

=====

ORIGINAL RESEARCH PAPERS

=====

IRSTI:62.37.35; 68.41

A.K. AKHMETZHANOVA^{1*}, G.I. BAIGAZIEVA¹, A.K. KEKIBAEVA¹, L. HRYVNA²¹Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan²Mendel University, Brno, Czech Republic

*e-mail: aytowa@mail.ru

NEW YEAST STRAIN FOR BEER PRODUCTION**doi:10.53729/MV-AS.2023.04.07****Abstract**

To improve the properties of yeast used in brewing and winemaking, scientists have widely used the methods of classical genetics. The research is devoted to the focus of the work is on strains of brewer's yeast *Saccharomyces cerevisiae*, capable of fermenting beer wort most effectively and having no organoleptic deficiencies. The object of the study is 6 strains of *Saccharomyces cerevisiae* yeast from Federal State Unitary Enterprise «State Research Institute of Genetics and Selection of Industrial Microorganisms» (<http://www.genetika.ru/vkpm>). The selected strains were crossed as a result of using a selective selection system for rare hybrid clones. Production tests of one of the clones of the resulting strain showed positive outcome. Using new yeast strain will solve three main tasks of brewing - to improve the consumer properties of the drink, the technological parameters of production and the stability of the finished product during storage. The versatility of the strain will allow the use of these yeasts in the production of other beers.

Keywords: yeast strain, beer wort, beer turbidity, ethyl alcohol, physico-chemical parameters.

Beer is an ancient, natural beverage that combines the power of grain malt and yeast vitality. Beer production's uniqueness stems from yeast fermenting the sugars in beer wort to produce alcohol and carbon dioxide.

Many grain components rely on complex organic and inorganic compounds to create the flavour and aroma of beer through intricate biochemical reactions.

Yeast is the main active ingredient in beer. Complete sequencing of the yeast genome has revealed about 6000 genes involved in the metabolism of this seemingly simple microorganism. Theoretically, the possible number of interactions between the products of these genes is much larger.

What are the fundamental requirements for microorganisms that influence brewing? Firstly, the beer must be flavourful. Therefore, the presence of substances that produce an unpleasant taste or aroma during fermentation should not exceed the consumer's perception threshold. There are over 800 known substances that can impact the taste and aroma of beer. Initially, these compounds include hydrogen sulfide, fatty and inorganic acids, higher alcohols, aldehydes, and basic esters [1].

Secondly, the efficient removal of maltose, the main sugar in beer wort, and a strong flocculation ability, among other factors. And also yeast should meet modern technological requirements. For instance, the adoption of high-density brewing technology has recently been implemented. This technology enhances the economic viability of the business by reducing energy consumption and making more intensive use of available equipment and auxiliary materials. By employing this modern technology, high-extract beer wort is diluted with sterile, deaerated water both before and after fermentation until the desired dry matter content is attained. However, during fermentation of high-density wort, yeasts experience osmotic stress, as a result of which their

activity changes (glycero-3-phosphate dehydrogenase is activated, synthesising glycerol to overcome the external hyperosmotic pressure on the yeast cell wall). And pyruvate is also synthesised, which negatively affects the flavour and aroma of the beer, and can be converted into fermentation by-products (higher alcohols and esters). When brewing high-density beer, substantial quantities of ethanol are generated, leading to an increased occurrence of dead cells and early yeast flocculation.

Thirdly, beer is not just a multi-component beverage; it also undergoes changes over time. Thanks to the use of new filtration technologies, it has become possible to significantly extend the shelf life of beer. Beer stability refers to its ability to maintain organoleptic characteristics for a certain period, and this can be achieved by enhancing its biological and colloidal stability.

Non-compliance with sanitary conditions of beer production leads to the appearance of extraneous microorganisms in beer, which adversely affects its quality. As mentioned above, beer is a complex colloidal system that maintains a delicate equilibrium. Disruptions to this equilibrium can result in turbidity or suspended solids in the beer. The colloidal balance undergoes disruption due to various reactions (such as oxidation, polymerization, interactions among beer components).

In brewing and winemaking, scientists frequently employ classical genetic methods such as mutagenesis, hybridization, cytoduction, and others to enhance yeast characteristics. Modern methods of genetics and molecular biology make it possible to target genes using genetic engineering methods and obtain organisms with predetermined properties. In practical applications, these methods are used to obtain yeast strains that do not produce compounds like diacetyl, dimethyl sulfide, hydrogen sulfide, and other substances known to cause defects in beer.

Numerous strains of *Saccharomyces cerevisiae* brewer's yeast are well-documented in the brewing industry, and a diverse range of these yeast strains is utilized across numerous countries.

The AD009 strain from the *Hefebank Weihenstephan* collection is among the most widely used in brewing due to its ability to process mono-, di-, and trisaccharides in the wort, ultimately producing ethanol. The strain is highly efficient in reducing diacetyl and pentanedione and has good flocculation properties. The disadvantage of this strain is the high content of sulfur and sulfur-organic compounds in the finished beer. Change of technological modes does not allow for improvement in organoleptic properties of the final product with effective reduction of sulfur compounds synthesis level.

In Kazakhstan, enterprises most often use yeast strains 11, 47, B, and 776 for fermentation at temperatures from 5 to 10°C. Other strains are also utilized, but less frequently. Race 776 was developed at the Fermentation Institute in Berlin. The strains Rh, 34, 34/70, 145, 129 and 308 are employed for the so-called warm fermentation technology, typically ranging from 7 to 15°C.

Materials and methods of research

This research focused on the cultivation of a yeast strain designed to drive innovation in the brewing industry. Recent developments in the food industry have spurred the creation of novel alcoholic and non-alcoholic products, necessitating updated criteria for brewer's yeast, a pivotal component in this intricate process.

At the beginning of the research, we utilized 6 yeast strains of *Saccharomyces cerevisiae* from Federal State Unitary Enterprise «State Research Institute of Genetics and Selection of Industrial Microorganisms» (<http://www.genetika.ru/vkpm>) to select the most promising strains.

Comparative research of the fermentation activity of these 6 strains was carried out at 13°C in laboratory conditions in conical flasks with water closers, limiting the entry of oxygen and ensuring the removal of fermentation gases in a separate flask with water. Sterile standard beer wort, produced by JSC IP «Efes Kazakhstan» with a density of 12°, was used. The initial yeast concentration in the flask was 10 million cells per 1 ml. At the end of the fermentation process, the fermented wort was filtered through a double paper filter and a layer of diatomaceous earth on a double layer of filter paper to get rid of yeast cells. The real degree of fermentation (% RDF) and the volumetric percentage of ethanol formed (% alc V/V) were measured using an Anton

Paaralcoholizer . The sensory characteristics of the fermented wort, including its aroma and flavour, were subjected to organoleptic assessment [2].

The strains that could ferment beer wort most efficiently and had no organoleptic deficiencies (odour of organ sulphur compounds, diacetyl, phenolic odour, etc.) were selected.

The most promising strains studied in the «Educational and Scientific Centre for the Production of Fermentation Products» of Almaty Technological University, simulating production conditions in cylinder-conical tanks (CCT) with a volume of 50 l of 12° beer wort at 13 °C.

The prepared batch of wort was filled into two identical cylindrical conical tanks (CCT). One CCT received a culture of the production brewing strain, while the other was inoculated with a culture obtained under laboratory conditions. Starter cultures for both the control and experimental strains were concurrently prepared, following an identical procedure using the same beer wort. Analysing both tanks was at the same time [3].

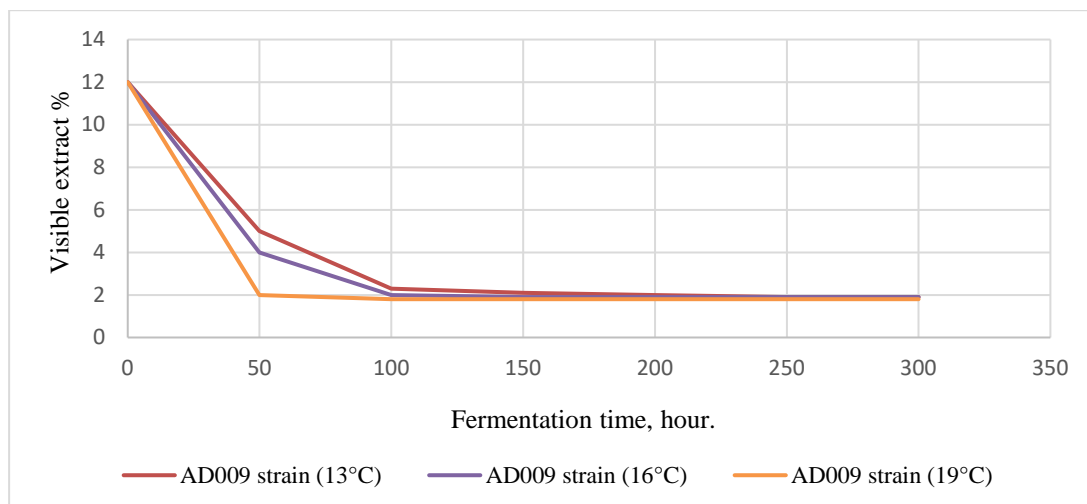
Results and discussion

Most of the tested strains exhibited multiple organoleptic defects, imparting a phenolic or sulfurous aroma to the fermented wort. Nonetheless, we succeeded in isolating strains that exhibited negligible production of phenolic compounds. The subsequent objective entailed the hybridization of these strains to generate progeny [4]. The hybridization process was feasible only through the utilization of a selective system for identifying rare hybrid clones on a minimal medium containing alcohol, where neither parent strain could proliferate. One of the resultant clones was employed for subsequent experiments [5].

The production trials of the new strain were successful. Figure 1 displays a graph illustrating the visible extract drop during fermentation using both the well-known and widely-used world strain

AD009 and our newly obtained strain J (Jana) at three different temperatures: 13°C, 16°C, and 19°C [6]. These characteristics reduce energy consumption during wort cooling in the CCT. The efficiency of primary and secondary fermentation, which includes beer maturation in the CCT and diacetyl reduction, directly relies on the physiological state of yeast and their sedimentation ability when high ethanol concentrations appear towards the end of fermentation. Modern high-density brewing technologies, widely adopted, impose new requirements on yeast behaviour during fermentation. Figure 2 illustrates the yeast cell concentrations of AD009 and J in the CCT throughout fermentation. Notably, yeast J appears more abundant in the CCT, suggesting reduced sedimentation capacity [7].

a



b

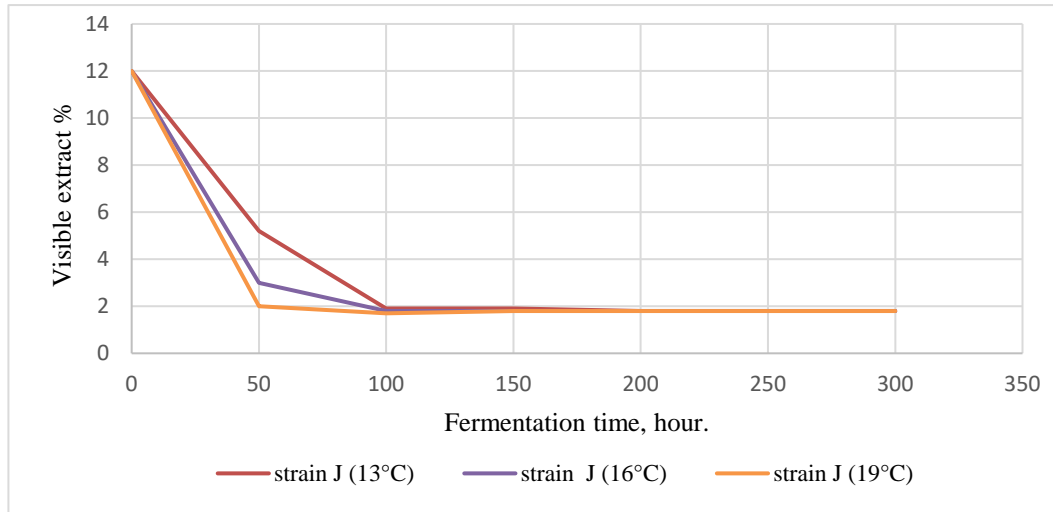
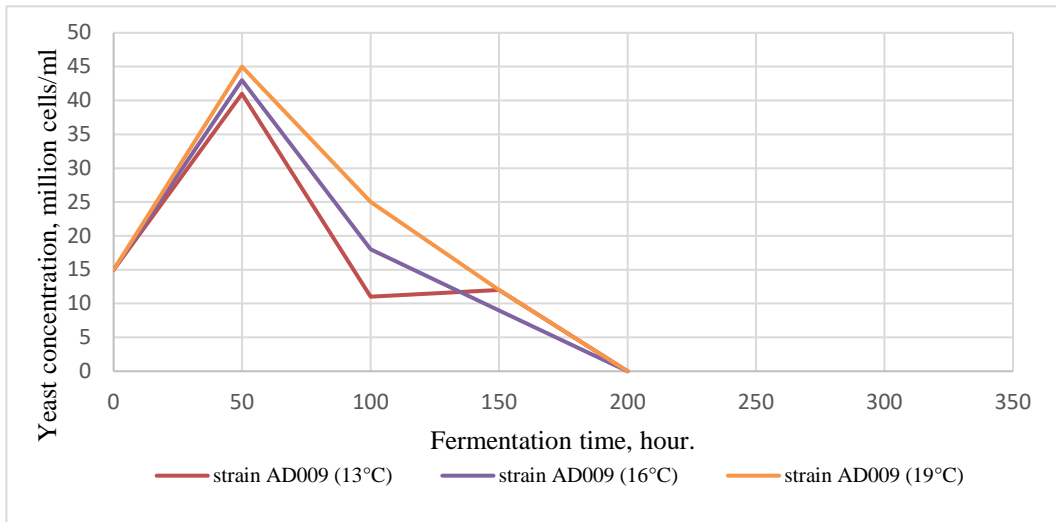


Figure 1 - Decrease in apparent extract during fermentation: a - strain AD009, b - strain J

a



b

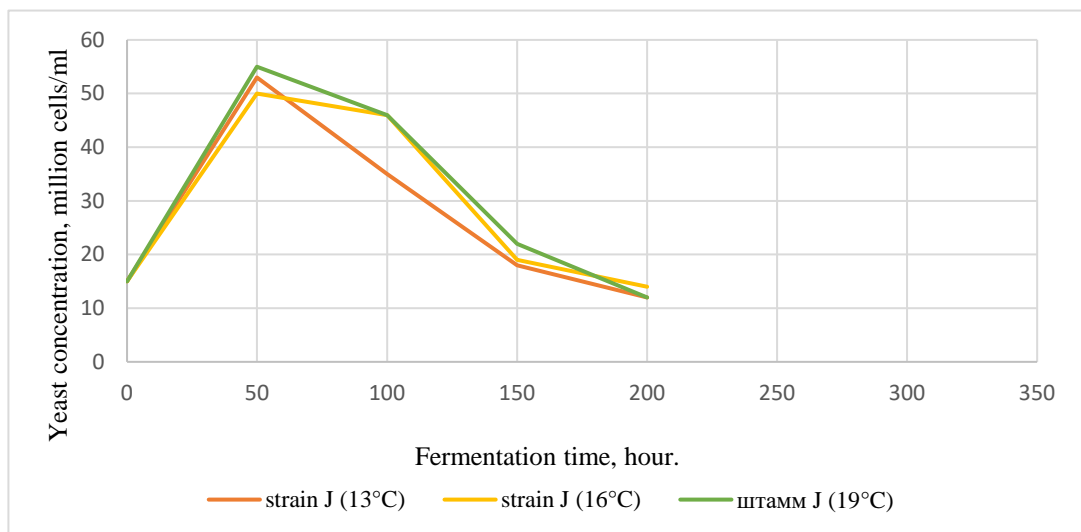


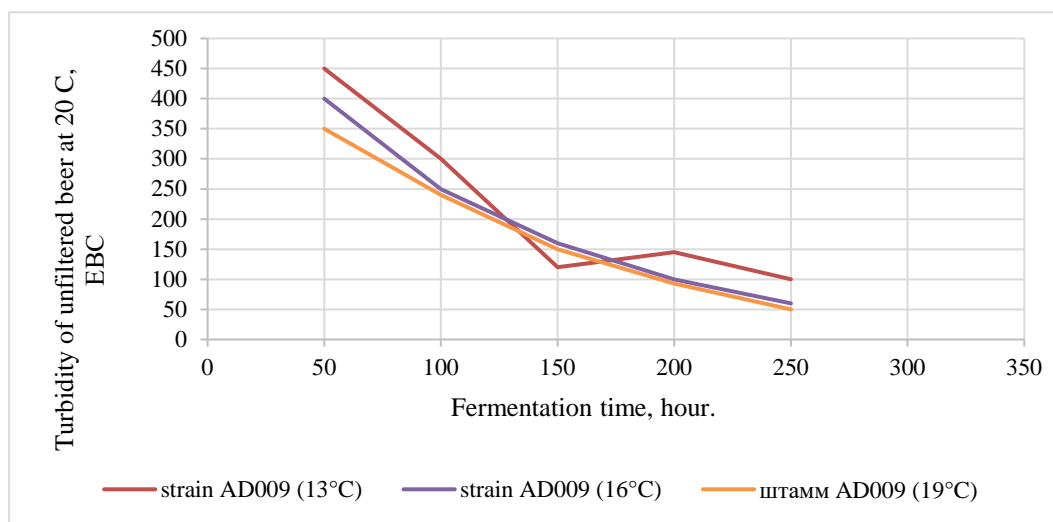
Figure 2- Concentration of yeast cells in CCT during fermentation: a - strain AD009, b - strain J

This property can be effectively harnessed within contemporary high-density brewing technologies to mitigate premature yeast flocculation, particularly at elevated ethanol concentrations.

In the present-day context of rapidly expanding beer volumes and extended shelf life, maintaining colloidal stability has become a pressing necessity. A significant proportion of the compounds in beer exist in a colloidal state. During beer storage, prolonged cooling, or heating, the physical and chemical equilibrium of colloidal complexes, which can precipitate, becomes disrupted. This leads to processes such as ageing, particle size growth, oxidation, polymerization, adsorption, the formation of insoluble high molecular weight polyphenols, protein degradation, and denaturation. The presence of numerous suspended particles in the solution contributes to its turbidity [8]. It can be quantified using turbidity meters, also known as turbidimeters. However, for enhanced sensitivity, precision, and applicability across a broad spectrum of particle sizes and concentrations, nephelometer offer an advantageous alternative. Nephelometers detect the scattering of light within a solution at either a 90° or 25° angle. Turbidity arises from the interplay between light and suspended particles in water. In a perfectly pure liquid, a light beam passing through remains essentially unaltered. However, even in pure water, individual molecules induce light scattering, albeit to a minimal extent and at a small angle [9]. As a consequence, no solution exhibits absolute zero turbidity. In the presence of suspended solid particles within the sample, the outcome of the sample's interaction with transmitted light is contingent upon several factors, including the size, shape, composition of the particles, and the wavelength (colour) of the incident light. Researching both the initial and induced turbidity of beer, it becomes feasible to anticipate the technological attributes of the filtration process and the shelf life of the product [10].

Figure 3 illustrates the turbidity profiles of unfiltered CCT beer derived from strain AD009 and the new strain at varying temperatures. Notably, lower turbidity values were observed for the new strain at 16°C. Turbidity levels exhibited an ascending trend as fermentation temperature increased up to 19°C, likely attributed to enhanced system agitation due to gas formation. Conversely, the reduction in process temperature to 13°C seemed to correlate with heightened particle adsorption on the yeast cell surfaces, resulting in increased turbidity [11,12].

a



b

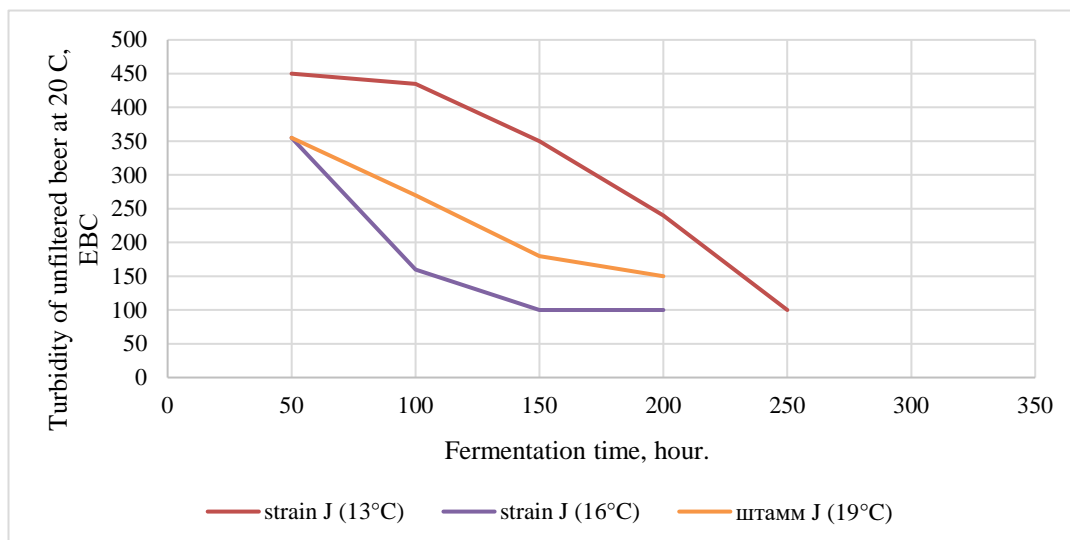


Figure 3 - Turbidity of unfiltered beer during fermentation: a - strain AD009, b – strain J

Conclusion

However, the main advantages of beer are its consumer properties - its unique flavour and aroma, and the absence of substances that negatively affect them. Thus, the beer obtained with the new strain had a unique bouquet with pleasant ethereal notes and a vanilla tinge. At the same time, organosulfur compounds were practically absent (Figure 4). Based on the new strain, a new beer brand was created. Thus, using only methods of classical genetics and selection, we managed to solve the problem of creating a new strain for a new type of beer. The main goal of the work was achieved - the most extensive screening of strains of different origins and subsequent selection for the traits of interest. The application of the new strain makes it possible to solve three main tasks of brewing - improvement of consumer properties of the beverage, technological parameters of production and stable storage of the finished product. The versatility of the strain made it possible to use this yeast in the production of other types of beer, cider and kvass.

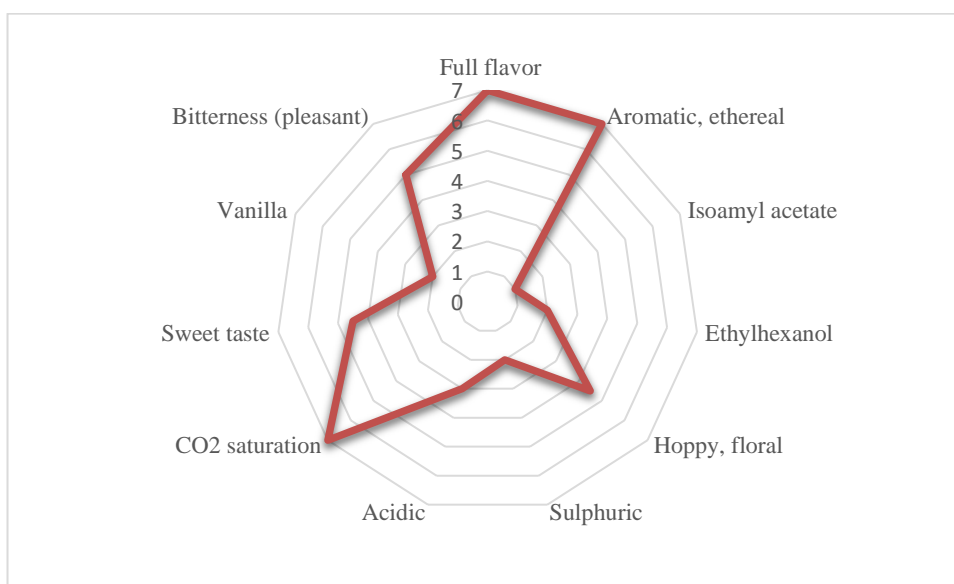


Figure 4 - Organoleptic profile of the produced new beer

References:

- 1 Il'ina Ye. V. Vliyaniye bezalkogol'nogopivanazdorov'yeche loveka *Pivo inapitki*, 2010,6: 48–49. (<https://foodprom.ru/pivo-i-napitki>)
- 2 Ogannisyan V. G. Bezalkogol'noye pivo itekhnologii yegopolucheniya *Pivo inapitki*, 2007,6:19–23. (<https://foodprom.ru/pivo-i-napitki>)
- 3 Cherkasova Ye.S., Kamenskaya Ye.P. Seleksiya shtamma drozhzhey dlya prigotovleniya bezalkogol'nogo piva. *Materialy XXI Mezhdunar. nauchno-prakticheskoyakonf.* Barnaul: Izd-voAltGTU, 2020:177–180. (<http://elibrary.asu.ru/xmlui/handle/asu/81>)
- 4 Slavskaya I.L., Makarov S.YU., Il'inYe.V. Obzorynka bezalkogol'nogo piva *Pivo inapitki*, 2010,2: 4–6 s. (<https://foodprom.ru/pivo-i-napitki>)
- 5 Balanov P.Ye. *Tekhnologiya fermentatsii*: M., 2013.
- 6 Akhmetzhanova A.K., Baygazyeva G.I. Podborrezhima zatiraniya dlya proizvodstva bezalkogol'nogo piva *II Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya v ramkakh mezhdunarodnogo nauchno-prakticheskogo foruma, posvyashchennogo dnyu khleba i soli* g.Saratov, 2021 g.:115-119. (<https://www.researchgate.net/publication/352019082>)
- 7 Akhmetzhanova A.K., ƏbítbekA.Ye. Sovremennyye tendentsii k proizvodstvu spetsial'nykh sortov piva s povyshennoy pishchevoy tsennost'yu v Kazakhstane. *Mat. Mezhd. nauch.-prakt. konf. Zernovaya otrasl': sostoyaniyei perspektivy razvitiya, posvyashchennaya 70-letiyu akademika natsional'noy akademi i nauk Respubliki Kazakhstan Iztayeva Auyelbeka Iztayevicha* 28. g. Almaty, 2020 g.:158-160. (<https://distance.atu.kz>)
- 8 Meledina T.V., LebedevaYe.P. Tekhnologicheskii podkhod k regulirovaniyu sensorного profilya piva *Industriya napitkov*. -2004,4:10–14. (<https://beverage-industry.ru>)
- 9 Müller M. *Physical Methods of Dealcoholization of Beverage Matrices and Their Impact on Quality Attributes* / M.Müller [et al.] // *ChemBioEng Rev.* - 2017:310–326(doi: 10.1002/cben. 201700010)
- 10 Bellut K. *Application of Non-Saccharomyces Yeasts Isolated from Kombucha in the Production of Alcohol-Free Beer* / K. Bellut [et al.] // *Fermentation*. – 2018:1–19 (doi: 10.3390/fermentation4030066)
- 11 Mangindaan D. Beverage dealcoholization processes: *Past, present, and future. Review* / D. Mangindaan, K.Khoiruddin, I.G.Wenten // *Trends in Food Science & Technology*. – 2018:36–45 (doi: 10.1016/j.tifs.2017.10.018)
- 12 Kobelev K.V. Metody polucheniya bezalkogol'nogo i slaboalkogol'nogo piva. V sb.: *Pivo i napitki*. 2020.№2:24–30. (<https://foodprom.ru/pivo-i-napitki>)

А.К. АХМЕТЖАНОВА^{1*}, Г.И. БАЙГАЗИЕВА¹, А.К. КЕКИБАЕВА¹, Л. ГРИВНА²

¹Алматинский Технологический Университет, Алматы, Казахстан

²Университет Менделя, Брно, Чехия

*e-mail: aytowa@mail.ru

НОВЫЙ ШТАММ ДРОЖЖЕЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИВА

Аннотация

Для улучшения свойств дрожжей, применяемых в пивоварении и виноделии, ученые широко использовали методы классической генетики. Работа посвящена подбору штаммов пивных дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*, способных наиболее эффективно сбраживать пивное сусло и не имеющих органолептических недостатков. Объект исследования - 6 штаммов дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* из Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов ФГУПГосНИИГенетика (ВКПМ) (<http://www.genetika.ru/vkpm>). Из подобранных штаммов осуществили скрещивание в результате применения селективной системы отбора редких гибридных клонов. Производственные испытания одного из клонов полученного штамма показали хорошие результаты. Применение нового штамма позволит решить три основные задачи пивоварения - улучшить потребительские свойства напитка, технологические параметры производства и стабильность готового продукта при хранении. Универсальность штамма позволит использовать эти дрожжи при производстве разных сортов пива.

Ключевые слова: штамм, дрожжи, пивное сусло, мутность пива, этиловый спирт, физико-химические показатели.

FTAMP:62.37.35; 68.41

А.К. АХМЕТЖАНОВА^{1*}, Г.И. БАЙГАЗИЕВА¹, А.К. КЕКИБАЕВА¹, Л. ГРИВНА²¹Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан²Мендель университеті, Брно, Чехия

*e-mail: aytowa@mail.ru

СЫРА ӨНДІРУГЕ АРНАЛҒАН ЖАҢА АШЫТҚЫ ШТАММЫ

doi:10.53729/MV-AS.2023.04.07

Түйін

Сыра қайнату мен шарап жасауда қолданылатын ашытқының қасиеттерін жақсарту үшін ғалымдар классикалық генетика әдістерін кеңінен қолданады. Жұмыс *Saccharomyces cerevisiae* сыра ашытқысының штаммдарын таңдауға арналған, ол сыра суслосын тиімді ашытуға қабілетті және органолептикалық кемшіліктері жоқ. Зерттеу нысаны - «Өндірістік микроорганизмдердің генетикасы және селекциясы мемлекеттік ғылыми-зерттеу институты» Федералдық мемлекеттік унитарлық кәсіпорны (ӨМБК). Бүкілресейлік коллекциясынан *Saccharomyces cerevisiae* ашытқысының 6 штамм алынды. Тандалған штаммдардың ішінен сирек кездесетін гибриді клондарды іріктеудің селективті жүйесін қолдану нәтижесінде будандастыру жүргізілді. Алынған штамм клондарының бірінің өндірістік сынақтары жақсы нәтиже көрсетті. Жаңа штаммды қолдану сыра қайнатудың үш негізгі міндетін шешуге мүмкіндік береді: сусынның тұтынушылық қасиеттерін, өндірістің технологиялық параметрлерін және сақтау кезінде дайын өнімнің тұрақтылығын жақсарту. Штаммның әмбебаптығы бұл ашытқыны басқа сыра өндірісінде қолдануға мүмкіндік береді.

Кілтгі сөздер: ашытқы штаммдары, сыра суслосы, сыра бұлыңғырлығы, этил спирті, физико-химиялық көрсеткіштер.

Сыра - астық уытының күші мен ашытқының өмірлік энергиясын сіңірген, ертеден келе жатқан табиғи сусын. Сыра өндірісінің бірегейлігі спиртпен көмірқышқыл газын қалыптастыру үшін сыра суслосының қанттарын ашытқымен ашыту процесін қолданумен байланысты.

Дегенмен, бәрі оңай емес. Астықтың құрамына кіретін заттардың көп мөлшері ашытқы метаболизмінің күрделі биохимиялық реакцияларының әсерінен сыранның дәмі мен хош иісін қалыптастыратын күрделі органикалық және бейорганикалық заттарға байланысты болады.

Ашытқы - сыранның негізгі белсенді компоненті. Ашытқы геномының толық реттілігі қарапайым болып көрінетін микроорганизмнің метаболизміне қатысатын шамамен 6000 генді анықтады. Бұл гендердің өнімдерінің өзара әрекеттесуінің теориялық мүмкін болатын саны әлдеқайда көп.

Сыра дайындауға әсер ететін микроағзаларға қойылатын негізгі талаптар қандай? Біріншіден, сыра дәмді болуы керек. Демек, соңғы өнімде ашыту нәтижесінде сыранның жағымсыз дәмін немесе хош иісін анықтайтын заттар тұтынушының сезім шегінен аспауы керек. Сыранның дәмі мен хош иісіне әсер ететін 800-ден астам зат белгілі. Бұларға ең алдымен күкіртсутек, май және бейорганикалық қышқылдар, жоғарыспирттер, альдегидтер, эфирлер жатады [1].

Екіншіден, әдеттегі талаптардан басқа, сыра суслосының негізгі қанты - мальтозаны тиімді жою, жақсы флокуляциялық қабілеті және т.б., сонымен қатар ашытқы заманауи технологиялардың талаптарын қанағаттандыруы керек. Мәселен, энергия шығыны азайтылған және қолда бар жабдықтар мен қосалқы материалдарды неғұрлым қарқынды пайдалану арқылы кәсіпорынның экономикалық тиімділігін арттыруға мүмкіндік беретін жоғары тығыздықтағы сыра қайнату технологиясы соңғы уақытта қолданысқа ие. Осы заманауи технологияны қолдану кезінде жоғары экстрактивтіліктегі сыра суслосын

стерильді ауасыздандырылған сумен ашытуға дейін және ашытудан кейінде жоспарланған құрғақ зат мөлшеріне жеткенге дейін сұйылтады. Алайда, тығыз суслоны ашыту кезінде ашытқы осмостық күйзелісті бастан кешіреді, нәтижесінде олардың белсенділігі өзгереді (ашытқы жасушаларының қабырғасына сыртқы гиперосмотикалық қысымды жеңу үшін глицеринді синтездейтін глицеро-3-фосфатдегидрогеназа белсендіріледі), сонымен қатар пируват синтезделеді, ол сыраның дәмі мен хош иісіне теріс әсер ететін көптеген ашыту жанама өнімдеріне (жоғары спирттер мен эфирлерге) айнала алады. Жоғары тығыздықтағы сыра қайнату кезінде этанолдың жоғары мөлшері қалыптасады, бұл өлі жасушалар санының артуы мен ашытқылардың ерте флокуляциясына алып келеді.

Үшіншіден, сыра тек көп компонентті ғана емес, сонымен қатар уақыт бойынша өзгертін сусын. Сыраны сүзудің жаңа технологияларын қолдануға байланысты бұл өнімнің сақтау мерзімін едәуір арттыруға мүмкіндік пайда болды. Сыраның тұрақтылығы-белгілі бір уақыт ішінде органолептикалық көрсеткіштерін сақтау мүмкіндігі болып табылады. Сыраның дәм тұрақтылығын қамтамасыз ету, оның биологиялық және коллоидтық беріктігін арттыру арқылы ғана мүмкін болады. Өндірістің санитарлық жағдайының жоғары деңгейін сақтамау сырада бөгде микроорганизмдердің пайда болуына әкеледі, ал ол оның сапасына теріс әсер етеді. Жоғарыда айтылғандай, сыра - бұл белгілі бір тепе-теңдікте болатын күрделі коллоидтық жүйе, бұзылған кезде сырада бұлыңғырлық немесе жүзгіндер пайда болады. Коллоидтық тепе-теңдіктің бұзылуы әртүрлі реакциялар нәтижесінде пайда болады (тотығу, полимерлеу, сыра компоненттерінің бір-бірімен әрекеттесуі және т.б.).

Сыра қайнату мен шарап жасауда ғалымдар ашытқы қасиеттерін жақсарту үшін, классикалық генетика әдістерін (мутагенез, будандастыру, цитодукция және т.б.) кеңінен қолданды. Генетиканың қазіргі әдістерімен молекулалық биология, гендік инженерия әдістерін қолдана отырып, гендерді мақсатты түрде өзгертуге және алдын ала анықталған қасиеттері бар ағзаларды алуға мүмкіндік береді. Іс жүзінде диацетил, диметилсульфид, күкіртсутек және сыраның ақауларын тудыратын басқа заттарды шығармайтын ашытқылар алынады.

Сыра қайнатуда *Saccharomyces cerevisiae* сыра ашытқысының көптеген штаммдары белгілі. Көптеген елдерде сыра ашытқыларының үлкен жинақтамасы қолданылады.

Сыра қайнату өндірісінде *Hefebank Weighnstephan* топтамасынан AD009 штаммын кеңінен қолданады. Ол сыра суслосындағы моно-, ди- және трисахаридтерін пайдаланып, этил спиртіні түзу мүмкіндігіне ие. Штамм диацетил мен пентандионды азайтудың жоғары қабілеті мен жақсы флокуляциялық қасиеттерге ие. Бұл штаммның кемшілігі – осы штамм көмегімен алынған сыраның құрамындағы күкірт пен күкіртті органикалық қосылыстардың жоғары болуы болып табылады. Технологиялық режимдерді өзгерту күкірт қосылыстарының синтезінің деңгейін тиімді төмендетумен соңғы өнімнің органолептикалық қасиеттерін жақсартып алмайды.

Қазақстандық кәсіпорындарда суық (5...10°C) ашытуда 11, 47, V, 776 ашытқы расаларын қолданады. Басқа расаларда қолданылады, бірақ жиі емес. 776 расасы Берлин ашыту институтында сұрыпталған. Жылы ашыту (7...15 °C) технологиясы үшін Rh, 34, 34/70, 145, 129, 308 расалары қолданылады.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Біздің жұмысымыздың мақсаты - сыра қайнатудағы инновациялар үшін штамм жасау, өйткені бұл сала тағам өндірісінде соңғы уақытта жаңа алкогольді және алкогольсіз өнімдерді жасауда белсенді дамуда, ал бұл күрделі процестің негізгі қатысушысы - сыра ашытқысы болып табылады.

Жұмыстың басында біз ең перспективалы штаммдарды таңдау үшін Өндірістік микроорганизмдердің генетикасы және селекциясы мемлекеттік ғылыми-зерттеу институты» Федералдық мемлекеттік унитарлық кәсіпорны (ӨМБК) өнеркәсіптік

микроорганизмдерінің Бүкілресейлік коллекциясынан *Saccharomyces cerevisiae* ашытқысының 6 штаммын қолдандық (<http://www.genetika.ru/vkpm>).

Осы 6 штаммның ашыту белсенділігін салыстырмалы зерттеу зертханалық жағдайда 13°C температурада оттегінің түсуін шектейтін және ашыту газдарын сумен бөлек қолбаға шығаруды қамтамасыз ететін су жаптырығы бар конустық қолбаларда жүргізілді. АО ИП «Эфес Қазақстан» сыра қайнату зауытынан алынған тығыздығы 12° болатын стрерильді стандартты сыра суслосын қолданылды. Қолбадағы ашытқының бастапқы концентрациясы 1 мл-де 10 миллион жасушаны құрады. Ашыту процесі аяқталғаннан кейін ашытылған суслоны ашытқы жасушаларынан босату үшін қос қағаз сүзгісі және кизельгур қабаты сүзгі қағазының қос қабатында сүзу жүргізілді. Нақты ашыту дәрежесін (%RDF), түзілген этанолдың көлемдік пайызын (%alc V/V) өлшеу Anton Paar фирмасының алколайзері көмегімен жүргізілді. Органолептикалық көрсеткіштеріне ашытылған суслоның иісі мен дәмі бағаланды [2].

Сыра суслосын тиімді ашытуға қабілетті және органолептикалық кемшіліктері жоқ (күкірт органикалық қосылыстардың иісі, диацетил, фенолдық иіс және т.б.) штаммдарды іріктеу жүргізілді.

Ең перспективалы штаммдар Алматы технологиялық университетінде «Ашыту өнімдерінің оқу-ғылыми орталығы» 13°C температурада 50 л 12°C сыра суслосы бар цилиндр-конустық танктерде (ЦКТ) өндіріс жағдайларын модельдеу арқылы зерттелді. Сусланың партиясы дайындалды, екі бірдей цилиндр-конустық танкке (ЦКТ) бірдей көлемде толтырылды. Өндірістік сыра қайнату штаммының мәдениетін бақылау ЦКТ-не енгізілді, бір уақытта екінші ЦКТ-ға зертханалық жағдайда алынған штаммын дақыл егілді. Бақылау және эксперименттік штаммның бастапқы дақылдары бір уақытта бірыңғай сызба бойынша бірдей сыра суслосында дайындалды. Бақылау және эксперименттік танктерді талдау үшін сынама алу бір уақытта жүргізілді [3].

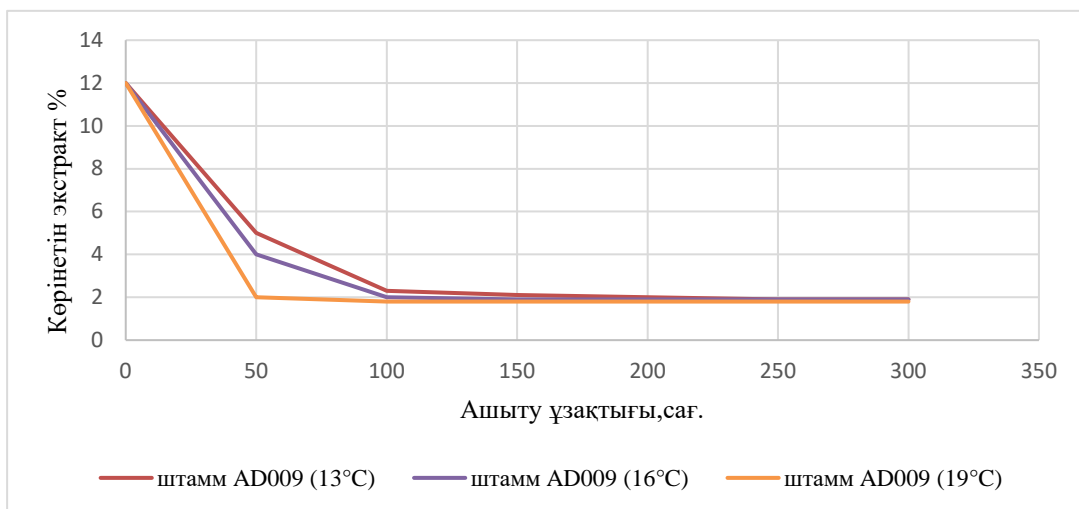
Нәтижелер және оларды талдау

Тексерілген штаммдардың көпшілігінде бірқатар органолептикалық ақаулар болды: олар ашытылған суслоға фенолды немесе күкіртті иіс берді. Алайда, біз фенолдық қосылыстардың айтарлықтай мөлшерін құрмайтын штаммдарды таңдай алдық. Келесі кезекте осы штаммдарды будандастырып, ұрпақ алу міндеті тұрды. Будандастыру тек ата-аналардың екеуі де өсе алмайтын алкогольмен минималды ортада сирек кездесетін гибриді клондарды таңдаудың селективті жүйесін қолдану нәтижесінде жүзеге асырылды. Алынған клондардың бірі кейінгі жұмыста қолданылды. Клонның фенотиптік сипаттамалары оның гибриді шығу тегін растады. Клон жоғары температураға және ортадағы мыс иондарының жоғары деңгейіне төзімділік белгісімен тұқым қуалады [4]. Сонымен қатар, микроскопия кезінде клондық жасушалар ата-аналық штамм жасушаларына қарағанда айтарлықтай үлкен болды. Шамасы, заңсыз будандастыру нәтижесінде алынған штаммда хромосомалардың кем дегенде үш есе жиынтығы бар. Жаңа штаммның кариотипін ата-анасының кариотиптерімен салыстырған кезде, бұл штаммның гибриді шығу тегі туралы қорытынды жасауға болады, өйткені оның ата-анасының екеуінде де полиморфты хромосомалары бар [5].

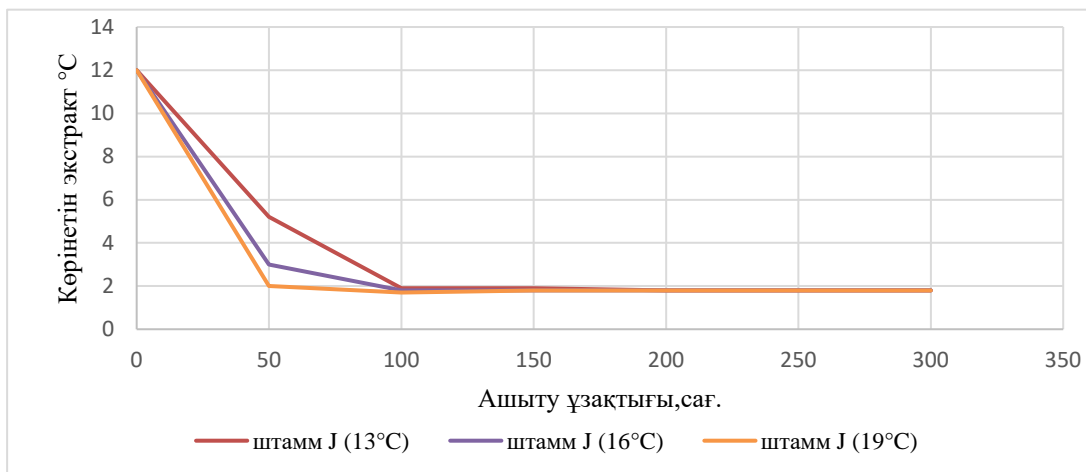
Жаңа штаммның өндірістік сынақтары сәтті өтті. Сурет 1-де әлемде белгілі және кеңінен қолданылатын AD009 штаммын және біз алған жаңа J (Jana) штаммын үш температурада: 13, 16 және 19°C пайдаланып ашыту кезінде көрінетін экстрактің түсу кестесін ұсынылды. Жаңа штаммның сусло экстрактісін жоғары температурада, яғни 16 және 19°C тезірек жоятындығы байқалады [6]. Бұл қасиетті ЦКТ-да суслоны салқындату кезінде энергия шығынын азайту үшін пайдалануға болады. Негізгі және қайталама (ЦКТ-де сыраның жетілуі, диацетилдің азаюы) ашытудың тиімділігі ашытқының физиологиялық жағдайына және этанолдың жоғары концентрациясы пайда болған кезде ашыту соңында олардың флокуляция (тұндыру) қабілетіне тікелей байланысты. Кеңінен қолданылатын заманауи жоғары тығыздықтағы сыра қайнату технологиялары ашыту кезінде ашытқының

әрекетіне жаңа талаптар қояды. Сурет 2-де AD009 пен Жашытқы жасушаларының концентрациясы ЦКТ-де ашыту кезінде көрсетілген. Ашытқы J көп мөлшерде ЦКТ-де екені көрініп тұр, бұл олардың тұндыру қабілетінің төмендегенін көрсетеді [7].

a

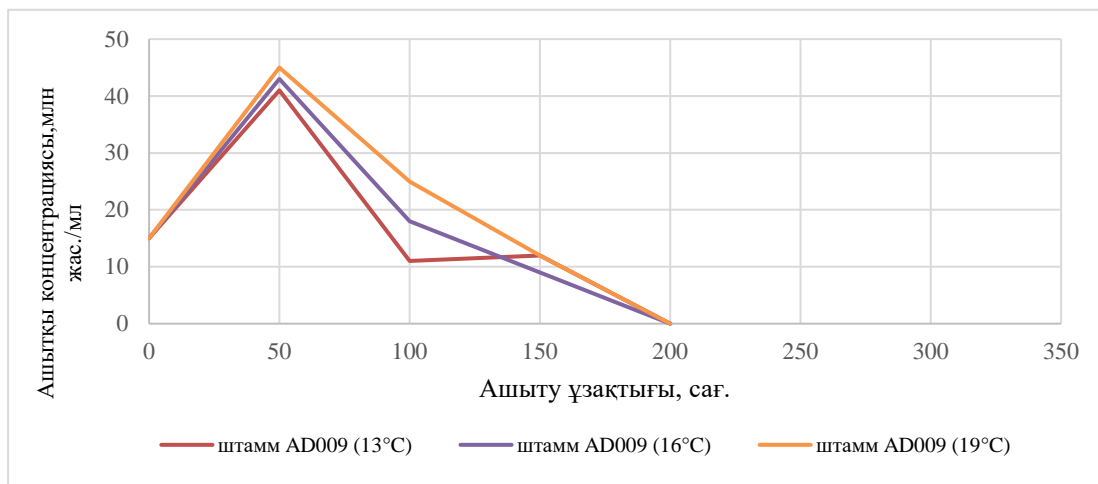


b

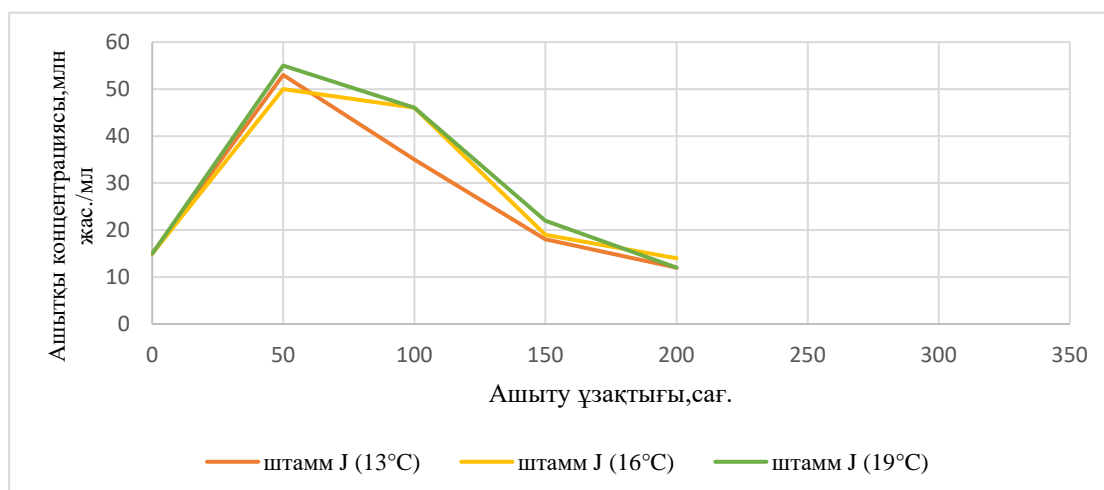


Сурет 1 - Ашыту кезіндегі көрінетін экстракттың төмендеуі: а - штамм AD009, б –штамм J

a



b



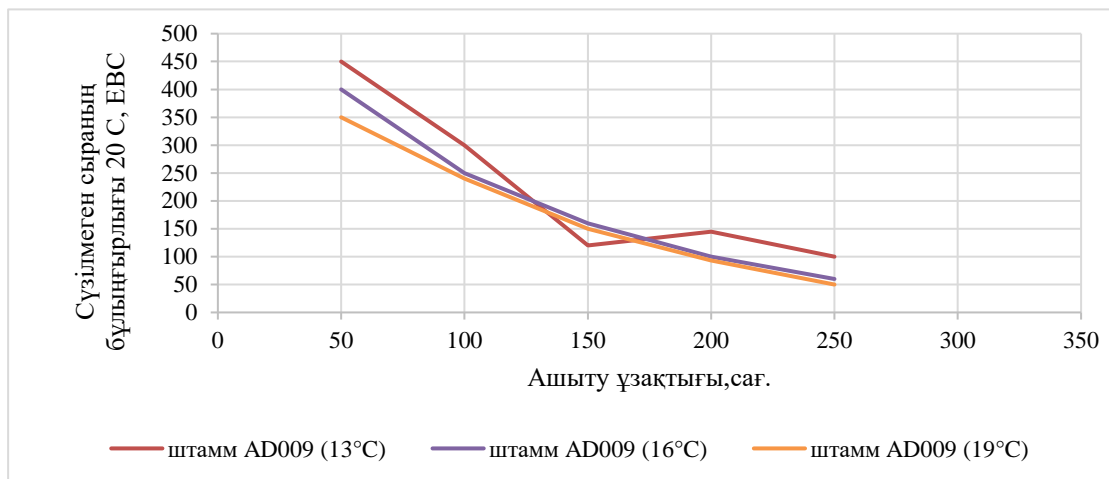
Сурет 2 - Ашыту кезінде ашытқы жасушаларының ЦҚТ-дағы концентрациясы:
a - штамм AD009, b – штамм J

Бұл қасиет этанолдың жоғары концентрациясында ашытқының ерте флокуляциясын болдырмау үшін заманауи жоғары тығыздықтағы сыра қайнату технологияларын қолдануда сәтті қолданылуы мүмкін.

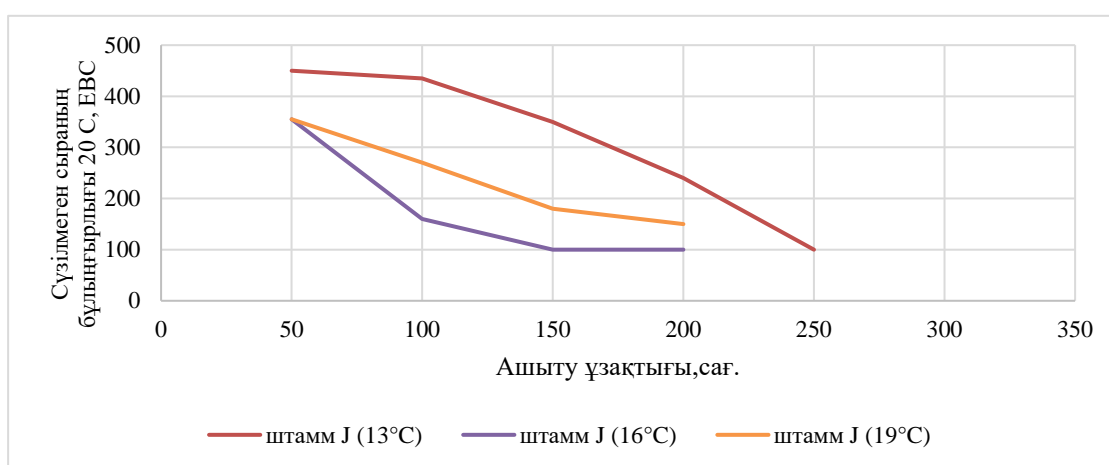
Сыраның көлемі мен сақтау мерзімінің күрт ұлғаюының қазіргі жағдайында коллоидтық тұрақтылық міндеті кезек күттірмейтін қажеттілік болып табылады. Сыраның құрамындағы заттардың көпшілігі коллоидты күйде болады. Оны ұзақ сақтау, салқындату немесе қыздыру кезінде тұнбаға түсетін коллоидты кешендердің физика-химиялық тепе-теңдігі бұзылады. Қартаю, бөлшектердің мөлшерінің ұлғаюы, тотығу, полимерлену, адсорбция, ерімейтін жоғары молекулалық полифенолдардың түзілуі, белоктардың ыдырауы және денатурациясы жүреді. Ерітіндіде көптеген ілінген бөлшектердің болуы оның бұлыңғырлығын тудырады [8]. Оны турбидиметрлер – бұлыңғыр өлшеуіш арқылы тіркеуге болады. Дегенмен, неғұрлым сезімтал, дәл және 90° немесе 25° бұрышта ерітіндідегі жарықтың шашырауын анықтайтын нефелометрлер бөлшектердің өлшемдері мен концентрацияларының кең ауқымында қолданылады. Осылайша, бұлыңғырлық суда ілінген жарық пен бөлшектердің өзара әрекеттесуінің нәтижесі болып табылады. Абсолютті таза сұйықтық арқылы өтетін жарық шоғы іс жүзінде өзгеріссіз қалады, дегенмен тіпті абсолютті таза судың өзінде молекулалар жарықтың өте кішкентай болса да, кейбір бұрышпен шашырауын тудырады [9]. Нәтижесінде ешбір ерітіндіде нөлдік бұлыңғырлық болмайды. Егер үлгіде қалқымалы қатты бөлшектер болса, онда үлгінің өтетін жарықпен әрекеттесу нәтижесі өлшеміне, пішініне және бөлшектердің құрамына, сондай-ақ түскен жарықтың толқын ұзындығына (түсіне) байланысты болады. Сыраның бастапқы және индукциялық бұлыңғырлығын зерттеу негізінде сүзу процесінің технологиялық сипаттамаларын және өнімнің жарамдылық мерзімін болжауға болады [10].

Сурет 3-те ЦҚТ-да AD009 штамы мен жаңа штамм көмегімен алынған, сүзілмеген сыраның түрлі температурадағы бұлыңғырлық сипаттамасы көрсетілген. Жаңа штамм үшін төмен бұлыңғырлық мәндері 16°C температурада байқалды. Ашыту температурасын 19°C-қа дейін жоғарылаумен бұлыңғырлық та жоғарылады, бұл шамасы, газ түзілуіне байланысты жүйенің неғұрлым қарқынды араласуына байланысты болды. Процесс температурасының 13°C-қа дейін төмендеуі кезінде бұлыңғырлануы жоғарылауы ашытқы жасушаларының бетіндегі бөлшектердің аз қарқынды адсорбциясымен түсіндіріледі [11,12].

a



b



Сурет 3 - Ашыту кезінде сүзілмеген сыраның бұлыңғырлығы: а - штамм AD009, б – штамм J

Қорытынды

Дегенмен, сыраның негізгі артықшылығы оның тұтынушылық қасиеттері - ерекше дәм мен хош иіс, оларға теріс әсер ететін заттардың болмауы. Осылайша, жаңа штамм көмегімен алынған сыра, жағымды эфирлік ноталары мен ванильдің иісі бар ерекше дәм-иісі болды. Сонымен қатар күкіртті органикалық қосылыстар іс жүзінде жоқ болды (сурет-4). Жаңа штамм негізінде сыра өнімі құрылды. Осылайша, тек классикалық генетика мен селекция әдістерін қолдана отырып, біз жаңа сыра өнімі үшін жаңа штамм шығару мәселесін шеше алдық. Жұмыстың негізгі мақсатына қол жеткізілді - әр түрлі шығу тегі штамдарын барынша кеңейтілген скрининг және қызығушылық белгілеріне сәйкес кейіннен іріктелінді. Жаңа штаммды қолдану сыра қайнатудың үш негізгі мәселесін - сусынның тұтынушылық қасиеттерін, өндірістің технологиялық параметрлерін және дайын өнімді тұрақты сақтауды жақсартуды шешуге мүмкіндік береді. Штамның әмбебаптығы бұл ашытқымен сыраның, сидрдің және квастың басқа түрлерін өндіруде қолдануға мүмкіндік берді.



Сурет 4 - Алынған жаңа сыранның органолептикалық профілі

Әдебиеттер:

- 1 Ильина Е.В. Влияние безалкогольного пива на здоровье человека *Пиво и напитки*, 2010,6: 48–49. (<https://foodprom.ru/pivo-i-napitki>)
- 2 Оганнисян В. Г. Безалкогольное пиво и технологии его получения. *Пиво и напитки*, 2007,6:19–23. (<https://foodprom.ru/pivo-i-napitki>)
- 3 Черкасова Е.С., Каменская Е.П. Селекция штамма дрожжей для приготовления безалкогольного пива. *Материалы XXI Междунар. научно-практической конф.* Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2020:177–180. (<http://elibrary.asu.ru/xmlui/handle/asu/81>)
- 4 Славская И.Л., Макаров С.Ю., Ильин Е.В. Обзор рынка безалкогольного пива *Пиво и напитки*, 2010,2: 4–6 с. (<https://foodprom.ru/pivo-i-napitki>)
- 5 Баланов П.Е. *Технология ферментации*: М., 2013.
- 6 Ахметжанова А.К., Байгазиева Г.И. Подбор режима затириания для производства безалкогольного пива *II Международная научно-практическая конференция в рамках международного научно-практического форума, посвященного дню хлеба и соли* г.Саратов, 2021 г.:115-119. (<https://www.researchgate.net/publication/352019082>)
- 7 Ахметжанова А.К., Әбітбек А.Е.Современные тенденции к производству специальных сортов пива с повышенной пищевой ценностью в Казахстане.*Мат. Межд. науч.-практ. конф. Зерновая отрасль: состояние и перспективы развития, посвященная 70-летию академика национальной академии наук Республики Казахстан Изтаева Ауелбека Изтаевича 28. з.* Алматы, 2020 г.:158-160. (<https://distance.atu.kz>)
- 8 Меледина Т.В., Лебедева Е.П. Технологический подход к регулированию сенсорного профиля пива *Индустрия напитков*. -2004, 4:10–14. (<https://beverage-industry.ru>)
- 9 Müller M. *Physical Methods of Dealcoholization of Beverage Matrices and Their Impact on Quality Attributes* / M.Müller, [et al.] // *ChemBioEng Rev.* - 2017:310–326(doi: 10.1002/cben. 201700010)
- 10 Bellut K. *Application of Non-Saccharomyces Yeasts Isolated from Kombucha in the Production of Alcohol-Free Beer* / K. Bellut [et al.] // *Fermentation*. – 2018:1–19 (doi: 10.3390/fermentation4030066).
- 11 Mangindaan D. Beverage dealcoholization processes: *Past, present, and future. Review* / D. Mangindaan, K.Khoiruddin, I.G.Wenten // *Trends in Food Science & Technology*. – 2018:36–45 (doi: 10.1016/j.tifs.2017.10.018)
- 12 Кобелев К.В. Методы получения безалкогольного и слабоалкогольного пива. В сб.: *Пиво и напитки*. 2020.№2:24–30. (<https://foodprom.ru/pivo-i-napitki>)