takich jak hipokotyle młodych roślin. Można przypuszczać, że rola antocyjanów w tym przypadku związana jest z ich właściwościami oksydacyjnymi. Szczególnie widoczne jest to przy niedoborze składników mineralnych, gdy wzrasta produkcja fotoochronnych barwników, jakimi są antocyjany. Zapobiegają one bowiem powstaniu stresu oksydacyjnego w komórkach czułych na światło (9).

Na podstawie wyników uzyskanych w niniejszej pracy stwierdzono, że zawartość antocyjanów w hipokotylach i liścieniach siewek gryki zwyczajnej jest ściśle skorelowana z zawartością fosforu w strefie korzeniowej. Wykazano bowiem, że brak fosforu w strefie korzeniowej rosnących na pożywce Hoaglanda siewek gryki spowodował istotny wzrost poziomu antocyjanów, szczególnie w hipokotylach tych roślin. W miarę upływu czasu hodowli zawartość antocyjanów w hipokotylach siewek rosnących na pożywce pozbawionej fosforu wzrastała, podczas gdy w przypadku liścieni malała. Poza tym, w przypadku siewek gryki, niezależnie od zawartości fosforu w pożywce, odnotowano wyższy poziom antocyjanów w hipokotylach niż w liścieniach. Wyniki te potwierdzają wcześniejsze spostrzeżenia Troyera (14), który wykazał, że siewki gryki zawierają więcej antocyjanów w hipokotylach niż liścieniach.

Badania przeprowadzone przez Krause i Reznik (6) na roślinach gryki wykazały, że niedobór fosforu powoduje znaczny wzrost zawartości rutyny i kwasu chlorogenowego. Podając fosfor w formie orto-fosforanu wapnia (Ca₃(PO₄)₂) roślinom gryki rosnącym przez pewien czas na pożywkach bez fosforu, stwierdzono spadek syntezy flawonoli (rutyny). Flawonole są tworzone w tym samym szlaku metabolicznym co antocyjany, więc można przypuszczać, że wpływ niedoboru fosforu na biosyntezę antocyjanów może być analogiczny. Autorzy wysnuli wniosek, iż przyczynami takiej reakcji może być podwyższony poziom aktywności amoniakolizy L-fenylalaniny (PAL), jednakże przeprowadzone badania nie potwierdziły wzrostu aktywności PAL (6).

Niedobór orto-fosforanów zwiększał również kilkunastokrotnie poziom antocyjanów w roślinach rzodkiewnika (*Arabidopsis thaliana*), a zastosowanie orto-fosforynów jedynie w niewielkim stopniu hamowało to zjawisko (13).

W hodowli zawieszin komórkowych winogron biosynteza antocyjanów zachodzi podczas pierwszych stadiów komórkowych. Niedobór fosforu powodował zwiększenie biosyntezy antocyjanów w hodowlach zawieszinowych winogron w porównaniu z hodowlą na pełnej pożywce (1).

Niedobór fosforu podczas wzrostu roślin gryki nie wpływał jednak tak jednoznacznie na poziom antocyjanów w jej liściach. Wyniki były inne niż w przypadku liści rzodkiewnika. Ticconi i in. (13) wykazali, że niedobór fosforanów w liściach tej rośliny powoduje wzrost poziomu antocyjanów w jej tkankach. W przypadku liści gryki różnice w ilości antocyjanów pomiędzy poszczególnymi wariantami były mniej wyraźne niż w przypadku liści rzodkiewnika.

WNIOSKI

1. Hipokotyle siewek gryki zwyczajnej odmiany Hruszowska niezależnie od poziomu fosforu w pożywce zawierały znacznie więcej antocyjanów niż liście. Poziom antocyjanów w hipokotylach przewyższał od 1,5 do 6 razy ich zawartość w liściach.

2. Zawartość antocyjanów w hipokotylach roślin gryki rosnących na pożywce bez fosforu ulegała stopniowemu podwyższaniu w miarę upływu czasu trwania eksperymentu (3, 6 i 10 dni). Jednocześnie obserwowano tendencję do obniżania poziomu tych barwników w hipokotylach roślin rosnących na pożywce z nadmierną dawką fosforu.

3. Brak fosforu wpływa dodatnio, ale w nieznacznym stopniu, na akumulację antocyjanów w liściach gryki zwyczajnej. W miarę upływu czasu trwania doświadczenia zawartość antocyjanów w liściach ulegała stopniowemu obniżeniu, zarówno przy niedoborze, pełnej dawce, jak i nadmiarze fosforu w pożywce.

LITERATURA

1. Dedaldechamp F., Uhel C., Macheix J.-J.: Enhancement of anthocyanin synthesis and dihydroflavonol reductase (DFR) activity in response to phosphate deprivation in grape cell suspensions. *Phytochemistry*, 1995, **40**: 1357-1360.
2. Fornal Ł., Soral-Śmietana M.: Gryka krajowym surowcem do otrzymywania żywności profilaktycznej. V Krajowe Sympozjum „Hodowla, agrotechnika i jakość ziarna gryki”, Puławy, 1988, 51-65.
3. Grzesiuk A., Dębski H., Horbowicz M., Saniewski M.: Występowanie, biosynteza i akumulacja antocyjanów w roślinach. *Post. Nauk Rol.*, 2007, **5**: 65-78.
4. Kłoczek J., Mioduszevska H., Kielak E.: Przewodnik do ćwiczeń z fizjologii roślin. Skrypt dla studentów Wydziału Rolniczego. Wyd. Akademii Podlaskiej, 2006, Siedlce.

5. Kayashita J., Skimaoka I., Nakajoh M.: Hypocholesterolemick effect of buckwheat protein extract in rats fed cholesterol enriched diets. *Nut. Res.*, 1995, **15(5)**: 691-698.
6. Krause J., Reznik H.: Investigation of flavonol accumulation in *Fagopyrum esculentum* Moench as influence by P-and N-deficiency. *Z. Pflanzenphysiol.*, 1976, **79**: 392-400.
7. Liszewski M.: Reakcja gryki na terminy i gęstości siewu w zależności od warunków glebowych i atmosferycznych. *Zesz. Nauk. AR Wrocław, Rolnictwo* 1997, **70**, **316**: 199-207.
8. Mancinelli A.L., Hoff A.M., Cotrell M.: Anthocyanin production in chl-rich and chl-poor seedlings. *Plant Physiol.*, 1988, **86**: 652-654.
9. Nielsen S.L., Nielsen H.D.: Pigments, photosynthesis and photoinhibition in two amphibious plants: consequences of varying carbon availability. *New Phytologist* 2006, **170**: 311-319.
10. Podolska G., Pecio A.: Plonowanie, struktura plonu i budowa łanu gryki w zależności od warunków glebowych. *Biul. Nauk.*, 1999, **4**: 71-82.
11. Procyk A.: Gryka i proso – cenne rośliny użytkowe i lecznicze oraz ich uprawa. *Wiad. Ziel.*, 1995, **37(3)**: 7-9.
12. Ruskowska B., Ruskowski M.: Gryka. PWRiL, 1967.
13. Ticconi C., Delatorze C.A., Abel S.: Attenuation of phosphate starvation responses by phosphite in *Arabidopsis*. *Plant Physiol.*, 2001, **127(3)**: 963-972.
14. Troyer J.: Anthocyanin formation in excised segment of buckwheat-seedling hypocotyls. *Plant Physiol.*, 1964, **39**: 907-912.
15. Wesołowski M., Juszczak D.: Plonowanie gryki w plonie głównym i wtórnym. *Ann. UMCS, Sec. E*, 2006, **61**: 9-18.
16. Wiśniewski H.: *Biologia z higieną i ochroną środowiska*. Wydanie I. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa, 1989.

LEVEL OF ANTHOCYANINS IN SEEDLINGS OF COMMON BUCKWHEAT GROWN
ON MEDIUM WITH VARIOUS CONTENT OF PHOSPHORUS

Summary

Studies on the influence of phosphorus (P) level in growing medium on content of anthocyanins in common buckwheat seedlings were carried out under controlled conditions. The seedlings were grown for 3, 6 or 10 days in a modified Hoagland medium containing three doses of P: without P (0P), 23.5 mg dm⁻³ (1P) or 47.0 mg dm⁻³ (2P). Content of anthocyanins in buckwheat cotyledons and hypocotyls were determined spectrophotometrically. It was found that buckwheat hypocotyls contained much higher levels of anthocyanins than cotyledons. A lack of P in growing medium caused an increase of anthocyanins in hypocotyls, and this influence depended on the time of treatment. The phenomenon was particularly clear after 10 days of treatment. Simultaneously there was an observed tendency to a decline of anthocyanins content in buckwheat cotyledons.

Praca wpłynęła do Redakcji 28 VIII 2008 r.

TOMASZ SEKUTOWSKI, MARCIN BORTNIAK

Zakład Herbologii i Technik Uprawy Roli we Wrocławiu
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

OCENA PRZYDATNOŚCI *FAGOPYRUM ESCULENTUM* JAKO FITODETEKTORA W WYKRYWANIU POZOSTAŁOŚCI HERBICYDÓW W GLEBIE

Assessing *Fagopyrum esculentum* usefulness as a fitodetector in the herbicide residues detection
in soil

ABSTRAKT: Badania obejmowały trzy serie doświadczeń laboratoryjnych prowadzonych w odstępach 3-miesięcznych w latach 2006–2007. W badaniach wykorzystano test PHYTOTOKKIT przeznaczony do kiełkowania i wczesnego wzrostu roślin. Za pomocą tego testu oznaczano stężenia w glebie substancji aktywnych herbicydów należących do 2 różnych grup: inhibitorów syntazy acetomleczanowej: chlorosulfuron i sulfosulfuron, oraz regulatorów wzrostu: 2,4 D i MCPA. Celem doświadczenia było określenie przydatności gryki zwyczajnej (*Fagopyrum esculentum*) do tego typu badań. Wyniki potwierdziły dużą przydatność *Fagopyrum esculentum* w wykrywaniu chlorosulfuronu, sulfosulfuronu, 2,4 D oraz MCPA w glebie. Dostateczna czułość testowanego biodetektora (*Fagopyrum esculentum*) umożliwiła wyznaczenie wartości ED_{50} dla tych substancji (chlorosulfuron – $0,125 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, sulfosulfuron – $0,25 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 2,4 D – $0,25 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ i MCPA – $0,35 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$).

słowa kluczowe – key words:

gryka zwyczajna (*Fagopyrum esculentum*) – buckwheat (*Fagopyrum esculentum*), biotesty – bioassay, herbicydy – herbicides, gleba – soil, pozostałości – residues

WSTĘP

W ostatnich latach obserwuje się wyraźny wzrost zainteresowania wykorzystaniem niektórych gatunków roślin w badaniach bioindykacyjnych pozostałości substancji aktywnych herbicydów w glebie (9). Gryka oprócz tego, że jest wykorzystywana między innymi w przemyśle spożywczym do produkcji kasz, w pszczelarstwie jako roślina miododajna, również w ekotoksykologii znalazła zastosowanie jako doskonały fitodetektor do wykrywania pozostałości substancji chemicznych w glebie (1, 3, 4, 14).

Oznaczenie poziomu pozostałości, szybkości degradacji i przemieszczania substancji aktywnych herbicydów w glebie jest istotne zarówno dla samej praktyki rolniczej, jak i dla ochrony środowiska rolniczego (2, 7, 13). Testy biologiczne pozwalają ocenić, czy część pozostałości, która znajduje się w środowisku glebowym,

może przejawiać działanie fitotoksyczne, czy też nie. Jednym z rodzajów fitotestów jest określenie fitotoksycznego wpływu badanych substancji chemicznych na dynamikę kiełkowania, wzrostu siewek, redukcję suchej czy świeżej masy korzeni lub nadziemnych części roślin testowych. Ocena niektórych parametrów, takich jak np. zmniejszenie zdolności kiełkowania, pozwala określić fitotoksyczne właściwości badanej substancji już po upływie około 24 h od momentu rozpoczęcia testu, natomiast wpływ na dynamikę wzrostu korzeni po 2–3 dniach, a redukcję świeżej lub suchej masy nadziemnych części roślin po upływie około 10–14 dni (1, 6).

Fitotesty można stosować również do badania przemieszczania się herbicydów w profilu glebowym. Jako biodetektorów używa się gatunków roślin wykazujących wysoką wrażliwość na działanie badanych substancji aktywnych herbicydów np.: *Sinapis alba*, *Helianthus annuus*, *Cucumis sativus* czy w ostatnim czasie *Fagopyrum esculentum* (10, 11, 15).

Należy również podkreślić fakt, że fitotesty z zastosowaniem szybko kiełkujących nasion wybranych gatunków roślin (np. *Fagopyrum esculentum*) mogą być alternatywą dla klasycznych pomiarów instrumentalnych (chromatografia gazowa lub cieczowa) służących do wykrywania fitotoksycznych pozostałości herbicydów w środowisku glebowym.

Celem badania było określenie przydatności *Fagopyrum esculentum* do wykrywania pozostałości różnych substancji aktywnych herbicydów w glebie.

MATERIAŁ I METODY

Badania obejmowały 3 serie doświadczeń laboratoryjnych prowadzonych w odstępach 3-miesięcznych w latach 2006–2007. W badaniach zastosowano zmodyfikowany zestaw do oznaczania fitotoksycznych pozostałości herbicydowych w glebie – PHYTOTOXKIT™ firmy Tigret. Jako rośliny testowej użyto *Fagopyrum esculentum*, natomiast standardem (do którego porównywano wyniki otrzymane dla *Fagopyrum esculentum*) była *Sinapis alba*.

Materiał do badań stanowiła gleba pobrana z poziomu 0–20 cm, z pola produkcyjnego (monokultura pszenicy ozimej) należącego do gospodarstwa indywidualnego znajdującego się w Karczycach. Gleba ta (skład granulometryczny gliny średniej na podłożu pylastym) charakteryzowała się następującymi właściwościami fizykochemicznymi: frakcja piaskowa ($\varphi = 1-0,1$ mm) 30%, frakcja pyłowa ($\varphi = 0,1-0,02$ mm) 31%, frakcja ilasta ($\varphi < 0,02$ mm) 25%, ił koloidalny ($\varphi < 0,002$ mm) 14%, zawartość $C_{org.} = 1,77\%$ oraz $pH_{KCl} = 6,8$. Pobrane próbki gleby doprowadzono do stanu powietrznie suchego i przesiano przez sito o $\varphi = 2$ mm. Przygotowaną w ten sposób glebę umieszczono na płytkach testowych i nasączano wodą destylowaną do pełnej pojemności wodnej próbki. Badaniu poddano substancje aktywne herbicydów należących do dwóch różnych grup chemicznych: I grupa – inhibitory syntazy acetomleczanowej (sulfonylomoczniki): chlorosulfuron (Glean 75 WG) i sulfosulfuron

(Apyros 75 WG), oraz II grupa – syntetyczne regulatory wzrostu (pochodne kwasu fenoksyoctowego): 2,4 D (Aminopielik 750 SL) i MCPA (Chwastox 750 SL).

Płytki testowe umieszczano w komorze opryskowej „Aporo”, gdzie aplikowano odpowiednie ilości substancji aktywnych, tak aby uzyskać ich zakładany poziom w próbkach glebowych. Następnie płytki przykrywano papierowym filtrem i wysiewano nasiona roślin testowych (*Sinapis alba* i *Fagopyrum esculentum*) w ilości 5 szt./płytkę. Testy inkubowano w pozycji pionowej, w temperaturze 25°C, bez dostępu światła, przez okres 5 dni.

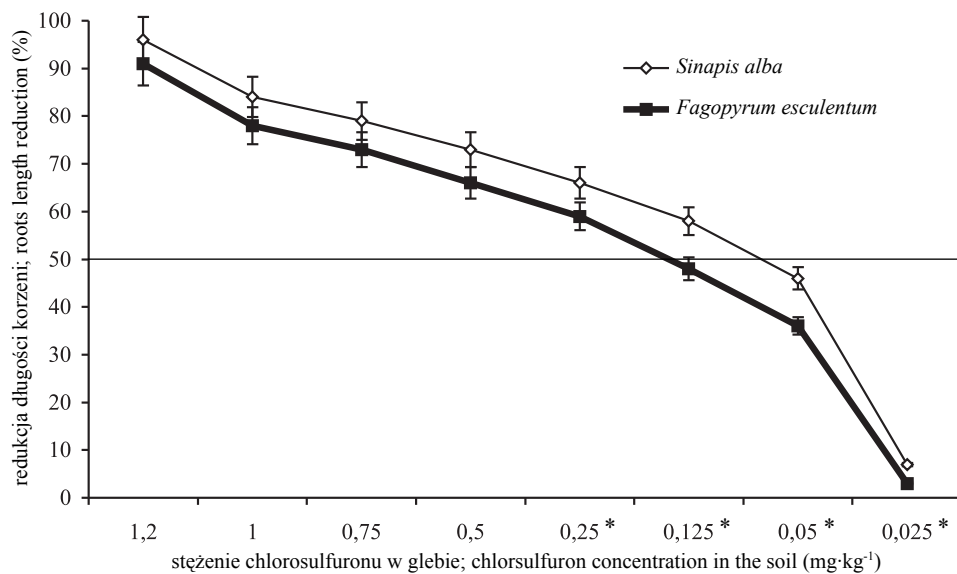
Reakcję roślin na obecność chlorosulfuronu, sulfosulfuronu, 2,4 D i MAPA określano na podstawie redukcji długości korzeni w porównaniu z obiektem kontrolnym. Do rejestracji obrazu użyto aparatu cyfrowego, a do pomiarów długości korzeni testowanych roślin wykorzystano program analizy obrazu „Image Tools”. Otrzymane wyniki poddano analizie wariancji, porównując istotność różnic na poziomie $\alpha \leq 0,05$. Dokładny sposób wykonania testu został opisany w standardowej procedurze operacyjnej (8).

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Przeprowadzone badania potwierdziły przydatność zastosowanej techniki detekcji z wykorzystaniem biotestu Phytotoxkit do badań z zakresu biodostępnych pozostałości herbicydów, zarówno z grupy inhibitorów ALS, jak i syntetycznych regulatorów wzrostu. Dobór odpowiedniej rośliny reagującej na daną substancję aktywną jest podstawowym i najtrudniejszym do spełnienia warunkiem dokładności tego rodzaju testu. Również Hernández-Seviliano (5), Sadowski i in. (10), czy Klimkowicz-Pawlas i in. (6) potwierdzają tę tezę.

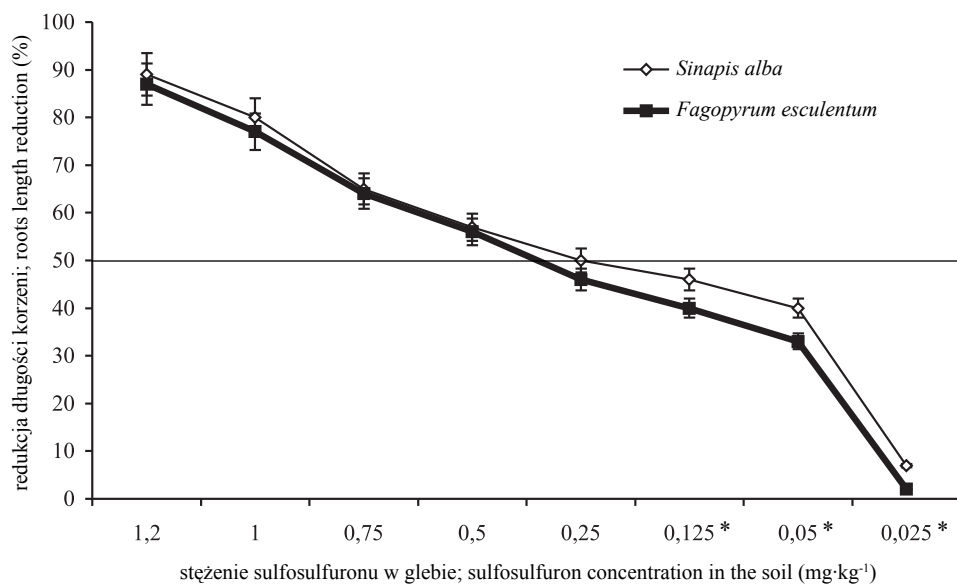
Rysunki 1 i 2 przedstawiają wyniki badań dla chlorosulfuronu i sulfosulfuronu, w których to jako biodetektorów użyto *Sinapis alba* oraz *Fagopyrum esculentum*. Reakcja *Fagopyrum esculentum* na chlorosulfuron nie była tak wyraźna, jak w przypadku *Sinapis alba*. Istotne różnice stwierdzono dla stężeń od 0,025 mg·kg⁻¹ do 0,25 mg·kg⁻¹. Uzyskane wyniki wskazują, że jedynie w przypadku stężenia od 0,5 mg·kg⁻¹ do 1,2 mg·kg⁻¹ obie testowane rośliny odznaczały się zbliżoną reakcją (redukcja długości korzeni o 68–95%) na działanie chlorosulfuronu (rys. 1).

Zmiany długości korzeni w zależności od stężenia (od najniższego – 0,025 mg·kg⁻¹ do najwyższego – 1,2 mg·kg⁻¹) sulfosulfuronu w glebie wskazują, że *Fagopyrum esculentum* wykazywała wystarczająco silną reakcję na badaną substancję aktywną (redukcja długości korzeni o 90% dla stężenia 1,2 mg·kg⁻¹). Przełamanie zdolności detoksykacji substancji aktywnej przez roślinę testową (ED₅₀) następowało już dla stężenia 0,25 mg·kg⁻¹, a dalszy wzrost stężenia sulfosulfuronu w glebie powodował szybką redukcję długości korzeni *Fagopyrum esculentum*. Zbliżone efekty w redukcji długości korzeni stwierdzono również dla standardu, którym była *Sinapis alba* (rys. 2).



* różnice statystycznie istotne dla $\alpha \leq 0,05$; significant differences for $\alpha \leq 0,05$

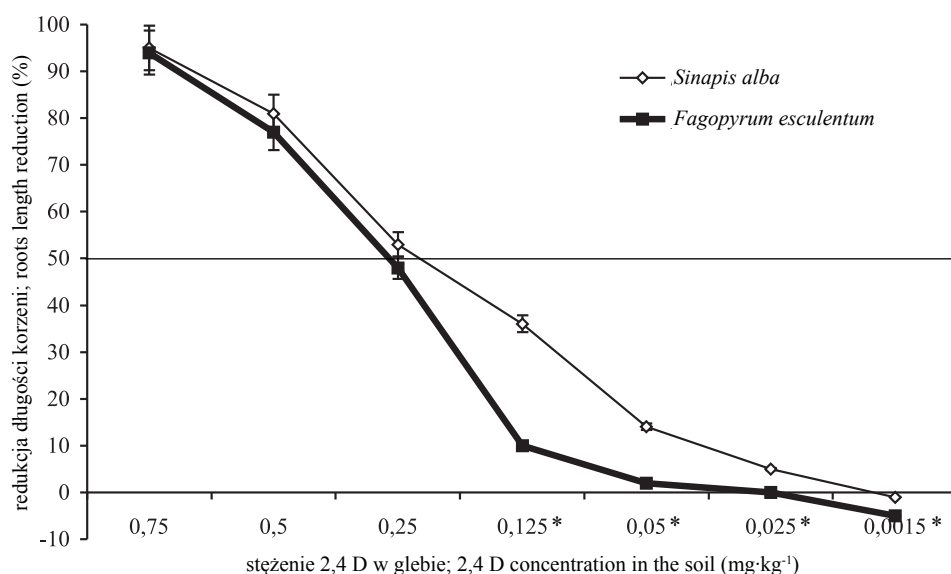
Rys. 1. Wpływ chlorosulfuronu na długość korzeni roślin testowych
Effect of chlorosulfuron on the tested plant roots length reduction



* różnice statystycznie istotne dla $\alpha \leq 0,05$; significant differences for $\alpha \leq 0,05$

Rys. 2. Wpływ sulfosulfuronu na długość korzeni roślin testowych
Effect of sulfosulfuron on the tested plant roots length reduction

Na rysunkach 3 i 4 przedstawiono wyniki badań dotyczące 2,4 D i MCPA z użyciem *Sinapis alba* oraz *Fagopyrum esculentum* jako biodetektorów. Wyraźną reakcję *Fagopyrum esculentum* na 2,4 D obserwowano już dla stężenia od $0,125 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ do $0,25 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Redukcja długości korzeni dla tego przedziału wynosiła 10–50%. W miarę spadku stężenia badanej substancji obserwowano spadek czułości *Fagopyrum esculentum*. Wartość ED_{50} dla 2,4 D można było określić już dla poziomu $0,25 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Podobne wyniki uzyskali Sadowski i in. (10) dla klasycznie przeprowadzonego biotestu. Reakcja *Sinapis alba* na 2,4 D w porównaniu z *Fagopyrum esculentum* była zbieżna tylko dla przedziału $0,25\text{--}0,75 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Pomimo tych różnic, zarówno *Sinapis alba*, jak i *Fagopyrum esculentum* bardzo silnie reagowały na badaną substancję (wartość ED_{50} tych dwóch roślin dla 2,4 D wyniosła $0,25 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$); (rys. 3).



* różnice statystycznie istotne dla $\alpha \leq 0,05$; significant differences for $\alpha \leq 0.05$

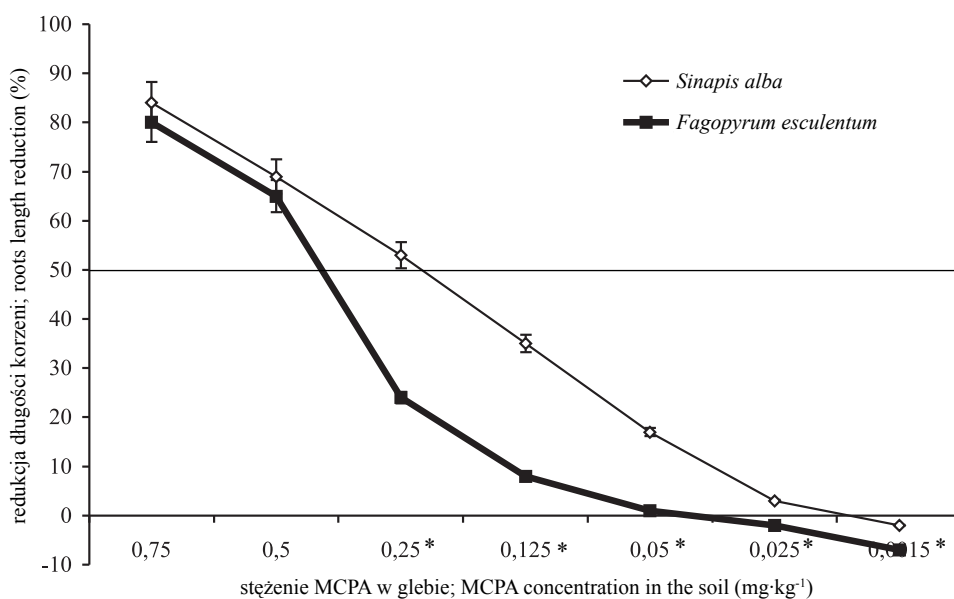
Rys. 3. Wpływ 2,4 D na długość korzeni roślin testowych
Effect of 2,4 D on the tested plant roots lenght

Wyznaczając progi fitotoksyczności dla MCPA stwierdzono, podobnie jak w przypadku 2,4 D, że istotne różnice w redukcji długości korzeni uzyskano dla stężeń w przedziale od $0,25 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ do $0,0015 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Silniej na badaną substancję reagowała *Sinapis alba*, jednak różnice w hamowaniu wzrostu korzeni nie były już

tak wyraźne dla stężenia powyżej $0,25 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Zmiany długości korzeni powyżej tego stężenia wskazują, że *Fagopyrum esculentum* wykazywała zadowalającą reakcję na tę substancję aktywną (redukcja długości korzeni o około 80% dla stężenia $0,75 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). Przełamanie zdolności detoksykacji MCPA przez *Fagopyrum esculentum* (ED_{50}) następowało już dla stężenia $0,35 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, a dalszy wzrost stężenia badanej substancji w glebie powodował dalszą redukcję długości korzeni (rys. 4). Również Wall i Smith (12) stwierdzili reakcję *Fagopyrum esculentum* na 2,4 D i MCPA przejawiającą się redukcją świeżej masy.

Jedynie *Sinapis alba* przełamała zdolność detoksykacyjną (ED_{50}) dla MCPA już przy stężeniu $0,25 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Analiza redukcji długości korzeni wskazuje na wyraźną reakcję *Sinapis alba* już przy stężeniu $0,05 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Redukcja długości korzeni dla tego stężenia wynosiła około 20%, a przy najwyższym badanym stężeniu ($0,75 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ MCPA w glebie) dochodziła do 85% (rys. 4).

Interesujące wyniki uzyskano dla *Sinapis alba* i dla *Fagopyrum esculentum* przy zastosowaniu niskich stężeń rzędu $0,0015 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ zarówno dla 2,4 D, jak i dla MCPA. Obie te substancje przy tak niskim stężeniu powodowały niewielkie pobudzenie korzeni do wzrostu. Wzrost długości korzeni dla tego stężenia nie przekraczał jednak 1–2% dla *Sinapis alba*, natomiast dla *Fagopyrum esculentum* wynosił 5–7% (rys. 3 i 4).



* różnice statystycznie istotne dla $\alpha \leq 0,05$; significant differences for $\alpha \leq 0.05$

Rys. 4. Wpływ MCPA na długość korzeni roślin testowych
Effect of MCPA on the tested plant roots length

WNIOSKI

1. Wyniki badań potwierdziły przydatność gryki zwyczajnej (*Fagopyrum esculentum*) jako fitodetektora w wykrywaniu w materiale glebowym różnych substancji aktywnych herbicydów: chlorosulfuronu, sulfosulfuronu, 2,4 D oraz MCPA.

2. Gryka zwyczajna najlepiej nadawała się do wykrywania inhibitorów syntazy acetomleczanowej (chlorosulfuron i sulfosulfuron), gdyż reagowała redukcją długości korzeni o 35% już dla stężenia 0,05 mg·kg⁻¹.

3. Test PHYTOTOKKIT z użyciem jako fitodetektora gryki zwyczajnej (*Fagopyrum esculentum*) umożliwił również wyznaczenie wartości ED₅₀ dla chlorosulfuronu – 0,125 mg·kg⁻¹, sulfosulfuronu – 0,25 mg·kg⁻¹, 2,4 D – 0,25 mg·kg⁻¹ oraz MCPA – 0,35 mg·kg⁻¹.

LITERATURA

1. Demczuk A., Sacała E., Grzyś E.: Zmiany aktywności syntazy acetylomleczanowej (ALS) pod wpływem herbicydu Titus 25 DF u różnych odmian ogórka. Prog. Plant Protect./Post. Ochr. Rośl., 2004, **44(2)**: 645-647.
2. Domaradzki K., Sekutowski T., Rola H.: Agroekologiczne skutki stosowania herbicydów sulfonylomocznikowych. Prog. Plant Protect./Post. Ochr. Rośl., 2005, **45(1)**: 100-107.
3. Fargasova A.: Phytotoxic effects of Cd, Zn, Pb, Cu and Fe on *Sinapis alba* L. seedlings and their accumulation in roots and shoots. Biol. Plant., 2001, **44(3)**: 471-473.
4. Gong P., Wilke B.M., Strozzi E., Fleischmann S.: Evaluation and early seedling growth test for the use in the ecotoxicological assessment of soils. Chemosphere, 2001, **44**: 491-500.
5. Hernández-Seviliano E., Chueca M.C., Alonso-Prados J.L., Garcia-Baudin J.M.: A rapid, sensitive bioassay method for sulfonylurea herbicides. The BCPC Conference-Weeds, 1999, **3**: 711-716.
6. Klimkowicz-Pawlas A., Krulova J., Smreczak B., Maliszewska-Kordybach B.: Wykorzystanie testu Phytotoxkit do oceny gleb zanieczyszczonych przez WWA – badania wstępne. IUNG-PIB Puławy, Mat. Konf. pt. Ekotoksykologia w ochronie środowiska glebowego, 2007, 111-114.
7. Kucharski M., Sadowski J.: Herbicide application – influence on soil environment and residues. Plant Product., 2003, **96**: 272-276.
8. Phytotoxkit. Seed germination and early growth microbiotest with higher plants. Standard Operational Procedure. Nazareth, Belgium, 2004, MicroBioTest Inc.
9. Power E.A., Boumphrey R.S.: International trends in bioassay use for effluent management. Ecotoxicology, 2004, **13(5)**: 377-398.
10. Sadowski J., Rola H., Kucharski M.: Zastosowanie biotestów do oceny pozostałości herbicydów w glebie. Prog. Plant Protect./Post. Ochr. Rośl., 2002, **42(1)**: 152-158.
11. Sekutowski T., Sadowski J.: Use of bioassays for assessment of residues level of herbicides active ingredients in soil. Pestycydy/Pesticides, 2006, **1-2**: 59-64.
12. Wall D.A., Smith M.A.H.: Tolerance of Common Buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) to low rates of 2,4 D and MCPA. Can. J. Plant Sci., 2000, **80**: 407-410.
13. Wyszowska J.: Właściwości mikrobiologiczne gleby zanieczyszczonej herbicydem Triflurotox 250 EC. Acta Agr. Silv., 2004, **42**: 463-473.
14. Załęska-Radziwił M.: Metody oceny ryzyka na podstawie testów ekotoksykologicznych. IUNG-PIB Puławy, Mat. Konf. pt. Ekotoksykologia w ochronie środowiska glebowego, 2007, 50-53.
15. Zawadzki B., Jabłczyński W.: Adsorpcja i desorpcja chlorosulfuronu w dwu glebach określona biotestem z rośliną *Wolffia arhiza* (L.) Wim. Roczn. Nauk Rol., 1994, **110(3-4)**: 41-51.

ASSESSING *FAGOPYRUM ESCULENTUM* USEFULNESS AS A FITODETECTOR
IN THE HERBICIDE RESIDUES DETECTION IN SOIL

Summary

The research was made up of three experiments conducted over 2006–2007. In the biological laboratory the germination and early growth microbiotest – PHYTOTOKIT was used for the detection of the herbicide active ingredients phytotoxic residues. Tested herbicides belong to ALS inhibitors (chlorsulfuron and sulfosulfuron) and growth regulators group (2.4 D and MCPA). The main goal of the presented paper was an assessment of buckwheat's (*Fagopyrum esculentum*) usefulness as a fitodetector in the herbicide residues detection in soil. The data confirmed usefulness of *Fagopyrum esculentum* in the chlorsulfuron, sulfosulfuron, 2.4 D and MCPA detection in the soil. Sufficient sensitivity of the tested biodetector lead to a determination of ED50 index for all tested active ingredients (chlorsulfuron – 0.125 mg·kg⁻¹, sulfosulfuron – 0.25 mg·kg⁻¹, 2.4 D – 0.25 mg·kg⁻¹ and MCPA – 0.35 mg·kg⁻¹).

Praca wpłynęła do Redakcji 21 VIII 2008 r.

MARIUSZ STOLARSKI, JACEK KWIATKOWSKI

Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa – Wydział Kształtowania Środowiska i Rolnictwa
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

POZOSTAŁOŚCI Z PRZEROBU ORZESZKÓW GRYKI NA KASZĘ JAKO SUROWIEC ENERGETYCZNY

Remains from processing buckwheat nuts into groats as fuel

ABSTRAKT: Ze względu na ograniczoną dostępność oraz wzrost ceny trocin, rośnie zainteresowanie wykorzystaniem również innych surowców do produkcji paliw granulowanych z biomasy. Celem podjętych badań była charakterystyka energetyczna pozostałości z przerobu nasion gryki na kaszę oraz peletu z nich wytworzonego.

Badano łuskę, otręby oraz odpady powstające przy procesie czyszczenia nasion gryki. Testy produkcji peletu przeprowadzono w granulatorze typu Robinson. Otrzymano pelet z samej łuski oraz z mieszaniny łuski z otrębami w proporcji objętościowej 1:1. Surowce wyjściowe z kaszarni oraz uzyskany pelet poddano analizom laboratoryjnym w celu określenia ich parametrów energetycznych.

Spośród badanych surowców największą wilgotność miały odpady pochodzące z czyszczenia gryki oraz otręby gryczane – odpowiednio 12,95% i 12,16%, najmniejszą zaś łuska gryczana – 10,44%. Najwięcej popiołu zawierały odpady z czyszczenia gryki – 8,83%, natomiast istotnie najmniej pelet wytworzony z łuski oraz łuska gryczana (1,69–1,80%). Istotnie najwyższą wartością opałową charakteryzował się pelet wytworzony z łuski (17,68 MJ·kg⁻¹) oraz łuska. Natomiast najniższą wartość opałową wykazywały odpady z czyszczenia gryki (15,13 MJ·kg⁻¹). Najwięcej węgla zawierał pelet wyprodukowany z łuski i otrąb. Najwięcej wodoru oznaczono w otrębach gryczanych, a najmniej w odpadach czyszczalniczych. Łuska gryczana oraz wyprodukowany z niej pelet charakteryzowały się istotnie najniższą zawartością siarki w biomasie, średnio 0,058%. Najwyższą gęstością nasypową charakteryzował się pelet wyprodukowany z mieszaniny łuski i otrąb – 703,4 kg·m⁻³.

słowa kluczowe – key words:

łuska gryczana – *buckwheat husk*, otręby – *bran*, pelet – *pellets*, biomasa – *biomass*, wartość opałowa – *combustion value*, zawartość siarki – *sulphur content*

WSTĘP

Przerób gryki w kaszarniach składa się z szeregu etapów, obejmujących między innymi czyszczenie dostarczonego surowca, jego sortowanie i obłuskiwanie. Efektem przerobu oprócz kaszy są także produkty uboczne, takie jak zanieczyszczenia, łuska czy rozdrobnione nasiona gryki wymieszane z cząstkami połamanej łuski, zwane potocznie otrębami gryczanymi. Odpady z czyszczenia są wyrzucane, otręby

z kolei najczęściej odbierają dostawcy gryki do kaszarni i wykorzystują je jako paszę dla zwierząt. Łuska natomiast najczęściej sprzedawana jest jako wypełnienie do zdrowotnościowych poduszek, kołder czy materacy (informacja własna z kaszarni). Ma ona niewielką wartość paszową, ale bogata jest w związki fenolowe o silnych właściwościach przeciwutleniających i potencjalnie może służyć jako źródło ich pozyskiwania (1, 16). W minimalnym stopniu wykorzystuje się ją również jako surowiec do tworzenia kompostów i podłoży do upraw ogrodniczych, stosowana jest jako ściółka dla zwierząt gospodarskich oraz materiał wypełniający przy pakowaniu owoców i delikatnych towarów (4, 7, 14). Praktycznie jednak łuska najczęściej jest odpadem, a firmy przerabiające grykę szukają realnych możliwości jej wykorzystania.

Łuska z powodzeniem może być wykorzystana jako surowiec energetyczny w kaszarniach (11). Użycie jej w surowej postaci wymaga co prawda przystosowania kotłów do spalania tego rodzaju biomasy, ale jest to w praktyce stosowane (8). Dzięki takim rozwiązaniom można obniżyć koszty produkcji w zakładzie.

Wykorzystanie odpadów z przemysłu rolno-spożywczego jako surowca energetycznego jest również sposobem na zwiększenie pozyskiwania energii odnawialnej. Jej udział w ogólnym bilansie konsumpcji energii w Polsce rośnie, ale ciągle jest prawie o połowę mniejszy niż średnie wartości dla 25 państw UE. W strukturze pozyskania energii ze źródeł odnawialnych w Polsce, podobnie jak w całej UE, dominuje biomasa stała (ponad 91%); (17). Paliwa produkowane z biomasy stałej mogą być wykorzystywane to produkcji energii cieplnej, elektrycznej lub do produkcji paliw transportowych. W Unii Europejskiej 92% biomasy wykorzystywane jest do produkcji ciepła, 7% do produkcji energii elektrycznej, a tylko 1% do wytwarzania paliw transportowych (3).

Biomasa stała może być wykorzystywana na cele energetyczne w postaci pierwotnej jak bele słomy, szczapy, zrębki drewna lub też może być przetwarzana do postaci paliw bardziej uszlachetnionych jak brykiet czy pelet. Poprzez kompaktowanie biomasy zmniejsza się i stabilizuje zawartość wody, zwiększa się koncentrację masy i energii w jednostce objętości oraz znacznie podnosi się komfort dystrybucji i użytkowania paliwa (2, 5, 13, 15).

Produkcja paliw granulowanych oparta jest głównie na trocinach pochodzących z przemysłu drzewnego i tartaków. Jednakże dostępność tego surowca jest ograniczona i jest on coraz droższy. Stąd zainteresowanie producentów peletu również innymi surowcami, między innymi odpadami z przemysłu zbożowo-młynarskiego. Pelet można produkować też z łusek: słonecznika, kawy, owsa oraz z wielu innych pozostałości poprodukcyjnych (10, 12).

W związku z powyższym podjęto badania, których celem była charakterystyka energetyczna pozostałości z przerobu nasion gryki na kaszę oraz peletu z nich wytworzonego.

MATERIAŁ I METODY

Badano łuskę, otręby oraz odpady powstające przy procesie czyszczenia nasion gryki. Surowce te otrzymano z Kaszarni Szczytno należącej do Melvit S.A. Łuskę gryczaną oraz otręby poddano procesowi peletyzacji w zakładzie produkcji peletu Max-Parkiet w Żurominie. Testy produkcji peletu przeprowadzono w granulatorze typu Robinson o wydajności około 1 tony na godzinę pracy przy użyciu matrycy o średnicy otworów 6 mm. Wytworzono pelet z samej łuski oraz z mieszaniny łuski z otrębami w proporcji objętościowej 1:1.

Surowce wyjściowe z kaszarni oraz uzyskany pelet poddano analizom laboratoryjnym w celu określenia ich parametrów energetycznych. W pierwszej kolejności oznaczono wilgotność poszczególnych paliw metodą suszarkowo-wagową. W tym celu materiał suszono do uzyskania stałej masy w temperaturze 105 °C. Zawartość popiołu oznaczono metodą wagową, biomasę wyprażano w piecu muflowym w temperaturze 550°C. Ciepło spalania wraz z wyznaczeniem wartości opałowej (wg PN-81/G-04513) przeprowadzono w kalorymetrze IKA C2000 w oparciu o metodę dynamiczną. Oznaczono też zawartość węgla, wodoru i siarki w automatycznym analizatorze ELTRA CHS 500. Gęstość nasypową badanych paliw oznaczono w cylindrze o pojemności 2 dm³.

Wyniki badań opracowano statystycznie przy użyciu programu komputerowego Statistica PL. Dla badanych cech obliczono średnie arytmetyczne oraz wyznaczono wartości NIR przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$ za pomocą testu istotności Duncana. Wyznaczono również współczynniki korelacji prostej badanych cech.

WYNIKI I DYSKUSJA

Przeciętna wilgotność badanych biopaliw wyniosła 10,99% (tab. 1). Spośród surowców pochodzących z przerobu gryki największą wilgotność miały odpady z czyszczenia gryki oraz otręby gryczane – odpowiednio 12,95% i 12,16%, najmniejszą zaś łuska gryczana – 10,44%. Produkty peletyzacji zawierały istotnie mniej wody niż surowce, z których powstały.

Badane biopaliwa zawierały przeciętnie 3,33% popiołu (tab. 1). Istotnie najwięcej popiołu zawierały odpady z czyszczenia gryki – 8,83%. Najmniej popiołu oznaczono w pelecie wytworzonym z łuski oraz w łusce gryczanej (1,69–1,80%). Otręby gryczane zawierały 2,43% popiołu. Ilość popiołu w łusce pokrywała się z wartościami podawanymi w literaturze (1, 9, 11). Natomiast zawartość popiołu w otrębach zbliżona była do poziomu tego składnika w całych orzeszkach gryki podawanego przez Stolarskiego i Kwiatkowskiego (11) i Kwiatkowskiego (6). Wysoka zawartość popiołu w odpadach czyszczalniczych jest prawdopodobnie pochodną dużej ilości zanieczyszczeń mineralnych. Stolarski i Szczukowski (12) podali, że najmniej popiołu zawierał pelet wykonany z trocin okorowanego drewna dębowego (0,4%). Taki materiał nie jest jednak częstym surowcem do peletyzacji.

Tabela 1

Wilgotność, zawartość popiołu, ciepło spalania oraz wartość opałowa biopaliw z gryki
Moisture and ash content, combustion heat and combustion value of buckwheat biofuels

Rodzaj biomasy Biomass kind	Wilgotność Moisture content (%)	Zawartość popiołu Ash content (%)	Ciepło spalania Combustion heat (MJ·kg ⁻¹)	Wartość opałowa Combustion value (MJ·kg ⁻¹)
Łuska gryczana Buckwheat husk	10,44	1,80	19,93	17,27
Pelet – łuska Pellets – husk	8,93	1,69	19,99	17,68
Otręby gryczane Buckwheat bran	12,16	2,43	19,21	16,17
Pelet – łuska/otręby Pellets – husk/bran	10,48	1,92	19,48	16,85
Odpady chwasty Waste weed	12,95	8,83	19,46	15,13
Średnio Average	10,99	3,33	19,61	16,62
NIR; LSD ($\alpha = 0,05$)	0,16	0,13	0,14	0,15

Pelet otrzymany z łuski gryczanej oraz z łuski i otrąb gryczanych zawierał mniej popiołu niż pelet z roślin energetycznych, takich jak wierzba krzewiasta czy ślazio-wiec pensylwański (10). Ilość tego składnika w badanym produkcie była także dużo niższa niż w pelecie z łuski słonecznika czy wyprodukowanym z odpadów zbożo-wych (12).

Ciepło spalania badanych biopaliw wynosiło średnio 19,61 MJ·kg⁻¹ (tab. 1). Istotnie najwyższym ciepłem spalania charakteryzował się pelet z łuski (19,99 MJ·kg⁻¹), a zbliżoną wartością – łuska. Istotnie najniższą wartość tej cechy miały otręby (19,21 MJ·kg⁻¹). Istotnie najwyższą wartością opałową charakteryzował się pelet wytworzony z łuski (17,68 MJ·kg⁻¹) oraz łuska – 17,27 MJ·kg⁻¹. Najniższą wartość opałową wykazywały odpady z czyszczenia gryki (15,13 MJ·kg⁻¹). Wartość opałowa peletu z łuski gryczanej była wysoka i zbliżona do wartości opałowej peletu z wierzby krzewiastej (17,10 MJ·kg⁻¹) oraz z trocin sosnowych (17,7 MJ·kg⁻¹) (12). Natomiast wartość opałowa peletu z mieszaniny otrąb i łuski odpowiadała wartości opałowej peletu z łuski słonecznika (16,80 MJ·kg⁻¹) i była nieco wyższa niż peletu z pozostałości jabłkowych (16,50 MJ·kg⁻¹) (12). Niska wartość opałowa odpadów z czyszczenia gryki była zbliżona do wartości tej cechy w pelecie z pozostałości zbożowych (15,20 MJ·kg⁻¹) (10).

Zawartość węgla w badanej biomase była wysoka i wynosiła średnio 53,24% (tab. 2). Najwyższą jego zawartość stwierdzono w pelecie wyprodukowanym z łuski i otrąb (54,54%). Nieznacznie (nieistotnie statystycznie) niższe wartości tej cechy

Tabela 2

Zawartość węgla, wodoru i siarki w biopaliwach z gryki
Carbon, hydrogen and sulphur content in buckwheat biofuels

Rodzaj biomasy Biomass kind	C (%)	H (%)	S (%)
Łuska gryczana Buckwheat husk	54,53	6,65	0,058
Pelet – łuska Pellets – husk	54,47	6,52	0,058
Otręby gryczane Buckwheat bran	51,52	7,37	0,142
Pelet – łuska/otręby Pellets – husk/bran	54,54	6,80	0,067
Odpady chwasty Waste weed	51,17	6,61	0,243
Średnio Average	53,24	6,79	0,114
NIR; LSD ($\alpha = 0,05$)	0,82	0,09	0,006

oznaczono w łusce oraz pelecie z łuski. Same otręby i odpady z czyszczenia charakteryzowały się najniższą zawartością węgla.

Zawartość wodoru wyniosła średnio 6,79% (tab. 2). Najwięcej wodoru oznaczono w otrębach gryczanych (7,37%). Najmniej go było w pelecie z łuski.

Łuska gryczana oraz wyprodukowany z niej pelet charakteryzowały się istotnie najniższą zawartością siarki w biomacie, średnio 0,058% (tab. 2). Wartość tej cechy była zróżnicowana i wynosiła od 0,067% w pelecie z mieszaniny łuski i otrąb, przez 0,142% w otrębach, do 0,243% w odpadach. Zawartość siarki w łusce gryczanej była nieznacznie wyższa niż stwierdzona przez Stolarskiego i in. (13) w pelecie wyprodukowanym z biomasy wierzby krzewiastej, ślazuowca pensylwańskiego czy trocin drewna dębowego.

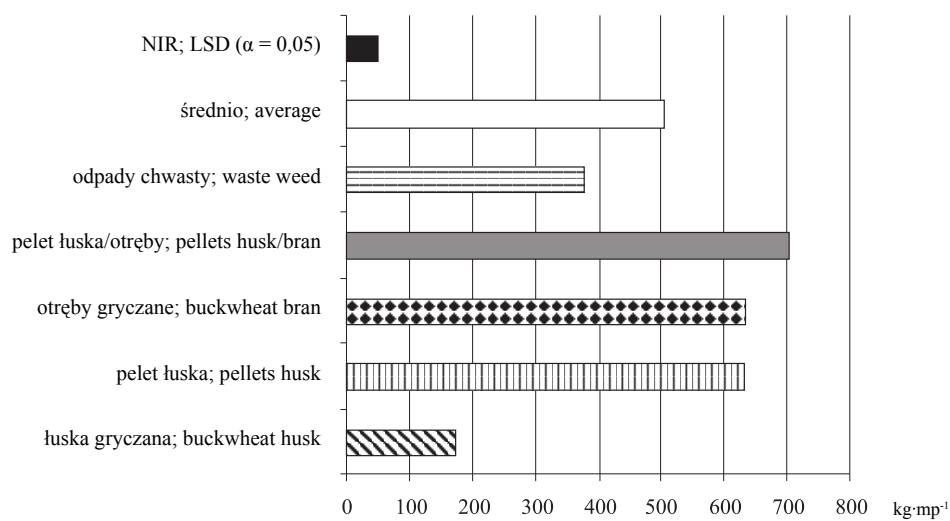
Gęstość nasypowa badanych surowców energetycznych wynosiła średnio 504,2 kg·mp⁻¹. Istotnie najwyższą gęstością nasypową charakteryzował się pelet wyprodukowany z mieszaniny łuski i otrąb 703,4 kg·mp⁻¹. Wysoką gęstość nasypową posiadały również same otręby gryczane (635,9 kg·mp⁻¹). Czysta łuska gryczana charakteryzowała się istotnie najniższą gęstością nasypową (173,2 kg·mp⁻¹). Przetworzenie jej do postaci peletu spowodowało ponad 3,5-krotne zwiększenie gęstości tego paliwa do 631,7 kg·mp⁻¹. W badaniach Stolarskiego i in. (13) gęstość zawierała się w przedziale od 517 kg·mp⁻¹ w pelecie ze ślazuowca pensylwańskiego do 635 kg·mp⁻¹ w pelecie z 4-letnich pędów wierzby krzewiastej.

Tabela 3

Współczynniki korelacji prostej dla badanych cech
Values of coefficients of simple correlation for studied traits

Cecha Character	Ciepło spalania Combustion heat	Wilgotność Moisture content	Zawartość popiołu Ash content	Wartość opałowa Combustion value	Węgiel Carbon	Wodór Hydrogen	Siarka Sulphur	Gęstość nasypowa Bulk density
Ciepło spalania Combustion heat	1,00							
Wilgotność Moisture content	*-0,78	1,00						
Zawartość popiołu Ash content	-0,34	* 0,75	1,00					
Wartość opałowa Combustion value	* 0,73	*-0,96	*-0,88	1,00				
Węgiel; Carbon	* 0,68	*-0,86	*-0,70	* 0,86	1,00			
Wodór; Hydrogen	*-0,77	* 0,45	-0,19	-0,27	*-0,45	1,00		
Siarka; Sulphur	*-0,59	* 0,89	* 0,93	*-0,96	*-0,89	0,16	1,00	
Gęstość nasypowa Bulk density	-0,38	-0,20	-0,29	0,11	0,01	0,36	-0,15	1,00

* korelacja istotna; significant value

Rys. 1. Gęstość nasypowa biopaliw z gryki (kg·m⁻³)
Bulk density of buckwheat biofuels

Analizując współczynniki korelacji stwierdzono, że wartość opałowa biomasy była wysoce istotnie ujemnie skorelowana z wilgotnością biomasy (-0,96), zawartością popiołu (-0,88) oraz zawartością siarki (-0,96) (tab. 3). Natomiast cecha ta była istotnie dodatnio skorelowana z zawartością węgla (0,86). Właśnie zawartość węgla oraz wodoru decyduje o wartości opałowej paliw. Dlatego też jak największy udział w biomacie C i H jest pożądanym. Natomiast siarka zawarta w paliwach skutkuje emisją zanieczyszczeń, dlatego najlepiej jest jeśli jej udział w paliwie jest znikomy.

WNIOSKI

1. Badane pozostałości z przerobu nasion gryki na kaszę charakteryzowały się wysoką wartością opałową mieszczącą się w zakresie 15,13–17,68 MJ·kg⁻¹. Najwyższą wartością opałową charakteryzował się pelet z łuski oraz łuska gryczana niesprasowana, natomiast najniższą odpady powstałe w procesie czyszczenia nasion. Sprasowana mieszanina otrąb i łuski charakteryzowała się wartością opałową pośrednią.

2. Badane biopaliwa charakteryzowały się wysoką zawartością węgla i wodoru. Łuska gryczana oraz wytworzony z niej pelet charakteryzowały się istotnie najniższą zawartością siarki (0,058%). Natomiast otręby gryczane i odpady powstałe w procesie czyszczenia nasion zawierały znacznie większe ilości tego pierwiastka.

LITERATURA

1. Dietrych-Szóstak D., Płoszyński M.: The value of hulls and postharvest residues of buckwheat in feeding tests with mice. *Fagopyrum*, 1988, **8**: 18-19.
2. Grzybek A.: Kierunki zagospodarowania biomasy na cele energetyczne. *Wieś Jutra*, 2003, **9**: 10-11.
3. Janowicz L.: Biomasa w Polsce. *Energetyka*, 2006, **8**: 601-604.
4. Kivijärvi P., Prokkola S.: The effect of different mulches on growth and yield of organically grown strawberry. *Proc. of the NJF's 22nd Congress „Nordic Agriculture in Global Perspective”*, July 1-4, 2003, Turku, Finland, 18.
5. Kowalik P.: Pelety z biomasy – paliwo przyszłości. *Aeroenergetyka*, 2003, **1**: 36-37.
6. Kwiatkowski J.: Wpływ regulatorów dojrzwania na skład chemiczny orzeszków polskich odmian gryki. *Fragm. Agron.*, 2008, **1(97)**: 210-219.
7. Prokkola S., Kivijärvi P., Parikka P.: Effects of biological sprays, mulching materials, and irrigation methods on grey mould in organic strawberry production. *Acta Hort. (ISHS)*, 2003, **626**: 169-176.
8. Shuvalov A.M., Samodurov A.V.: A pneumatic unit for stoking a furnace with fine granular plant residues. *Mekhanizatsiya i Elektrifikatsiya Selskovo Khizyaistwa*, 2004, **1**: 9-10.
9. Steadman K.J., Burgoon M.S., Lewis B.A., Edwardson S.E., Obendorf R.L.: Buckwheat seed milling fractions: description, macronutrient composition and dietary fibre. *J. Cereal Sci.*, 2001, **33**: 271-278.
10. Stolarski M.: Wykorzystanie biomasy do produkcji pelet. *Czysta energia*, 2006, **6(56)**: 28-29.
11. Stolarski M., Kwiatkowski J.: Przydatność łuski gryczanej jako surowca energetycznego w kaszarni. *Fragm. Agron.*, 2006, **1(89)**: 184-191.

12. Stolarski M., Szczukowski S.: Różnorodność surowców do produkcji pelet. *Czysta Energia*, 2007, **6(68)**: 42-43.
13. Stolarski M., Szczukowski S., Tworkowski J., Kwiatkowski J., Grzelczyk M.: Charakterystyka zrębków oraz peletów (granulatów) z biomasy wierzby i ślazuca jako paliwa. *Probl. Inż. Rol.*, 2005, **1(47)**: 13-22.
14. Tang J.C., Inoue Y., Yasuta T., Yoshida S., Katayama A.: Chemical and microbial properties of various compost products. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 2003, **49(2)**: 273-280.
15. Thek G., Obernberger I.: Wood pellet production costs under Austrian and in comparison to Swedish framework conditions. *Biomass Bioenergy*, 2004, **27**: 671-693.
16. Watanabe M., Ohshita Y., Tsushida T.: Antioxidant compounds from buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Mönch) hulls. *J. Agric. Food Chem.*, 1997, **45**: 1039-1044.
17. GUS: Energia ze źródeł odnawialnych w 2006 roku. Informacje i opracowania statystyczne. Warszawa, 2007.

REMAINS FROM PROCESSING BUCKWHEAT NUTS INTO GROATS AS FUEL

Summary

Due to the limited availability and high prices of sawdust for producing granulated biomass fuel, the interest in using other raw materials for pellet production is growing. As a result of this, a study was launched into the energetic performance of the remains originating from processing buckwheat seeds into groats and the pellets produced from them.

The basis of the research was hull, bran and waste created during the process of cleaning buckwheat seeds. Tests of pellet production were performed in a Robinson-type pelleting machine. The pellet was obtained from hull only, and from a mixture of hull and brain in the volume proportions of 01:01. Output material from the oat mill and the pellet obtained were analysed in the laboratory in order to determine their energetic parameters.

Among the examined materials, the highest humidity was found for waste from cleaning buckwheat and buckwheat bran, 12.95% and 12.16%, respectively, while the highest was found for buckwheat hulls – 10.44. The highest amount of ash was found in waste from buckwheat cleaning – 8.83%. Its significantly lowest content was determined in pellet produced from hulls and in buckwheat hulls (1.69–1.80%). The significantly highest calorific value was revealed for pellet produced from hulls (17.68 MJ·kg⁻¹) and for hulls themselves. On the other hand, waste from the buckwheat cleaning process was characterised by the lowest calorific value (15.13 MJ·kg⁻¹). The highest carbon content was determined in the pellet produced from hulls and bran. The highest amount of hydrogen was determined in buckwheat bran, and the lowest was in waste from the cleaning process. Buckwheat hulls and pellet produced from them had the lowest significant content of sulphur in biomass (0.058% on average). The other fuels revealed a significantly higher amount of sulphur. The highest bulk density was found for pellets produced from a mixture of hull and bran, 703.4 kg·mp⁻¹.

Podziękowanie

Autorzy pracy dziękują Dyrekcji Kaszarni w Szczytnie za życzliwość i udostępnienie materiałów do badań.

Praca wpłynęła do Redakcji 26 VIII 2008 r.

¹MIROSLAW ŻMIJEWSKI, ¹MAŁGORZATA NARKIEWICZ-JODKO,
²MAREK LISZEWSKI

¹Katedra Technologii Owoców, Warzyw i Zbóż, ²Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

WPLYW ZRÓŻNICOWANEGO NAWOŻENIA AZOTEM NA JAKOŚĆ I ZDROWOTNOŚĆ ORZESZKÓW GRYKI

Influence of different nitrogen fertilization on the quality and health of buckwheat nuts

ABSTRAKT: Materiałem badawczym były orzeszki gryki odmiany Kora ze zbioru w 2003 i 2004 roku. W uprawie zastosowano zróżnicowane nawożenie azotem. Próbę kontrolną stanowiły orzeszki gryki uprawianej bez stosowania azotu. W doświadczeniu oceniono cechy fizyczne, zdolność kiełkowania oraz zdrowotność orzeszków gryki. Ponadto w badanym materiale oznaczono zawartość białka ogółem.

W pierwszym roku uprawy uzyskano orzeszki o większej zawartości białka i okrywy. W roku 2004 gryka wykazywała lepsze cechy towaroznawcze. Masa 1000 ziaren i gęstość ziarna w stanie zsypanym w roku 2003 były wyższe dla orzeszków otrzymanych z obiektów z większymi dawkami N. Wraz z ilością stosowanego azotu rosła w próbach zawartość białka. Orzeszki były bardzo wyrównane oraz cechowały się wysoką zdolnością kiełkowania. Były zasiedlone głównie przez grzyby „polowe” *Alternaria alternata* i *Epicoccum purpurascens*. Z grzybów patogenicznych wyosobniono *Botrytis cinerea*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Rhizoctonia solani* oraz *Fusarium oxysporum*, gatunki te występowały sporadycznie. *Alternaria alternata* miała korzystniejsze warunki do rozwoju na orzeszkach uzyskanych z obiektów, w których stosowano ponad 40 kg N·ha⁻¹.

słowa kluczowe – key words:

orzeszki gryki – buckwheat nuts, nawożenie azotem – nitrogen fertilization, jakość – quality, zdrowotność – health

WSTĘP

Gryka należy do roślin o dużej wartości użytkowej, zarówno dzięki właściwościom odżywczym, walorom smakowym, a także dzięki działaniu fitosanitarnemu na glebę. Dlatego też wzrasta zainteresowanie nią m.in. jako rośliną prozdrowotną.

Zdaniem Dietrych-Szóstak i in. (2) w przypadku gryki nawożenie azotem jest jednym z ważnych czynników plonotwórczych. Wysokość plonu zależy również od warunków pogody. Badania nad dynamiką kwitnienia gryki odmiany Kora w zależności od dawki nawożenia azotem dowiodły korzystnego wpływu tego składnika na procent zawiązywanych nasion (14). W warunkach niedoboru azotu w glebie obser-

wuje się słabszy wzrost roślin i mniejsze ich rozgałęzienie, co powoduje wytworzenie niedostatecznej ilości kwiatostanów na jednostce powierzchni. Nawożenie azotem wpływa korzystnie na liczbę orzeszków i plon gryki (6, 10, 11).

Rozwój grzybów powodujących choroby gryki zależy od warunków pogodowych, wrażliwości odmiany na patogeny i agrotechniki (terminu siewu, gęstości siewu, nawożenia i płodozmianu). Do grzybów wywołujących różne symptomy chorobowe na gryce należą: *Botrytis cinerea*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Rhizoctonia* spp., *Fusarium* spp. oraz *Alternaria alternata*. Spadki plonów gryki mogą być też spowodowane występowaniem chorób wirusowych i bakteryjnych (7).

Celem pracy było określenie wpływu zróżnicowanego nawożenia azotem na jakość i zdrowotność orzeszków gryki odmiany Kora.

MATERIAŁ I METODY

Materiałem badawczym były orzeszki gryki odmiany Kora ze zbioru w 2003 i 2004 roku, pochodzące z doświadczeń polowych prowadzonych w Katedrze Szczegółowej Uprawy Roślin UP we Wrocławiu (6). Seria doświadczeń polowych została zlokalizowana na glebie klasy V (piasek słabo gliniasty na piasku luźnym), zaliczanej do kompleksu żyniego dobrego. Powierzchnia poletek do zbioru wynosiła 12 m². Doświadczenia zakładano metodą losowanych bloków jako jednoczynnikowe, w czterech powtórzeniach. W uprawie zastosowano zróżnicowane nawożenie azotem (kg N·ha⁻¹): 20 kg przedsiewnie, 40 kg przedsiewnie, 40 kg przedsiewnie + 20 kg w fazie pąkowania, 60 kg przedsiewnie, 60 kg przedsiewnie + 20 kg w fazie pąkowania, 80 kg przedsiewnie. Próbę kontrolną stanowiły orzeszki gryki uprawianej bez nawożenia azotem. Azot podany został w postaci 34% saletry amonowej. Przedplonem dla gryki był ziemniak. Uprawa roli pod grykę nie odbiegała od zasad prawidłowej agrotechniki. Wiosną zastosowano nawożenie fosforem i potasem w dawkach (kg·ha⁻¹) 50 P₂O₅ i 70 K₂O w formie superfosfatu granulowanego oraz 60% soli potasowej.

Orzeszki gryki odmiany Kora wysiano siewnikiem poletkowym w ilości 200 kiełkujących orzeszków na 1 m². Zastosowano 15 cm rozstawę rzędów. Grykę wysiewano 23.04.2003 i 22.04.2004. Do odchwaszczenia użyto przedwschodowo preparatu Afalon (1 l·ha⁻¹) oraz w fazie rozgałęziania pędu herbicydu Puma (1 l·ha⁻¹). Na 5–7 dni przed planowanym zbiorem grykę desykowano preparatem Reglone w dawce 4 l·ha⁻¹. Zbiór przeprowadzono kombajnem poletkowym po osiągnięciu dojrzałości pełnej przez co najmniej 80% orzeszków w roślinie.

W materiale badawczym oceniono: masę 1000 orzeszków, gęstość orzeszków w stanie zsypanym, zawartość okrywy, wyrównanie orzeszków i zawartość białka ogółem (3). Ponadto oznaczono zdolność kiełkowania (PN-R-65950) oraz zdrowotność orzeszków gryki wg de Tempe (18).

Otrzymane wyniki oznaczeń poddano analizie statystycznej. Cechy fizyczne ziarna oceniono przy zastosowaniu analizy wariancji przy jednokierunkowej kla-

syfikacji dla jednej zmiennej z powtórzeniami. Dla zdrowotności orzeszków gryki przeprowadzono analizę wariancji przy jednokierunkowej klasyfikacji dla dwóch zmiennych (lata uprawy, dawka i sposób nawożenia). Średnie wyceniono testem Duncana. Do obliczeń wykorzystany został program statystyczny Statgraphics 6.0 plus.

WYNIKI

Materiał pochodzący z 2004 roku cechował się większymi wartościami cech towaroznawczych, takich jak masa 1000 orzeszków, gęstość orzeszków w stanie zsympnym i wyrównanie. W roku 2003 otrzymano natomiast materiał o wyższej zawartości okrywy i białka ogółem, a także o lepszej zdolności kiełkowania (tab. 1).

Tabela 1

Średnie wartości cech jakościowych orzeszków gryki odmiany Kora w zależności od lat uprawy
Mean values of quality traits of Kora buckwheat nuts depending on harvest year

Rok Year	Cecha; Trait					
	masa 1000 orzeszków thousand nuts weight (g)	gęstość orzeszków w stanie zsympnym hectoliter weight (kg·hl ⁻¹)	zawartość okrywy hull content (%)	wyrównanie orzeszków nuts filling (%)	zawartość białka ogółem total protein content (%)	zdolność kiełkowania germination capacity (%)
2003	24,7 b	59,13 b	32,5 a	99,8 b	12,6 a	93 a
2004	27,6 a	60,83 a	25,2 b	99,9 a	9,9 b	87 b

Wartości w kolumnach oznaczone innymi literami różnią się istotnie; Values in columns signed with different letters are significantly differentiated

Stosowanie różnych dawek azotu w roku 2003 wpłynęło istotnie na masę 1000 orzeszków (tab. 2). Była ona największa przy nawożeniu w ilości 60 kg N·ha⁻¹, a najmniejsza przy braku nawożenia N. Stopniowe zwiększanie dawki azotu do 60 kg·ha⁻¹ wpływało na wzrost masy 1000 orzeszków, a po jej przekroczeniu zaobserwowano niewielkie obniżenie się wartości tej cechy.

Nawożenie wywarło również istotny wpływ na gęstość orzeszków w stanie zsympnym. Najwyższą wartość tej cechy obserwowano w obiektach z 60 kg N·ha⁻¹. Wyższa dawka nawożenia spowodowała istotne obniżenie gęstości orzeszków w stanie zsympnym. Najniższą masą hektolitra charakteryzował się materiał pochodzący z uprawy, w której stosowano 40 kg N·ha⁻¹ przedsięwzięcie oraz 40 N·ha⁻¹ przedsięwzięcie + 20 kg N·ha⁻¹ w okresie pąkowania.

Tabela 2

Średnie wartości cech jakościowych orzeszków gryki odmiany Kora ze zbioru w 2003 roku
w zależności od dawki nawożenia azotem
Mean values of quality traits of Kora buckwheat nuts harvested in 2003 depending on nitrogen
fertilization

Dawka nawozu Rate of nitrogen fertilization (kg·ha ⁻¹)	Cecha; Trait					
	masa 1000 orzeszków thousand nuts weight (g)	gęstość orzeszków w stanie zsypanym hectoliter weight (kg·hl ⁻¹)	zawartość okrywy hull content (%)	wyrównanie orzeszków nuts filling (%)	zawartość białka ogółem total protein content (%)	zdolność kiełkowania germination capacity (%)
0	23,9 c	59,7 b	31,8 a	99,9 a	11,9 d	94 ab
20	24,0 c	58,6 c	32,1 a	99,7 c	12,1 cd	93 b
40	24,2 c	58,1 d	32,4 a	99,8 b	12,2 c	97 a
40 + 20	24,9 b	57,9 d	33,0 a	99,8 b	12,3 c	95 ab
60	25,5 a	60,2 a	33,3 a	99,8 b	13,1 b	97 a
60 + 20	25,0 ab	59,8 b	33,2 a	99,8 b	13,2 b	94 ab
80	25,3 ab	59,6 b	31,9 a	99,8 b	13,6 a	93 b

Wartości w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie; Values in columns signed with the same letter are not significantly differentiated

Tabela 3

Średnie wartości cech jakościowych orzeszków gryki odmiany Kora ze zbioru w 2004 roku
w zależności od sposobu i dawki nawożenia azotem
Mean values of quality traits of Kora buckwheat nuts harvested in 2004 depending on nitrogen
fertilization

Dawka nawozu Rate of nitrogen fertilization (kg·ha ⁻¹)	Cecha; Trait					
	masa 1000 orzeszków thousand nuts weight (g)	gęstość orzeszków w stanie zsypanym hectoliter weight (kg·hl ⁻¹)	zawartość okrywy hull content (%)	wyrównanie orzeszków nuts filling (%)	zawartość białka ogółem total protein content (%)	zdolność kiełkowania germination capacity (%)
0	27,7 a	60,6 a	25,1 a	99,9 a	9,1 e	92 a
20	27,9 a	60,5 a	26,8 a	100,0 a	9,3 d	97 a
40	27,6 a	60,4 a	25,1 a	99,9 a	9,6 c	95 a
40 + 20	27,4 a	61,1 a	24,1 a	99,9 a	10,2 ab	95 a
60	27,5 a	61,2 a	24,8 a	99,9 a	10,3 ab	95 a
60 + 20	27,4 a	61,1 a	24,8 a	99,9 a	10,1 b	91 a
80	27,3 a	60,9 a	25,8 a	99,9 a	10,4 a	94 a

Wartości w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie; Values in columns signed with the same letter are not significantly differentiated

Tabela 4

Skład gatunkowy i liczbowy grzybów wyodrębnionych z nieodkażonych (a) i odkażonych (b) orzeszków gryki
Species composition of fungi isolated from non-disinfected (a) and disinfected (b) buckwheat nuts

Czynnik Factor	Gatunek; Species														ogółem total	
	<i>Alternaria alternata</i>		<i>Botrytis cinerea</i>		<i>Epicoccum purpurascens</i>		<i>Rhizoctonia solani</i>		<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>		<i>Fusarium spp.</i>		pozostałe other			
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Rok; Year																
2003	82 b	61 b	11 a	5 a	14 b	5 b	0 b	0 b	5 a	7 a	7 a	1 a	14 a	12 a	133 b	91 a
2004	95 a	88 a	6 b	6 a	23 a	17 a	3 a	2 a	0 b	0 b	0 b	0 b	15 a	9 a	143 a	123 b
Dawka azotu; Rate of nitrogen fertilization (kg·ha ⁻¹)																
0	79 c	67 bc	6 a	4 a	19 a	8 a	0 a	0 a	1 a	0 a	8 a	1 a	12 b	12 a	123 c	90 b
20	83 c	63 c	8 a	5 a	20 a	15 a	1 a	0 a	4 a	6 a	4 a	0 a	13 b	8 a	132 bc	96 b
40	88 b	73 abc	9 a	3 a	19 a	8 a	0 a	0 a	3 a	4 a	1 a	2 a	12 b	7 a	130 bc	96 b
40+20	94 a	78 ab	6 a	5 a	15 a	16 a	4 a	3 a	2 a	5 a	3 a	1 a	27 a	15 a	150 a	122 a
60	92 ab	82 a	9 a	8 a	19 a	7 a	1 a	2 a	1 a	2 a	5 a	0 a	12 b	13 a	139 ab	112 a
60+20	93 a	83 a	9 a	10 a	20 a	12 a	3 a	2 a	4 a	2 a	2 a	1 a	13 b	11 a	144 ab	119 a
80	92 ab	77 ab	13 a	7 a	22 a	14 a	3 a	2 a	4 a	6 a	2 a	1 a	14 b	10 a	148 a	116 a

Wartości w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie; Values in columns signed with the same letter are not significantly differentiated

Poziom nawożenia w pierwszym roku badań nie wpłynął na zróżnicowanie zawartości okrywy w orzeszkach, wahała się ona od 31,8 do 33,3%.

Wyrównanie orzeszków gryki było wysokie (od 99,7 do 99,9%). Różnice między obiektami były istotne, a najlepsze wyrównanie stwierdzono w obiekcie kontrolnym.

Dawki nawożenia azotem różnicowały zawartość białka ogółem w orzeszkach gryki. Wraz ze wzrostem dawki nawozu zwiększała się ilość białka w orzeszkach – od 11,9% z obiektów bez nawożenia do 13,6% przy maksymalnej dawce azotu.

Zdolność kiełkowania we wszystkich obiektach była bardzo wysoka, wahała się od 93 do 97%.

Zróżnicowanie nawożenia azotem w 2004 roku wywarło istotny wpływ jedynie na zawartość białka ogółem w orzeszkach gryki (tab. 3). Ilość białka w orzeszkach wzrastała istotnie aż do dawki 80 kg N·ha⁻¹. Materiał doświadczalny z 2004 roku charakteryzował się wyższą masą 1000 orzeszków (od 27,3 do 27,9 g) i gęstością w stanie zsypanym (od 60,4 do 61,2 kg·hl⁻¹) oraz mniejszą zawartością okrywy (od 24,1 do 26,8%) niż próby z 2003 roku, niezależnie od nawożenia azotem. Wyrównanie orzeszków gryki uzyskanych ze zbioru w 2004 roku było również bardzo wysokie, od 99,9 do 100%. Zdolność kiełkowania orzeszków z poszczególnych obiektów była podobna, niezależna od lat (od 91 do 97%).

Orzeszki gryki ze zbioru w 2004 roku były silniej porażone przez grzyby aniżeli z roku poprzedniego (tab. 4). Materiał był zasiedlony głównie przez grzyby „polowe”, takie jak *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea* i *Epicoccum purpurascens*. Grzyby te wyizolowano zarówno z powierzchni, jak i z głębszych warstw orzeszków. Gatunki *Alternaria alternata*, *Epicoccum purpurascens* oraz *Botrytis cinerea* izolowano z orzeszków w obu latach badań, natomiast *Rhizoctonia solani* i *Sclerotinia sclerotiorum* oraz *Fusarium spp.* występowały sporadycznie i tylko w jednym roku badań. Spośród grzybów z rodzaju *Fusarium* dominowały *F. oxysporum* i *F. poae*. Orzeszki gryki uzyskane z obiektów z nawożeniem w dawce powyżej 40 kg N·ha⁻¹ były silniej porażone przez grzyby, a zwłaszcza przez *Alternaria alternata*. Najmniej porażony przez grzyby był materiał próby kontrolnej oraz orzeszki z roślin nawożonych 20 kg N·ha⁻¹.

DYSKUSJA

Cechy fizyczne ziarna zbóż są ważnym wskaźnikiem jego jakości (8). Masa 1000 ziaren mówi o ich dorodności, a także o wykształceniu bielma. Z badań Pecio (12) wynika, że masa 1000 orzeszków gryki jest uzależniona od dawki azotu. Niedobór azotu wywołuje spadek plonu gryki, a także zmniejszenie się masy 1000 orzeszków (19). Przy lepszym zaopatrzeniu gryki w azot stwierdzono wzrost MTZ (13). W prezentowanych badaniach zaobserwowano, że azot w dawkach od 20 do 60 kg·ha⁻¹ wpływał korzystnie na masę 1000 orzeszków.

W badaniach Kosteckiego (5) gęstość orzeszków w stanie zsylnym wynosiła 40–60 kg·hl⁻¹. W niniejszym doświadczeniu w roku 2003 wartość tej cechy wahała się od 59,7 kg·hl⁻¹ dla próby kontrolnej do 60,2 kg·hl⁻¹ przy nawożeniu 60 kg N·ha⁻¹, a w roku 2004 nie zależała od dawki azotu.

W badaniach Szklarza i in. (17) udział okrywy nasion w orzeszkach gryki wynosił średnio 23,4%. W badaniach własnych w pierwszym roku stanowiła ona od 31,8 do 33,3%, a w drugim od 24,1 do 26,8% masy orzeszka. Nawożenie azotem nie wpływało na zróżnicowanie tej cechy. Znaczne różnice były spowodowane zróżnicowanymi warunkami pogodowymi w latach badań, bardziej korzystnymi dla wypełniania orzeszków w 2004 roku. Stąd też masa 1000 orzeszków oraz gęstość ziarna w stanie zsylnym były w tym roku większe.

Orzeszki gryki były bardzo wyrównane. W pierwszym roku doświadczeń różnice między obiektami były statystycznie istotne, lecz wartości bardzo zbliżone, niezależnie od wysokości dawek azotu.

Według Bubiczowej i in. (1) wysokie nawożenie azotem (do 90 kg·ha⁻¹) wpływa na wzrost zawartości białka, lecz zróżnicowanie tej cechy jest niewielkie. Zawartość białka ogółem w suchej masie orzeszków gryki wahała się od 13,83 do 14,75%. Badania Zająca i in. (20) wykazały, że nawożenie azotem sprzyjało wzrostowi zawartości białka tylko do pewnej dawki, po jej przekroczeniu jego ilość obniżała się. Według tego autora zawartość białka w orzeszkach gryki odmiany Kora osiągała 13,76% dla obiektu kontrolnego, 14,90% przy zastosowaniu 30 kg N·ha⁻¹ i 13,34% przy dawce 60 kg N·ha⁻¹. W badaniach własnych zawartość białka ogółem w obydwu latach doświadczenia rosła wraz z dawką nawożenia i przy maksymalnej ilości azotu osiągnęła największą wartość. Wcześniejsze badania prowadzone przez Dietrich-Szóstak i in. (2) również wykazały, że zawartość białka ogółem w nasionach gryki rośnie pod wpływem nawożenia azotem.

Według Klockiewicz-Kamińskiej (4) energia i zdolność kiełkowania są parametrami określającymi stan fizjologiczny ziarna oraz miernikiem jego żywotności. W badaniach Szczukowskiego i in. (16) zdolność kiełkowania orzeszków gryczanych wynosiła średnio 93,8%. Zdolność kiełkowania nasion gryki uzyskanych w badaniach własnych była wysoka i wynosiła 91–97%, czyli byłyby one dobrym materiałem siewnym. Nie stwierdzono wpływu dawki azotu na ten parametr.

Ocena zdrowotności ziarna zbóż przeznaczonego zarówno do konsumpcji, jak i na siew stanowi bardzo ważny wskaźnik jego jakości. Znając wymagania rozwojowe grzybów zasiedlających ziarno zbóż, możemy ograniczyć ich rozprzestrzenianie oraz zapobiegać szkodliwemu wpływowi na wartość technologiczną surowca zbożowego (9). Z analizowanych orzeszków gryki wyodrębniono głównie grzyby z rodzaju *Alternaria*, *Botrytis*, *Epicoccum*, *Rhizoctonia* oraz *Sclerotinia*, należące do grzybów „polowych”. Obecność większości z tych grzybów na orzeszkach gryki wykazał w swojej pracy Milevoj (7). W badaniach własnych najliczniej występował gatunek *Alternaria alternata*, który zasiedlał zarówno powierzchnię, jak i głębsze partie nasion. Badania Narkiewicz-Jodko (9) wykazały, że dominantem

wśród grzybów polowych był gatunek *Alternaria alternata* występujący powszechnie na ziarnie zbóż, podobnie jak gatunek *Epicoccum purpurascens*, którego rola jest nieznaną.

Porażenie grzybami, a zwłaszcza gatunkiem *Alternaria alternata*, było najmniejsze, gdy nie stosowano nawożenia azotem lub stosowano je w niewielkiej dawce.

Botrytis cinerea poraża liście i łodygi oraz kwiaty i orzeszki gryki, przez co zmniejsza zbiory nawet o 40–50%. Grzyb ten najczęściej infekuje grykę w okresie kwitnienia (7). Z przeprowadzonych badań wynika, że *Botrytis cinerea* występował sporadycznie na orzeszkach pochodzących z różnych prób, podobnie jak inne patogeniczne gatunki: *Sclerotinia sclerotiorum*, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum* i *Fusarium poae*.

Zróżnicowanie dawki nawożenia azotem nie wpływało na licznosc występowania wymienionych wyżej grzybów zasiedlających orzeszki gryki.

WNIOSKI

1. W roku 2003 wyższe dawki azotu sprzyjały uzyskaniu orzeszków o większej masie 1000 ziaren, gęstości ziarna w stanie zsypanym oraz zawartości białka.

2. Warunki wegetacji panujące w roku 2004 wpłynęły na wykształcenie orzeszków większych, bardziej wyrównanych, lecz o mniejszej zawartości białka.

3. Zawartość białka ogółem w orzeszkach gryki zwiększała się wraz ze wzrostem dawki azotu, niezależnie od roku zbioru.

4. Materiał badawczy był zasiedlony głównie przez grzyby „polowe” *Alternaria alternata* i *Epicoccum purpurascens*, natomiast sporadycznie izolowano gatunki patogeniczne dla gryki: *Botrytis cinerea*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum* oraz *Fusarium poae*. Orzeszki uzyskane z obiektów, w których dawka azotu przekraczała 40 kg·ha⁻¹, były bardziej porażone przez grzyby, a zwłaszcza przez *Alternaria alternata*.

LITERATURA

1. Bubicz M., Korzeń A., Korzeń S.: Skład chemiczny ziarna gryki w zależności od różnych technologii uprawy. V Kraj. Symp. Lublin, Hodowla, agrotechnika i jakość ziarna gryki. IUNG Puławy, 1988, 28-37.
2. Dietrych-Szóstak D., Podolska G., Maj L.: Wpływ nawożenia azotem na plon oraz zawartość białka i flawonoidów w orzeszkach gryki. *Fragm. Agron.*, 2008, **1**: 101-109.
3. Jakubczyk T., Haber T. (red.): Analiza zbóż i przetworów zbożowych. Skrypt SGGW AR Warszawa, 1983.
4. Klockiewicz-Kamińska E.: Klasyfikacja jakościowa odmian jęczmienia browarnego w polskiej ocenie odmian. *Pam. Puł.*, 1998, **112**: 93-103.
5. Kostecki Z.: Przetwórstwo gryki w Niemczech. *Prz. Zboż-Młyn.*, 1995, **6**: 5-7.
6. Liszewski M.: Próba oceny stanu odżywienia azotem gryki na podstawie pomiaru zawartości chlorofilu metodą optyczną SPAD. *Fragm. Agron.*, 2006, **1**: 119-129.

7. Milevoj L.: Buckwheat diseases. Fagopyrum, Ljubljana, 1989, **9**: 31-40.
8. Narkiewicz-Jodko M., Gil Z., Krężel R.: Wpływ nawożenia organicznego i mineralnego na zdrowotność i cechy towaroznawcze pszenżyta ozimego odmiany Bolero. Zesz. Nauk. AR Wrocław, 1996, **305**: 37-46.
9. Narkiewicz-Jodko M.: Zdrowotność ziarna zbóż jako wskaźnik jego jakości. Zesz. Nauk. AR Wrocław, Techn. Żywn., XII, 1998, **328**: 85-93.
10. Noworołnik K.: Struktura plonu nasion gryki w zależności od gęstości siewu i nawożenia azotem. Konf. Nauk. „Gryka wczoraj, dziś i jutro”, IUNG Puławy, 2002, 16-17.
11. Noworołnik K.: Współdziałanie gęstości siewu z innymi czynnikami agrotechnicznymi wpływającymi na plon gryki. Konf. Nauk. „Gryka wczoraj, dziś i jutro”, IUNG Puławy, 2002, 18-19.
12. Pecio A.: Plonowanie oraz model morfologiczny rośliny gryki odmiany Kora zależnie od nawożenia azotem. X Kraj. Symp. „Hodowla, uprawa i wykorzystanie gryki”, 1996, IUNG Puławy, 1997, 47-62.
13. Podleśna A.: Dynamika wzrostu oraz plonowanie gryki. Pam. Puł., 2003, **133**: 177-184.
14. Podolska G., Mazurek J.: Badania nad gryką w 140-letniej historii Puławskiego Ośrodka Nauk Rolniczych. Konf. Nauk. „Gryka wczoraj, dziś i jutro”, IUNG Puławy, 2002, 3-5.
15. Polska Norma PN-R-65950. Materiał siewny. Metody badań nasion.
16. Szczukowski S., Tworkowski J., Kwiatkowski J.: Reakcja odległych genetycznie odmian gryki na herbicydy. Zesz. Nauk. AR Kraków, 2001, **329**: 109-119.
17. Szklarz J., Wójcik S., Dawidiuk H.: Wpływ zróżnicowanego nawożenia mineralnego na plonowanie gryki. V Kraj. Symp. „Hodowla, agrotechnika i jakość ziarna gryki”, Lublin, IUNG Puławy, 1988, 142-150.
18. de Tempe J.: Routine methods for determining the health condition of seeds in the Seed Testing Stadion. Proc. Int. Seed. Test. Ass., 1970, **35,1**: 257-295.
19. Warchołowa M., Mroczkowski W., Kusio M.: Reakcja gryki na różne dawki azotu, potasu i magnezu. I. Plon i skład mineralny. Pam. Puł., 1990, **96**: 23-35.
20. Zając T., Pisulewska E., Antosiewicz A., Siebuła D.: Wielkość i struktura plonu, oraz skład chemiczny orzeszków gryki dwu odmian w zależności od wybranych czynników agrotechnicznych. X Kraj. Symp. „Hodowla, uprawa i wykorzystanie gryki”, IUNG Puławy, 1997, 81-92.

INFLUENCE OF DIFFERENT NITROGEN FERTILIZATION ON THE QUALITY AND HEALTH OF BUCKWHEAT NUTS

Summary

The research material was Kora buckwheat nuts harvested in 2003 and 2004 years, cultivated with different nitrogen rates and without nitrogen fertilization. In this experiment physical and chemical traits, germination capacity and health of buckwheat nuts were estimated.

Total protein content and hull content of buckwheat nuts were higher in first year of cultivation. Physical traits of research material were better in 2004. Thousand grain weight and hectoliter weight of materials harvested in 2003 were bigger with using higher nitrogen rates. Along with nitrogen rates total protein content increased in buckwheat nuts. Research material was filled and had high germination capacity. Buckwheat nuts were predominant in “field” fungi *Alternaria alternata* and *Epicoccum purpurascens*. The pathogenic fungi *Botrytis cinerea*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Rhizoctonia solani* and *Fusarium oxysporum* rarely isolated. It was shown that increasing nitrogen fertilization above 40 kg·ha⁻¹ caused an increase of fungi, mainly *Alternaria alternata*.

Praca wpłynęła do Redakcji 26 VIII 2008 r.

IUNG-PIB – zam. 22/A/10
format B5, 250 egz.