

FTAMP 65.29.03

А.К. Садибаев¹ – негізгі автор, ©
А.С. Боранкулова², А.С. Умирбекова³,
Б.Е. Солтыбаева⁴, М.Е. Ержанова⁵, Л.Ж. Алашбаева⁶



¹Техн. ғылым. канд., қауымдас. профессор м.а.,
^{2,4,6}PhD, қауымдас. профессор м.а., ³Магистр, аға оқытушы,
⁵Техн. ғылым. канд., қауымдас. профессор

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0003-0427-3025> ²<https://orcid.org/0000-0002-1229-753X>
³<https://orcid.org/0000-0001-8175-1030> ⁴<https://orcid.org/0000-0002-3260-4429>
⁵<https://orcid.org/0000-0002-6496-2693> ⁶<https://orcid.org/0000-0003-3099-5988>



^{1,2,3,4,5,6}М.Х. Дулати атындағы Тараз университеті,



Тараз, Қазақстан



¹ak.sadibayev@dulaty.edu.kz

<https://doi.org/10.55956/HPAH7835>

ҚАУЫН ҰНТАҒЫ ҚОСЫЛҒАН НАННЫҢ РЕЦЕПТУРАСЫН ОҢТАЙЛАНДЫРУ

Аңдатпа. Мақалада ұлттық нан – таба нанның функционалдық қасиеттерін және тағамдық құндылығын арттыру құрамына қауынның құрғақ ұнтағын қосып және нанның тиімді рецептурасын анықтау үшін жүргізілген эксперименттік зерттеулер нәтижесі берілген. Эксперименттік зерттеулер үш факторды үш деңгейде қарастыратын Бокс-Бенкен жоспарының көмегімен жүргізілді. Пісірілген нанның сапасы органолептикалық көрсеткіштері бойынша бағаланды. Эксперименттік мәндерді өңдеу нәтижесінде нанды пісіру температурасы мен ұзақтығының және қауынның құрғақ ұнтағы мөлшері анықталды.

Тірек сөздер: нан, пісіру температурасы, пісіру ұзақтығы, қауынның құрғақ ұнтағы, органолептикалық көрсеткіштері, дегустация.



Садибаев, А.К. Қауын ұнтағы қосылған нанның рецептурасын оңтайландыру [Мәтін] / А.К. Садибаев, А.С. Боранкулова, А.С. Умирбекова, Б.Е. Солтыбаева, М.Е. Ержанова, Л.Ж. Алашбаева // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2025. – №4(90). – Б.122-129. <https://doi.org/10.55956/HPAH7835>

Кіріспе. Нан – адам тағамында негізгі қоректік өнімдердің бірі болып есептеледі. Ол ағзаға энергия көзі ретінде көмірсу, ақуыз және май қоспаларын жеткізіп қана қоймай, микроэлементтер мен дәрумендерге де бай, күнделікті рациондағы маңызды тағамдық компонент болып табылады. Соңғы жылдары тағамтану ғылымында нанның тек қана қоректік құндылығын арттыру емес, сонымен қатар оның функционалдық қасиеттерін жақсарту да басты бағыттардың бірі болып отыр.

Функционалдық нан – бұл адам ағзасына оң әсер ететін биологиялық белсенді қосылыстарға бай өнім, мысалы, антиоксиданттар, диеталық талшықтар, пробиотиктер мен минералды заттар. Ғалымдардың зерттеулері көрсеткендей, нанға әртүрлі өсімдік тектес қоспалар қосу оның биологиялық құндылығын арттырып, ағзаның қоректік қажеттілігін толықтыруға

мүмкіндік береді. Мұндай қоспаларға дәнді-дақыл өнімдері, жемістер мен көкөністердің ұнтақтары, тұқымдар мен жаңғақтар жатады. Қоспаларды енгізу арқылы нанның антиоксиданттық белсенділігі, талшық құрамы, витаминдік және минералдық құндылығы айтарлықтай жоғарылайды, бұл өз кезегінде өнімнің функционалдық сипаттамаларын жақсартады [1].

Азық-түлік өнімдерінің құрамындағы химиялық қоспалар көптеген жағдайларда адам ағзасының зат алмасуына және денсаулығына жағымсыз әсер ететіндіктен, ғылыми және тәжірибелік зерттеулер өнім ассортиментін табиғи қоспа компоненттерді рецептураға енгізу арқылы кеңейтуге бағытталуы тиіс. Мұндай компоненттер нан-тоқаш өнімдерінің сапасы мен қауіпсіздігін арттыруға оң ықпал етеді. Аталған өнімдер функционалдық тағамдар санатына жатады, ал функционалдық нан өндірісі мен тұтынуы бойынша қазіргі таңда АҚШ пен Германия жетекші орын алады [2].

Функционалдық тамақтану формаларына көшу жағдайында емдік-профилактикалық қасиеттері айқын жемістер, көкөністер және оларды қайта өңдеу өнімдері тағамдық бұйымдардың белсенді ингредиенттері ретінде ерекше маңызға ие болуда. Соңғы жылдары нан пісіру өндірісінде жеміс-көкөніс қоспаларын қолдану бойынша көптеген ғылыми зерттеулер мен ұсынымдар жарияланды. Көкөністер, жасыл өсімдіктер, жемістер мен жидектер ұннан дайындалатын қамыр құрамына құрғақ ұнтақтар, сығынды, пюре, масса, шырындар, экстракттар және үлпектер түрінде кеңінен енгізіледі. Мұндай қоспалар рецептурадағы энергия сыйымдылығы жоғары компоненттердің үлесін төмендету, тағамдық талшықтармен байыту және өнімнің органолептикалық сапа көрсеткіштерін жақсарту мақсатында қолданылады [3].

Нанның құрамына қауынның құрғақ ұнтағын қосу арқылы оның органолептикалық қасиеттерінің және биологиялық құндылығының артатындығы анықталды [4].

Зерттеу шарттары мен әдістері. Ұлттық нанды дайындау тәсілі бірінші сұрыпты бидай ұнына кептірілген қауын ұнтағын қосу арқылы, сондай-ақ ашытқы, тұз және ауыз суын алдын ала дайындау мен мөлшерлеуді қамтиды. Қамырын дайындау нанды пісіру барысында қамыр илеу 7-8 минут жүргізілді, қамыр 170 минут бойы ашытылды, ашу процесінде қамыр қайта иленді. Одан кейін қамыр қажетті массадағы бөліктерге бөлініп, өсімдік майымен майланған қалыптарға салынды, қамыр дайындамалары 10-15 минут бойы жетілдірілді, содан кейін олар пеш камерасына орналастырылып, 160-200°C температурада 20-30 минут ішінде пісірілді.

Пісірілген нанның сапасы оның органолептикалық көрсеткіштері бойынша он балдық жүйемен бағаланды.

Нанның рецептурасын оңтайландыру мақсатында экспериментті жоспарлау әдісі қолданылды. Эксперимент жоспарын жүзеге асыру және алынған мәліметтерді белгіленген әдістемелік негізде өңдеу барысында зерттелетін объектінің екінші ретті (квадраттық) математикалық моделі алынады [5]:

$$y = b_0 + \sum_i^k b_i x_i + \sum_{i < j}^k b_{ij} x_i x_j + \sum_i^k b_{ii} x_i^2, \quad (1)$$

мұнда: b_0 , b_i , b_{ij} , b_{ii} – теңдеу коэффициенттері; x_i , x_j – факторлар; k – факторлар саны.

Математикалық үлгінің адекваттығы туралы гипотезаны Фишер критеріі бойынша анықтайды:

$$F = \frac{s_{ад}^2}{s^2(\bar{y})} \leq F_k. \quad (2)$$

мұнда: $s_{ад}^2$ – адекваттық дисперсиясы; $s^2(\bar{y})$ – қайталану дисперсиясы; F_k – Фишер критерийдің кестелік мәні.

Қайталану дисперсиясын эксперименттің нөлдік нүктесінде бірнеше рет тәжірибелер жүргізу нәтижесінде анықтайды:

$$s^2(\bar{y}) = \frac{\sum_1^{n_0} (y_{0i} - \bar{y}_0)^2}{n_0 - 1}, \quad (3)$$

мұнда: y_{0i} – нөлдік нүктедегі және тәжірибенің мәні; $\bar{y}_0$ – нөлдік нүктедегі тәжірибе мәндерінің арифметикалық ортасы; n_0 – нөлдік нүктедегі тәжірибелер саны.

Адекваттық дисперсиясы

$$s_{ад}^2 = \frac{\sum_1^{N-n_0} (y_{ui} - \hat{y}_u)^2 + n_0 \sum_1^{n_0} (y_{0j} - \bar{y}_0)^2}{N - \lambda - 1}, \quad (4)$$

мұнда $\hat{y}_u$ – математикалық үлгі мәні (1) теңдеуі бойынша; λ – теңдеу коэффициенттерінің саны.

Анықталған Фишер критерийінің есептік мәні кестелік мәнімен F_k салыстырылады. Егер $F \leq F_k$ шарты орындалса математикалық үлгі адекватты немесе у-тің есептік және эксперименттік мәндері арасындағы ауытқу белгіленген мөлшерден артық емес деп есептеледі. Егер Фишер критерийінің есептік мәні кестелік мәнімен артық болса, онда қосымша тәжірибелер жүргізілуі қажет.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Нанның органолептикалық көрсеткіштерінің пісіру температурасына (Т, °С), пісіру ұзақтығына (τ, мин) және кептірілген қауын ұнтағының мөлшеріне (m, г) тәуелділігін анықтауға арналған эксперименттік зерттеулер үш факторды үш деңгейде қарастыратын Бокс–Бенкен жоспарының көмегімен жүргізілді.

Әсер етуші факторлардың өзгеру интервалдарды мен олардың деңгейлері 1-кестеде көрсетілген. Эксперимент матрицасы және зерттеу нәтижелері 2-кестеде көрсетілген.

Кете 1

Әсер етуші факторлардың өзгеру интервалы және олардың деңгейлері

Факторлар		Өзгеру деңгейлері			Интервал
натуралды	кодты	-1	0	+1	ε
Пісіру температурасы, Т, °С	x_1	160	180	200	20
Пісіру ұзақтығы, τ, мин	x_2	20	25	30	5
Қауынның құрғақ ұнтағының мөлшері, m, г	x_3	0	2	4	2

Үш факторлы жоспарға сәйкес тәжірибелер саны $N = 17$, нөлдік нүктелер саны $n_0 = 5$ болды.

Кесте 2

Эксперимент матрицасы және зерттеу нәтижелері

№	Факторлар						Уи
	натуралды			кодты			
	$T, \text{ }^{\circ}\text{C}$	$\tau, \text{ мин}$	$m, \text{ г}$	x_1	x_2	x_3	
1	160	20	2	-1	-1	0	6,2
2	200	20	2	1	-1	0	7,2
3	160	30	2	-1	1	0	6,3
4	200	30	2	1	1	0	7,2
5	160	25	0	-1	0	-1	6,3
6	200	25	0	1	0	-1	7,3
7	160	25	4	-1	0	1	6,2
8	200	25	4	1	0	1	7,5
9	180	20	0	0	-1	-1	6,5
10	180	30	0	0	1	-1	7,4
11	180	20	4	0	-1	1	6,4
12	180	30	4	0	1	1	7,1
13	180	25	2	0	0	0	8,9
14	180	25	2	0	0	0	9,1
15	180	25	2	0	0	0	8,5

Эксперименттік мәндерді өңдеу Design-Expert 13 бағдарламасы арқылы жүргізілді.

Оңтайландыру параметрі – нанның органолептикалық көрсеткіштері үшін регрессиялық теңдеулер:

кодталған факторларда

$$y = 8,92 + 0,525x_1 + 0,2125x_2 - 0,0375x_3 - 0,025x_1x_2 + 0,075x_1x_3 - 0,05x_2x_3 - 1,11x_1^2 - 1,06x_2^2 - 0,985x_3^2$$

натуралды факторларда

$$E = -114,92 + 1,028T + 2,217\tau + 0,754m - 0,00025T\tau + 0,0019Tm - 0,005\tau m - 0,0028T^2 - 0,0424\tau^2 - 0,2463m^2$$

Математикалық үлгілердің адекваттылығы Фишер критеріі бойынша тексерілді. Қайталану дисперсиясы:

$$S^2(\bar{y}) = \frac{0,2152}{5-1} = 0,0538.$$

Адекваттылық дисперсиясы:

$$S_{ад}^2 = \frac{0,585 - 0,2152}{17-10-(5-1)} = 0,1234.$$

Фишер критеріінің есептік мәні:

$$F_e = \frac{S_{ад}^2}{S^2(\bar{y})} = \frac{0,1234}{0,0538} = 2,29 < F_k.$$

Дисперсиялардың еркіндік дәрежедері:

$$f_E = n_0 - 1 = 5 - 1 = 4;$$

$$f_{ад} = N - \lambda - (n_0 - 1) = 17 - 10 - (5 - 1) = 3.$$

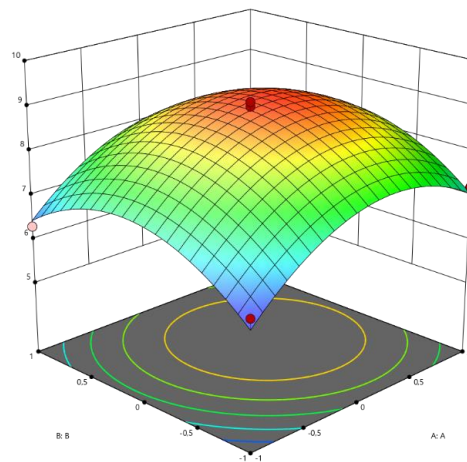
Фишер критерийінің кестелік мәне $f_E = 4$ және $f_{ад} = 3$ үшін $F_k = 6,59$ тең. $F_e < F_k$ теңсіздігі орындалатын болғандықтан адекваттылық туралы гипотеза қабылданады.

Зерттеу облысындағы органолептикалық көрсеткіштердің максималды мәндерін анықтау мақсатында төмендегі шарттар үшін математикалық үлгілердің сызбаларын жасаймыз:

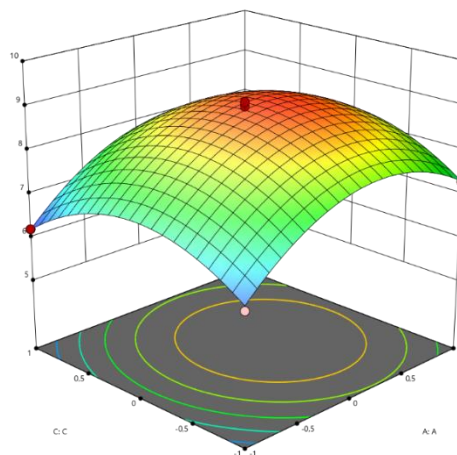
а) $f(x_1, x_2), x_3 = 0$ немесе $Y = f(T, \tau), m = 2$ г (1 сурет);

б) $f(x_1, x_3), x_2 = 0$ немесе $Y = f(T, m), \tau = 25$ мин (2 сурет);

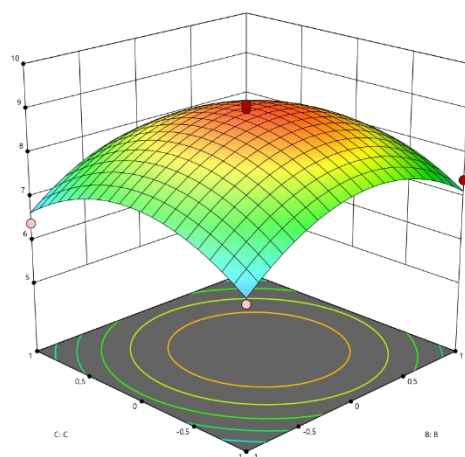
в) $f(x_2, x_3), x_1 = 0$ немесе $Y = f(\tau, m), T = 180^\circ\text{C}$ (3 сурет).



Сурет 1. Нанның органолептикалық көрсеткіштерінің пісіру температурасы мен ұзақтығына тәуелділігі



Сурет 2. Нанның органолептикалық көрсеткіштерінің пісіру температурасы мен қауынның құрғақ ұнтағы мөлшеріне тәуелділігі



Сурет 3. Нанның органолептикалық көрсеткіштерінің пісіру ұзақтығы мен қауынның құрғақ ұнтағы мөлшеріне тәуелділігі

Сызбаларды талдау барысында келесі нәтижелерге қол жеткізілді:

– 1 суретте нанның органолептикалық көрсеткіштерінің Y пісіру температурасы T мен ұзақтығына τ тәуелділігі көрсетілген. Суреттен пісіру ұзақтығы $T = 185^\circ\text{C}$ және пісіру ұзақтығы $\tau = 25,5$ мин болғанда органолептикалық көрсеткіштің ең жоғары мәні $Y = 8,9$ тең екендігі анықталды. Қауынның құрғақ ұнтағының мөлшері $m = 2$ г тең.

– 2 суреттен пісіру температурасы T және қауынның құрғақ ұнтағының мөлшерінің m нанның органолептикалық көрсеткіштеріне пісіру ұзақтығының $\tau = 25$ мин болған жағдайдағы әсерін көруге болады. Органолептикалық көрсеткіштердің ең жоғары мәніне $Y = 8,89$ пісіру температурасы $T = 185^\circ\text{C}$ және қауынның құрғақ ұнтағының мөлшері $m = 2$ г шамасында қол жеткізуге болатындығы анықталды.

– 3 суреттен пісіру ұзақтығының $\tau = 25,5$ мин және қауынның құрғақ ұнтағы мөлшерінің $m = 2$ г шамасында органолептикалық көрсеткіштердің ең үлкен мәні $Y = 8,84\%$ болатындығын көруге болады.

Қорытынды. Зерттеу нәтижелері нанның органолептикалық көрсеткіштерінің ең жоғары мәндері пісіру температурасы $T = 185^\circ\text{C}$, пісіру ұзақтығы $\tau = 25$ мин және кептірілген қауын ұнтағының мөлшері $m = 2$ г болғанда алынғанын көрсетті. Бұл жағдайда нанның органолептикалық көрсеткіштерінің ең жоғары мәні $Y = 8,9-9$ баллды құрады.

Әдебиеттер тізімі

1. Шмалько, Н.А. Моделирование состава композиции хлебопекарного улучшителя направленного действия [Текст] / Н.А. Шмалько // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2021. – № 3. – С. 126-148.
2. Лукин, А.А. Перспективы создания хлебобулочных изделий функционального назначения [Текст] / А.А. Лукин // Вестник ЮУрГУ. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2015. – Т. 3. – № 1. – С. 95-97.
3. Иванова И.В. Использование и получение фруктовых и овощных добавок в производстве мучных, кондитерских и хлебобулочных изделий [Текст] / И.В. Иванова [и др.] // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2016. – № 1. – С. 43-47.
4. Ержанова, М.Е. Қауын ұнтағы қосылған ұлттық нан өнімдерін өндірудің технологиясын зерттеу [Мәтін] / М.Е. Ержанова, Б.Е. Солтыбаева, А.К.

Садибаев, А.С. Боранкулова, А.С. Умирбекова, Л.Ж. Алашбаева // Механика және технологиялар. – 2025. – № 3(89). – Б. 82-90.

5. Спирин, Н.А. Методы планирования и обработки результатов инженерного эксперимента [Текст]: учебное пособие / Н.А. Спирин, В.В. Лавров, Л.А. Зайнуллин, А.Р. Бондин, А.А. Бурыкин. – Екатеринбург: ООО «УИНЦ», 2015. – 289 с.

Зерттеу жұмыстары ҚР ҒЖБМ Ғылым комитеті тарапынан қаржыландырылған BR24992867 «Қазақстанның су шаруашылығын және қайта өңдеу өнеркәсібін дамыту мен басқаруға арналған ресурсты үнемдейтін технологияларды әзірлеу, инновациялық инжинирингтік орталық құру» жоба аясында орындалды.

Зерттеу жұмысын орындау барысында қолдау көрсеткен М.Х. Дулати атындағы Тараз университетінің «А.С. Ахметов атындағы наноинженерлік зерттеу әдістері» инженерлік бейіндегі ғылыми зерттеу зертханасы мен «Тамақ өндірісі және биотехнология» кафедрасының басшылығы мен ғалымдарына алғысымызды білдіреміз.

Материал редакцияға 12.11.25 түсті, 25.12.25 қабылданды.

**А.К. Садибаев¹, А.С. Боранкулова¹, А.С. Умирбекова¹,
Б.Е. Солтыбаева¹, М.Е. Ержанова¹, Л.Ж. Алашбаева¹**

¹Таразский университет им. М.Х. Дулати, Тараз, Казахстан

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЦЕПТУРЫ ХЛЕБА С ДОБАВЛЕНИЕМ ПОРОШКА ДЫНИ

Аннотация. В статье представлены результаты экспериментальных исследований, проведенных с целью повышения функциональных свойств и пищевой ценности национального хлеба – лепешки, путем добавления в состав сухого порошка дыни и определения эффективной рецептуры хлеба. Экспериментальные исследования проводились с использованием плана Бокса-Бенкена, учитывающего три фактора на трех уровнях. Качество выпеченного хлеба оценивалось по органолептическим показателям. В результате обработки экспериментальных значений определялись температура и продолжительность выпечки хлеба, а также количество сухого порошка дыни.

Ключевые слова: хлеб, температура выпечки, продолжительность выпечки, сухой порошок дыни, органолептические показатели, дегустация.

**A. Sadibayev¹, A. Borankulova¹, A. Umirbekova¹,
B. Soltybayeva¹, M. Yerzhanova¹, L. Alashbayeva¹**

¹M.H. Dulaty Taraz University, Taraz, Kazakhstan

OPTIMIZATION OF BREAD FORMULATION WITH THE ADDITION OF MELON POWDER

Abstract. The article presents the results of experimental studies aimed at improving the functional properties and nutritional value of traditional bread (flatbread) by incorporating dried melon powder into the formulation and determining the optimal bread recipe. The experimental studies were carried out using a Box-Behnken design, which considers three factors at three levels. The quality of the baked bread was evaluated based on organoleptic characteristics. As a result of processing the

experimental data, the optimal baking temperature and baking time, as well as the amount of dried melon powder, were determined.

Keywords: bread, baking temperature, baking time, dried melon powder, organoleptic properties, tasting.

References

1. Shmalko N.A. Modelirovanie sostava kompozitsii khlebopekarnogo uluchshitelya napravlennoogo deistviya [Modeling the Composition of a Targeted Bakery Improver] // Storage and Processing of Agricultural Raw Materials. – 2021. – No. 3. – P. 126-148. [in Russian].
2. Lukin A.A. Perspektivy sozdaniya khlebobulochnykh izdelii funktsional'nogo naznacheniya [Prospects for the Development of Functional Bakery Products] // ulletin of South Ural State University. Series: Food and Biotechnology. – 2015. – Vol. 3. – No. 1. – P. 95-97. [in Russian].
3. Ivanova I.V. et al. Ispol'zovanie i poluchenie fruktovykh i ovoshchnykh dobavok v proizvodstve muchnykh, konditerskikh i khlebobulochnykh izdelii [Use and Production of Fruit and Vegetable Additives in the Manufacture of Flour, Confectionery, and Bakery Products] // Technologies of Food and Processing Industry of the Agro-Industrial Complex – Healthy Food Products. – 2016. – No. 1. – P. 43-47. [in Russian].
4. Erzhanova M.E., Soltybaeva B.E., Sadybaev A.K., Borankulova A.S., Umirbekova A.S., Alashbaeva L.Zh. Kauyn untagy qosylgan ulttyq nan onimderin ondirin tehnologiyasyn zertteu [Study of the Technology for Producing Traditional Bread Products with the Addition of Melon Powder] // Mechanics and Technologies. – 2025. – No. 3(89). – P. 82-90. [in Kazakh].
5. Spirin, N.A., Lavrov, V.V., Zainullin, L.A., Bondin, A.R., Burykin, A.A. Metody planirovaniya i obrabotki rezul'tatov inzhenerenogo eksperimenta [Methods of Planning and Processing the Results of an Engineering Experiment]: Textbook. – Ekaterinburg: UINTs LLC, 2015. – 289 p. [in Russian].