

been developed the optimal method and mode of drying mashed potatoes. The accelerated method of obtaining yeast dough using a dry potato additive is described.

Key words: bakery products, yeast semi-finished product, accelerated technology, by-products of potato processing, dry potato additive, low-temperature processing, radiation drying.

DOI : 10.33274/2079-4827-2020 -41-2-26-34

УДК 664. 683: 664.644.5-029:582.711.714 (045)

Сімакова О. О., канд. техн. наук, доцент¹

Горайнова Ю. А., канд. техн. наук, доцент¹

Гніцевич В. А., д-р техн. наук, професор¹

Слащева А. В., канд. техн. наук, доцент¹

Боднарук О. А., асистент¹

¹ Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського (м. Кривий Ріг, Україна), e-mail: simakova@donnuet.edu.ua

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗБАГАЧЕНИХ КАЛІЄМ РАЦІОНІВ НА ФІЗИЧНУ ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ СТУДЕНТІВ

UDC 664. 683: 664.644.5-029:582.711.714 (045)

Simakova O. O., PhD in Technical sciences,
Associate Professor¹

Goriainova Yu. A., PhD in Technical sciences,
Associate Professor¹

Hnitsevych V. A., Grand PhD of Technical Sciences,
Professor¹

Slashcheva A. V., PhD in Technical sciences,
Associate Professor¹

Bodnaruk O. A., Assistant Professor¹

¹ Donetsk National University of Economics and Trade named after Mykhailo Tugan-Baranovsky, Kryvyi Rih, Ukraine, e-mail: simakova@donnuet.edu.ua

RESEARCH OF INFLUENCE OF POTASSIUM-RICH DIETS ON PHYSICAL PERFORMANCE OF STUDENTS

Мета. Мета статті — наукове обґрунтування та експериментальне підтвердження доцільності використання калійкатіонованої води для поліпшення якості хліба й дослідження впливу збагачених калієм раціонів на фізичну працездатність студентів.

Методи. Вплив катіонів калію на активність протеолітичних ферментів пшеничного борошна оцінювали за виходом сирі та сухої клейковини з тіста, яке готували на калійкатіонованій та дистильованій воді. Клейковину в експериментах відмивали від тіста після відлежування протягом 1,5 години. Мальтазну активність за методом Ройтера визначали як час (у хвиликах), протягом якого 1 г дріжджів вивільнює 20 мл CO₂ під час реакції їх із розчином мальтози. Фізичну працездатність визначали за частотою серцевих скорочувань (ЧСС) при виконанні визначеного дозованого навантаження методом степергометрії.

Результати. Досліджено вплив катіонів калію на активність протеолітичних ферментів пшеничного борошна. Встановлено, що при використанні калійкатіонованої води вихід сирі та сухої клейковини значно зростає, але при цьому вихід сухої такою ж мірою зменшується, що є позитивним чинником у технології хлібовипікання. Доведено, що збагачення катіонами калію життєвого середовища пекарських дріжджів значно активізує їх спроможність

Надійшла до редакції 30.09.2020 р. © О. О. Сімакова, Ю. А. Горайнова, В. А. Гніцевич, А. В. Слащева, О. А. Боднарук, 2020

до гідролізу мальтози, що сприяє активізації процесу газоутворення. Процес газоутворення впливає на швидкість тістоведіння та якість готового хліба, зокрема його об'єм, пористість м'якушки та здатність її до стискування. Встановлено, що вживання хліба виготовленого на калійкатіонованій воді, сприяє посиленню тонусу серцевого м'яза, поліпшенню загального стану організму, особливо фізичної витривалості та працездатності.

Ключові слова: калійкатіонована вода, калій, хліб, пшеничне борошно, пекарські дріжджі, фізична працездатність, хлорид натрію, раціони, ферменти, катіони.

Постановка проблеми. Найважливішим зовнішньоклітинним катіоном, який забезпечує постійність осмотичного тиску біологічних рідин в організмі людини та тварин, є натрій. Для дорослої людини у забезпеченні обмінних процесів достатньо 0,6–3,5 г повареної солі на добу, які вміщують 0,24–1,37 г Na⁺, проте за багаторічними традиціями більша частина населення світу споживає 8–16 г солі. Організм людини непристосований до великої кількості натрію, яку він часто споживає з грудного віку. Надмірне накопичення натрію в організмі сприяє затриманню рідини, навіть до підвищення артеріального тиску (сольова гіпертензія), підтримуванню запалювальних процесів, веде до енергійного вивільнення калію нирками. Підвищений вміст натрію у рідких середовищах організму веде до проникнення його в клітини. У клітинах накопичуються вода та кальцій, концентрація калію при цьому знижується. Клітини судинної стінки набухають, втрачають еластичність, набувають здатності до спазмів. Серед аліментарних чинників, які сприяють розповсюдженню гіпертонічної хвороби, велике значення має тривале надмірне споживання кухонної солі, тому при лікуванні її у першу чергу використовують гіпонатрієву дієту. Гіпонатрієва дієта показана також при хронічній серцевій недостатності, нефропатіях під час вагітності, хворобах суглобів. Але досвід показує, що тривалі безсольові режими хворі переносять дуже важко, тому з метою надання звичного смаку продуктам та стравам без кухонної солі використовують солезамінники.

Одним з найвідоміших солезамінників є хлорид калію, який використовують у стравах замість хлориду натрію. Встановлено, що збагачення раціонів калієм сприяє зниженню артеріального тиску навіть при надмірному надходженні натрію. До того ж калій сам відіграє в організмі дуже значну роль — він знаходиться у крові та протоплазмі клітин, приймає участь в обміні білків та вуглеводів, необхідний для нормальної роботи м'язів, зокрема серцевого (міокарду). У зв'язку з цим збагачення калієм раціонів харчування має дуже важливе значення не тільки для хворого, але й для здорового організму. Проте хлорид калію для цього не дуже придатний, бо він має гіркуватий присмак і продукти, виготовлені на його основі, будуть мати незвичний смак, тому проблема збагачення продуктів та страв калієм потребує додаткових досліджень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основним джерелом калію для організму є рослини, які вміщують його у великих кількостях, у їх складі катіон калію зв'язаний з органічними кислотами і не має тих смакових недоліків, що хлорид калію.

При великих фізичних навантаженнях, наприклад, під час спортивних тренувань, організм людини втрачає багато калію, і якщо його не поповнювати, це може привести до загального фізичного послаблення, а далі й до порушення роботи серцевого м'яза. Тому спортсмени вживають збагачену калієм дієту, яка вміщує виноград, абрикоси і т. ін. Останнім часом внаслідок дуже низької якості питної води при виготовленні різних харчових продуктів часто використовується вода, очищена від забруднень за допомогою катіонообмінного способу [1]. Незважаючи на дуже високий ступінь очищення води, цей спосіб має суттєвий недолік — вода при цьому процесі збагачується катіонами натрію, що призводить до зміщення натрієво-калієвого балансу в організмі, гальмує виведення води з організму, а раптом спричиняється і до захворювань, серед яких найчастіше зустрічається гіпертонічна хвороба. Цей недолік обмежує вживання катіонованої води при виготовленні продуктів харчування.

Нами запропонований метод іонообмінного очищення води пропусканням її через калійкатіоновані фільтри, які одержуються шляхом регенерації сорбенту замість хлориду

натрію хлоридом калію, при цьому вона збагачується не катіонами натрію, а катіонами калію у концентрації 172 мг/л за даними аналізу, що робить таку воду лікувально-профілактичною вже при безпосередньому вживанні. Використання калійкатіонованої води в рецептурах при виготовленні деяких продуктів харчування може відкрити нову сторінку у теорії та практиці лікувально-профілактичного харчування. Продукти при цьому також збагачуються катіонами калію і можуть бути рекомендовані у дієтах спортсменів та робітників професій, пов'язаних з важкими фізичними навантаженнями. При цьому можна досягти значної економії коштів, вживаючи звичайні продукти, виготовлені з використанням калійкатіонованої води, наприклад, хліб, замість дорогих, дефіцитних раціонів спеціального призначення.

Проте, перш ніж рекомендувати підготовану таким шляхом воду для включення її в рецептури виготовлення продуктів харчування, треба упевнитися в позитивному впливі її на харчову цінність та споживчу якість цих продуктів. Ми зупинилися на вивченні впливу калійкатіонованої води на поведінку білкового комплексу пшеничного борошна, біохімічні змінення якого у процесі приготування хліба та інших виробів з дріжджового тіста під дією ферментів-протеаз значною мірою відповідають за їх харчову та споживчу цінність.

Мета статті — наукове обґрунтування та експериментальне підтвердження доцільності використання калійкатіонованої води для поліпшення якості хліба та дослідження впливу збагачених калієм раціонів на фізичну працездатність студентів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Вплив катіонів калію на активність протеолітичних ферментів пшеничного борошна оцінювали за виходом сирі та сухої клейковини з тіста, яке готували на калійкатіонованій та дистильованій воді. Слід відзначити, що білковий комплекс клейковини тіста при замішуванні піддається дії ферментів-протеаз, що гідролізують білки до вільних амінокислот, які збагачують тісто, надають азотисте харчування дріжджам та сприяють реакції Майара, наслідком якої є утворення хрусткої коричневої скоринки готового хліба [2]. Клейковину в експериментах відмивали від тіста після відлежування протягом 1,5 години. Дані експерименту наведені в табл. 1.

Таблиця 1 — Вплив катіонів калію на активність протеолітичних ферментів пшеничного борошна

Дослідний зразок	Вихід сирі клейковини, %	Вихід сухої клейковини, %	Здатність клейковини до розтягування, см
Дистильована вода (контроль)	33,0	10,2	6,8
Калійкатіонована вода	35,1	8,4	6,7

Дані експерименту свідчать про те, що при використанні калійкатіонованої води, яка вміщує підвищену кількість катіонів калію, вихід сирі клейковини значно зростає, але при цьому вихід сухої такою ж мірою зменшується. Ці, на першій погляд, суперечні дані легко пояснюються. Скоріше за всього, катіон калію позитивно впливає на гідратацію клейковини — молекули білку в реакційній суміші набувають таку конформацію, за якої їх гідрофільні функціональні групи стають доступними для утворення водневих зв'язків з водою, яка міцно втримується усім білковим комплексом. Це дуже позитивний процес у технології хлібовипікання, який особливо цінується технологами [3]. З метою зростання спроможності клейковини до гідратації у всьому світі проводяться роботи з пошуку добавок, які б забезпечували легке зв'язування води молекулами білка клейковини. Така дія катіону калію природна, тому що відома менша здібність його до гідратації порівняно із натрієм, і в такій ситуації цей катіон виявляє меншу конкурентну здібність у боротьбі за молекули води разом із білковою молекулою, де перевага залишається за останньою [4]. Зменшення ж виходу сухої клейковини свідчить про активацію гідролітичних процесів у тісті, які призводять до зростання моноцукрів та амінокислот в тістовому напівфабрикаті, від яких залежить швидкість визрівання дріжджового тіста.

Найважливішим рецептурним компонентом при виготовленні пшеничного хліба є пекарські дріжджі, які поряд з іншими ферментами мають у своєму складі фермент маль-

тазу, що відіграє дуже важливу роль у хлібопекарських та бродильних виробництвах [5]. У процесі діастатичного гідролізу крохмалю борошна накопичується дисахарид мальтоза, який далі розщиплюється на дві молекули глюкози. При недостатній активності мальтази в дріжджах припиняється гідроліз мальтози, уповільнюється зброджування цукрів, а також газоутворення [6; 7]. Але якщо пекарські дріжджі — це повноцінний живий організм зі своїм власним обміном речовин, то збагачення середовища катіонами калію повинно позитивно вплинути на натрієво-калієвий баланс їх клітин, а тому й на їх життєву, зокрема мальтазну, активність. Нами проведено прискорене знайдення мальтазної активності пекарських дріжджів, суспензованих у звичайній водопровідній та калійкатіонованій воді за методом Ройтера [8]. Мальтазна активність за цим методом дорівнює часу (у хвиликах), протягом якого 1 г дріжджів вивільнює 20 мл CO_2 під час реакції їх з розчином мальтози. Дані експерименту наведені у табл. 2.

З даних табл. 2 виходить, що збагачення катіонами калію життєвого середовища пекарських дріжджів значно активізує їх спроможність до гідролізу мальтози, внаслідок чого реакційна суміш збагачується глюкозою, яка надає харчування дріжджам та сприяє активізації процесу газоутворення. Від процесу газоутворення залежить не тільки швидкість тістоведіння, але й якість готового хліба, особливо його об'єм, пористість м'якушки та здатність її до стискування [9]. Для підтвердження позитивного впливу калійкатіонованої води на ці показники якості готового продукту нами були проведені додаткові дослідження залежності їх від типу рецептурної води при одержанні пробних випічок. Дані експерименту наведені в табл. 3.

Таблиця 2 — Мальтазна активність дріжджів у водопровідній та калійкатіонованій воді

Реакційне середовище	Мальтазна активність, хвил.
Водопровідна вода	98
Калійкатіонована вода	85

Таблиця 3 — Вплив калійкатіонованої води на якість готових виробів, одержаних внаслідок пробних випічок

Рецептурна вода	Показник		
	Об'єм, 100 г/мл	Пористість, %	Здатність до стискування, у. о.
Водопровідна	290,0	74,5	25,3
Калійкатіонована	357,7	79,1	33,5

Дані табл. 3 свідчать про значне поліпшення якості готового хліба, виробленого з використанням збагаченої калієм води, та повністю узгоджуються з попередніми експериментами. Так, зростання газоутворення внаслідок підвищення мальтазної активності дріжджів веде до одержання більш об'ємного продукту з пухкою пористою м'якушкою, яка до того ж має велику пружність.

Отже, калійкатіонування води, яка використовується для виробництва хліба, дозволить забезпечити захист продукту від попадання в нього токсичних важких металів, без будь-яких додаткових добавок поліпшити якість готового хліба й збагатити його таким важливим біогенним елементом, як калій. Вживання такого хліба може значно посилити тонус серцевого м'яза, від чого повинна зрости фізична працездатність та загальне самопочуття людини.

З метою вивчення впливу збагаченого калієм раціону на самопочуття людини нами були проведені дослідження фізичної працездатності у двох групах студентів другого курсу навчально-наукового інституту ресторанно-готельного бізнесу та туризму Донецького національного університету економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського на факультативних заняттях з фізичної культури. У експерименті приймали участь тільки юнаки одного віку та майже однакової ваги, щоб зменшити похибку експерименту, яка обов'язково виникне через різні фізичні можливості юнаків та дівчат. У одній групі юнакам до обіду додавали хліб, випечений на калійкатіонованій воді (пробні випічки здійснювали у лабораторних умовах), інша група була контрольною, яка споживала

звичайний хліб. Загальна кількість юнаків, які приймали участь в експерименті, складала 30 осіб — по 15 у кожній групі. Спостереження тривали протягом місяця — по два рази на тиждень під час факультативних занять з фізичної культури.

Рівень фізичної працездатності є одним з об'єктивних критеріїв здоров'я студента. Висока фізична працездатність слугує показником стабільного здоров'я, і навпаки, низькі її значення розглядаються як фактор ризику для здоров'я та є передумовою до зниження реалізації усіх розумових можливостей студента. Для визначення фізичної працездатності в педагогічній та спортивно-медичній практиці використовуються такі навантажувальні тести: велоергометрія, степергометрія (сходження на сходинку), біг на тредбані, а також інші прості методи знайдення пристосування до навантаження, які використовуються у масових дослідженнях. Велику розповсюдженість набули тести, в яких працездатність визначається за частотою серцевих скорочувань (ЧСС) при виконанні визначеного дозованого навантаження. Функціональну пробу, засновану на визначенні потужності м'язового навантаження, за якої ЧСС підвищується до 170 уд./хвил., визначають як тест PWC170. Визначення фізичної працездатності за допомогою цього тесту базується на двох добре відомих у фізіології м'язової діяльності фактах: зростання серцебиття під час м'язової роботи прямо пропорційно її інтенсивності: ступінь зростання серцебиття під час будь-якого фізичного навантаження (не граничного) зворотно пропорційно здатності людини виконувати м'язову роботу певної інтенсивності, тобто фізичній працездатності. З цього виходить, що ЧСС під час м'язової роботи може бути використана в якості надійного критерію фізичної працездатності людини. У досить великому діапазоні потужностей фізичних навантажень взаємовідносини між ЧСС та потужністю є практично лінійними, що дає можливість лінійної екстраполяції при розрахунку PWC170 за двома відносно невеликими навантаженнями. Лінійна залежність між ЧСС та потужністю навантаження закінчується одразу ж після 170 уд./хвил. До того ж ЧСС 170 уд./хвил. є оптимальною для роботи серця здорової людини, тому що пов'язана з максимальними значеннями ударного об'єму крові (об'єму крові, що викидається в аорту при одному скороченні серця). Подальше зростання ЧСС веде до зниження серцевого викиду. Для проведення цього тесту студенту не обов'язково виконувати навантаження великої потужності. Достатньо виконати два навантаження помірної потужності, які розділені інтервалом у 5 хвилин відпочинку. Кожне навантаження продовжується 5 хвилин, за цей час закінчує вироблятися кардіореспіраторна система організму. Одразу ж після навантаження підраховується за 10 секунд пульс та помножується на 6 — одержується результат в уд./хвил. ЧСС після першого навантаження повинна досягати 100–120 уд./хвил., а після другого — 145–160 уд./хвил. Розрахунок фізичної працездатності проводиться за формулою:

$$PWC_{170} = W_1 + (W_2 - W_1) \cdot \frac{(170 - \Pi_1)}{\Pi_2 - \Pi_1},$$

де W_1 та W_2 — потужність першого та другого навантаження; Π_1 та Π_2 — ЧСС після першого та другого навантаження.

Простим та достатньо точним способом дозування навантажень є степергометрія. До основи цього виду роботи взято модифіковане сходження драбиною, яке дозволяє виконувати навантаження в будь-яких умовах з мінімальним переміщенням об'єкту дослідження. Дуже зручно користуватися при цьому двома автономними дерев'яними сходинками висотою 10 та 40 см. Потужність роботи регулюється як висотою сходинки, так і темпом сходження нею. Необхідно знати вагу об'єкта дослідження з точністю до 100 г. Потужність навантаження, що виконується, розраховують за формулою:

$$W \left[\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{хвил.}} \right] = 1,33 \cdot P \cdot H \cdot n,$$

де P — маса тіла, кг; H — висота сходинки, см; n — кількість сходжень у 1 хвилину; 1,33 — коефіцієнт, який враховує величину роботи при сходженні сходинками.

Ми провели обстеження двох груп студентів на початку експерименту, коли в робочій групі тільки почали споживати хліб, збагачений катіонами калію.

Дані на початку експерименту для обох груп студентів наведені у табл. 4. З цієї таблиці виходить, що фізична працездатність усіх студентів приблизно однакова завдяки майже однакою масі тіла, а також однакою фізичній підготовці. Про це досить красномовно свідчать середньоарифметичні дані цієї величини. Вони не дуже значно відрізняються в обох групах. Далі подібне обстеження проводилося на кожному занятті з фізичної культури два рази на тиждень в обох групах, і дані оброблювалися за наведеною методикою. Кожного разу обчислювалося середнє значення фізичної працездатності. Наприкінці місячного експерименту дані було підсумовано, результати наведені на рис. 1.

Таблиця 4 — Дані з фізичної працездатності студентів двох груп на початку експерименту з вживання збагаченого калієм хліба

№ об'єкта	P, кг	H, см		n ₁	n ₂	ЧСС ₁ уд./хв.	ЧСС ₂ уд./хв.	W ₁ кгм/хв.	W ₂ кгм/хв.	PWC ₁₇₀ кгм/хв.	Середнє значення PWC ₁₇₀
		H ₁	H ₂								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Контрольна група											
1	77,7	30	50	20	25	107	165	620	1292	1350	1320
2	78,3	30	50	20	25	110	168	626	1302	1325	
3	77,5	30	50	20	25	108	165	618	1288	1347	
4	75,9	30	50	20	25	111	169	606	1262	1344	
5	72,4	30	50	20	25	108	163	578	1204	1215	
6	79,1	30	50	20	25	110	170	631	1315	1315	
7	78,5	30	50	20	25	108	165	626	1305	1364	
8	77,1	30	50	20	25	109	165	615	1282	1329	
9	72,3	30	50	20	25	108	165	577	1202	1257	
10	74,5	30	50	20	25	108	167	594	1238	1271	
11	79,8	30	50	20	25	109	167	637	1327	1363	
12	80,1	30	50	20	25	110	168	639	1332	1356	
13	77,0	30	50	20	25	108	165	614	1280	1338	
14	73,2	30	50	20	25	107	165	584	1217	1272	
15	77,4	30	50	20	25	108	164	618	1287	1359	
Робоча група											
1	78,2	30	50	20	25	108	168	624	1300	1323	1330
2	77,5	30	50	20	25	107	167	618	1288	1321	
3	79,7	30	50	20	25	109	165	636	1325	1386	
4	79,9	30	50	20	25	107	168	638	1328	1351	
5	77,1	30	50	20	25	111	165	615	1281	1343	
6	77,5	30	50	20	25	110	168	618	1288	1311	
7	74,2	30	50	20	25	108	165	592	1233	1321	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
8	73,4	30	50	20	25	109	164	586	1220	1289	
9	77,5	30	50	20	25	107	165	618	1288	1346	
10	79,8	30	50	20	25	109	167	637	1327	1363	
11	78,1	30	50	20	25	110	168	623	1298	1321	
12	77,3	30	50	20	25	108	165	617	1285	1344	
13	77,3	30	50	20	25	107	164	617	1285	1355	
14	74,8	30	50	20	25	108	165	597	1244	1301	
15	75,1	30	50	20	25	108	167	599	1248	1281	

З даних рис. 1 видно, що у контрольній групі фізична працездатність коливається навколо середнього її значення, іноді відхиляючись від нього, мабуть, через індивідуальний стан кожного окремого студенту у певний відтинок часу. Крива 2 досить достовірно показує невинне зростання працездатності студентів у процесі споживання збагаченого калієм продукту, що й не дивно, враховуючи вплив катіонів калію на тонус міокарду. Отже, продукти, виготовлені на калійкатіонованій воді, набувають підвищеної концентрації катіонів калію, при цьому ці катіони зв'язані з органічними речовинами продукту і дуже легко засвоюються, що призводить до поліпшення загального стану організму, особливо фізичної витривалості та працездатності.

Висновки. Досліджено вплив катіонів калію на активність протеолітичних ферментів пшеничного борошна. Встановлено, що при використанні калійкатіонованої води вихід сирої клейковини значно зростає, але при цьому вихід сухої такою ж мірою зменшується, що є позитивним чинником у технології хлібовипікання.

Доведено, що збагачення катіонами калію життєвого середовища пекарських дріжджів значно активізує їх спроможність до гідролізу мальтози, що сприяє активізації процесу газоутворення. Процес газоутворення впливає на швидкість тістоведіння та якість готового хліба, зокрема його об'єм, пористість м'якушки та здатність її до стискування.

Встановлено, що вживання хліба, виготовленого на калійкатіонованій воді, сприяє посиленню тонусу серцевого м'яза, поліпшенню загального стану організму, особливо фізичної витривалості та працездатності.

Список літератури

1. Теплая Г. А. Тяжелые металлы как фактор загрязнения окружающей среды. *Астраханский вестник экологического образования*. 2013. № 1 (23). С. 182–192.
2. Семенова Л. Я. Вплив морської капусти на якісні показники дріжджового тіста. *Обладнання та технології харчових виробництв*. 2011. № 27. С. 239–244.
3. Сафонова О. М., Гавриш Т. В., Перцевий Ф. В., Панченко І. А. Спосіб одержання дріжджового тіста: Пат. 50178 Україна, МПК А 21 D 8/02 / заявник та патентовласник Сафонова О. М., Гавриш Т. В., Перцевий Ф. В., Панченко І. А. (Україна). № 2001117630; заявл. 08.11.2011; опубл. 15.10.2012, Бюл. № 10. 2 с.
4. Буденный М. М., Агарков В. В., Леньшин В. Н. Потребителю о питьевой воде. Х. : Фактор, 2010. 112 с.
5. Гридина С. Б., Зинкевич Е. П., Владимирцева Т. А., Забусова К. А. Ферментативная активность зерновых культур. *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*. 2014. № 8. С. 57–60.
6. Simakova O., Korenets Yu., Yudina T., Nazarenko I., Goriainova Iu. Examining a possibility of using purple amaranth in the technology for products made of yeast dough. *Eastern European Journal of Enterprise technologies: Technology and equipment of food production*. 2018. Vol. 2, №11 (92). P. 57–64. doi: 10.15587/1729-4061.2018.127173.
7. Семенова Л. Я. Вплив ламінарії цукрової на якісні показники дріжджового тіста. *Вісник ДонНУЕТ. Технічні науки*. 2012. № 1 (53). С. 153–157.
8. Mykhaylov V., Samokhvalova O., Kucheruk Z., Kasabova K., Simakova O., Goriainova Iu., Rogovaya A., Choni I. Influence of microbial polysaccharides on the formation of struc-

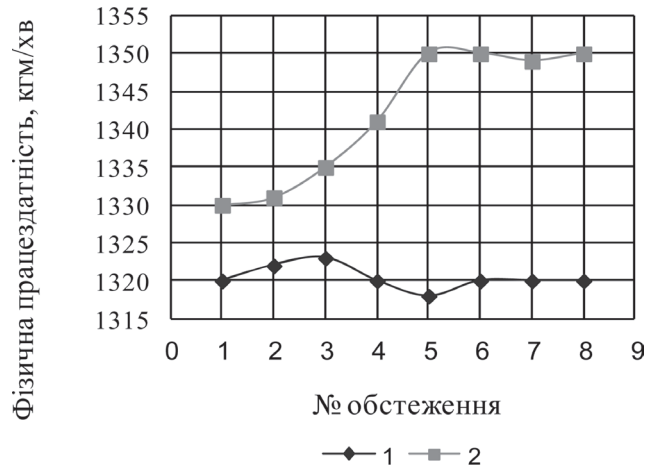


Рисунок 1 — Вплив споживання збагаченого калієм хліба на фізичну працездатність студентів: 1 — контрольна група; 2 — робоча група

ture of protein-free and gluten-free flour-based products. *Eastern European Journal of Enterprise technologies: Technology and equipment of food production*. 2019. Vol. 6, № 11 (102). P. 23–32. doi: 10.15587/1729-4061.2019.184464.

9. Korenets Yu., Goriainova Yu., Nykyforov R., Nazarenko I., Simakova O. Substantiation of feasibility of using black chokeberry in the technology of products from shortcake dough. *Eastern European Journal of Enterprise technologies. Technology and equipment of food production*. 2017. Vol. 2, № 10 (86). P. 25–31. doi: 10.15587/1729-4061.2017.98409.

References

1. Teplaya, G. A. (2013). *Tiazhelyye metally kak faktor zagryazneniya okruzhayushchey sredy* [Heavy metals as a factor of environmental pollution]. *Astrakhanskiy vestnik ekologicheskogo obrazovaniya* [Astrakhan bulletin of ecological education], no. 1 (23), pp. 182–192.

2. Semenova, L. Ya. (2011). *Vplyv morskoi kapusty na yakisni pokaznyky drizhdzhovoho tista* [The impact of seaweed on quality indicators of dough]. *Obladnannia ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnystv* [Equipment and technology of food production: scientific research journal], no. 27, pp. 239–244.

3. Safonova, O. M., Havrysh, T. V., Pertsevyi, F. V., Panchenko, I. A. (2012). *Sposib oderzhannia drizhdzhovoho tista* [The method of obtaining yeast dough]. Patent 50178 UA, no. 2001117630.

4. Budennyi, M. M., Agarkov V. V., Lenshin, V. N. (2010). *Potrebitelyu o pityevoy vode* [To a customer about drinking water]. Kharkiv, Faktor Publ., 112 p.

5. Gridina, S. B., Zinkevich, Ye. P., Vladimirtseva, T. A., Zabusova, K. A. (2014). *Fermentativnaya aktivnost zernovykh kultur* [The enzymatic activity of cereals]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Krasnoyarsk State Agricultural University], no. 8, pp. 57–60.

6. Simakova, O., Korenets, Yu., Yudina, T., Nazarenko, I., Goriainova, Yu. (2018). Examining a possibility of using purple amaranth in the technology for products made of yeast dough. *Eastern-European Journal of Enterprise technologies*, vol. 2, no. 11 (92), pp. 57–64. doi: 10.15587/1729-4061.2018.127173.

7. Semenova, L. Ya. (2012). *Vplyv laminarii tsukrovoi na yakisni pokaznyky drizhdzhovoho tista* [The impact of sugar kelp on quality indicators dough]. *Visnik DonNUYET. Tekhnichni nauky* [Bulletin of DonNUET. Technical sciences], no. 1 (53), pp. 153–157.

8. Mykhaylov, V., Samokhvalova, O., Kucheruk, Z., Kasabova, K., Simakova, O., Goriainova, Yu., Rogovaya, A., Choni, I. (2019). Influence of microbial polysaccharides on the formation of structure of protein-free and gluten-free flour-based products. *Eastern-European Journal of Enterprise technologies: Technology and equipment of food production*, vol. 6, no. 11 (102), pp. 23–32. doi: 10.15587/1729-4061.2019.184464.

9. Korenets, Yu., Goriainova, Yu., Nykyforov, R., Nazarenko, I., Simakova, O. (2017). Substantiation of feasibility of using black chokeberry in the technology of products from shortcake dough. *Eastern-European Journal of Enterprise technologies*, vol. 2, no. 10 (86), pp. 25–31. doi: 10.15587/1729-4061.2017.98409.

Objective of the work is scientific substantiation and experimental confirmation of the expediency of using potassium-based water to improve the quality of bread and study the impact of potassium-enriched diets on the physical performance of students.

Methods. The effect of potassium cations on the activity of proteolytic enzymes in wheat flour was evaluated by the yield of raw and dry gluten from the dough, which was prepared on potassium-cationized and distilled water. Gluten in the experiments was washed from the dough after aging for 1.5 hours. Maltase activity by Reuter's method was defined as the time (in minutes) during which 1 g of yeast releases 20 ml of CO₂ when it reacts with a maltose solution. Physical performance was determined by heart rate (HR) when performing a certain dosage load by stepergometry.

Results. The influence of potassium cations on the activity of proteolytic enzymes of wheat flour has been studied. It was found that when using potassium-based water, the yield of raw gluten increases significantly. The yield of dry gluten decreases to the same extent, which is a positive factor in the

technology of baking. It is proved that the enrichment of the baking environment of baker yeast with potassium cations activates significantly their ability to hydrolyze maltose, which contributes to the activation of the gas formation process. The process of gas formation affects the speed of dough and the quality of the finished bread, in particular its volume, porosity of the crumb and its ability to compress. It is established that the use of bread made on potassium-based water helps to strengthen the tone of the heart muscle, improve the general condition of the body, especially physical endurance and efficiency.

Keywords: *potassium-cationized water, potassium, bread, wheat flour, baker yeast, physical performance, sodium chloride, rations, enzymes, cations.*