

ӨОК 663.43
FTAMP 65.43.31

<https://doi.org/10.48184/2304-568X-2021-2-5-11>

СЫРА ӨНДІРІСІНДЕ ҚҰРҒАҚ ҚҰЛМАҚТАУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ҚОЛДАНУ

¹Ж.А. АБДУШУКУРОВ*, ¹А.К. КЕКИБАЕВА

(¹«Алматы технологиялық университеті» АҚ, Қазақстан, 050012, Алматы қ., Төле би көш., 100)
Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: zhambyl.abdushukurov@bk.ru*

Қазіргі таңда әлем үшін құрғақ құлмақпен құлмақтау үрдісін қолдану жаңа технология болып саналады. Құлмақты енгізудің мұндай тәсілі тұрақсыз хош иісті майларды сақтауға мүмкіндік береді. Құрғақ құлмақпен құлмақтау ашыту процесі аяқталғаннан кейін ашытуды жетілдіру сатысында немесе кезаларға құлмақ өнімдерін қосуды білдіреді. Құрғақ құлмақпен құлмақтау технологиясы сыраға ащы дәм бермейді, бірақ – оны қолдану нәтижесінде қайнату процесінде ұшып кететін ұшқыш тұрақсыз хош иісті майларды сақтауға мүмкіндік береді: монотерпендер-мирцен, дитерпендер – димирцен, сексвитерпендер – β – корпофиллен және т.б. мұндай технология бойынша дайындалған сыра дәстүрлі сыра қайнату технологиясында қол жеткізе алмайтын құлмақтың қанық хош иісімен ерекшеленеді. Сапаны өндірістік дегустациялық бағалау негізінде "Goldings" құлмақтарының түрлі концентрациясы бар сусындардың сенсорлық профильдері және физика-химиялық көрсеткіштері атап айтатын болсақ сығынды мөлшері, рН мөлшері, ащы заттар мөлшері, түстілігі диацетил мөлшері спирт мөлшері ашыту дәрежесі анықталды және профилограммаларды талдау нәтижелері бойынша құлмақ енгізудің оңтайлы дозасы 29г/дал белгіленді.

Негізгі сөздер: сыра, құлмақтау, хош иісті құлмақ сорттары "Goldings", сыраның жаңа түрі.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СУХОГО ОХМЕЛЕНИЯ В ПИВОВАРЕНИИ

¹Ж.А. АБДУШУКУРОВ*, ¹А.К. КЕКИБАЕВА

(¹АО «Алматинский технологический университет», Казахстан, 050012, г. Алматы, ул. Төле би, 100)

Электронная почта автора-корреспондента: zhambyl.abdushukurov@bk.ru*

В настоящее время применение процесса сухого охмеления является новой технологией. Такой способ введения хмеля позволяет сохранить неустойчивые ароматические масла. Процесс сухого охмеления означает добавление хмелевых продуктов на стадии дображивания бродильной чины или кегий после завершения процесса брожения. Технология сухого охмеления не придает пиву горького вкуса, но в результате его применения позволяет сохранить летучие неустойчивые ароматические масла, которые улетучиваются в процессе варки: монотерпены-мирцен, дитерпены – димирцен, сексвитерпены – β – корпофиллен и др. Пиво, приготовленное по такой технологии, отличается насыщенным ароматом хмеля, чего нет в традиционной пивоваренной технологии. На основе производственной дегустационной оценки качества определены сенсорные профили и физико-химические показатели напитков с различной концентрацией хмеля "Goldings", в частности, содержание экстракта, рН, содержание горьких веществ, цветность, содержание диацетила, спирта, степень ферментации и по результатам анализа профилограмм установлена оптимальная доза введения хмеля 29г/дал.

Ключевые слова: пиво, сухое, охмеление, ароматический хмель сорта "Goldings", дегустационная оценка, новый сорт пива.

THE USE OF DRY HOPPING TECHNIQUE IN BREWING

¹ZH.A. ABDUSHUKUROV*, ¹A.K. KEKIBAEVA

(¹ «Almaty Technological University» JSC, Kazakhstan, 050012, city of Almaty, Tole bi str., 100)
Corresponding author e-mail: zhambyl.abdushukurov@bk.ru*

Currently, the application of the dry hopping process is a new technology. This method of introducing hops allows you to preserve unstable aromatic oils. The dry hopping process means the addition of hop products at the fermentation stage of the fermentation chine or kegs after the fermentation process is completed. The dry hopping technology does not give the beer a bitter taste, but as a result of its use, it allows you to preserve volatile unstable aromatic oils that evaporate during cooking: monoterpenes-myrcene, diterpenes-dimircene, sexwiterpenes- β -corpofyllene, etc. Beer prepared using this technology is characterized by a rich aroma of hops, which is not present in traditional brewing technology. Based on the production tasting quality assessment, sensory profiles and physico-chemical parameters of drinks with different concentrations of Goldings hops were determined, in particular, the content of the extract, pH, the content of bitter substances, color, diacetyl content, alcohol content, the degree of fermentation, and according to the results of the profilogram analysis, the optimal dose of hops administration was 29g/dal.

Keywords: beer, dry hopping, aromatic hops "Goldings", tasting score, a new brand of beer.

Kіpіcne

Сыра қайнатудың классикалық технологиясында құлмақ сыра қайнату сатысында енгізіледі және әдетте қайнату басталғаннан кейін 10 минуттан соң немесе бірнеше порцияда (2-3) бір реттік толтыру түрінде болады.

Бір реттік толтыру кезінде құлмақтың ащы заттарының ең көп мөлшері изомерленеді. Құлмақтың ащы заттары сыра қайнатушы үшін маңызды сипаттама болып табылады, сыраның көбікке төзімділігіне ықпал етеді және микроорганизмдердің дамуын тежейді [1]. Бірнеше порцияға құйған жағдайда, соңғы порция қайнату аяқталғанға дейін 5-10 минут бұрын немесе қайнату кезінде жоғалған хош иісті құлмақ майының бір бөлігін сақтау мақсатында сыра ашытқысын вирпулға айдау кезінде беріледі.

Сондықтан жарқын хош иісі бар сыра сұрыптарын жасау үшін хош иісті құлмақтарды қайнатудың соңында енгізудің орнына, құлмақ майларын олардың жоғалу қаупінсіз барынша толық экстрагирлеуге мүмкіндік беретін құрғақ құлмақтау процесі кезінде қолданған жөн.

Осылайша, құрғақ құлмақпен құлмақтау технологиясын қолдана отырып, сыраның жаңа сорттарын жасау өзекті мәселе болып табылады. Осы технология бойынша дайындалған сыра құлмақтың бай хош иісімен ерекшеленеді. Көптеген сыра әуесқойлары құрғақ құлмақпен құлмақтаудан кейін сырада пайда болатын ерекше гүлді хош иісті бағалайды.

Бұл технология үшін құрамында А-қышқылы төмен (6% және одан төмен) хош иісті құлмақ таңдалды. Хош иісті құлмақтың көптеген түрлерінен тәжірибелік жолмен "Goldings" сұрыпты түйіршіктелген хош иісті құлмақ таңдалды (АНГЛИЯ, өндіруші "Yakima Chief.") цитрус хош иісі бар [2].

Құрғақ құлмақпен құлмақтау ашыту процестері аяқталғаннан кейін құлмақты ашыту чанына немесе кегаларға косуды білдіреді. Құрғақ құлмақпен құлмақтау технологиясы әдетте қайнату кезінде буланып кететін тұрақсыз хош иісті майларды сақтайды.

Эксперимент барысында "Goldings" хош иісті құлмақтары сыраның ашытуды жетілдіру сатысында, яғни ашытудың соңында ашыту аппаратына енгізу әдісі таңдалды. Бірқатар эксперименттер жүргізілді, оның барысында процестің параметрлері таңдалды: құлмақтаудың температурасы мен ұзақтығы, сондай-ақ енгізілген құлмақтың мөлшері.

Құрғақ құлмақпен құлмақтау процесін жүргізу үшін температура – 1°C таңдалды, онда сыраны жетілдіру процесі жүреді. Тұрақтандырудың басында "Goldings" түйіршіктелген хош иісті құлмақ енгізілді, содан кейін құлмақ қосылған сыра араластырусыз 0,6 – 1,1 атм қысымда сақталды [3].

Құрғақ құлмақпен құлмақтау процесінің ұзақтығы әр түрлі болады. Хош иісті майларды барынша көп бөліп шығару үшін құлмақтанған сыраны бірнеше күн бойы ұстау қажет (құлмақтау процесінің ұсынылатын ұзақтығы 5-тен 14 күнге дейін). Ашы-

туды жетілдіру сатысында қосылған құлмақ 1-2 аптаға қалдырылуы керек. Егер құлмақ тікелей кегаларға қосылса, онда сақтау бірнеше айға созылады, бірақ шамадан тыс ұзақ сақтау дайын сырада "шөпті" дәмнің пайда болуына әкелуі мүмкін [4].

Осылайша, зерттеу барысында сыраны құлмақтауға жетілу ұзақтығына сәйкес келетін 14 күн уақыты таңдалды. Құлмақ төменгі және жоғары концентрацияда қосылды -5 галлонға 1,3 және 4 унция, яғни 1,6; 3 және 5,9 г/дал.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Қайнату кезеңінде ащы дәм беру үшін, қайнатудың басында ащы құлмақтан жасалған Іке (IsomerisedKettleExtract) изомерлен-

ген құлмақ сығындысы қосылды. Құлмақ қайнату кезеңінде сыраға қажетті ащы заттарды береді, суслонь ақшылдандыруға қатысады, көбіктің беріктігін, биологиялық және коллоидтық тұрақтылықты арттырады [5-7].

Құлмақ сығындысының көрсеткіштерін "Botanix Ltd." өндірушісі ұсынған және сапа (кесте 1).

Құрғақ құлмақпен құлмақтау үшін "Goldings" сұрыпының түйіршікті құлмақтары қолданылды.

Түйіршіктелген құлмақтың көрсеткіштерін "Yakima Chief." өндірушісі ұсынған, Англия (кесте 2).

Кесте 1- Іке құлмақ сығындысының физика-химиялық көрсеткіштері

Параметр, өлшем бірлігі	Сынақ нәтижелері
Тұтқырлығы, Раs 30-40°C кезінде	2,4
α -қышқылдардың мөлшері, %	2,1
Изо- α -қышқылдарының мөлшері, %	45
β -қышқылдар мөлшері, %	17
Құлмақ майларының мөлшері, %	5,1
Магний (ІКЕ), мг/кг	481
Тығыздығы, гр / мл	0,96
Сұрыптылығы	Бірінші сұрып, құрамында ГМО жоқ

Кесте 2-"Goldings " түйіршіктелген құлмақтың физико-химиялық көрсеткіштері

Параметр, өлшем бірлігі	Сынақ нәтижелері
α -қышқылдардың мөлшері, %	9
Когумулон, % α -қышқылдардан	24
β -қышқылдар мөлшері, %	8
Құлмақ майының мөлшері, мл/100г	2
Кариофиллен, майлардың %	2-4
Фарнезен майларының мөлшері %	2-4
Гумулен майларының мөлшері %	9,11
Мирицен майларының мөлшері %	69-71

Weihensterhan 34/70 ашытқысы-Германияда өндірілген белгілі штамм, бүкіл әлемде сыра қайнату өнеркәсібінде төменгі ашыту сырасын өндіру үшін қолданылады. Сегментация күшті. Соңғы тығыздық орташа. 5-ші кезеңге дейін қолдануға болады [8].

Көмекші материалдар ретінде:

- заторды қышқылдандыруға арналған тағамдық ортофосфор қышқылы;

- CaCl_2 және ZnCl_2 тұздары- Ca^{2+} және Zn^{2+} иондарының көздері;

- ферменттер: Mats L - кешенді ферментті препарат; Filtrase NLC - термостабильді β -глюканаза –

β -глюканды ыдырату, сүзуді жеделдету және жақсарту үшін; Amigase Mega-амилоглюкозидаза ашытуды жақсарту.

Зерттеу әдістері

- Anton PaarDMA4500M анализаторындағы бастапқы сусынның экстрактивтілігін және этил спиртінің құрамын анықтау;

-Metrohm 827ph lab PH метріндегі PH анықтау;

- Nach Lange DR 5000 спектрофотометріндегі түстілігін анықтау;

- Perkin Elmer Clarus 500 газды хроматографында ацетальдегидті, диметил-

сульфидті, эфирлер мен жоғары спирттерді анықтау

Нәтижелер және оларды талқылау

Сыраны өндірудің классикалық технологиясы келесі негізгі кезеңдерді қамтиды: арпадан уыт алу, сыра суслосын дайын-дау, сүзу, суслоны құлмақпен қайнату, суслоны ашыту, ашытылған сусло (дайын болуы), дайын сыраны сүзгілерден өткізу және құю. Бұл ұзақ, күрделі процесс, ол 60-100 күнге созылады және көбінесе сыра қайнатушының біліктілігіне байланысты. Бастапқы шикізат бірдей компоненттер болғанына қарамастан, әр түрлі кәсіпорындар шығаратын сыранның сапасы әр түрлі болып келеді.

Құрғақ құлмақпен құлмақтау процесін жүргізу үшін сыра технологиясының жетілдіру процесі тандалынып алынды. Тұрақ-

тандырудың басында "Goldings" түйіршіктелген хош иісті құлмақ түрін енгізіп, содан кейін құлмақ қосылған сыра араластырусыз 0,6 – 1,1 атм қысыммен сақталады. Құрғақ құлмақпен құлмақтау процесінің ұзақтылығы 8-14 күн аралығында өтеді.

Жұмыс аясында сыра суслосының және жетілген сыранның негізгі физико-химиялық көрсеткіштері анықталды.

Сусло құлмақ пен салқындату кезеңдерінен кейін талданды (кесте 3).

Жас сыраны талдау 7-8 күндік ашыту сатысында жүргізілді (кесте 4).

Дайын суслоның талдау-центрифугалаудан кейін және 0° – (-) 1°С суық тұрақтандыру температурасына дейін салқындалғаннан кейін (кесте 3).

Кесте 3-Дайын суслоның физико-химиялық көрсеткіштері.

Параметр, өлшем бірлігі	Нәтиже сынақтары Үлгі 1	Нәтиже сынақтары Үлгі 2	Нәтиже сынақтары Үлгі 3
Тығыздығы, %	13,9	13,6	14,1
pH (20°С кезінде)	5,22	5,17	5,16
Ашы заттар, BU	11,5	10,6	10,7
Түстілігі EBC	11,1	12,2	11,5
Көрінетін сығынды	2,99	2,54	2,77
Ашыту дәрежесі	78,18	80,83	81,2

Кесте 4-Жас сыранның физико-химиялық көрсеткіштері

Параметр, өлшем бірлігі	Нәтиже сынақтары Үлгі 1	Нәтиже сынақтары Үлгі 2	Нәтиже сынақтары Үлгі 3
Тығыздығы, %	13,85	13,5	13,89
Спирт %	6,25	6,66	6,28
Диацетил	19,1	22,1	24,2
Көрінетін сығынды	2,17	2,29	2,09
pH%	4,52	4,39	4,38

"Goldings" хош иісті құлмақтың оңтайлы мөлшерін анықтау

Оңтайлы дозаны анықтау үшін енгізілген құлмақтың концентрациясы шетелдік сыра қайнатушылардың ұсыныстары бойынша және әдеби шолу негізінде таңдалады [9-17].

Құрғақ құлмақпен құлмақтауға дейін және одан кейін жетілген сыраны зерттедік. Келесі концентрациялар таңдалды: №1 үлгі – 14 г/дал; №2 үлгі – 28г/дал; №3 үлгі – 57 г/дал.

Құлмақ ашыту ыдысына (-)1°С температурада енгізілді.

Салқын сусло құлмақпен бірге 14 күнге сақталды. Салқын сыранның соңында физико-химиялық талдау және дайын сыранның

сапасын дегустациялық бағалау (сенсорлық талдау) жүргізілді.

Дәмдік бағалауға сәйкес сусындардың сенсорлық профильдері жасалды және сенсорлық профильдерді талдау негізінде құрғақ құлмақпен құлмақтау үшін "Goldings түйіршікті хош иісті құлмақтың оңтайлы мөлшері таңдалды (сурет 1,2,3).

№1, №2, №3 үлгілерді сенсорлық талдау нәтижелері бойынша дегустаторлар мыналарды атап өтті:

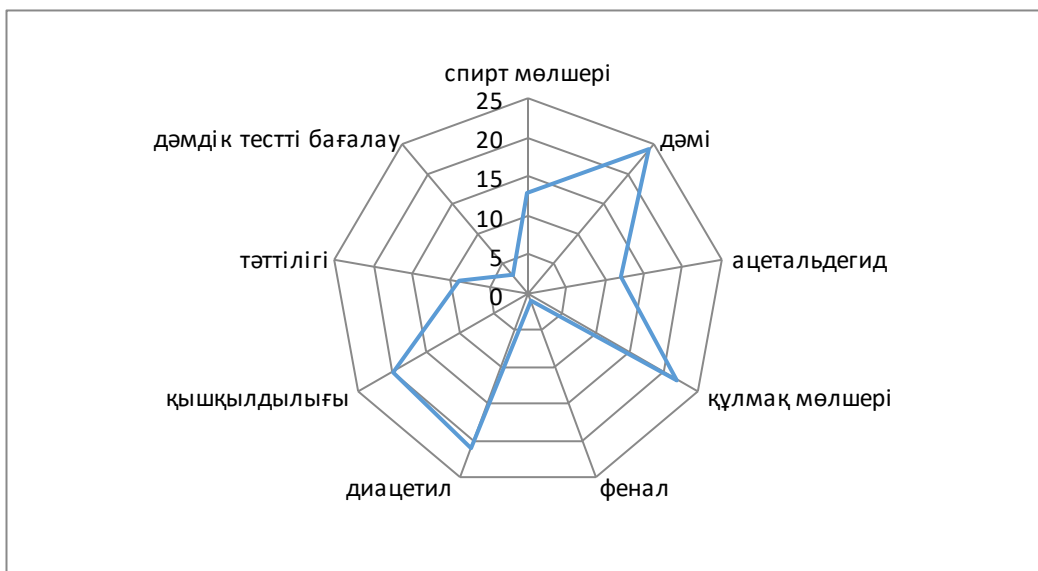
№ 1 үлгі (14 г/дал) – сыранның дәмі мен хош иісінің шамалы өзгерді. Жеміс және гүл реңктері пайда болды, құлмақтың иісі күшейе түсті. Күкірт компоненттері мен диа-

цетилдің иісі сезілді. Ащы заттар мөлшері іс жүзінде өзгерген жоқ.

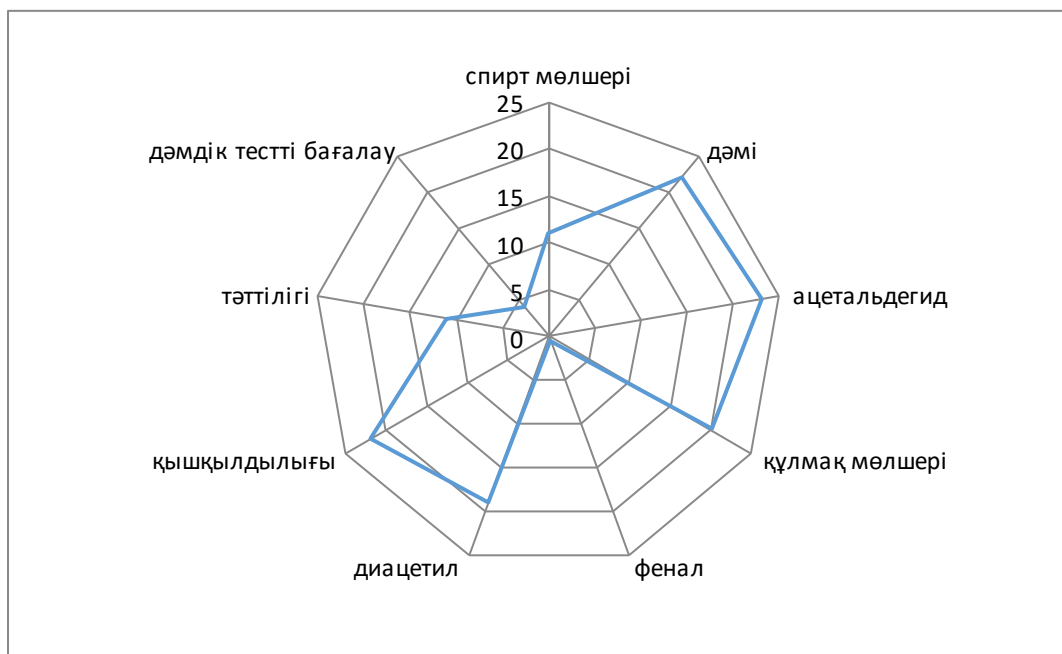
2. № 2 үлгі (28 г/дал) – сыраның дәмі мен хош иісінің айтарлықтай өзгеріс байқалды. Жеміс, цитрус және құлмақтың хош иістері жоғары қаныққан тондар ие болды. Жалпы, дәм мен хош иістің құрамы үйлесімді болды. Бұл үлгіде диацетилдің иісі тоқ-

тады. Ащы заттар мөлшері іс жүзінде өзгерген жоқ.

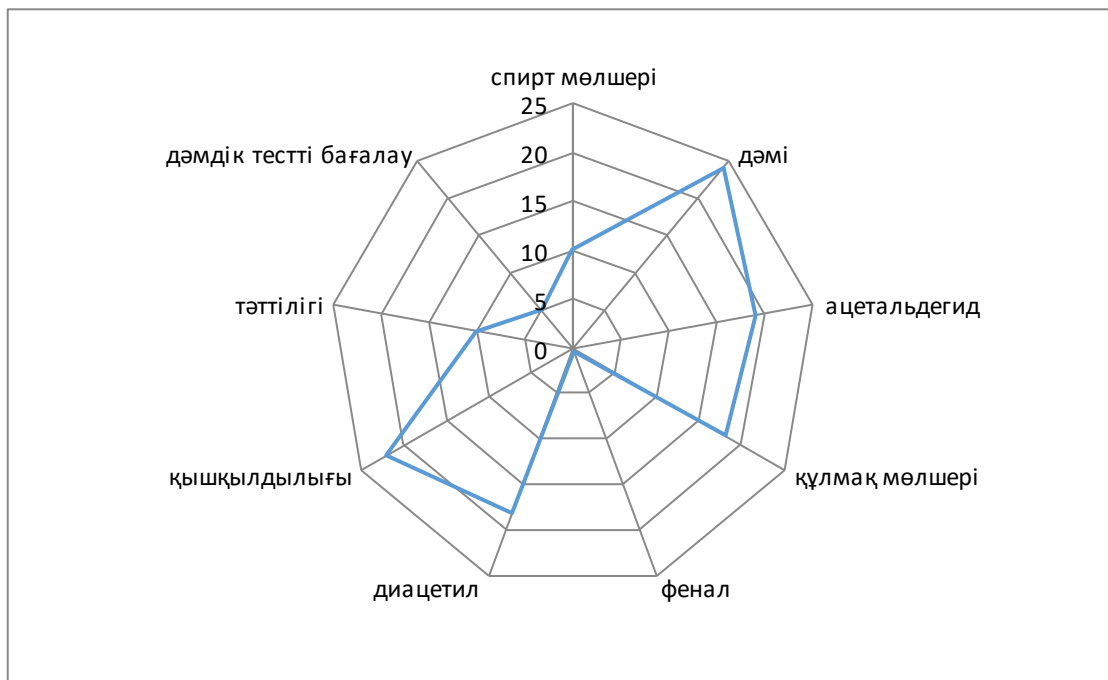
3. № 3 үлгі (57 г/дал) – сыраның дәмі мен хош иісінің айтарлықтай өзгеруі байқалды. Жеміс, цитрус және хош иістің нәзік реңктері өте қанық болды. Хош иіс – теңгерілген жоқ. Талдау нәтижелері бойынша айтарлықтай өзгерген жоқ,сыра ащы болды.



Сурет 1. №1 сыра үлгісінің хош иісті профилі хош иісті құлмақ салғаннан кейін



Сурет 2. №2 сыра үлгісінің хош иісті профилі хош иісті құлмақ салғаннан кейін



Сурет 3. №3 сыра үлгісінің хош иісті профилі хош иісті құлмақ салғаннан кейін

Қорытынды

Эксперименттік зерттеулердің нәтижелері бойынша келесі тұжырымдар жасалды:

- "Goldings" сұрыпының түйіршіктелген хош иісті құлмақтарын пайдаланып, құрғақ құлмақпен құлмақтау процесін қолдана отырып, сыраның жаңа сұрыпының рецептуралары мен технологиясын жасаудың орындылығы негізделді;

- сыра суслосының жетілдіру кезеңінде ашыту аппаратына "Goldings" сортының хош иісті құлмақтарын енгізу әдісі таңдалды;

- процестің параметрлері анықталды: температура (-)1°C, қысым – 0,5-1 атм.. Құлмақты экстракциялау ұзақтығы-араластырусыз 14 тәулік;

- сапаны өндірістік дегустациялық бағалау негізінде "Goldings" құлмақтарының түрлі концентрациясы бар сусындардың сенсорлық профилдері жасалды;

- профилограммаларды талдау нәтижелері бойынша құлмақ енгізудің оңтайлы дозасы белгіленді-28 г / дал.;

- құрғақ құлмақпен құлмақтау технологиясын қолдана отырып, сыраның жаңа сортының рецептурасы жасалды;

- құрғақ құлмақпен құлмақтауды пайдалана отырып, құлмақ сырасын алудың қағидатты технологиялық схемасы жасалды.

Осылайша, өндірілген сыраны шағын сыра қайнату зауыттарында ассортиментті кеңейту, бәсекеге қабілеттілікті арттыру және жаңа тұтынушыларды тарту үшін пайдалануға болады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Нарцисс Л. Краткий курс пивоварения, перевод с нем, СПб: изд-во "Профессия", -2007. - 640 с.

2. Кальтнер Д., Тум Б., Форстер К., Бак В. Хмель. Исследование технологического и вкусового воздействия на пиво // Мир пива, 2001,-№1.- С. 12-16.

3. Гернет, М.В.Состояние и перспектива производства специальных сортов пива //Пиво и напитки.- 2015. - №2. - С. 8-10

4. Ангер Х. М. Сенсорный анализ // Мир пива. 2004.-№ 4-С. 43-45.

5. Биндл М., Майнбург К. Заранее изомеризированные хмелевые продукты – возможности и использование на практике // Мир пива, 2016.-№1.-С. 29-36.

6. Шабурова Г. В. Повышение эффективности использования пивоваренного сырья //Пиво и напитки. 2005. – №. 3.- С. 33-36.

7. Spitaels F. et al. The microbial diversity of traditional spontaneously fermented lambic beer //PloS one. – 2014. – Т. 9. – №. 4.- PP. 112-116.

8. Тихомиров, В. Г. Технология и организация пивоваренного и безалкогольного производства: учеб. для студентов сред. спец. учеб. заведений по спец. 2704 «Технология бродиль-

ных производств и виноделие» - М. : Колос Б, 2018. – 460 с.

9. Spitaels F. et al. The microbial diversity of traditional spontaneously fermented lambic beer //PloS one. – 2014. – Т. 9. – №. 4.-PP. 116-120.

10. Jackson J.F., Linskens H.F., Inman R.B. Analysis of taste and aroma. (Molecular methods of plant analysis - 2002. Verlag Berlin Heidelberg New York.:Springer –. 269 p.

11. Сорокопуд А. Ф., Плотников И. Б. Физико-химические свойства водных и водно-спиртовых экстрактов голубики // Пиво и напитки. – 2010. – №. 6.- С. 17-21.

12. Ducruet J., Rébenaque P. Amber ale beer enriched with goji berries – The effect on bioactive compound content and sensorial properties // Food Chemistry, Vol. 226, July 2017, Pages 109-118.

13. Нарцисс Л.: Краткий курс пивоварения, перевод с нем, Изд. "Профессия", СПб-2018г, 2-е изд. – 583 с.

14. Меледина Т. В. Сырье и вспомогательные материалы в пивоварении. - СПб.: Профессия 2016. - 304 с.

15. Оганнисян В. Г., Тишин В. Б., Меледина Т. В., Прохорчик И. П. Сравнительная оценка варочнооборудование для мини-пивоварен. // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: процессы и аппараты пищевых производств. 2017.-№4.- С. 85-86.

16. Матвеева Н. А., Титов А. А. Выбор сорта хмеля для технологии сухого хозяйства. // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2019- № 4.- С. 59-60.

17. Байгазиева Г.И., Увакасова Г.Т., Кекибаева А.К., Бармаков А.С. Методы анализа пива и безалкогольных напитков: Учебное пособие.- Нур-Султан: Некоммерческое акционерное общество «Холдинг «Кәсіпқор», 2019 г.- 120 с.

REFERENCES

1. Nartsiss L: Kratkii kurs pivovareniya, perevod s nem, SPb: izd-vo "Professiya", -2007. -640 s.

2. Kal'tner D., Tum B., Forster K., Bak V. Khmel'. Issledovanie tekhnologicheskogo i vkusovogo vozdeistviya na pivo // Mir piva, 2001,-№1.-S. 12-16.

3. Gernet, M.V.Sostoyanie i perspektiva proizvodstva spetsial'nykh sortov piva. Pivo i napitki.- 2015. - №2. - S. 8-10(in Russian).

4. Anger KH. M. Sensornyi analiz // Mir piva. 2004. № 4.S. 43-45. (in Russian).

5. Bindl M., Mainburg K. Zaranee izomerizovannye khmelevye produkty – vozmozhnosti i ispol'zovanie na praktike // Mir piva, 2016.-№1.-S. 29-36.

6. Shaburova G. V. Povyshenie ehffektivnosti ispol'zovaniya pivovarennogo syr'ya //Pivo i napitki 2005. – №. 3.- S. 33-36. (in Russian).

7. SpitaelsF. etal. The microbial diversity of traditional spontaneously fermented lambic beer //PloS one. – 2014. – Т. 9. – №. 4 - PP.-112-116.

8. Tikhomirov, V. G. Tekhnologiya i organizatsiya pivovarennogo i bezalkogol'nogo proizvodstv: ucheb. dlya studentov sred. spets. ucheb. zavedenii po spets. 2704 «Tekhnologiya brodil'nykh proizvodstv i vinodeliE» - М. : Kolos B, 2018. – 460 s.

9. Spitaels F. et al. The microbial diversity of traditional spontaneously fermented lambic beer //PloS one. – 2014. – Т. 9. – №. 4.-PP. 112-116.

10. Jackson J.F., Linskens H.F., Inman R.B. Analysis of taste and aroma. (Molecular methods of plant analysis - 2002. Verlag Berlin Heidelberg New York.:Springer –. 269 p.

11. Sorokopud A. F., Plotnikov I. B. Fiziko-khimicheskie svoystva vodnykh i vodno-spirovnykh ehkstraktov golubiki // Pivo i napitki. – 2010. – №. 6.- 17-21s. (in Russian).

12. Ducruet J., Rébenaque P. Amber ale beer enriched with goji berries – The effect on bioactive compound content and sensorial properties // Food Chemistry, Vol. 226, July 2017, Pages 109-118.

13. Nartsiss L.: Kratkii kurs pivovareniya, perevod s nem, Izd. "Professiya", SPb-2018g, №. 2-е изд. – 583 с. (in Russian).

14. Meledina T. V. Syr'e i vspomogatel'nye materialy v pivovareni. - SPb.: Professiya 2016. - 304 s. (in Russian).

15. Ogannisyan V. G., Tishin V. B., Meledina T. V., Prokhorchik I. P. Sravnitel'naya otsenka varochnooborudovanie dlya mini-pivovaren. // Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya: protsess i apparat pishchevykh proizvodstv. 2017. №4.- S. 85-86. (in Russian).

16. Matveeva N. A., Titov A. A. Vybor sorta khmelya dlya tekhnologii sukhogo khozyaistva. // Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya: Protsessy i apparat pishchevykh proizvodstv. 2019. №4.- S. 59-60 s. (in Russian).

17. Baigazieva G.I., Uvakasova G.T., Kekibaeva A.K., Barmakov A.S. Metody analiza piva i bezalkogol'nykh napitkov: Uchebnoe posobiE–Nur-Sultan: Nekommercheskoe aktsionernoe obshchestvo «Kholding «KasipkoR», 2019 g.- 120 с.