

Grażyna Gozdecka¹, Krzysztof Gęsiński², Joanna Kaniewska¹, Agata Hołda¹, Ewa Żary-Sikorska³, Dorota Wichrowska³

e-mail: grazyna.gozdecka@utp.edu.pl

¹ Katedra Aparatury i Technologii Żywności, Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz

² Katedra Botaniki i Ekologii, Wydział Rolnictwa i Biotechnologii, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz

³ Katedra Mikrobiologii i Technologii Żywności, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz

Charakterystyka wybranych właściwości fizykochemicznych odmian i nowych linii odmianowych komosy ryżowej (*Chenopodium quinoa* Willd.)

Wstęp

Komosa ryżowa (*Chenopodium quinoa* Willd.) jest dwuliścienną rośliną jednoroczną zaliczaną do pseudozbóż, jedną z najstarszych znanych człowiekowi roślin uprawnych [Gęsiński, 2012]. Roślina ta w całości może być wykorzystana do produkcji żywności oraz paszy dla zwierząt. Najszerze zastosowanie mają nasiona, z których produkuje się m.in. mąkę, płatki oraz kasze. Jako pseudozboże jej nasiona charakteryzują się wysoką wartością odżywczą. Zawierają m.in. wszystkie niezbędne aminokwasy, dobrze przyswajalne formy minerałów, a także witaminy. Potwierdzają to wyniki licznych badań [Ahamed i in., 1998; Abugoch, 2009; Gozdecka i Gęsiński, 2009]. Nasiona komosy ryżowej wykazują ponadto wysoką aktywność antyoksydacyjną [Vega-Galvez i in., 2010; Alvarez-Jubete i in. 2010]. Komosa charakteryzuje się również brakiem glutenu, co jest istotne dla chorych na celiakię [Abugoch 2009; Alvarez-Jubete i in. 2010]. Gatunek ten w swoim składzie zawiera również saponiny, które występując na powierzchni nasion pozwalają na ograniczenie stosowania środków ochrony roślin, co umożliwia uprawę w gospodarstwach ekologicznych. Jednak te same związki mogą być szkodliwe dla zdrowia jeśli dostaną się do organizmu w większej dawce, stąd konieczność wstępnej obróbki nasion przed ich spożyciem [Abugoch 2009; Gozdecka i Gęsiński 2011]. Z drugiej strony saponiny ze względu na swoje właściwości znalazły zastosowanie np. do produkcji środków myjących, czy w farmacji [Bhargava i in., 2006].

Właściwości fizykochemiczne nasion roślin uprawnych w głównej mierze decydują o ich użyteczności technologicznej. Skład chemiczny nasion jest w dużej mierze zależny od odmiany oraz warunków uprawy. Prowadzi się zatem badania mające na celu ocenę możliwości uprawy i wykorzystania w produkcji przemysłowej istniejących odmian uzyskiwanych w różnych warunkach klimatycznych oraz prace nad uzyskaniem nowych linii odmianowych charakteryzujących się np. lepszymi cechami hodowlanymi czy technologicznymi.

Celem pracy było porównanie właściwości fizykochemicznych wybranych odmian i nowych linii odmianowych komosy ryżowej pod względem możliwości ich wykorzystania w przetwórstwie.

Badania doświadczalne

Materiał badawczy stanowiły nasiona trzech odmian komosy ryżowej: *Faro*, *Titicaca*, *Puno* oraz trzech linii odmianowych *S1*, *S2* i *S3*, pochodzącej z uprawy Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Chrzęstowie z 2014 roku.

Metodyka. Przeprowadzono podstawowe badania charakteryzujące właściwości fizyczne oraz określono wybrane składniki chemiczne istotne dla przetwórstwa. Wielkość ziaren wyznaczono przeprowadzając analizę sitową na wytrząsarce wibracyjnej firmy *Fritsch* z zastosowaniem sit o wielkości otworu: 2,0; 1,8; 1,6; 1,4; 1,2; 1,0 i 0,8 mm. Na podstawie otrzymanych wyników obliczono średnicę zastępczą d oraz zawartość frakcji w zbiorze. Rozkład granulometryczny badanego materiału przybliżyliśmy funkcją rozkładu *Rosina-Rammlera-Sperlinga-Benneta* (RRSB):

$$\Sigma R = e \left(\frac{-d}{d^*} \right)^n \quad (1)$$

gdzie: ΣR – sumaryczna pozostałość na sicie, d – średnica frakcji sitowej masy nasiennej, określana jako średnia geometryczna wymiarów oczek dwóch sąsiednich sit, d^* – średnia statyst. wymiarów liniowych wszystkich nasion w zbiorze, n – współcz. równomierności uziarnienia.

Wyznaczono masę 1000 ziaren oraz gęstość w stanie zsypanym. Suchą masę oznaczono metodą suszarkową, zawartość białka oznaczono metodą

Kjedahla z wykorzystaniem zestawu firmy *Buchi* z destylarką K 371. Zawartość polifenoli ogółem wyznaczono spektrofotometrycznie według zmodyfikowanej metody z odczynnikiem *Folin-Ciocalteu* w przeliczeniu na kwas galusowy (GAE) [Waterhouse, 2002]. Zawartość saponin oznaczono metodą opracowaną przez *Koziola* [1991].

Wszystkie oznaczenia wykonano przynajmniej w trzech powtórzeniach, a wyniki poddano analizie statystycznej stosując jednoczynnikową analizę wariancji ANOVA. Istotność różnic pomiędzy wynikami średnimi weryfikowano testem *Tukey'a* na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Cechy fizyczne nasion wpływają na efektywność procesu technologicznego, którego zadaniem jest przygotowanie nasion do siewu, czy też do spożycia. Wiadomo, że energia i zdolność kiełkowania zależne są od wielkości nasion. Nasiona większe i cięższe dają większe wschody i lepsze plony [Gozdecka i Gęsiński, 2011].

Przeprowadzona analiza sitowa badanych odmian i linii odmianowych komosy ryżowej (*Chenopodium quinoa* Willd.) pozwoliła na określenie różnic w rozkładzie wielkości nasion badanych zbiorów (Tab. 1) oraz wyznaczenie za pomocą regresji liniowej parametrów funkcji *RRSB* (Tab. 2). Spośród badanych odmian i linii wyróżniła się odmiana *Titicaca*. Charakteryzowała się największym masowym udziałem nasion zatrzymanych na sicie o średnicy otworu 1,8 mm (ok. 64%) oraz 2,0 mm (ok. 32%), podczas gdy dla pozostałych badanych odmian i linii największy udział masowy stanowiły nasiona zatrzymane na sicie o średnicy otworu 1,6mm. Odmiany *Faro* i *Puno* charakteryzowały się statystycznie istotnie większym udziałem masowym (ok. 62%) tej frakcji w porównaniu do linii odmianowych *S1*, *S2* i *S3*, których udział tej frakcji w zbiorze wynosił średnio 55%.

Potwierdzenie to wyznaczona z dobrą dokładnością funkcja rozkładu *RRSB*. (Tab. 2). Największą średnią średnicą nasion d^* charakteryzowała się odmiana *Titicaca* (2,17 mm), następnie *Faro* (1,85 mm) i *Puno* (1,81), a najmniejsze nasiona miały linie odmianowe *S* ($d^* < 1,8$ mm).

Badany materiał charakteryzował się również istotnie statystycznie różnicowanymi wartościami masy 1000 nasion (Tab. 3).

Tab. 1. Zestawienie udziału poszczególnych frakcji wielkości nasion w badanych odmianach i liniach odmianowych komosy ryżowej

Średnica otworu sita [mm]	Zawartość frakcji [%]					
	<i>Faro</i>	<i>Titicaca</i>	<i>Puno</i>	<i>S1</i>	<i>S2</i>	<i>S3</i>
2,2	0,033 ^a ± 0,021	1,57 ^b ± 0,81	0,00 ^a ± 0,006	0,00 ^a ± 0,00	0,00 ^a ± 0,006	0,00 ^a ± 0,006
2,0	0,28 ^a ± 0,04	31,53 ^b ± 0,92	0,03 ^a ± 0,02	0,09 ^a ± 0,03	0,05 ^a ± 0,02	0,07 ^a ± 0,02
1,8	14,51 ^b ± 1,38	53,69 ^c ± 0,57	13,86 ^b ± 1,61	7,35 ^a ± 0,72	9,68 ^a ± 2,42	7,04 ^a ± 0,93
1,6	61,8 ^c ± 1,52	10,02 ^a ± 2,21	62,23 ^c ± 1,42	53,55 ^b ± 1,22	54,93 ^b ± 1,16	55,45 ^b ± 2,87
1,4	19,08 ^b ± 1,58	2,78 ^a ± 0,70	16,80 ^b ± 1,30	29,96 ^c ± 6,52	26,63 ^c ± 2,42	30,13 ^c ± 2,58
1,2	3,00 ^b ± 0,62	0,31 ^a ± 0,10	5,41 ^c ± 0,84	6,52 ^c ± 1,06	6,04 ^c ± 0,81	5,24 ^c ± 0,49
1,0	0,86 ^{ab} ± 0,09	0,08 ^a ± 0,04	1,51 ^{bc} ± 0,16	2,23 ^{cd} ± 0,21	2,43 ^{cd} ± 0,54	1,78 ^d ± 0,45
<1,0	0,41 ^b ± 0,31	0,02 ^a ± 0,01	0,15 ^{ab} ± 0,04	0,30 ^{ab} ± 0,07	0,21 ^{ab} ± 0,06	0,28 ^{ab} ± 0,12

a, b – wartości średnie w wierszu oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie przy $\alpha = 0,05$

Tab. 2. Współczynniki rozkładu *Rosina-Rammlera-Sperlinga-Benneta* wielkości badanych nasion komosy ryżowej

Materiał	d^* [mm]	n	R^2
<i>Faro</i>	1,85	11,6	0,97
<i>Titicaca</i>	2,17	13,3	0,98
<i>Puno</i>	1,81	12,9	0,99
<i>S1</i>	1,78	12,0	0,99
<i>S2</i>	1,79	12,3	0,99
<i>S3</i>	1,79	12,2	0,99

Największą masę 1000 nasion spośród badanych odmian i linii posiadała odmiana *Titicaca* (ok. 3,2 g) następnie odmiana *Puno* (ok. 2,2 g). Zbliżoną wartość tego parametru miały odmiana *Faro* i linia *S2*. Najmniejszą masą charakteryzowały się linie *S1* i *S3*.

Gęstość nasion ma duże znaczenie m.in. podczas doboru materiału siewnego. Im wyższy jest wskaźnik gęstości, który jest skorelowany dodatnio z dojrzałością morfologiczną nasion, tym większych plonów można oczekiwać. Największą gęstością cechowała się odmiana *Puno* (777 kg/m³) oraz *Titicaca* (750 kg/m³) a najmniejszą linia *S3* (701 kg/m³).

Sucha masa badanych nasion była zbliżona (ok. 91%) i w większości przypadków różnice nie były istotne statystycznie (tab. 3). Zawartość suchej masy na takim poziomie pozwala przypuszczać, że badany materiał nawet podczas długiego przechowywania będzie odporny na porażenie mikroorganizmami i rozwój chorób.

Białko. Komosa ryżowa posiada w swym składzie wysokowartościowe białko, którego wartość odżywcza jest porównywalna z produktami pochodzenia zwierzęcego. Rozbieżności występujące w literaturze dotyczące składu chemicznego komosy ryżowej są związane zarówno z jej różnorodnością odmianową, jak i pochodzeniem, warunkami uprawy, a także różnymi metodami stosowanymi do oznaczania składników. *Ahamed i in.* [1998] podają, że zawartość białka w komosie może wahać się od 12 do 19%. Zawartość białka w badanych odmianach i liniach zawierała się w tym przedziale. Najwyższą zawartością białka charakteryzowały się linie *S1* i *S2* (ponad 16% s.m.). Pozostałe badane nasiona odznaczały się statystycznie niższą zawartością białka w porównaniu do wspomnianych linii *S1* i *S2*. Najmniej białka zawierała odmiana *Faro* (12,35% s.m.) oraz *Puno* (13,05% s.m.). Wpływ warunków klimatycznych można zauważyć na przykładzie odmiany *Faro*, która była obiektem badań autorów w roku 2009. Wówczas zawartość białka w badanych próbach była wyższa i wynosiła 14,14% s.m.

Polifenole jako składniki bioaktywne obecnie są przedmiotem badań wielu ośrodków naukowych. Ze względu na ich potencjalne właściwości prozdrowotne są pożądanym składnikiem produktów żywnościowych. Znalazły zastosowanie w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym oraz kosmetycznym. Surowiec o wysokiej zawartości polifenoli może być stosowany m. in. do produkcji suplementów diety i leków. Badane odmiany charakteryzowały porównywalną zawartością polifenoli, jednak odmiany *Titicaca* oraz linie *S1* i *S2* zawierały nieco wyższą zawartość omawianych związków odpowiednio 1,27; 1,24 i 1,23 mg GAE/g. Podobne wyniki zawartości polifenoli uzyskali *Vollmannova i in.* [2013] a nieco wyższe *Repo-Carasco-Valencia i Serno* [2011].

Saponiny. W zależności od ilości saponin, komosa klasyfikowana jest jako: *gorzka* (>0,11% zawartości saponin) lub *łodka* (<0,11% zawartości saponin) [*Kozioł, 1992*]. Mimo że zawartość saponin w badanym materiale była istotnie zróżnicowana, to stwierdzono, że wszystkie badane odmiany i linie odmianowe ze względu na zawartość saponin powyżej 0,11% zaliczyć można do odmian gorzkich (Tab. 3). Najwyższa koncentracja saponin wystąpiła w nasionach odmiany *Faro* (1,30%) oraz linii *S1* (1,27%). Najmniej saponin oznaczono w odmianie *Puno* (0,80%).

Wnioski

Badane odmiany i linie odmianowe charakteryzują się zróżnicowanymi właściwościami fizykochemicznymi. Odmiana *Titicaca* w porównaniu do pozostałych posiada najkorzystniejszy rozkład granulometryczny.

Największy udział masowy stanowi frakcja zatrzymana na sicie o średnicy otworu sita 1,8 mm, a średni statystyczny wymiar liniowy w zbiorze wynosi 2,17 mm.

Tab. 3. Właściwości fizykochemiczne badanych odmian i linii odmianowych komosy ryżowej uprawianych w warunkach glebowych i klimatycznych Polski

Materiał	Masa 1000 nasion [g]	Gęstość [kg/m ³]	s.m. [%]	Białko $\left[\frac{g}{100\text{ g s.m.}}\right]$	Polifenole [mg GAE/g]	Saponiny [%]
<i>Faro</i>	2,06 ^c	713 ^{ab}	91,00 ^a	12,35 ^a	1,21 ^{ab}	1,30 ^d
<i>Titicaca</i>	3,21 ^c	750 ^{cd}	90,94 ^a	13,60 ^{bc}	1,27 ^b	0,97 ^b
<i>Puno</i>	2,18 ^d	777 ^d	91,00 ^a	13,05 ^{ab}	1,13 ^{ab}	0,80 ^a
<i>S1</i>	1,88 ^a	735 ^{bc}	91,14 ^{ab}	16,46 ^d	1,24 ^b	1,27 ^d
<i>S2</i>	2,01 ^c	718 ^{ab}	91,50 ^{ab}	16,03 ^d	1,23 ^b	1,04 ^{bc}
<i>S3</i>	1,95 ^b	701 ^a	91,70 ^b	14,21 ^c	1,04 ^a	1,07 ^c

a, b – wartości średnie w kolumnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie przy $\alpha = 0,05$

Zawartość wybranych składników chemicznych badanych odmian i linii komosy ryżowej uprawianych w warunkach glebowych i klimatycznych Polski jest porównywalna z wartościami podawanymi w doniesieniach literaturowych. Badane odmiany mogą stanowić źródło wartościowego białka i polifenoli. Dobrym źródłem saponin, które mogą być wykorzystane w przemyśle farmaceutycznym jest odmiana *Faro* oraz linia *S1*.

Z uwagi na wielkość nasion, ich masę oraz stosunkowo niewielką zawartość saponin odmiana *Titicaca* wydaje się być interesującym surowcem do wykorzystania w przemyśle spożywczym.

LITERATURA

- Abugoch James L.E., 2009. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): composition, chemistry, nutritional, and functional properties. *Advances in Food and Nutrition Research*, 58. DOI: 10.1016/S1043-4526(09)58001-1
- Ahamed N. T., Singhal R.S., Kulkarni P.R., Pal M., 1998. A lesser-known grain, *Chenopodium quinoa*: Review of the chemical composition of its edible parts. *Food and Nutrition Bulletin*, 19, 61-70
- Alvarez-Jubete L., Wijngaard H., Arendt E.K., Gallagher E., 2010. Polyphenol composition and in vitro anti-oxidant activity of Amaranth, Quinoa, Buckwheat and Wheat as affected by sprouting and baking. *Food Chemistry*, 119, 2, 770-778. DOI:10.1016/j.foodchem.2009.07.032
- Bhargava A., Shukla S., Ohri D., 2006. *Chenopodium quinoa* – An Indian perspective. *Industrial Crops and Products*, 23, 73-87
- Gęsiński K., 2012. Biologiczne i agrotechniczno-użytkowe uwarunkowania uprawy komosy ryżowej (*Chenopodium quinoa* Willd.). Rozprawy nr 157. Wyd. UTP, Bydgoszcz
- Gozdecka G., Gęsiński K., 2011. Charakterystyka masy nasiennej komosy ryżowej po zbiorze. *Inż. Ap. Chem.*, 50, nr 3, 27-28
- Gozdecka G., Gęsiński K., 2011. Wpływ procesu wymywania na eliminację saponin z powierzchni nasion komosy ryżowej (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Inż. Ap. Chem.*, 50, nr 2, 28-29
- Kozioł M., 1992. Chemical composition and nutritional evaluation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *J. Food Comp. Anal.*, 5, 35-68
- Kozioł M.J., 1991. Afrosimetric estimation of threshold saponin concentration for bitterness in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *J. Sci. Food Agric.*, 54, 211-219
- Mastebroek D., Limburg H., Gilles T., Marvin H., 2000. Occurrence of saponin in leaves and seeds of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *J. Sci. Food Agric.*, 80, 152-156
- Repo-Carasco-Valencia R.A.M., Serno L.A., 2011. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) as a source of dietary fiber and other functional components. *Cienc. Tecnol. Aliment. Campinas*, 31, 1, 225-230
- Vega - Galvez A., Miranda M., Vergara J., Uribe E., Puente L., Martinez E., 2010. Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), an ancient Andean grain: a review. *J. Sci. Agric.*, 90, 2541-2547. DOI:10.1002/jsfa.4158.
- Vollmannova A., Margitanova E., Toth T., Timoracka M., Urminska D., Bojnanska T., Cicova I., 2013. Cultivar influence on total polyphenol and rutin contents and total antioxidant capacity in buckwheat, amaranth and quinoa seeds. *Czech J. Food Sci.*, 31, 6, 589-595
- Waterhouse A.L., 2002. Determination of total phenolics. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, S. 6, I 1.1.1-1.1.1.8