

УДК 664.1-663

Бажай-Жежерун С.А.

Національний університет харчових технологій

Береза-Кіндзерська Л.В.

Національний університет харчових технологій

Тогачинська О.В.

Національний університет харчових технологій

ПЛАСТІВЦІ ПІДВИЩЕНОЇ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ НА ОСНОВІ БІОЛОГІЧНО АКТИВОВАНОГО ЗЕРНА

У статті обґрунтовано застосування режиму гідротермічного оброблення зерна за температури 12–16°C. За цих умов відбувається активізація ферментного комплексу, зниження густини зерна та підвищення його питомого об'єму; активізація синтезу вітамінів і вітаміноподібних речовин. Визначено вміст вітамінів у зерні пшениці, голозерного вівса і тритикале, досліджено їх основні показники харчової цінності. Із застосуванням розрахункового методу харчової комбінаторики розроблено низку рецептур сумішей пластівців, підготовлено дослідні зразки готових продуктів і досліджено їх основні показники якості. Розраховано забезпечення добової норми вітамінів та основних енергогенних речовин за рахунок споживання суміші пластівців із біологічно активованого зерна.

Ключові слова: біологічне активування, зерно, пшениця, тритикале, овес, харчова цінність.

Постановка проблеми. Зернові продукти є основними й незамінними компонентами харчового раціону, вони містять низку есенціальних речовин, необхідних для забезпечення нормальної життєдіяльності організму людини.

Провідне місце харчових продуктів на зерновій основі в харчуванні населення України ставить перед технологами мету – досягти підвищення їх функціональної значимості. Досить інтенсивно розробляються технології й розширюється асортимент нових збагачених функціональних харчових продуктів на основі зернових культур.

Широкого розповсюдження набувають пластівці та крупи швидкого приготування. Інтерес споживачів до цього виду круп'яних продуктів пояснюється можливістю швидкого приготування цих продуктів і кращими харчовими і смаковими властивостями, порівно з традиційними крупами. Класичним видом злаків для виробництва пластівців є овес. Останнім часом для виробництва пластівців застосовують також деякі інші злакові культури – жито, пшеницю, ячмінь, а також кукурудзу, просо, гречку. Це дає змогу розширити асортимент продукції, підвищити її харчову цінність.

Одним із корисних і смачних видів зернової продукції є мюслі, основою яких є пластівці кількох злаків, доповнені фруктовими та овочевими компонентами. Так, досить вдалим є продукти, у яких передбачено поєднання злакових пластівців з різним оригінальним наповненням, яке становить від 30% до 50% продукту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Базовим продуктом, що є основою для виробництва круп плющених і пластівців, є крупи неподрібнені. Крупи плющені отримують із круп неподрібнених, які пропарюють і плющать. Пластівці виробляють із круп неподрібнених вищого сорту при їх додатковому очищенні, пропарюванні та плющенні [1].

Дослідженнями встановлено, що регулярне споживання цільного зерна та продуктів на його основі сприяє зниженню ризику захворювань серцево-судинної і травної систем організму, розвитку діабету [2; 3]. Такий вплив зумовлений наявністю в цільнозернових продуктах деяких біологічно активних компонентів: вітамінів, мінеральних сполук, харчових волокон, які здатні підвищувати імунітет та адаптаційні можливості людини, поліпшувати діяльність шлунково-

кишкового тракту, органів і систем, знижувати розвиток метаболічного синдрому [4]. Доведено, що цінні складні комплекси БАР, які містяться в продуктах на основі цільного зерна, є кориснішими, ніж окремі ізольовані компоненти [5]. Периферійні частини зерна, оболонки та алейроновий прошарок, зародок містять значно більшу кількість цінних мікронутрієнтів, порівняно з крохмальним ендоспермом, зокрема вітамінів і вітаміноподібних сполук, фенольних сполук, фітостеролів лігнанів, харчових волокон, які характеризуються високою біологічною активністю [6; 7].

Останнім часом розробляються нові технології нетрадиційного перероблення зерна злакових культур, які передбачають процес пророщування. Пророщування як метод біологічної активації застосовують для підвищення харчової цінності зернової та інших видів сировини.

Під час проростання зерна пшениці збільшується біодоступність харчових сполук шляхом часткового гідролізу крохмалю, білків, геміцелюлози й целюлози; підвищення вмісту вітамінів та інших біологічно активних речовин. Окрім того, активність деяких антиаліментарних речовин (інгібіторів ферментів, гемаглютиніну) під час проростання знижується, що сприяє повному засвоєнню цінних нутрієнтів зерна [8].

Науковці пропонують отримувати борошно підвищеної харчової цінності, зокрема з поліпшеним амінокислотним, мінеральним і жирнокислотним складом із зерна, пророщеного в розчинах морської солі [9].

Біологічно активоване зерно пшениці, яке містить значну кількість вітамінів і клітковини, рекомендують застосовувати для збагачення хліба. Застосування біологічно активованого зерна пшениці в хлібопеченні дає можливість підвищити біологічну цінність хлібобулочних виробів [10].

Досліджено, що включення пророщеного зерна пшениці до рецептури хліба в кількості 15% дає змогу отримати продукт із хорошими органолептичними й технологічними характеристиками [11]. Науковцями розроблено новий вид зернового хліба з пророщеного зерна пшениці, який має високі показники якості, зокрема підвищений питомий об'єм формового хліба, рівномірну добре розвинену пористість м'якушки, покращені мікробіологічні показники, подовжений термін зберігання [12]. Вітчизняними науковцями й ученими Білорусі розроблено низку способів перероблення біологічно активованого зерна, цінної сировини, для виробництва борошна, круп та інших продуктів оздоровчого спрямування [13; 14].

Розроблено технологію пластівців з червоною рису, яка передбачає використання цільного зерна, вимоченого протягом кількох днів, що сприяє підвищенню харчової цінності й засвоюваності сировини [15].

У літературі відсутні дані щодо можливості виробництва пластівців на основі цільного біологічно активованого зерна пшениці, голозерного вівса і тритикале.

Постановка завдання. Розширення сировинної бази для виробництва продуктів оздоровчого спрямування, а також застосування щадних методів підготовки й оброблення сировини є пріоритетним завданням технологів харчової промисловості.

Метою роботи є наукове і практичне обґрунтування доцільності використання цільного біологічно активованого зерна пшениці, голозерного вівса і тритикале для виробництва суміші пластівців підвищеної харчової цінності.

Виклад основного матеріалу дослідження. Відомо, що гідротермічне оброблення підвищує харчову та біологічну цінність зерна. Параметрами, що визначають режим ГТО, є вологість, температура, тиск і тривалість. Застосовують три різні методи: холодне, гаряче і швидкісне кондиціонування.

У круп'яному виробництві гідротермічне оброблення використовують для підвищення виходу крупи. За традиційних режимів холодного кондиціонування гідротермічне оброблення передбачає зволоження зерна і тривале відволоження протягом 4–8 чи 16–24 год., залежно від типу зерна, до вологості 15,5–17% за температури від 30 до 40°C. Також режими гідротермічного оброблення передбачають пропарювання під тиском і перування зерна [16]. Таке нагрівання не сприяє синтезу вітамінів у зерні.

Нами запропоновано режим гідротермічного оброблення – холодного кондиціонування за температури 12–18°C в три цикли, кожен із яких включає інтенсивне зволоження зерна протягом 4 год. з наступним відволоженням протягом 4–6 год. загальною тривалістю 24–30 год., який сприяє підвищенню вологості зерна до 30–35%, що зумовлює активізацію ферментного комплексу. Унаслідок інтенсифікації ферментативних процесів відбувається частковий гідроліз вуглеводів і білків, зміна конформації білкових макромолекул, активізація синтезу вітамінів і вітаміноподібних речовин. За вказаного оброблення суттєво збільшується вміст водорозчинних і жиророзчинних вітамінів, вітаміноподібних речовин. Унаслідок активізації ферментного комплексу відбуваються

біологічні зміни в структурі зерна, воно починає проростати, перебуває в так званому «пробудженому стані». Тому ми назвали гідротермічне оброблення зерна за нового, запропонованого нами режиму біологічним активуванням зерна.

Нами проведено низку досліджень щодо вмісту біологічно активних речовин у зерні пшениці, голозерному вівсі і тритикале; визначено основні показники харчової цінності цих злакових культур (таблиця 1).

Нами досліджено, що за вказаного оброблення суттєво збільшується вміст водорозчинних вітамінів: кількість тіаміну та рибофлавіну зростає у 2–2,5 рази; вміст пантотенової кислоти, піридоксину, нікотинової кислоти й інозиту збільшується

у 1,5–2 рази (залежно від сорту зерна), порівняно з зерном нативним. Суттєво підвищується вміст вітамінів антиоксидантів (таблиця 2).

Отже, вміст вітамінів у цільному біологічно активованому зерні злакових культур значно вищий порівняно із зерном нативним.

Нами досліджено, що цільне біологічно активоване зерно пшениці, голозерного вівса і тритикале містить значну кількість харчових волокон—2,4–2,7%, які заводуотримувальною здатністю належать до групи середньоводозв'язуючих, що зв'язують від 2 до 8 г води/г харчових волокон. Відомо, що харчові волокна є природними харчовими сорбентами, які здатні адсорбувати токсичні речовини, солі важких металів, радіонукліди,

Таблиця 1

Порівняльний хімічний склад основних нутрієнтів зерна

Зразок зерна		Харчова цінність, г/100 г		
		Білки	Жири	Вуглеводи
Нативне зерно	Пшениця	12,3	1,91	68,4
	Голозерний овес	13,4	8,13	40,71
	Тритикале	12,7	2,94	62,4
Зерно після ГТО	Пшениця	10,6	2,52	54,12
	Голозерний овес	11,7	8,74	36,83
	Тритикале	10,2	3,72	50,31

Таблиця 2

Уміст вітамінів С, Е та Р у зерні злакових культур

Зернова культура	Уміст вітаміну Р, мг%	Уміст вітаміну Е, мг%	Уміст вітаміну С, мг%
Нативне зерно			
Пшениця	3,9	0,34	2,6
Овес	3,4	0,21	1,2
Тритикале	4,5	0,47	2,3
Зерно біологічно активоване			
Пшениця	9,3	10,73	5,7
Овес	7,9	9,26	3,8
Тритикале	9,2	10,82	4,1

Таблиця 3

Рецептури суміші пластівців і характеристика їх харчової цінності й органолептичних показників

№	Рецептурні компоненти			Харчова цінність				Уміст вітамінів, мг%		Органолептичні показники готового продукту
	Пшениця	Овес голозерний	Тритикале	Білки	Жири	Вуглеводи	Енергетична цінність, ккал	Е	Р	
1	15	50	35	12,85	4,58	46,25	277,45	11,75	8,57	Каша в'язка, не достатньо розсипчаста, запах і смак властивий цьому продукту
2	20	45	35	12,68	4,38	47,26	279,2	11,65	8,64	Каша в міру розсипчаста, приємний смак і запах варених пластівців
3	25	40	35	12,51	4,18	48,26	280,74	11,55	8,74	Каша в міру розсипчаста, приємний смак і запах варених пластівців
4	30	30	40	12,22	3,79	50,17	283,67	11,36	8,84	Каша в міру розсипчаста, приємний смак і запах варених пластівців
5	35	35	30	12,29	3,96	49,37	282,42	11,45	8,78	Каша твердувата при прожовуванні, запах і смак, властиві цьому продукту

жовчні кислоти, холестерин, а також позитивно впливають на процеси травлення, займають значний об'єм у кишечнику та підсилюють його перистальтику.

Уміст мінеральних сполук у цільній зерновій сировині з непорушеними плодовими та насінними оболонками, алейроновим шаром значно вищий, порівняно із зерном, яке традиційно застосовується для виготовлення пластівців.

Нами розроблено рецептури сумішей пластівців, підготовлено дослідні зразки готових продуктів і досліджено їх основні показники якості (таблиця 3).

Експериментально встановлено, що готовий продукт, отриманий із суміші пластівців, яка включає 30% зерна вівса, є в міру розсипчастим, має приємний смак і запах варених пластівців. При збільшенні вмісту вівса до 40% відмічено нормальну розсипчастість, структура каші однорідна по всій масі. При збільшенні масової частки вівса до 45% розсипчастість і структура каші не змінюються. Збільшення масової частки вівса до 50% зумовлює підвищення в'язкості каші, внаслідок збільшення вмісту геміцелюлози, розсипчастість знижується, що не є доцільним. Оптимальний уміст вівса в суміші пластівців – 30–45%.

Досліджено, що готовий продукт, отриманий із суміші пластівців, яка містить 20% зерна пшениці, має відмінні органолептичні показники: каша в міру розсипчаста, приємний смак і запах варених пластівців. При збільшенні масової частки зерна пшениці до 30% структура каші залишається

м'якою, легкою для прожовування, має приємний смак і запах варених пластівців. Збільшення масової частки зерна пшениці до 35% зумовлює більш жорстку структуру каші, що пояснюється вищою щільністю оболонкових частин зерна пшениці порівняно із зерном голозерного вівса і тритикале, що є не доцільним. Отже, вміст зерна пшениці в суміші пластівців повинен становити 20–30%.

З огляду на наші дослідні дані й застосовуючи розрахунковий метод харчової комбінаторики [17], розраховано відсотковий уміст рецептурних компонентів суміші, який забезпечує найбільшу кількість вітамінів групи В, вітамінів С та Е, інозиту в готовому продукті; амінокислотний склад максимально збалансований щодо статистично обґрунтованого білкового еталону, а також дає змогу отримати відмінні органолептичні та фізико-хімічні показники готового продукту. Отже, оптимальним є склад суміші пластівців, що містить співвідношення масових часток компонентів : 20–30% пшениці, 30–45% голозерного вівса, 35–40% тритикале. Пластівці мають високу харчову цінність, хороші органолептичні показники.

З урахуванням законодавчо затверджених норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах та енергії [18] виконано розрахунок забезпечення добової норми (ДН) у вітамінах та основних речовинах за рахунок споживання суміші пластівців із біологічно активованого зерна. Кількісні показники наведено в таблицях 4, 5.

Таблиця 4

Забезпечення добової потреби у вітамінах на 100 г суміші пластівців

Вітамін	Уміст у суміші пластівців, мг	Норми споживання, мг		Забезпеченість ДН, %	
		Чоловіки	Жінки	Чоловіки	Жінки
Е	11,5	17	15	67,6	76,6
Р	8,7	50		17,4	17,4
С	4,2	70		6	6

Таблиця 5

Харчова й енергетична цінність суміші пластівців

Показник	Суміш пластівців	Добові норми споживання		Забезпечення добової норми, %		
		Чол.	Жін.	Чол.	Жін.	
Білки, г	12,4	67	55	18,5	22,5	
Жири, г	4,03	68	56	5,92	7,19	
Вуглеводи, г	Крохмаль	52,7	392	320	13,4	16,4
	Харчові волокна	2,7	20		13,5	13,5
Енергетична цінність, ккал	327	2450	2000	13,34	16,35	

Отже, з огляду на добову потребу дорослого населення у вітамінах, 100 г суміші пластівців дає змогу задовольнити потребу у вітаміні Е на 67–76%, у вітаміні Р – на 17,4%, у вітаміні С – на 6%. Отримані результати свідчать, що суміш пластівців із пророщеного зерна пшениці, вівса і тритикале є функціональним продуктом.

Установлено, що ступінь забезпечення добової потреби дорослого населення першої групи інтенсивності праці в макронутрієнтах за рахунок споживання 100 г злакових пластівців становить: білки – 18–22%, жири – 5–7%, вуглеводи – 13–16%, харчові волокна – 13,5%.

Висновки. Біологічно активоване зерно злакових культур з непорушеною структурою, без

відділення оболонки є джерелом макронутрієнтів, вітамінів, мінеральних сполук, природних харчових сорбентів. Отримані результати мають практичне значення, оскільки дають змогу рекомендувати використання біологічно активованого зерна пшениці, тритикале, голозерного вівса для виробництва інноваційних харчових продуктів. Створення суміші пластівців на основі біологічно активованого зерна пшениці, вівса і тритикале є доцільним, дає можливість розширити асортимент оздоровчих продуктів на зерновій основі, а також сприяє розширенню асортименту пластівців функціонального призначення та лікувально-профілактичного призначення.

Список літератури:

1. Егоров Г.А., Петренко Т.М. Технология муки и крупы. Москва: Издательский комплекс МГУПП, 1999. 180 с.
2. Anderson J.W. Whole grains protect against atherosclerotic cardiovascular disease. *Proc. Nutr. Soc.* 2003. P. 135–142.
3. Okarter N. Health benefits of whole grain phytochemicals. *Crit Rev. Food Sci Nutr.* 2010. P. 193–208.
4. Adom K.K., Sorrells R.H. Phytochemical Profiles and Antioxidant Activity of Wheat Varieties. *J. Agric. Food Chem.* 2003. P. 7825–7834.
5. Liu R.H. Potential synergy of phytochemicals in cancer prevention: mechanism of action. *J. Nutr.* 2004. P. 3479–3485.
6. Liukkonen K.H., Katina K., Wilhelmsson A., Myllymäki O., Lampi A.M. *Proc. Nutr. Soc.* 2003. P. 117–122.
7. Jacobs D.R., Pereira M.A., Stumpf K., Pins J.J. Whole grain food intake elevates serum enterolactone. *Br. J. Nutr.* 2002. P. 111–116.
8. Jan A. Delcour, R. Carl Hosney. Principles of Cereal Science and technology. Edition, Minor Constituents, Chapter. 2010. P. 280.
9. Кравченко М., Криворучко М., Поп Т. Якість борошна із зерна пшениці, пророщеного у розчині морської харчової солі. *Товари і ринки.* 2012. № 2. С. 106–110.
10. Цапалова, И.Э., Сотников О.М. Повышение биологической ценности хлеба путем биоактивации зерна пшеницы. Влияние проращивания на химический состав и качество клейковины. *Хлебопечение России.* 1999. № 6. С. 26–27.
11. Iordan M., Stoica A., Corina E. Popescu. Changes in quality indices of wheat bread enriched with biologically active preparations. *Annals food science and technology.* 2013. V. 14 (2). P. 165–170.
12. Корячкина С.Я., Кузнецова Е.А. Инновационная технология хлеба из пророщенного зерна пшеницы. *Хранение и переработка зерна.* 2009. № 3. С. 51–53.
13. Sharshunov V.A., Urbanchyk E.N., Kasyanova L.A. Biotechnology techniques for a more efficient use of the cereal resources of Belarus. *Vesti National Academy of Sciences of Belarus.* 2012. № 1. P. 101–106.
14. Simakhina G.A., Bazhay-Zhezherun S.A., Mykoliv T.I., Bereza-Kindzerska L.V., Antoniuk M.M. The Use Of The Biologically Activated Grain Is In Technology Of Health Products. *East European Scientific Journal.* 2017. Vol. 4. P. 147–153.
15. Kanchana A., Arun A. A Research On Reminiscence and Acclimation of Oryza Sativa Flakes. *Snacks Among Adolescents Current Research in Nutrition and Food Science.* 2017. Vol. 5 (3). P. 330–337.
16. Егорова Е.Ю., Обрезкова М.В., Гурьянов Ю.Г. Зерно и зернопродукты: зерно, мука, крупы. *Технология и оценка качества.* Бийск: БТИ АлтГТУ, 2011. 141 с.
17. Научные принципы конструирования комбинированных продуктов питания: методические указания и контрольные задания / под ред. Н.В. Колесникова. Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2005. 45 с.
18. Про затвердження норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах і енергії: Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 2017 № 1206/31074.

ХЛОПЬЯ ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ НА ОСНОВЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВИРОВАННОГО ЗЕРНА

Обосновано применение режима гидротермической обработки зерна при температуре 12–16°C. В этих условиях происходит активизация ферментного комплекса, снижение плотности зерна и повышение его удельного объема; активизация синтеза витаминов и витаминоподобных веществ. Определено содержание витаминов в зерне пшеницы, голозерного овса и тритикале, исследованы их основные показатели пищевой ценности. С применением расчетного метода пищевой комбинаторики разработан ряд рецептур смесей хлопьев, подготовлены опытные образцы готовых продуктов и исследованы их основные показатели качества. Рассчитано обеспечение суточной нормы витаминов и основных энергетических веществ за счет потребления смеси хлопьев с биологически активированного зерна.

Ключевые слова: биологическая активация, зерно, пшеница, тритикале, овес, пищевая ценность.

FLAKES OF HIGH NUTRITIONAL VALUE ARE ON THE BASIS OF THE BIOLOGICALLY ACTIVE GRAIN

The application of the regime of hydrothermal grain processing at temperature 12–16 °C is substantiated. Under these conditions activation of the enzyme complex, reduction of grain density and increase of its specific volume occurs; activation of synthesis of vitamins and vitamin-like substances. The content of vitamins in wheat grain, bare grain oat and triticale has been determined, and their main indicators of food value have been investigated. With the use of the calculated method of food combinatorics, we developed a series of formulations of flake mixtures, prepared experimental samples of finished products and studied their main quality indicators. Providing of day's norm in vitamins and basic energygenic substances has been calculated due to the consumption of mixture of flakes from the biologically activated grain.

Key words: biologically activated, grain, wheat, triticale, oats, food value.