

ZMIANY WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNYCH CHLEBA BEZGLUTENOWEGO POD WPŁYWEM DODATKU SUSZONEJ LUCERNY

Renata Różyło[✉], Dariusz Dziki, Alicja Ziemichód, Monika Siastała,
Beata Biernacka, Grzegorz Łysiak, Jawad al Aridhee, Ryszard Kulig
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Streszczenie. Celem pracy było określenie zmian właściwości fizycznych chleba bezglutenowego na bazie mąki ryżowej i kukurydzianej (1:1) pod wpływem dodatku suszonych liści lucerny. Lucernę w formie proszku dodawano do receptury chleba bezglutenowego w ilości 0, 2, 4, 6, 8 i 10%. Po wypieku określano podstawowe właściwości fizyczne chleba, cechy tekstury miększu (test TPA), barwę ($L^*a^*b^*$) oraz wykonano jego ocenę organoleptyczną. Dodatek lucerny spowodował zmniejszenie wartości pH pieczywa z poziomu 5,1 (kontrolny) do 4,7 (10% lucerny). Istotne zmniejszenie objętości chleba bezglutenowego stwierdzono już przy 2% dodatku proszku lucerny. Dodatek lucerny w proszku zmienił barwę miększu, składowe L^* i b^* zmniejszyły się, a wartość barwy a^* wzrosła. Zaobserwowano zwiększenie twardości i sprężystości miększu chleba bezglutenowego dopiero po przekroczeniu 6 i 10% dodatku lucerny w proszku. Zastosowanie lucerny wpłynęło negatywnie na smak i zapach chleba, jednak – mając na uwadze jej walory zdrowotne – można zaakceptować 2 do 4% udziału tego surowca.

Słowa kluczowe: chleb bezglutenowy, lucerna (*Medicago sativa*), tekstura, ocena sensoryczna

WSTĘP

Lucerna siewna (*Medicago sativa* L.) jest obecnie rozpowszechnionym składnikiem diety i nutraceutyków, wymienianym w dokumentach Rady Europy jako źródło naturalnych substancji poprawiających walory organoleptyczne żywności [Zgórka i Główniak 2008]. W liściach lucerny siewnej wykryto wiele biologicznie aktywnych związków, z których dominującą grupę stanowią glikozydy saponinowe [Oleszek i Jurzysta 1986]. Lucerna

[✉]renata.rozylo@up.lublin.pl

jest także źródłem steroli, związków polifenolowych oraz izoflawonoidów. Jest ona cennym źródłem witamin A, C, E, K oraz witamin z grupy B (B1, B6, B12), zawiera β -karoten, białko o wartościowym składzie aminokwasowym oraz związku mineralne, takie jak sole wapnia, potasu, żelaza i manganu [Bruneton 1999].

Zaobserwowano, że spożywanie preparatu z lucerny może przyczynić się do zmniejszenia anemii powstałej przez niedobór żelaza oraz zmniejszenia infekcji oddechowych [Bertin 2008]. W swoich badaniach Zgórska i Główniak [2008] wskazują na możliwość wykorzystania tej rośliny jako pomocniczego środka w hiperlipidemii i miażdżycy naczyń krwionośnych. Izolowane związki saponinowe mające aktywność przeciwdrobnoustrojową mogą być w przyszłości składnikiem roślinnych produktów leczniczych o szerokim spektrum działania przeciwgrzybiczego. Dzięki wysokiej zawartości chlorofilu, jednego z czterech znanych w przyrodzie najsilniejszych fitozwiązków o działaniu przeciwnowotworowym, stwierdza się, że lucerna ma także działanie odtruwające i zapobiega nowotworom układu trawienia (jelit, żołądka, przełyku) [Furgał i Milik 2008].

Dotychczas składnik ten w formie ekstraktu z liści lucerny dodawano do chleba i mąki pszennej [Zheng 1996], proszek z liści lucerny dodawano do ciasta pszennej i określano jego właściwości reologiczne [Hao i in. 2008]. Ze względu na zwiększający się odsetek ludzi z alergią na gluten [Rybicka i Gliszczyńska-Świątło 2014] coraz więcej badań dotyczy możliwości uzyskania chleba bezglutenowego o dobrej jakości. Wykazano, że chleb taki jest coraz częściej suplementowany różnymi dodatkami roślinnymi [Różyło i in. 2015a, b, c], które zwiększają jego walory odżywcze, jednak brakuje badań z zakresu wzbogacania go lucerną.

Z uwagi na cenne właściwości lucerny podjęto próbę zastosowania suszonych liści jako dodatku do chleba bezglutenowego. Celem tych badań było określenie właściwości fizycznych i sensorycznych chleba bezglutenowego ze zmiennym dodatkiem suszonych liści lucerny, a w konsekwencji dobór receptury o najbardziej optymalnych walorach jakościowych.

MATERIAŁ I METODY

Materiał

Surowcami podstawowymi do wypieku chleba bezglutenowego były mąki kukurydziana i ryżowa. Mąka kukurydziana (Melvit, Warszawa) zawierała: węglowodanów $84,0 \pm 4,1\%$, białka $7,0 \pm 0,3\%$, popiołu $0,48 \pm 0,02\%$ i tłuszczu $2,0 \pm 0,1\%$. Mąka ryżowa (Melvit, Warszawa) charakteryzowała się zawartością węglowodanów $79,2 \pm 3,4\%$, białka $7 \pm 0,2\%$, popiołu $0,29 \pm 0,01\%$ i tłuszczu $0,7 \pm 0,02\%$. Do receptury chleba kontrolnego dodawano lucernę w formie proszku (Alfalfa mielona, NatVita, Wrocław) w ilości 0, 2, 4, 6, 8 i 10%. Do chleba dodawano także drożdże suszone instant (Instaferm, Lallemand Iberia), pektynę jabłkową (Dronania, Niemcy) i gumę guar (Glutenex, Sady).

Wypiek chleba bezglutenowego

Wypiek laboratoryjny pieczywa bezglutenowego wykonano metodą jednofazową [Różyło i in. 2015 a, b, c]. Bezglutenowy chleb kontrolny wypiekano z mieszanki mąki

kukurydzianej i ryżowej w stosunku 1:1. Chleby doświadczalne wzbogacone preparatem z liści lucerny wypiekano z mieszanki bezglutenowej, w której część mąki kukurydziano-ryżowej zastąpiono proszkiem z liści lucerny w ilości odpowiednio 0, 2, 4, 6, 8 i 10% masy całkowitej mieszanki. Do mąki bezglutenowej dodawano drożdże suszone instant w ilości 1%, gumę guar w ilości 2%, pektynę w ilości 2% i sól w ilości 2%. Konsystencja ciasta była ustalona doświadczalnie [Hager i in. 2012]. Po wykonaniu serii wypieków próbnych określono optymalny dodatek wody na poziomie 125% (wydajność ciasta 225%) (w przeliczeniu na ilość mieszanki bezglutenowej o wilgotności 14%), był on stały dla wszystkich wariantów receptury.

Ciasto mieszono przez 5 minut (miesiarka Kitchen Aid, St. Joseph, MI, USA, obroty: „2 stopień”), po czym do foremek wkładano porcje po 300 g ciasta. Ciasto poddano fermentacji i rozrostowi w komorze fermentacyjnej (Sadkiewicz Instruments, Bydgoszcz, Polska) (30°C, 75% RH) przez 40 min. Wypiek prowadzono w piecu laboratoryjnym w 230°C przez 45–50 min. Po wystudzeniu bochenków zapakowano je w woreczki polietylenowe i oceniano po 24 h.

Testy wypiekowe wykonano trzykrotnie w 3 powtórzeniach, tzn. z 3 zamieszanych ciast każdego rodzaju odważano po trzy porcje do wypieku uzyskując 9 bochenków.

POMIARY PODSTAWOWYCH PARAMETRÓW FIZYCZNYCH CHLEBA BEZGLUTENOWEGO

Masę bochenków oznaczono zaraz po wypieku oraz po 24 godzinach. Pomiar objętości chlebów odbywał się za pomocą aparatu Sa-Wy z wykorzystaniem nasion prosa, po odczytaniu objętości bochenka określono objętość chleba uzyskanego ze 100 g mieszanki bezglutenowej o standardowej wilgotności 14%.

Wartość pH ciasta i miększu chleba określono za pomocą pehametru (TESTO 206-ph2, Pruszków, Polska) przy użyciu sondy (ph2) przeznaczonej dla substancji lepkich. Pehametr kalibrowano za pomocą roztworów buforowych w punktach pomiarowych o pH równym 4,0 i 7,0.

Pomiar barwy miększu wykonywano w systemie L^*a^*b (CIE International Commission on Illumination) wykorzystując miernik barwy HP 2132 (Anticorr, Gdańsk, Poland). Wartość L^* określa jasność barwy w przedziale od 0 do 100, parametr a^* w zakresie od barwy zielonej (wartość ujemna) do czerwonej (wartość dodatnia), natomiast b^* w zakresie od barwy niebieskiej (wartość ujemna) do żółtej (wartość dodatnia). Pomiar barwy wykonywano na środkowym obszarze kromki.

Pomiary tekstury i ocena cech sensorycznych chleba bezglutenowego

Parametry tekstury oznaczano na próbkach miększu o wymiarach $30 \times 30 \times 20$ mm, 1 i 3 doby po wypieku podczas ich dwukrotnego ściskania do głębokości 50% przy użyciu aparatu ZWICK Z020/TN2S (prędkość $1 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$) [Różyło i in. 2014 a, b]. Podczas pomiarów (test TPA podwójnego zgniotu) wyznaczono następujące parametry tekstury [Gámbaro i in. 2006]: twardość (maksymalna siła podczas pierwszego ściskania), sprężystość (iloraz szerokości 2 i 1 pikiu ($L2/L1$)), spoistość (pole pod 2. pikiem/pole pod 1.

pikiem), zuwalność (iloczyn spoistości, twardości i sprężystości). Pomiary tekstury wykonano w 9 powtórzeniach na próbkach miększu pochodzących ze środkowych części bochenka.

Analizę sensoryczną wykonano na próbkach miększu o grubości 10 mm. Kromki dzielono na 4 części, kodowano i podawano do oceny w przypadkowej kolejności [Matos i Rosell 2012]. Panel składał się z dwudziestu przeszkolonych osób, które oceniały smak, zapach, wygląd, teksturę i całkowitą akceptowalność. Pieczywo oceniano według 9-punktowej skali hedonicznej (1 – wybitnie nie lubię, 2 – bardzo nie lubię, 3 – umiarkowanie nie lubię, 4 – trochę nie lubię, 5 – ani lubię, ani nie lubię, 6 – umiarkowanie lubię, 7 – dość lubię, 8 – bardzo lubię, 9 – ogromnie lubię) [Kowalska i in. 2012, Lim et al. 2011].

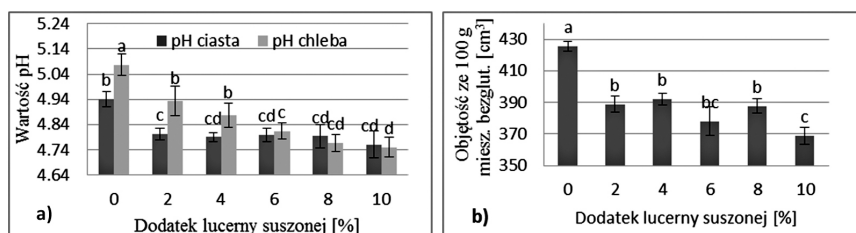
Metody statystyczne

Analizę statystyczną wyników badań wykonano na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ przy wykorzystaniu programu Statistica 6.0 (Statsoft). Przeprowadzono analizę wariancji oraz test Tukeya określający różnice między średnimi.

WYNIKI BADAŃ I DISKUSJA

Dodatek lucerny powodował zmniejszenie wartości pH ciasta i pieczywa (rys. 1a). Wartość pH ciasta malała z poziomu 4,94 do 4,76, a pH chleba z 5,08 do 4,75. Wartość pH ciasta i chleba kontrolnego była istotnie wyższa niż pH ciasta i chleba z 2, 4, 6, 8 i 10% udziałem lucerny. Nie było istotnych różnic w wartości pH chleba z 2 i 4% oraz 6 i 8% dodatkiem lucerny. W przypadku ciasta nie było istotnych różnic w wartości pH między 2, 4, 6, 8 i 10% udziałem tego dodatku. Przy udziale proszku z lucerny w zakresie od 0 do 4% zaobserwowano istotnie wyższe wartości pH chleba w porównaniu do pH ciasta, natomiast przy większym udziale tego dodatku nie było istotnych różnic między tymi parametrami chleba i ciasta.

Dla chleba kontrolnego wartość pH miększu wyniosła 5,08, a dla chleba z 10% udziałem lucerny pH było na poziomie 4,75. Zakres wartości jest porównywalny do pH chleba bezglutenowego z zakwasem gryczanym [Różyło i in. 2015c], jednak znacznie wyższa



Rys. 1. Wartość pH ciasta i miększu (a) oraz objętość (b) chleba bezglutenowego z różnym udziałem lucerny w proszku

Fig. 1. pH value of dough and crumb (a) and volume (b) of gluten-free bread containing different amount of alfalfa leaves powder

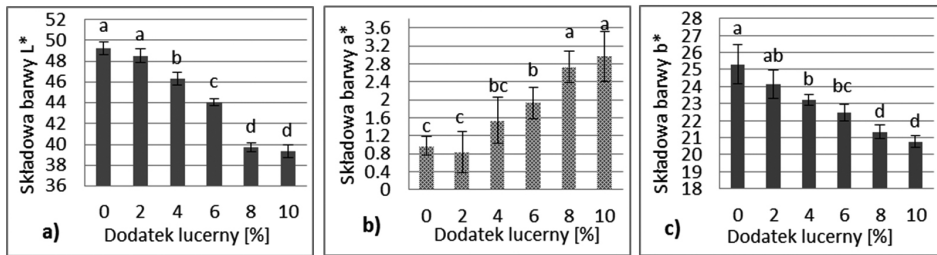
niż z zakwasem ryżowym [Różyło i in. 2016] czy amarantusowym [Różyło i in. 2015b]. Obniżenie pH jest korzystne z uwagi na wydłużenie przydatności do spożycia. Najłatwiej jest obniżyć pH stosując zakwas, jednak chleby na zakwasie nie zawsze są akceptowane przez konsumentów, dlatego dodatek lucerny może stanowić alternatywę.

Objętość pieczywa bezglutenowego (rys. 1b) z dodatkiem lucerny w proszku malała wraz ze zwiększaniem procentowego udziału dodatku, największy spadek objętości zaobserwowano przy 10% dodatku lucerny w proszku. Należy zaznaczyć, że istotny spadek objętości chleba był już przy 2% dodatku lucerny oraz nie było statystycznie istotnych różnic między objętością chleba z 2, 4, 6 i 8% udziałem lucerny. Lucerna zawiera w swoim składzie saponiny mające właściwości powierzchniowo czynne, co mogło mieć wpływ na obniżenie objętości pieczywa. Objętość pieczywa zależy od wielu czynników, w tym właściwości mąki oraz stosowanych dodatków [Siestała i in. 2014], a także, szczególnie w przypadku pieczywa pszennego, od metody prowadzenia ciasta [Romankiewicz i in. 2013]. Zheng [1996] stwierdził, że aby uzyskać chleb pszenny o dobrej jakości (dużej objętości) przy użyciu ekstraktu z lucerny powyżej 4%, należy zastosować dodatek glutenu. Objętość chleba bezglutenowego także zależy od rodzaju zastosowanej mąki. We wcześniejszych badaniach [Różyło 2015a] uzyskano istotnie większe objętości dla chleba ryżowego w porównaniu do chleba kukurydzianego, natomiast pośrednie wartości objętości stwierdzono dla mieszanek tych mąk z mąką gryczaną. Lazaridou i in. [2007] uważają, że stosowane dodatki do chleba bezglutenowego wpływają na jego objętość. W przypadku pieczywa bezglutenowego właściwości porowatej struktury przestrzennej miększu oraz wynikająca z nich objętość chleba powstają w wyniku zamykania pęcherzyków gazu w porowatym szkielecie miększu, utworzonym głównie ze zdenaturowanych białek i skleikowanej skrobi, a także stosowanych dodatków funkcjonalnych [Diowkszy i in. 2009].

Barwa postrzegana wzrokowo zmieniała się istotnie wraz ze zwiększaniem dodatku lucerny w proszku, chleb stawał się ciemniejszy z brązowozielonym odcieniem. Przy każdej ilości dodatku była ona akceptowalna. Składowe barwy miększu chleba bezglutenowego z dodatkiem lucerny w proszku zmieniały się (jednostajnie zwiększały lub zmniejszały) wraz ze wzrostem udziału tego dodatku. Jasność miększu L^* była najwyższa dla próby kontrolnej oraz z 2% ilością lucerny. Przy 4% dodatku nastąpiło istotne zmniejszenie składowej L^* barwy miększu, jednak największe zmniejszenie tej wartości było przy 8% dodatku lucerny. Nie stwierdzono istotnych różnic między jasnością miększu z 8 i 10% udziałem lucerny. Składowa barwa a^* istotnie zwiększyła się przy 6% dodatku lucerny, natomiast wskaźnik b^* barwy zmniejszył się już przy 4% udziale. Dodatek lucerny w proszku zmienił barwę miększu, składowe L^* i b^* zmniejszały się, a wartość barwy a^* wzrosła (rys. 2).

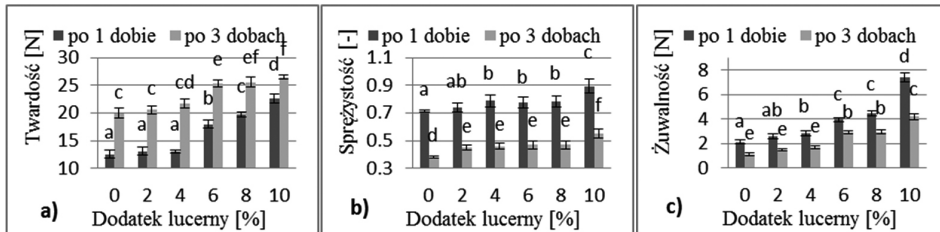
Zaobserwowano zwiększenie twardości miększu chleba bezglutenowego, lecz dopiero po przekroczeniu 6% ilości lucerny w proszku. Sprężystość miększu rosła wraz ze zwiększeniem dodatku lucerny suszonej, jednak istotny wzrost sprężystości i żuwalności nastąpił przy 10% udziale lucerny (rys. 3).

W dotychczasowej literaturze brakuje wyników badań nad zastosowaniem dodatku lucerny do chleba bezglutenowego i jej wpływu na właściwości mechaniczne miększu. Chleb pszenny z liśćmi komosy ryżowej (ang. *quinoa*) w zakresie od 1 do 5% [Świeca i in. 2014] różnił się istotnie cechami tekstury miększu – zaobserwowano liniowy



Rys. 2. Parametry L*a*b* barwy mięksizu chleba bezglutenowego z różnym udziałem lucerny w proszku

Fig. 2. Color L*a*b* values of gluten-free bread crumb containing different alfalfa powder additions

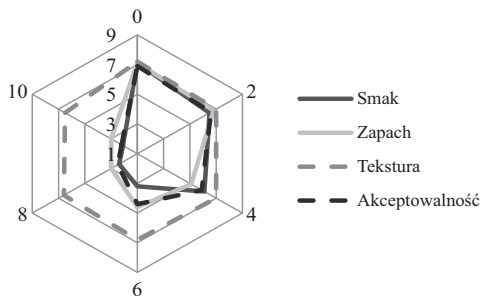


Rys. 3. Parametry tekstury chleba bezglutenowego z różnym udziałem lucerny w proszku

Fig. 3. Texture properties of gluten-free bread crumb baked with different amount of alfalfa

wzrost twardości, spoistości i gumiałości mięksizu. Das i in. [2012], stosując dodatek liści kolendry w proszku (1, 3, 5 i 7%) do chleba pszennego, zaobserwowali niewielkie zwiększenie twardości mięksizu. W badaniach własnych natomiast zaobserwowano istotne zmiany parametrów tekstury chleba bezglutenowego pod wpływem dodatku suszonej lucerny.

Zastosowanie lucerny wpłynęło negatywnie na smak i zapach chleba (rys. 4). Istotne pogorszenie smaku i zapachu objawiające się gorzkim posmakiem i zapachem charakterystycznym dla wysuszonej trawy było przy 6% dodatku. Dodatek lucerny w ilości 2 do 4% był akceptowany przez konsumentów. Uwzględniając ocenę fizyczną, cechy tekstury, ocenę organoleptyczną chleba i mając także na uwadze walory zdrowotne lucerny, można zaakceptować 2 do 4% udziału tego surowca w recepturze. Zheng [1996], dodając ekstrakt z liści lucerny do chleba i makaronu pszennego, stwierdził, że dodatek ten może być zastosowany w ilości 3–4%.



Rys. 4. Ocena organoleptyczna chleba bezglutenowego z udziałem lucerny w proszku

Fig. 4. Sensory quality of gluten-free bread with different amount of alfalfa powder

WNIOSKI

1. Dodatek lucerny spowodował obniżenie wartości pH ciasta i pieczywa.
2. Objętość pieczywa bezglutenowego z dodatkiem lucerny w proszku istotnie zmniejszyła się już przy 2% dodatku, największe zmniejszenie objętości było przy 10% dodatku lucerny w proszku.
3. Dodatek lucerny w proszku zmieniał barwę miękiszu: składowe L* i b* zmniejszały się, a wartość składnika barwy a* uległa wzrostowi przy zwiększaniu dodatku tego produktu. Mięksiz stawał się ciemniejszy z widocznym zielonym odcieniem. Barwa postrzegana wzrokowo była akceptowalna dla każdej ilości dodatku.
4. Twardość miękiszu chleba bezglutenowego zwiększyła się dopiero po przekroczeniu 6% ilości lucerny w proszku. Największy wzrost sprężystości nastąpił przy 10% udziale lucerny.
5. Zastosowanie lucerny wpłynęło negatywnie na smak i zapach chleba. Mając na uwadze walory zdrowotne lucerny i jakość uzyskanego chleba bezglutenowego, można zaakceptować 2 do 4% udziału tego surowca w recepturze.

LITERATURA

- Bertin E., 2008. Wyciąg z liści lucerny (EFL). Rozdział w monografii „Lucerna w żywieniu ludzi i zwierząt” pod red. Greli E.R., 29–39. Wydawnictwo Stowarzyszenia Rozwoju Regionalnego i Lokalnego „PROGRESS”, Dzierżkówka.
- Bruneton J., 1999. Pharmacognosy. Phytochemistry. Medicinal Plants. 2nd edition. Intercept Ltd.-Lavoisier Publishing Inc., Paris-New York.
- Das L., Raychaudhuri U., Chakraborty R., 2012. Supplementation of common white bread by coriander leaf powder. *Food Sci. Biotechnol.* 21(2), 425-436.
- Diowksz A., Sucharzewska D., Ambroziak W., 2009. Rola błonnika pokarmowego w kształtowaniu cech funkcjonalnych ciasta i chleba bezglutenowego. *ŻYWNÓŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość*, 2(63), 83–93.
- Furgał W., Milik K., 2008. Studium przypadków zastosowania koncentratu białkowo-ksantofilowego z lucerny jako suplementu diety ludzi. Rozdział w monografii „Lucerna w żywieniu ludzi i zwierząt” pod red. Greli E.R., 39–49. Wydawnictwo Stowarzyszenia Rozwoju Regionalnego i Lokalnego „PROGRESS”, Dzierżkówka.
- Gambaro A., Gimenez A., Ares G. Gilardi V., 2006. Influence of enzymes on the texture of brown pan bread. *J. Texture Stud.* 37, 300–314.
- Hager A.S., Wolter A., Czerny M., Bez J., Zannini E., Arendt E.K., Czerny M., 2012. Investigation of product quality, sensory profile and ultrastructure of breads made from a range of commercial gluten-free flours compared to their wheat counterparts. *Eur. Food Res. Technol.* 235, 333–344.
- Hao C-C., Wang L-J., Li D., Özkan N., Wang D-C., Chen X.D., Mao Z-H., 2008. Influence of alfalfa powder concentration and granularity on rheological properties of alfalfa-wheat dough. *J. Food Eng.* 89(2), 137–141.
- Kowalska H., Marzec A., Mucha M., 2012. Ocena sensoryczna wybranych rodzajów pieczywa funkcjonalnego oraz preferencje pieczywa wśród konsumentów. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 571, 67–78.

- Lazaridou A., Duta D., Papageorgiou M., Belc N. and Biliaderis C.G., 2007. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. *J. Food Eng.* 79, 1033–1047.
- Lim H.S., Park S.H., Ghafoor K., Hwang S.Y., Park J., 2011. Quality and antioxidant property of bread containing turmeric. *Curcuma longa* L. cultivated in South Korea. *Food Chem.* 112, 1577–1582.
- Matos M.E., Rosell C.M., 2012. Relationship between instrumental parameters and sensory characteristics in gluten-free breads. *Eur. Food Res. Technol.*, 235(1), 107–117.
- Oleszek W., Jurzysta M., 1986. Isolation, chemical characterization and biological activity of alfalfa (*Medicago sativa* Pers.) root saponins. *Acta Soc. Bot. Pol.* 55, 1, 23–33.
- Romankiewicz D., Ceglińska A., Cacak-Pietrzak G., 2013. Wpływ metody prowadzenia ciasta na jakość chleba pszennego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 574, 57–65.
- Różyło R., Dziki D., Laskowski J., 2014a. Changes in the physical and the sensorial properties of wheat bread caused by interruption and slowing of the fermentation of yeast-based leaven. *J. Cereal Sci.* 59, 88–94.
- Różyło R., Dziki D., Laskowski J., Skonecki S., Łysiak G., Kulig R., Różyło K., 2014b. Texture and sensory evaluation of composite wheat-oat bread prepared with novel two-phase method using oat yeast fermented leaven. *J. Texture Stud.* 45, 235–245.
- Różyło R., Dziki D., Gawlik-Dziki U., Cacak-Pietrzak G., Miś A., Rudy S., 2015a. Physical properties of gluten-free bread caused by water addition. *Int. Agrophys.* 29, 353–364.
- Różyło R., Rudy S., Krzykowski A., Dziki D., 2015b. Novel application of freeze-dried amaranth sourdough in gluten-free bread production. *J. Food Process Eng.* 38, 135–143.
- Różyło R., Rudy S., Krzykowski A., Dziki D., Gawlik-Dziki U., Różyło K., Skonecki S., 2015c. Effect of adding fresh and freeze-dried buckwheat sourdough on gluten-free bread quality. *Int. J. Food Sci. Technol.* 50, 313–322.
- Różyło R., Rudy S., Krzykowski A., Dziki D., Siastała M. and Polak R., 2016. Gluten-Free Bread Prepared with Fresh and Freeze-Dried Rice Sourdough-Texture and Sensory Evaluation. *J. Texture Stud.* doi: 10.1111/jtxs.12180.
- Rybicka I., Gliszczyńska-Świgło A., 2014. Ocena zawartości witamin z grupy B w owsianych produktach bezglutenowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 576, 111–119.
- Siastała M., Dziki D., Różyło R., 2014. Wpływ dodatku błonnika z szańczynu strąkowego na cechy teksturalne miększu chleba pszennego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 578, 111–119.
- Świeca M., Sęczyk Ł., Gawlik-Dziki U., Dziki D., 2014. Bread enriched with quinoa leaves – The influence of protein-phenolics interactions on the nutritional and antioxidant quality. *Food Chem.* 162(1), 54–62.
- Zgórka G., Głowniak K., 2008. Ocena aktywności biologicznej składników czynnych lucerny (*Medicago sativa* L.) na podstawie badań *in vitro* oraz *in vivo*. Rozdział w monografii „Lucerna w żywieniu ludzi i zwierząt” pod red. Greli E.R., 39–40. Wydawnictwo Stowarzyszenia Rozwoju Regionalnego i Lokalnego „PROGRESS”, Dzierżkówka.
- Zheng J., 1996. Studies on the Application of Alfalfa Leaf Protein in Foods. *Food Ferment. Ind.* 05, 61–72.

CHANGES IN THE PHYSICAL PROPERTIES OF GLUTEN-FREE BREAD UNDER THE INFLUENCE OF ALFALFA POWDER ADDITION

Summary. The aim of work was to determine the influence of alfalfa leaves powder addition directly into gluten-free bread recipe on physical and sensory properties of bread. The raw material for making control gluten-free bread included white rice flour and corn flour (1:1).

Alfalfa leaves powder was added in the amounts of 2, 4, 6, 8 and 10% of the total gluten-free blend. The gluten-free dough was mixed of all the ingredients for 5 min. After mixing, the dough was immediately transferred into a pan and then subjected to proofing (30°C and 75–88% RH) for 40 min. The loaves were baked at 230°C for 45–50 min in a laboratory oven.

The basic physical, texture (the TPA test) (hardness, springiness, chewiness), color ($L^*a^*b^*$) and sensory (taste, aroma, texture and overall acceptability) properties were determined after baking.

In comparison with control bread a significantly lower pH value was obtained, it changed from 5,1 (control) to 4,7 (10%). With an increased content of alfalfa, significant changes were noted in the volume of gluten-free bread. Volume of bread decreased with increasing the addition of alfalfa in the range from 0 to 10%. The lowest volume was obtained after adding 10% of alfalfa, but significantly lower volume was obtained already after using 2% of alfalfa powder. With an increased content of alfalfa powder, significant changes were noted in the color of bread crumb. Lightness component L^* decreased with increasing the addition of alfalfa in the range from 0 to 10%. Parameter a^* increased with the addition of alfalfa in the range from 6 to 10%. Value b^* of color decreased significantly with 4% of alfalfa addition. Changes in the texture (hardness, springiness and chewiness) were also observed. The hardness increased significantly with increasing alfalfa powder addition as compared to control bread. Alfalfa powder addition at the level of 6% significantly increased hardness. There were no significant differences in the springiness of GFB with 0, 2, 4 and 6% share of alfalfa in bread formulation. The highest springiness was observed in gluten-free bread formula containing 10% of alfalfa leaves powder. Chewiness of crumb significantly increased after adding 2% of alfalfa leaves powder. The results confirm the possibility of the use of alfalfa powder in the production of GFB. Because of the unpleasant taste an acceptable gluten-free bread can be obtained by adding from 2 to 4% of the alfalfa leaves powder.

Key words: gluten-free bread, alfalfa (*Medicago sativa*), quality, texture