

ОПТИМУМДАР БОЙЫНША АСТЫҚ СУСЫНДАРЫН ӨНДІРУ ҮРДІСІНІҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛІН ҚҰРАТЫН РЕГРЕССИЯ ТЕНДЕУІН ЗЕРТТЕУ

А.Ж. Хастаева^{1*}, А.А. Бектурганова¹, А.М. Омаралиева¹, А.Ж. Сериков², А.Д. Мыржыкбаева³

¹Қазақ технология және бизнес университеті, Астана, Қазақстан,

²Қазақ агротехникалық зерттеу С. Сейфуллин атындағы университет, Астана, Қазақстан,

³Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу Университет, Алматы, Қазақстан

e-mail: gera_or@mail.ru

Математикалық модельдеуді қолдана отырып, астық сусындарын өндірудегі технологиялық параметрлерді оңтайландыру бойынша зерттеулер жүргізілді. Регрессия тендеуі болып табылатын шикізатты дайындаудың технологиялық үрдісінің математикалық моделін алу үшін екінші ретті айналмалы жоспар (Бокс жоспары) қолданылды. Алынған үш өлшемді бетті талдау сұлының оңтайлы ақуыз мөлшері 10,5 г, ал ұнтақтау мөлшері 1 мм, қуыру температурасы 175 °С, қуыру уақыты 5 минут екенін көрсетті. Қарақұмықтағы оңтайлы ақуыз мөлшері 10,8 г, ұнтақтау өлшемі 1 мм, қуыру температурасы 150 °С, қуыру уақыты 10 минут. Сәйкесінше, күріштегі ақуыз мөлшері 7,1 г, ұнтақтау өлшемі 1 мм, қуыру температурасы 150 °С, қуыру уақыты 10 минут. Осылайша, алынған нәтижелер әзірленген математикалық модельді қолдану арқылы зерттелетін үрдісті оңтайландыруға мүмкіндік береді.

Түйін өздер: астық сусыны, күріш, жүгері, қарақұмық, технологиялық параметрлерді оңтайландыру.

INVESTIGATION OF THE REGRESSION EQUATION FORMING THE MATHEMATICAL MODEL OF THE PROCESS FOR THE PRESENCE OF OPTIMA IN THE PRODUCTION OF GRAIN DRINKS

A.Zh.Khastayeva^{1*}, A.A. Bekturganova¹, A.M. Omaraliyeva¹, A.Zh.Serikov²,

A.D. Myrzhaykabayeva³

¹Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan,

²S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Astana, Kazakhstan,

³Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan,

e-mail: gera_or@mail.ru

Studies have been carried out on the optimization of technological parameters in the production of grain drinks using mathematical modeling. To obtain a mathematical model of the technological process of preparing raw materials, which is a regression equation, a second-order rotatable plan (Box plan) was used. An analysis of the obtained three-dimensional surface showed that the optimal protein content zone in oats is 10.5 g, while the grinding size is 1 mm, at a roasting temperature of 175 °C with a roasting time of 5 minutes. The optimal protein zone in buckwheat is 10.8 g (grinding size 1 mm), at a roasting temperature of 150 °C, a roasting time of 10 minutes. And, accordingly, protein in rice is 7.1 g with a grinding size of 1 mm, a roasting temperature of 150 °C with a roasting time of 10 minutes. Thus, the results obtained will allow optimizing the process under study by applying the developed mathematical model.

Key words: grain drink, rice, oats, buckwheat, optimization of technological parameters.

ИССЛЕДОВАНИЕ УРАВНЕНИЯ РЕГРЕССИИ, ФОРМИРУЮЩИЕ МАТЕМАТИЧЕСКУЮ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА, НА НАЛИЧИЕ ОПТИМУМОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЗЕРНОВЫХ НАПИТКОВ

А.Ж.Хастаева^{1*}, А.А.Бектурганова¹, А.М.Омаралиева¹, А.Ж.Сериков²,
А.Д. Мыржыкбаева³

¹Казахский университет технологии и бизнеса, Астана, Казахстан,

²Казахский агротехнический исследовательский университет им.С.Сейфуллина, Астана, Казахстан,

³Казахский национальный аграрный исследовательский университет,

г.Алматы, Казахстан,

e-mail: gera_or@mail.ru

Проведены исследования по оптимизации технологических параметров при производстве зерновых напитков с использованием математического моделирования. Для получения математической модели технологического процесса подготовки сырья, представляющую собой уравнение регрессии, использовали ротатбельный план второго порядка (план Бокса). Анализ полученной трехмерной поверхности показал, что оптимальной зоной содержания белка в овсе является вес 10,5 г при этом крупность помола: 1 мм, при температуре обжарки 175 °С с продолжительностью обжарки 5 мин. Оптимальной зоной белка в гречихе является 10,8 г (крупность помола 1 мм), при температуре обжарки 150 °С, продолжительностью обжарки 10 мин. И соответственно белка в рисе 7,1 г при крупности помола 1 мм, температура обжарки 150 °С с продолжительностью обжарки 10 мин. Таким образом, полученные результаты позволят оптимизировать исследуемый процесс путем применения разработанной математической модели.

Ключевые слова: зерновой напиток, рис, овес, гречиха, оптимизация технологических параметров.

Андапта. Тамақ өнеркәсібі үнемі нарық мүмкіндіктері мен тенденцияларын іздестіруде және танымал санаттардың бірі - жануарлар сүтіне балама ретінде өсімдік тектес сүт болып табылады. Бұл өнімдердің жетістігі бірнеше факторларға байланысты, соның ішінде ағзаның лактозаны қабылдамау деңгейінің жоғарылауы, диетаның әртүрлі түрлері, салауатты өмір салтын ұстану, жануарлардың әлауқатына қамқорлық және қоршаған ортаға қамқорлық болып табылады [1, 2].

Өсімдік негізіндегі тағам баламалары құрамындағы талшықтардың жоғары болуына, жақсы тендестірілген минералды қатынасына және биоактивті қосылыстардың жоғары деңгейіне байланысты адам денсаулығына көптеген артықшылықтар береді [3, 4]. Көптеген соңғы зерттеулер өсімдік негізіндегі жаңа сүт өнімдерін өндіру үшін әртүрлі дәнді дақылдарды, майлы дақылдарды және жаңғақтарды пайдалануды зерттеуге бағытталған [5].

Өсімдік тектес сүт - сиыр сүтімен салыстырғанда майдың мөлшері аз және холестеринсіз адам тұтынуы үшін ақуыз және калория көзін қамтамасыз ететін өсімдік тектес шикізаттан алынған сулы сығымдылар [6]. Қазіргі таңда әлемде өсімдік тектес сүтті тұтыну артып келеді. Мысалы, Еуропада нарық 2015 жылы шамамен 9%-ға өсті [5]. Бұл өнімде сиыр сүтіндегі негізгі көмірсу болып табылатын лактоза жоқ және оны ағзасы лактозаны қабылдамайтын адамдарға ұсынуға болады [7]. Дүние жүзінде-

гі адамдардың шамамен 75%-ы лактозаны қабылдамайды [8].

Оған қоса, тұтынушыларға оң тағамдық артықшылықтар берумен қатар, өсімдік тектес сүтке өнеркәсіптің қызығушылығы артып келеді, өйткені оны сиыр сүтіне қарағанда арзанырақ өндіруге болады [9].

Бұл өсімдік тектес сүтті сүт өнімдерінде сиыр сүтін алмастыру үшін пайдалануға болатынын, оның әлеуетін одан әрі кеңейтіп, диетаны шектейтін тұтынушылар үшін жоғары технологиялық және тағамдық қасиеттері бар азық-түлік өнімдерін өндіру мүмкіндігін көрсетеді.

Астық сусындарын өндіруде шикізатты дайындаудың технологиялық үрдісін зерттеу мен оңтайландыруға ғылыми көзқарастың негізі оларды математикалық модельдеу, содан кейін негізгі факторлардың әсерін талдау және өндірудің оңтайлы шарттарын есептеу үшін модельдерді қолдану болып табылады.

Модельдеу және оңтайландыру объектілері ретіндегі технологиялық үрдіске тән ерекшелігі олардың көпшілігі стохастикалық түрде өзгертін басқарылатын және басқарылмайтын факторлардың үлкен санына тәуелділігі болып табылады. Бұл жағдайда гетерогенді анизотропты ортадағы масса мен жылу алмасуды, гидродинамиканы, көптеген бір мезгілде жүретін реакциялардың кинетикасын және т.б. ескеру қажет, бұл диффузиялық, нашар ұйымдасты-

рылған жүйелер сияқты үрідстерді квалификациялауға мүмкіндік береді. Мұндай жүйелерді зерттеу және оңтайландыру мәселелері көп мәнді математи-

калық статистиканың идеялары мен әдістерін қолдану арқылы сәтті шешіледі.

1 кесте - Кіріс факторларының вариация деңгейлері мен интервалдарын кодтау

Факторлар		Вариация деңгейлері					Вариация интервалдары
натуралды	кодталған	-1,68	-1	0	+1	+1,68	
Ұнтақату өлшемі, мкр	x1	0,5	1	1,5	2	2,5	0,5
Қуыру температурасы, °C	x2	125	150	175	200	225	25
Қуыру ұзақтығы, мин	x3	2,5	5	7,5	10	12,5	2,5

2 кестеде шикізатты дайындау үрдісін оңтайландыру критерийлерінің сенімділік интервалдарының мәндері көрсетілген.

2 кесте - Оңтайландыру критерийінің сенімділік интервалдарының мәні

Шикізатты дайындау үрдісі	Кіріс параметрі	Сенімділік интервалдары			
		Δb_0	Δb_i	Δb_{ii}	Δb_{ij}
Сұлының ақуыз мөлшері	y1	$\pm 0,10$	$\pm 0,07$	$\pm 0,06$	$\pm 0,09$
Қарақұмықтың ақуыз мөлшері	y2	$\pm 0,20$	$\pm 0,14$	$\pm 0,13$	$\pm 0,18$
Күріштің ақуыз мөлшері	y3	$\pm 0,15$	$\pm 0,10$	$\pm 0,10$	$\pm 0,13$

Материалдар және әдістемесі. Зертханалық жағдайда астық сусындарының технологиясы жасалды. Математикалық модельдеуді қолдана отырып, астық сусындарын өндірудегі технологиялық параметрлерді оңтайландыру бойынша зерттеулер жүргізілді.

Зерттеу объектісі: астық сусындары.

Астық сусындары:

- күріш сусыны;
- сұлы сусыны;
- қарақұмық сусыны.

Зерттеулер Қазақ технология және бизнес университетінің Технология және стандартизация кафедрасының зертханасында 2022-2023 жылдары аралығында жүргізілді.

Талқылау мен нәтижелер. Астық сусындары өндірісінің технологиялық үрдісін оңтайландыру үшін математикалық модель және технологиялық параметрлерді таңдаудың сәйкестігін бағалау әзірленді.

Регрессия теңдеуі болып табылатын шикізатты дайындаудың технологиялық үрдісінің математикалық моделін алу үшін екінші ретгі айналмалы жос-

пар (Бокс жоспары) қолданылды. Факторлар саны $K=3$, жоспардағы тәжірибелер саны 20, нөлдік нүктедегі тәжірибелер саны 6, теңдеу коэффициенттерінің саны 10.

Шикізатты дайындау үрдісінің тәжірибелік зерттеулерінің негізінде келесі факторлар белгіленді: ұнтақтау өлшемі (K , мм), қуыру температурасы (T , °C), қуыру ұзақтығы (t , мин), олар оңтайландыру критерийлеріне әсер етеді - сұлы, қарақұмық және күріштің құрамындағы ақуыздың мөлшері (B , г).

Әрі қарай, біз кестеде берілген кіріс параметрлерінің вариация деңгейлері мен интервалдарын кодтадық, 1 кестеде көрсетілген.

Регрессия теңдеуінің коэффициенті оның абсолютті мәні сенімділік интервалынан ($b_i > \Delta b_i$) үлкен болса, мәнді болады. Әйтпесе, ол елеусіз болып саналады және математикалық модельді одан әрі қараудан алып тастауға болады.

Кестедегі сенімділік интервалдарының мәндерін салыстыру 2 кестеге сәйкес регрессия коэффициенттерімен. 3 кестеде кіріс факторларының өзара әрекеттесуінің әсері шамалы және оларды елемуге болады деп қорытынды жасауға болады.

3 кесте - Регрессия теңдеуінің шығыс коэффициенттері

Коэффициенттер	Оңтайландыру		
	сұлының ақуыз мөлшері	қарақұмықтың ақуыз мөлшері	күріштің ақуыз мөлшері
b0	9,640132832	9,849249424	6,671186912
b1	-0,3642432	-0,3393552	-0,1780224
b2	0,0269376	-0,1220976	-0,1100928
b3	-0,1417152	0,0611952	0,0884256
b12	0,025	0,0875	0,075
b13	0,1	-0,0625	-0,025
b23	0,05	-0,0125	-0,075
b11	-0,058760256	0,038761408	-0,072776896
b22	-0,129320256	0,056401408	-0,143336896
b33	0,135279744	0,109321408	-0,055136896
Fp	4,578684312	3,692798959	2,945130371

Әрі қарай, регрессия теңдеуі (1) болатын математикалық модельді құру үшін шамалы коэффициенттерді ескере отырып, ең жоғары дәлдікпен оңтайлы

жауап функцияларын іздедік (компромисті есептің шешімі):

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2 \quad (1)$$

Осылайша, кодталған мәндер үшін шикізатты дайындау үрдісі үшін регрессия теңдеулері сұлы (2), қарақұмық (3), күріш (4) үшін келесі пішінді алады:

$$y_1 = 9.640132832 - 0.3393552x_1 + 0.0269376x_2 - 0.1417152x_3 + 0.025x_1x_2 + 0.1x_1x_3 + 0.05x_2x_3 - 0.058760256x_1^2 - 0.129320256x_2^2 + 0.135279744x_3^2 \quad (2)$$

$$y_2 = 9.849249424 - 0.3642432x_1 - 0.1220976x_2 + 0.0611952x_3 + 0.0875x_1x_2 - 0.0625x_1x_3 - 0.0125x_2x_3 + 0.0387614x_1^2 + 0.056401408x_2^2 + 0.109321408x_3^2 \quad (3)$$

$$y_3 = 6.671186912 - 0.1780224x_1 - 0.1100928x_2 + 0.0884256x_3 + 0.075x_1x_2 - 0.025x_1x_3 - 0.075x_2x_3 - 0.072776896x_1^2 - 0.143336896x_2^2 - 0.055136896x_3^2 \quad (4)$$

Алынған регрессияның математикалық үлгілерінің сәйкестігі Фишер критерийі бойынша бағаланды F_p .

Осылайша, $F_p < F_{table}$ екенін ескере отырып, шикізатты дайындау үрдісінің технологиялық тиімділігінің моделін 95% сенімділік деңгейімен адекватты деп санауға болады.

Екінші ретті модельдерді канондық түрлендіру-

ден кейін канондық түрдегі регрессия теңдеулері алынды, оңтайландыру параметрлерінің мәндері Microsoft Excel мәгіндік процессорының компьютерінде есептелді. Үшөлшемді кеңістікте модель салынды, ол ұнтақтау өлшеміне, қуыру температурасына, қуыру ұзақтығына тәуелділігін сипаттайтын жазықтық болып табылады, бұл оңтайландыру критерийлеріне әсер етеді - сұлы, қарақұмық және

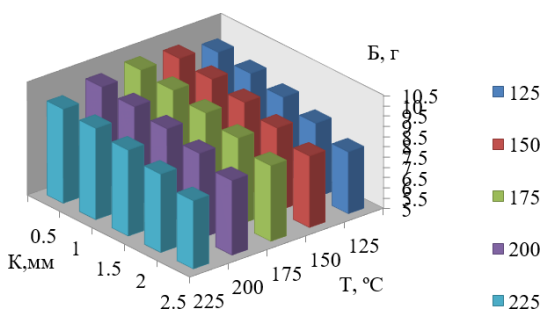
күріш ақуызының мөлшері.

Шикізатты дайындау үрдісінің оңтайлы технологиялық режимдерін анықтау мақсатында зертханалық қондырғыда тәжірибелік зерттеулер жүргізілді. 1-9 суреттерде тәуелділік графиктерінің графикалық бейнелері келтірілген.

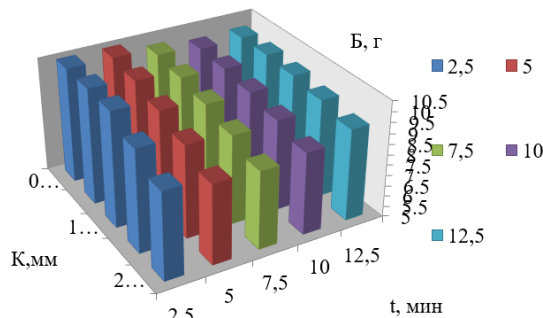
Үш өлшемді кеңістіктік модельдерді талдау күріште көрсетілгенін көрсетеді. 1-9 суреттердегі оңтайландыру критерийінің қажетті мәндері қарастырылатын іздеу аймағында қол жеткізіледі. Бұл эксперименттерді жоспарлауда кіріс факторларының вариация деңгейлері жеткілікті түрде дұрыс қабылданғанын білдіреді.

Ұсынылған графиктерді талдау кеңістіктегі үш өлшемді модельде ұнтақтау өлшемі (K, мм), қуыру температурасы (T, °C), қуыру ұзақтығы (t, мин) мәндерінің өзгермелі мәндерінің оңтайлы аймақтары бар екенін көрсетті. онда шикізатты дайындаудың технологиялық үрдісі оңтайлы мәндермен жүзеге асырылады.

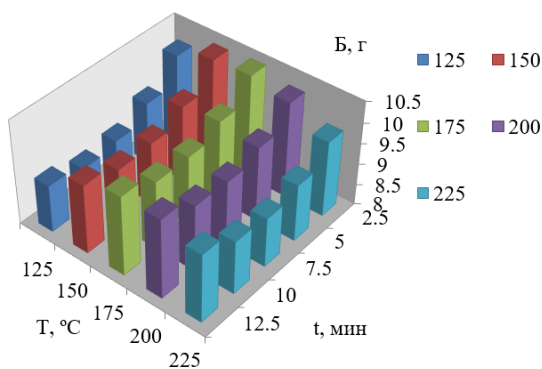
менттерді жоспарлауда кіріс факторларының вариация деңгейлері жеткілікті түрде дұрыс қабылданғанын білдіреді.



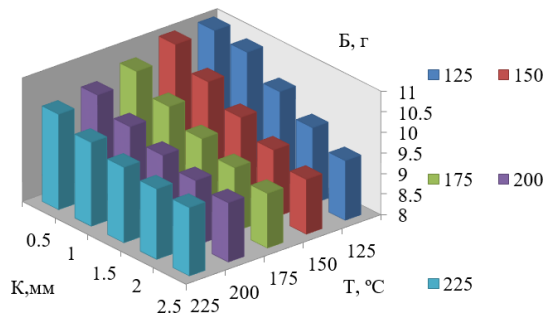
1 сурет - Ұнтақтау мөлшері мен қуыру температурасының $y_n = f(,)$ сұлы құрамындағы ақуызға тәуелділігін сипаттайтын кеңістіктегі үш өлшемді моделі



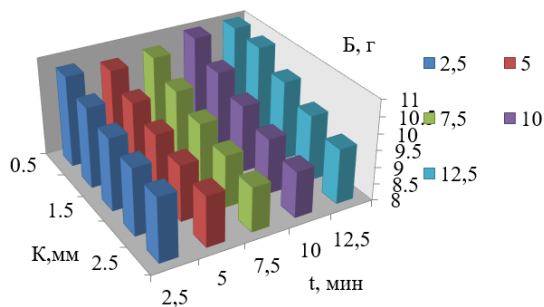
2 сурет - Ұнтақтау мөлшері мен қуыру ұзақтығының $y_n = f(, t)$ сұлы құрамындағы ақуызға тәуелділігін сипаттайтын кеңістіктегі үш өлшемді моделі



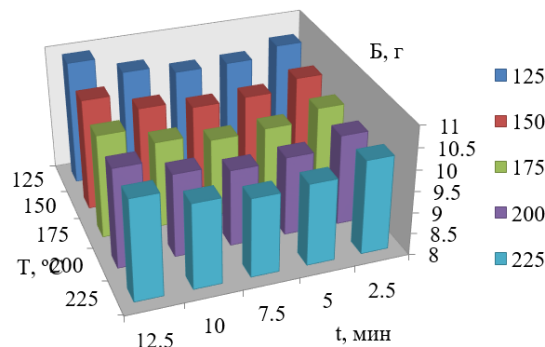
3 сурет - Қуыру температурасы мен қуыру ұзақтығының $y_n = f(, t)$ сұлы құрамындағы ақуызға тәуелділігін сипаттайтын кеңістіктегі үш өлшемді моделі



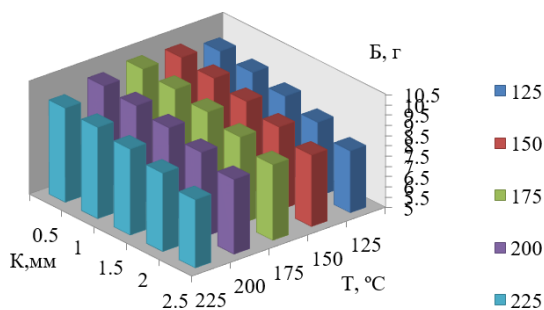
4 сурет - Ұнтақтау мөлшері мен қуыру температурасының $y_n = f(,)$ қарақұмық құрамындағы ақуызға тәуелділігін сипаттайтын кеңістіктегі үш өлшемді моделі



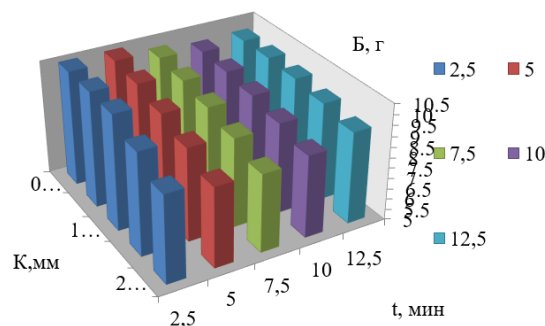
5 сурет - Ұнтақтау мөлшері мен қуыру ұзақтығының $y_n = f(t)$ қарақұмық құрамындағы ақуызға тәуелділігін сипаттайтын кеңістіктегі үш өлшемді моделі



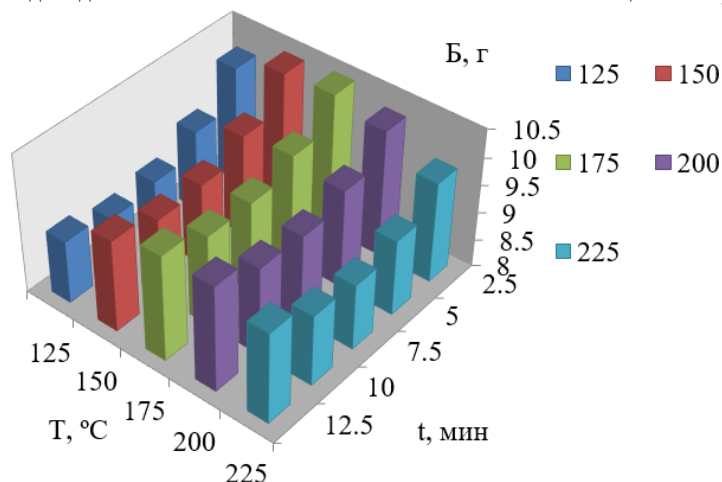
6 сурет - Қуыру температурасы мен қуыру ұзақтығының $y_n = f(t)$ қарақұмық құрамындағы ақуызға тәуелділігін сипаттайтын кеңістіктегі үш өлшемді моделі



7 сурет - Ұнтақтау мөлшері мен қуыру температурасының $y_n = f(,)$ күріш құрамындағы ақуызға тәуелділігін сипаттайтын кеңістіктегі үш өлшемді моделі



8 сурет - Ұнтақтау мөлшері мен қуыру ұзақтығының $y_n = f(t)$ күріш құрамындағы ақуызға тәуелділігін сипаттайтын кеңістіктегі үш өлшемді моделі



9 сурет - Қуыру температурасы мен қуыру ұзақтығының $y_n = f(t)$ күріш құрамындағы ақуызға тәуелділігін сипаттайтын кеңістіктегі үш өлшемді моделі

Технологиялық үрдістің ауыспалы параметрлеріне берілген тәуелділіктер: ұнтақтау өлшемі; температура; қуыру ұзақтығы зерттелетін фактор мәндерінің диапазонындағы оңтайландыру критерийлері мәндерінің өзгеруін жеткілікті дәлдікпен болжауға мүмкіндік береді. Бұл жағдайда үрдісті оңтай-

ландыру критерийлеріне зерттелетін әрбір фактордың басым әсерін орнатуға болады, бұл шикізатты дайындау үрдісінің кинетикасын жеткілікті жуықтаумен сипаттауға мүмкіндік береді.

Алынған үш өлшемді бетті талдау сұлының оңтайлы ақуыз мөлшері 10,5 г, ал ұнтақтау мөлшері 1 мм, қуыру температурасы 175 °С, қуыру уақыты 5 минут екенін көрсетті. Қарақұмықтағы оңтайлы ақуыз мөлшері 10,8 г, ұнтақтау өлшемі 1 мм, қуыру температурасы 150 °С, қуыру уақыты 10 минут. Сәйкесінше, күріштегі ақуыз мөлшері 7,1 г, ұнтақтау өлшемі 1 мм, қуыру температурасы 150 °С, қуыру уақыты 10 минут. Осылайша, алынған нәтижелер әзірленген математикалық модельді қолдану арқылы зерттелетін үрдісті оңтайландыруға мүмкіндік береді.

Астық сусындарының сапалық көрсеткіштері қандағы глюкоза деңгейін төмендететін және қанықтыру сезімін арттыратын ақуыздық заттардың құрамына байланысты екенін атап өткен жөн. Астық сусындардың құрамы мен рецепті өнімнің құрылымын

және органолептикалық көрсеткіштерін анықтайды. Дәнді ұнтақтау әдістері, ұн бөлшектерінің өлшемі және ұнды өңдеу сияқты басқа факторлар да әсер етуі мүмкін.

Қорытынды. Зерттеудің негізгі міндеті шикізатты дайындауда оңтайлы технологиялық режимдерді таңдау болды. Белгіленген: шикізатты ұнтақтау ұсақтығы - 1 мм, қуыру температурасы: сұлы - 175 °С; күріш пен қарақұмық - 150 °С, сұлы үшін қуыру уақыты 5 минут, қарақұмық пен күріш үшін - 10 минут.

Қаржыландыру көзі - Ғылыми-зерттеу жұмысы Қазақстан Республикасы Ауыл шаруашылығы министрлігімен БМҚ шеңберінде 2021-2023 жылдарға «Дайын өнімнің ассортиментін кеңейту және шикізат бірлігінен шығу, сондай-ақ өнім өндірісіндегі қалдықтар үлесін азайту мақсатында ауыл шаруашылығы шикізатын терең өңдеудің ғылымды қажетсінетін технологияларын әзірлеу» тақырыбы бойынша (BR10764970) орындалды.

Әдебиеттер

1. E.F. Aydar, S. Tutuncu, B. Ozcelik. Plant-based milk substitutes: Bioactive compounds, conventional and novel processes, bioavailability studies, and health effects. - Journal of Functional Foods. -2020.- Vol.70.- pp. 1-15.
2. A.A. Paul, S. Kumar, V. Kumar, R. Sharma. Milk analog: Plant-based alternatives to conventional milk, production, potential and health concerns.- Critical Reviews in Food Science and Nutrition.-2020.-Vol. 60 (18).- pp. 3005-3023.
3. M. Akram, N. Munir, M. Daniyal, C. Egbuna, M.A. Găman, P.F. Onyekere, et al. - Vitamins and minerals: types, sources and their functions. - Functional Foods and Nutraceuticals.- 2020.- pp. 149-172.
4. N. Mollakhalili-Meybodi, M. Arab, L. Zare.-Harmful compounds of soy milk: Characterization and reduction strategies. - Journal of Food Science and Technology.- 2022.-Vol. 59 (10).- pp. 3723-3732.
5. S. Jeske, E. Zannini, E.K. Arendt / Evaluation of physicochemical and glycaemic properties of commercial plant-based milk substitutes.- Plant Foods for Human Nutrition.- 2017.- Vol.72 (1).- pp. 26-33.
6. T. Izadi, Z. Izadi, M.M. Tehrani, M.A. Pour, M.Z. Moghadam, M.A. Shariaty. Investigation of optimized methods for improvement of organoleptical and physical properties of soymilk.- International Journal of Farming and Allied Sciences.-2013.-Vol. 2 (10).- pp. 245-250.
7. J.K. Ikya, D.I. Gernah, H.E. Ojobo, O.K. Oni. Effect of cooking temperature on some quality characteristics of soy milk. -Advance Journal of Food Science and Technology.- 2013.- Vol.5 (5). -pp. 543-546.
8. F.S.R. Gasparin, J.M. Teles, S.C. Araújo. Alergia à proteína do leite de vaca versus intolerância à lactose: As diferenças e semelhanças. Revista Saúde e Pesquisa.- 2010.- Vol.3 (1). - pp. 107-114.
9. D.Y. Mang, A.B. Abdou, N.Y. Njintang, E.J.M. Djiogue, E.A. Panyo, C. Bernard, et al. Optimization of vegetable milk extraction from whole and dehulled Mucuna pruriens (Var Cochinchinensis) flours using central composite design. -Journal of Food Science & Technology.- 2016.-Vol. 53 (1).- pp. 145-157.

References

1. E.F. Aydar, S. Tutuncu, B. Ozcelik. Plant-based milk substitutes: Bioactive compounds, conventional and novel processes, bioavailability studies, and health effects. - Journal of Functional Foods. -2020.- Vol.70.- pp. 1-15.

2. A.A. Paul, S. Kumar, V. Kumar, R. Sharma. Milk analog: Plant-based alternatives to conventional milk, production, potential and health concerns.- Critical Reviews in Food Science and Nutrition.-2020.-Vol. 60 (18).- pp. 3005-3023.
3. M. Akram, N. Munir, M. Daniyal, C. Egbuna, M.A. Găman, P.F. Onyekere, et al. - Vitamins and minerals: types, sources and their functions. - Functional Foods and Nutraceuticals.- 2020.- pp. 149-172.
- 4.N. Mollakhalili-Meybodi, M. Arab, L. Zare.-Harmful compounds of soy milk: Characterization and reduction strategies. - Journal of Food Science and Technology.- 2022.-Vol. 59 (10).- pp. 3723-3732.
5. S. Jeske, E. Zannini, E.K. Arendt / Evaluation of physicochemical and glycaemic properties of commercial plant-based milk substitutes.- Plant Foods for Human Nutrition.- 2017.- Vol.72 (1).- pp. 26-33.
6. T. Izadi, Z. Izadi, M.M. Tehrani, M.A. Pour, M.Z. Moghadam, M.A. Shariaty. Investigation of optimized methods for improvement of organoleptical and physical properties of soymilk.- International Journal of Farming and Allied Sciences.-2013.-Vol. 2 (10).- pp. 245-250.
7. J.K. Ikyu, D.I. Gernah, H.E. Ojobo, O.K. Oni. Effect of cooking temperature on some quality characteristics of soy milk. -Advance Journal of Food Science and Technology.- 2013.- Vol.5 (5). - pp. 543-546.
8. F.S.R. Gasparin, J.M. Teles, S.C. Araújo. Alergia à proteína do leite de vaca versus intolerância à lactose: As diferenças e semelhanças. Revista Saúde e Pesquisa.- 2010.- Vol.3 (1). - pp. 107-114.
9. D.Y. Mang, A.B. Abdou, N.Y. Njintang, E.J.M. Djiogue, E.A. Panyo, C. Bernard, et al. Optimization of vegetable milk extraction from whole and dehulled Mucuna pruriens (Var Cochinchinensis) flours using central composite design. -Journal of Food Science & Technology.- 2016.-Vol. 53 (1).- pp. 145-157.

Авторлар туралы мәліметтер

Хастаева А.Ж. - Phd, қауым.профессор, Қазақ технология және бизнес университеті, Қазақстан, Астана қ., e-mail: gera_or@mail.ru;

Бектурганова А.А. - т.ғ.к., қауым.профессор, Қазақ технология және бизнес университеті, Қазақстан, Астана қ., e-mail: 1968al1@mail.ru;

Омаралиева А.М. - т.ғ.к., қауым.профессор, Қазақ технология және бизнес университеті, Қазақстан, Астана қ., e-mail: aigul-omar@mail.ru;

Сериков А.Ж. - Phd докторанты, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан, Астана қ., e-mail: almas_dumhammer@mail.ru;

Мыржыкбаева А.Д. - Phd докторанты, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Қазақстан, Алматы қ., e-mail: aidanadauletkeldi@yandex.ru

Information about the authors

Khastayeva A.Zh. - PhD, ass.professor, Kazakh University of Technology and Business, Kazakhstan, Astana, e-mail: gera_or@mail.ru;

Bekturganova A.A. - Candidate of Technical Sciences, ass.professor, Kazakh University of Technology and Business, Kazakhstan, Astana, e-mail: 1968al1@mail.ru;

Omargalieva A.M.- Candidate of Technical Sciences, ass.professor, Kazakh University of Technology and Business, Kazakhstan, Astana, e-mail: aigul-omar@mail.ru;

Serikov A.Zh. - Phd student, S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Kazakhstan, Astana, e-mail: almas_dumhammer@mail.ru;

Myrzhykbayeva A.D. - Phd student. Kazakh National Agrarian Research University, Kazakhstan, Almaty, e-mail: aidanadauletkeldi@yandex.ru