

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС  
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**ТОШКЕНТ КИМЁ - ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ**

*Кўлёзма ҳуқуқида*

**УДК 665.335.9**

**ЎТКИРЖОНОВ ОДИЛЖОН ОЗОД ЎҒЛИНИНГ**

**„Инулинни гидролизлаб моносахаридларга парчалаш йўли билан  
этанол биосинтезини ўрганиш“**

5A321001– Озиқ-овқат маҳсулотлари ишлаб чиқариш ва қайта ишлаш  
технологияси (Вино ва спирт ишлаб чиқариш технологияси бўйича)

Магистр  
академик даражасини олиш учун ёзилган

**ДИССЕРТАЦИЯ**

**Илмий раҳбар:  
т.ф.н. У.К. Абдуллаев**

**Тошкент – 2017 й.**

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС  
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ**

Факультет: **Озиқ-овқат  
маҳсулотлари технологияси**  
Кафедра: **Озиқ-овқат  
маҳсулотлари технологияси**  
Ўқув йили:  
**2014/2015**

Магистрант:  
**Ўткиржонов Одил Озид ўғли**  
Илмий раҳбар:  
**т.ф.н. Абдуллаев Умид Куйчиевич**  
Мутахассислиги:  
**5А321001 – Озиқ-овқат  
маҳсулотлари ишлаб чиқариш ва  
қайта ишлаш технологияси**

**МАГИСТРЛИК ДИССЕРТАЦИЯСИ АННОТАЦИЯСИ**

**Мавзунинг долзарблиги.** Ҳозирги кунда дунёда глобал муаммолардан санналган дунё аҳолисини озиқ-овқат маҳсулотлари ва ичимлик спирти билан таъминлаш ҳамда биологик фаол ўсимликлардан самарали фойдаланиш, саноат учун ноанъанавий бўлган хом ашёлардан итеъмоибоп товарлар ишлаб чиқариш ва чиқиндисиз технологияларни яратиш бугунги кунда дунё ҳамжамияти ва инсоният олдида турган жуда муҳим муаммолардан бири ҳисобланади.

Бугунги кунда Ўзбекистон шароитида ичимлик этил спирти ишлаб чиқариш учун алтернатив хом ашё ҳисобланган топинамбур туганаклари таркибидаги инулинни гидролизлаш, бижғувчи қандларни ажратиш, шарбат олиш, шарбатни бижғитиш ва бражкани брагоректификатциялаш жараёнларини ўрганишдаги муаммолар ҳозирги кунгача ечилмай келаётгани сабабли, меннинг ўз илмий тадқиқотларимда инновацион технологияларга таяниб ечилмай келаётган ушбу муаммони ижобий ечимини ёритиб беришдаги изланишларим жуда долзарб ҳисобланади.

**Тадқиқот мақсади ва вазифалари.** Инулин сақловчи хом ашё ҳисобланган топинамбурнинг маҳаллий навларидан этанол биосинтезини

илмий асосларини яратиш ва топинамбур туганакларидан ичимлик этил спирти ишлаб чиқаришнинг самарали технологиясини яратиш.

Қўйилган мақсадга эришиш учун диссертация ишида қуйидаги вазифалар ечилди:

- Лаборатория синовлари учун асбоб ускуналар йиғиш, лабораторияни тайёрлаш ҳамда топинамбур шарбатини бижғитувчи ачитқилар туркумини таҳлил қилиш ва ажратиб олиш;

- Маҳаллийлаштирилган топинамбур навларининг физик-кимёвий таркибини таҳлил қилиш, шарбат олиш ва унинг биополимерларини парчалаш усулларнинг лаборатория синовини ўтказиш;

- Лаборатория шароитида даврий усулда ишловчи брагоректификат ускунасини тайёрлаш;

- Лаборатория шароитида топинамбур мезгаси таркибидаги биополимерларни таҳлил қилиш, инулинни қанлаштириш ва бижғитувчи ачитқилар туркумини синаш;

- Лаборатория шароитида ректификатланган этил спиртини ажратиб олиш ва олинган этил спиртининг физик-кимёвий ва органолептик кўрсаткичларини таҳлил қилиш;

- Энергия ва ресурс тежамкор технологияларни таҳлил қилиш ва ўрганиш, хом ашёга физик-кимёвий ва биотехнологик ишлов усулларининг таъсирини ўрганиш;

- Топинамбур туганагига ишлов бериш жараёнларини ишлаб чиқиш, шарбат чиқиш миқдорини кўпайтириш, шарбатни антисептик йўл билан сақлаш усулларини ва асептик жараёнларни таҳлил этиш.

**Тадқиқот предмети ва объекти.** Тадқиқотлар объекти бўлиб, топинамбурнинг маҳаллийлаштирилган: „Файз барака, Мўъжиза ва Элит“ навлари туганаклари, туганак шарбати, шарбатни бижғитиш учун ачитқилар туркуми, фермент препаратлари, этил спирти ва унинг иккиламчи маҳулоти ҳисобланади.

Тадқиқот предмети бўлиб инулинни қуйи молекуляр қандларгача гидролизлаш, бижғитишнинг турли хил технологик усулларини ўрганиш ва таҳлил этиш ҳисобланади.

**Тадқиқот услублари.** Объектларни асосий кимёвий таркибини аниқлаш учун стандарт усуллар ҳисобланган рефрактометрик усулда қуруқлик моддаларни аниқлаш, микроскопик усулда ачитқилар скрингинги, фотоколорометрик усулда қанд микдори, альдегид, эфир ва сивуха спиртларни аниқлаш, хроматографик усулда микропремисларни аниқлаш, пектинни спектрлаш ҳисобланади.

**Ишнинг илмий янгилиги.** Мамлакатимизда маҳаллий лаштирилган топинамбур ўсимлиги туганаги таркибидаги инулин, пектин, целлюлоза ва гумин моддаларини ферментатив гидролизлаш, қандлаштирилган гидролизатни 1:0,5 гидромодулда суялтириб суслу олиш, суслани бижғитиш ва брагоректификатлашнинг технологик тизимининг назарий асослари яратилди.

**Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти ва тадбиқи.**

- топинамбур туганагидан ичимлик спирт ишлаб чиқиш учун редуцирланган шарбат олинди;
- шарбат таркибидаги биополимерларни ферментатив гидролизлаш технологияси ишлаб чиқилди;
- инулинни гидролизлаб бижғувчи қандларга айлантириш усуллари яратилди;
- фруктозани бижғитувчи ачитқилар туркуми аниқланди;
- этилган бражкадан этил спиртини ажратиб олиш усули таҳлил қилиниб, олинган этанолнинг физик-кимёвий кўрсаткичлари текширилди.

**Ишнинг апробацияси:** Изланишлар натижалари „Озиқ-овқат маҳсулотлари технологияси“ кафедраси мажлисларида, „Озиқ-овқат маҳсулотлари технологияси“ факультети аттестациясида „Умидли кимёгарлар“ ва „Ишлаб чиқариш ва таълимда инновацион ғоялар“ республика илмий-амалий анжуманида баён қилинган ва маъқулланган.

**Чоп этилиш даражаси:** натижалар иккита мақола сифатида чоп этилган.

**Ишнинг тузилиши ва таркиби.** Диссертация иши: кириш, адабиётлар шарҳи (1-боб), изланишлар объекти, предмети ва методлари (2-боб), натижалар ва уларнинг муҳокамаси (3-боб), хулоса, умумий хулосалар, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан таркиб топган. Диссертация иши 85 бетли компьютер матнида ифодаланган, 11 та жадвал киритилиб, 7 та расм иллюстрация қилинган. Фойдаланилган адабиётлар миқдори 110 та бўлиб, улардан 46 таси хорижий, 22 таси патентлар ва интернет сайдлари ва қолгани рус адабиётларини ташкил этади.

**Хулоса ва таклифлар.**

**Илмий раҳбар** \_\_\_\_\_ **У.К. Абдуллаев**

**Магистратура талабаси** \_\_\_\_\_ **О.О. Ўткиржонов**

**MINISTRY OF HIGHER AND SECONDARY SPECIAL EDUCATION OF  
UZBEKISTAN  
TASHKENT CHEMICAL TECHNOLOGICAL INSTITUTE**

Faculty:

**Technology of food products**

Department:

**Technology of food products**

Academic year:

**2014/2015**

Master student:

**O'tkirjonov the son of Adil  
Afghanistan**

Scientific supervisor:

**Ph.D Umid P. Abdullaev**

Branch:

**5A321001 - Food products  
production and processing**

**THESIS FOR THE ACADEMIC DEGREE OF MASTER**

**Relevance of the topic.** Currently, the global problems in the world sannalgan the people of the world to provide food and alcohol, as well as biologically active, effective use of industrial plants for the production of raw materials ite'molbop goods and non-traditional waste technologies to create a community in the world today and is one of the major problems facing mankind . Today the conditions of drinking and alternative raw materials for the production of ethyl alcohol of artichoke contained in tuganaklari inulinni hydrolysis, fermentation, the juice, the juice is fermented and brajkani bragorektifikattsiyalash the process of studying the issue has been settled impending Manning, who rely on their scientific research with innovative technologies settled this research in a positive light giving a solution to the problem is very urgent.

**Purpose and objectives.** Inulin holder of topinambur local varieties of raw materials to create a scientific basis for the biosynthesis of ethanol and artichoke drink tuganaklaridan effective technology in the production of ethyl alcohol.

- Laboratory testing equipment for the collection, laboratory preparation of artichoke juice extraction and analysis of a series of bijg'ituvchi cultures;
- localized varieties of artichoke juice physico-chemical analysis, and methods to break his biopolimerlarini laboratory tests;
- usual method of working bragorektifikat the conditions of laboratory equipment;
- laboratory conditions artichoke mezgasi biopolimerlarni analysis of the structure, inulinni qanlashtirish test and a series of bijg'ituvchi cultures;
- laboratory conditions rektifikatlangan the extraction of ethyl alcohol and ethyl alcohol obtained from the analysis of physical-chemical and organoleptic indicators;
- Analysis of energy and resource-saving technologies and raw materials, the impact of physical, chemical and biotechnological processing methods;
- Topinambour tunganigiga treatment process development, and increase the amount of juice, juice with antiseptic methods and aseptic processes.

**The subject and object of the study.** The object of research, topinambur localized: "Finally, a miracle, and the Elite" of tunganaklari, tunganak juice, the juice is fermented for a series of cultures, enzyme preparations, ethyl alcohol, and its secondary products output.

The subject of the research inulinni hydrolysis of low molecular qandlargacha, bijg'itishning different technological methods and analysis.

**Methods of research.** The main objects standandart methods to determine the chemical composition of the refractometric method of land, microscopic method for detection of yeasts skringingi, fotokolorometrik way to determine the amount of alcohol, aldehyde, ether and sivuxa spectral, chromatographic method to determine the mikropremislarni, pectins.

**The scientific novelty of the results of the study.** Local sided artichoke plants tunganagi contains inulin, pectin, pulp and humic substances, enzymatic hydrolysis, qandlashtirilgan gidrolizatni 1: 0.5 gidromodulda condensed and

strains, strains are fermented and bragorektifikatlashning theoretical basis of the technological system.

**The practical significance and introduction of the results of research.**

-artichoke tuganagidan drinking alcohol for the development of redutsirlangan juice;

- the juice content of biopolimerlarni fermentativ hydrolysis technology is developed;

- How hydrolysis inulinni fermentation methods;

- fructose identified a series of bijg'ituvchi cultures;

- brajkadan analyzing the method of extraction of ethyl alcohol, ethanol physico-chemical indicators examined.

**Approbation of work.** Research results are reported and discussed at faculty meetings „Food Technology“ during the attestation at the faculty „Technology of Food Production“ and the Republican Scientific-Practical Conference "Innovative ideas in production and education".

**Publication.** The results of the work are published in two works.

**The composition and content of the work.** Dissertation: introduction, literature review (Chapter 1), the subject of research facilities, and the methods (Chapter 2), results and discussion (Chapter 3), conclusions, conclusions, references and appendices. Dissertation work, expressed in the text of the 85-page rebuttal computer, 11 included in Table 7 photo illustrations. References amounted to 110, of which 46 are foreign, 22 and Internet patents, trademark, and the rest are in Russian literature

**Scientific supervisor** \_\_\_\_\_ **U.K. Abdullaev**

**Master student** \_\_\_\_\_ **A.A. O'tkirjonov**

## МУНДАРИЖА

<b>КИРИШ</b> .....	4
<b>I-БОБ. ИНУЛИН САҚЛОВЧИ ХОМ АШЁЛАР КЕНГ ТАРМОҚЛИ, САМАРАДОР САНОАТ ХОМ АШЁСИ ВА УНИ ТЕХНОЛОГИК ҚАЙТА ИШЛАШНИНГ ТАРАҚҚИЁТИ</b> .....	11
1.1. Инулин сақловчи хом ашё манбаъалардан Топинамбур, ёки ер ноки, <i>Helianthus tuberosus L.</i> – ноананавий қишлоқ хўжалиги маҳсулоти ва унинг кимёвий таркиби.....	11
1.2. Инулин сақловчи хом ашёни қандлаштириш ва бижғитиш усулларининг таҳлили.....	15
1.3. Инулин сақловчи хом ашёдан спирт ишлаб чиқаришнинг микробиологик асослари ва бижғитиш усуллари.....	21
1.4. Инулин сақловчи хом ашё бражкасини брагоректификатлаш усулларининг таҳлили.....	24
<b>БОБ БЎЙИЧА ХУЛОСАЛАР</b> .....	27
<b>II-БОБ. ИНУЛИН АСОСИДА ЭТАНОЛ БИОСИНТЕЗИНИНГ ТАДҚИҚОТ ОБЪЕКТИ, ПРЕДМЕТИ ВА ТАДҚИҚОТ МЕТОДЛАРИ</b> .....	29
2.1. Тадқиқот объекти .....	29
2.2. Тадқиқот предмети.....	32
2.3. Тадқиқот методлари.....	35
<b>III-БОБ. ИНУЛИН САҚЛОВЧИ ХОМ АШЁ АСОСИДА ЭТАНОЛ БИОСИНТЕЗИНИНГ ТАДҚИҚОТ НАТИЖАЛАРИ ВА УЛАРНИНГ МУҲОКОМАСИ</b> .....	38
3.1. Топинамбур туганагини қайта ишлаш, инулин ва бошқа биополимерларни гидролизлаш.....	38
3.2. Топинамбур шарбатини бижғитиш ва етилган бражкада этанол биосинтезини ошириш.....	44

3.3.	Ректификатланган этил спиртининг физик-кимёвий ва органик кўрсаткичлари .....	52
3.4.	Топинамбур туганагини бирламчи қайта ишлаб этанол олишнинг технологик схемаси ва унинг изоҳи .....	57
3.5.	Инулин сақловчи хом ашё асосида этанол биосинтезининг хусусиятлари ва биокимёвий тахлили.....	66
	<b>БОБ БЎЙИЧА ХУЛОСАЛАР.....</b>	<b>70</b>
<b>5</b>	<b>АСОСИЙ ХУЛОСАЛАР.....</b>	<b>71</b>
<b>6</b>	<b>ХУЛОСА.....</b>	<b>72</b>
<b>7</b>	<b>Фойдаланилган адабиётлар рўйхати.....</b>	<b>74</b>
<b>8</b>	<b>ИЛОВАЛАР.....</b>	<b>81</b>

## КИРИШ

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги „2017 – 2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналиши бўйича ҳаракатлар стратегияси“ тўғрисидаги ПФ-4947-сонли фармони билан мамлакатимиз миллий иқтисодиётнинг етакчи тармоқларини модернизация ва диверсификация қилиш ҳисобига унинг рақобатбардошлигини ошириш, миллий иқтисодиётнинг мутаносиблиги ва барқарорлигини таъминлаш, унинг таркибида саноат, хизмат кўрсатиш соҳаси, кичик бизнес ва хусусий тадбиркорлик улушини кўпайтириш, юқори технологияли қайта ишлаш тармоқларини, энг аввало, маҳаллий хом ашё ресурсларини чуқур қайта ишлаш асосида юқори қўшимча қийматли тайёр маҳсулот ишлаб чиқаришни жадал ривожлантиришга қаратилган сифат жиҳатидан янги босқичга ўтказиш орқали саноатни янада модернизация ва диверсификация қилиш бўйича амалга оширилаётган узлуксиз жараёнлар мамлакатимиз ривожланиш сиёсатининг мантиқий давоми бўлди [1].

Қадимий асору-атиқалар ва кўл ёзмалар билан танишган олимлар шундай хулосага келишдики, бижғиш жараёни қачон ва ким томонидан яратилганини аниқлаштириш жуда мураккабдир. Чунки бизнинг эраизгача бўлган 8-минггинчи йилликларда ҳам, таркибида қанд сақловчи суюқликлардан бижғитиб спиртли ичимликлар олиш амалий йўлга қўйилган экан. Ушбу спиртли ичимликни дистилляция қилиниб оддий усулларда этил спирти ишлаб чиқарилган [2, 3].

Биринчи бўлиб, спиртли ичимликлар, хусусан шаробдан этил спиртини дистилляциялаб ажратишни буюк Грек олими Аристотель илмий изоҳлаб ўтган [4, 5].

Шундан сўнг, дистилляция жараёнини такомиллаштириш бўйича ўша даврнинг кўплаб ал-кимёгарлари ўзларини улкан ҳиссларини кўшдилар. Улар орасида алоҳида тилга олинадиганларидан

Александриялик Зосим де Панополис ва Жабир, Мисирлик буюк араб халифатлигининг халифаси Хорун ал-Рашидлар ўзларининг олиб борган тадқиқотлари орқали, дистилляцияловчи қурилманинг ишлаш тартибини ва жараёнини тўлиқ ва батафсил ёритиб бердилар. Уларнинг фикрларига кўра, ажратилган дистиллят шаробнинг юраги бўлиб, уни „шароб юраги“ (лот. – *spiritus vini*) деб номлашган [6, 7].

17-асрга келиб лотин тилидаги – *spiritus* сўзи кенг жамоатчиликка тарқалди ва бу сўздан қадимий рус термини „спиритус“ келиб чиқиб кейинчалик ушбу сўздан, яъни Россияда ҳозирги кунда спирт деб номланган атама келиб чиқди [2, 6, 7].

Шарқда бошланган биринчи спирт ишлаб чиқариш жараёни ислом маданияти томонидан қатъий таъқиб остига олингандан сўнг, ушбу жараён Европага кўчди. 1334 йилда Провансалик (Монпель ш. Франция) буюк шифокор ал-кимёгар Арно де Вилльнев биринчи бўлиб, узум шаробидан вино-спиртини ажратиш олди ва жамоатчиликни хабардор қилди. 1360 йилларга келиб эса, бир қатор Франция ва Италия монастрларида *aqua vitae* („ҳаёт суви“) номланиши остида вино спирти ишлаб чиқарила бошланди [6, 7, 8, 9].

1386 йилда генуэзсклик савдогарлар вино спиртини Москвага олиб келиб, Буюк княз, боярлар ва доришуносларга реклама қилишган. Натижада шаробдан спирт ишлаб чиқариш Россия ҳудудида ҳам тарқала бошлаб, 1410 йилларга келиб эса, картошка ва дондан спирт ҳайдаш ишлари ҳар бир Россиялик фуқаронинг уйида бошланиб кетди. Ушбу спиртни дастлаб самагон деб номлашди ва Россиянинг буюк олими Д.И. Менделеев биринчилардан бўлиб, ушбу самагонни тозалаш ва уни дисстелляциялаш усулларини батафсил ёритиб берди [10, 11].

Ўзбекистон Республикасида токи мустақиллик эълон қилингунига қадар ичимлик этил спирти ишлаб чиқарилмасдан, балки техник спирт ишлаб чиқарилган. Республикамиз ўз мустақиллигини қўлга киритганидан сўнг ичимлик спирти ишлаб чиқариш соҳасини ташкил этиш ва уни

ривожлантиришга катта эътибор қаратди ва ҳозирги кунда 4 та ичимлик спирти ишлаб чиқарувчи корхоналар фаолият кўрсатмоқда.

Ҳозирги кунда „Ўзспиртсаноат“ акциядорлик компанияси таркибидаги спирт ишлаб чиқариш корхоналарида модернизация ишлари олиб борилиб, компания бўйича йиллик ҳажм 6,5 млн. дал дан ортик ичимлик этил спирти ишлаб чиқаришни ташкил этади.

**Илмий ишнинг долзарблиги.** Ҳозирги кунда дунёда глобал муаммолардан санналган дунё аҳолисини озиқ-овқат маҳсулотлари ва ичимлик спирти билан таъминлаш ҳамда биологик фаол ўсимликлардан самарали фойдаланиш, саноат учун ноанъанавий бўлган хом ашёлардан итёмолбоп товарлар ишлаб чиқариш ва чиқиндисиз технологияларни яратиш бугунги кунда дунё ҳамжамияти ва инсоният олдида турган жуда муҳим муаммолардан бири ҳисобланади.

Охирги йилларда спирт ишлаб чиқариш саноатини арзон хом ашё манбаъи билан таъминлаш ва кўшимча ишчи ўрни яратиш мақсадида кўплаб изланишлар олиб борилмоқда. Айниқса хорижий ишлаб чиқарувчилар нафақат крахмал сақловчи хом ашёдан, балки инулин сақловчи хом ашёларни ҳам қайта ишлаб сифатли этил спирти ишлаб чиқариш бўйича кўплаб тадқиқотлар амалга оширишмоқда [12].

Шундай инулин манбаъига бой альтернатив хом ашё бўлиб – топинамбур ўсимлиги ҳисобланади. Ҳақиқатдан ушбу ўсимлик серҳосиллиги билан, яъни гектаридан 40 ÷ 45 тонна ҳосил бериши билан, шўр ва деҳқончилик учун унумдорлиги жуда паст майдонларда ўсиши билан жуда ноёб хом ашё ҳисобланади. Бундан ташқари топинамбурнинг кимёвий тузилишига кўра – умумий массасига нисбатан 20% гача инулин сақлаши, 10 ÷ 14% гача пектин борлиги билан бошқа ўсимликлардан катта фарқ қилади [12, 13].

Ҳозирги кунда топинамбур ўсимлиги Республикамиз олимлари томонидан маҳалийлаштирилган бўлиб, „Файз барака“ ва „Мўъжиза“ навлари яратилган. Ушбу навларнинг ҳосилдорлиги, агротехникаси ва

кайта ишлашга тайёрлаш усуллари чуқур таҳлил қилинган. Бундан ташқари келажакда топинамбур индустрияси мамлакатимизда ривожланадиган бўлса бизнинг бу борадаги тадқиқотларимиз долзарб ҳисобланади.

Бугунги кунда Ўзбекистон шароитида ичимлик этил спирти ишлаб чиқариш учун алтернатив хом ашё ҳисобланган топинамбур туганаклари таркибидаги инулинни гидролизлаш, бижғувчи қандларни ажратиш, шарбат олиш, шарбатни бижғитиш ва бражкани брагоректификатциялаш жараёнларини ўрганишдаги муаммолар ҳозирги кунгача ечилмай келаётгани сабабли, меннинг ўз илмий тадқиқотларимда инновацион технологияларга таяниб ечилмай келаётган ушбу муаммони ижобий ечимини ёритиб беришдаги изланишларим жуда долзарб ҳисобланади.

**Тадқиқот объекти ва предмети.** Тадқиқотлар объекти бўлиб, топинамбурнинг маҳаллийлаштирилган: „Файз барака, Мўъжиза ва Элит“ навлари туганаклари, туганак шарбати, шарбатни бижғитиш учун ачитқилар туркуми, фермент препаратлари, этил спирти ва унинг иккиламчи маҳулотилари ҳисобланади.

Тадқиқот предмети бўлиб инулинни куйи молекуляр қандларгача гидролизлаш, бижғитишнинг турли хил технологик усулларини ўрганиш ва таҳлил этиш ҳисобланади.

**Тадқиқот мақсади ва вазифалари.** Инулин сақловчи хом ашё ҳисобланган топинамбурнинг маҳаллий навларидан этанол биосинтезини илмий асосларини яратиш ва топинамбур туганакларидан ичимлик этил спирти ишлаб чиқаришнинг самарали технологиясини яратиш.

Қўйилган мақсадга эришиш учун диссертация ишида куйидаги вазифалар ечилди:

- Лаборатория синовлари учун асбоб ускуналар йиғиш, лабораторияни тайёрлаш ҳамда топинамбур шарбатини бижғитувчи ачитқилар туркумини таҳлил қилиш ва ажратиб олиш;

- Маҳаллийлаштирилган топинамбур навларининг физик-кимёвий таркибини таҳлил қилиш, шарбат олиш ва унинг биополимерларини парчалаш усулларнинг лаборатория синовини ўтказиш;
- Лаборатория шароитида даврий усулда ишловчи брагоректификат ускунасини тайёрлаш;
- Лаборатория шароитида топинамбур мезгаси таркибидаги биополимерларни таҳлил қилиш, инулинни қанлаштириш ва бижғитувчи ачитқилар туркумини синаш;
- Лаборатория шароитида ректификатланган этил спиртини ажратиб олиш ва олинган этил спиртининг физик-кимёвий ва органолептик кўрсаткичларини таҳлил қилиш;
- Энергия ва ресурс тежамкор технологияларни таҳлил қилиш ва ўрганиш, хом ашёга физик-кимёвий ва биотехнологик ишлов усулларининг таъсирини ўрганиш;
- Топинамбур туганагига ишлов бериш жараёнларини ишлаб чиқиш, шарбат чиқиш миқдорини кўпайтириш, шарбатни антисептик йўл билан сақлаш усулларини ва асептик жараёнларни таҳлил этиш.

**Илмий янгилиги.** Мамлакатимизда маҳаллий лаштирилган топинамбур ўсимлиги туганаги таркибидаги инулин, пектин, целлюлоза ва гумин моддаларини ферментатив гидролизлаш, қандлаштирилган гидролизатни 1:0,5 гидромодулда суюлтириб сусла олиш, суслани бижғитиш ва брагоректификатлашнинг технологик тизимининг назарий асослари яратилди.

**Тадқиқотнинг асосий масалалари ва фаразлари.** Тадқиқотнинг асосий масаласи бўлиб, мамлакатимиз ҳудудида маҳаллийлаштирилган топинамбур навлари туганагинининг кимёвий таркибини ўрганиш, биополимерларини гидролизлаш, гидролизловчи ферментлар тизимини таҳлил қилиш, бижғувчи қандлар миқдорини кўпайтириш, сусла тайёрлаш гидромодулини ишлаб чиқиш ва бижғитиб, етилган бражкани ректификатлаш жараёнлари ҳамда спирт ректификатнинг физик-кимёвий

кўрсаткичларини таҳлил қилиш орқали истеъмолбоплигини баҳолаш ҳисобланади.

Тадқиқот фарази бўлиб, инулинни гидролизлаш ва олигофруктозидларни бижғитишнинг назарий асосларини таҳлил қилиш, фермент препаратларини танлаш ва таъсир механизмини тадқиқи этиш йули билан инулинни парчалаш йўли билан этанол биосинтезига таъсирини ўрганиш.

**Тадқиқот мавзуси бўйича адабиётлар шарҳи (таҳлили).** Диссертация мавзуси бўйича адабиётлар шарҳи инулин сақловчи хом ашё манбаъалардан Топинамбур, ёки ер ноки, *Helianthus tuberosus L.* – ноананавий қишлоқ хўжалиги маҳсулот эканлиги ва унинг кимёвий таркиби, инулин сақловчи хом ашёни қандлаштириш ва бижғитиш усулларининг таҳлили, инулиндан спирт ишлаб чиқаришнинг микробиологик асослари ва бижғитиш усуллари инулиндан олинган бражкани брагоректификатлаш усулларининг таҳлили каби асосий қисмлардан иборат бўлиб, бунда асосан аксарият 2005 йилдан кейинги чоп қилинган илмий-тадқиқот, амалий олинган натижалар, илмий китоблар ва диссертация ишларидан фойдаланилди. Фойдаланилган адабиётлар деярли хорижий ҳисобланади.

**Тадқиқотда қўлланилган методиканинг тавсифи.** Объектларни асосий кимёвий таркибини аниқлаш учун стандарт усуллар ҳисобланган рефрактометрик усулда қуруқлик моддаларни аниқлаш, микроскопик усулда ачитқилар скрингинги, фотоколорометрик усулда қанд микдори, альдегид, эфир ва сивуха спиртларни аниқлаш, хроматографик усулда микропремисларни аниқлаш, пектинни спектрлаш ҳисобланади.

**Тадқиқот натижаларининг назарий ва амалий аҳамияти:**

– топинамбур туганагидан ичимлик спирт ишлаб чиқиш учун редуцирланган шарбат олинди;

- шарбат таркибидаги биополимерларни ферментатив гидролизлаш технологияси ишлаб чиқилди;
- инулинни гидролизлаб бижғувчи қандларга айлантириш усуллари яратилди;
- фруктозани бижғитувчи ачитқилар туркуми аниқланди;
- этилган бражкадан этил спиртини ажратиб олиш усули таҳлил қилиниб, олинган этанолнинг физик-кимёвий кўрсаткичлари текширилди.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация иши: кириш, адабиётлар шарҳи (1-боб), изланишлар объекти, предмети ва методлари (2-боб), натижалар ва уларнинг муҳокамаси (3-боб), хулоса, умумий хулосалар, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан таркиб топган. Диссертация иши 85 бетли компьютер матнида ифодаланган, 11 та жадвал киритилиб, 7 та расм иллюстрация қилинган. Фойдаланилган адабиётлар миқдори 110 та бўлиб, улардан 46 таси хорижий, 22 таси патентлар ва интернет сайдлари ва қолгани рус адабиётларини ташкил этади.

# **1-БОБ. ИНУЛИН САҚЛОВЧИ ХОМ АШЁЛАР КЕНГ ТАРМОҚЛИ, САМАРАДОР САНОАТ ХОМ АШЁСИ ВА УНИ ТЕХНОЛОГИК ҚАЙТА ИШЛАШНИНГ ТАРАҚҚИЁТИ**

## **1.1. Инулин сақловчи хом ашё манбаълардан Топинамбур, ёки ер ноки, *Helianthus tuberosus L.* – ноананавий қишлоқ хўжалиги маҳсулоти ва унинг кимёвий таркиби**

Озиқ-овқат, фармацевтик, экологик бир қатор муаммоларни ва омухта-ем саноатидаги саволларни ечишда замонавий биотехнологияга алоқадор бўлган юқори маҳсулдор ва ўсимлик хом ашёсини чиқиндисиз қайта ишлаш усуллари муҳим аҳамият касб этади. Шу нуқтаи назардан катта амалий қизиқиш уйғотувчи самарали культуралардан бири – бу топинамбур ҳисобланади.

Топинамбур инсониятга 4 минг йилдан ортиқроқ вақтдан бери маълум бўлиб, унинг ватани Шимолий Америка ҳисобланади. Бизнинг эраизгача бўлган минг йилликда топинамбур маҳаллий индейцларнинг деҳқончилик маҳсулоти бўлган. Шунини таъкидлаш жоизки, топинамбурни озиқ-овқат сифатида истеъмол қилган индейцлар худди ҳақиқий жангчига ўхшаб физик жиҳатдан жуда кучли ва бақувват инсон бўлишган, камдан-кам касалланган, узоқ умир кўришган, ўзларининг чиройли шакллари ва ҳаётини қизиқишларини сақлашган. Европага топинамбур XVII асрда олиб келинган ва ўзининг мазаси, таъми ҳамда шифобахш хусусиятлари эвазига тезда тарқалган [14, 15].

Топинамбур (ёки ер ноки) Asteraceae оиласига мансуб оддий, кўп йиллик ўтсимон ўсимлик. Пояси тўғри ўсувчи, кўп баргли ва 2 метрдан 4 метргача бўлиб, ранги яшил бўлади, айрим навлари эса бинафша тусли бўлиши мумкин. Асосий пояда зичлигига кўра 25 тагача ва ундан ортиқ ёнлама новдалар шаклланган бўлиб, ушбу новдалар чўзиқ-ясси шаклдаги йирик-йирик барглари билан қопланган. Поянинг энг юқори қисмида сават кўринишидаги гул қисми жойлашган бўлиб, сават ёрқин сариқ рангдаги

гул бандлар билан қопланган. Гул уруғи кичик бўлиб, кунгабоқар уруғига ўхшаб жойлашган ва 1000 дона уруғнинг оғирлиги  $7 \div 9$  граммни ташкил этади. Поянинг илдиз қисми ажириқ тизимли бўлиб, ажириқли поя 2 метр чуқурликкача боради ва ажириқли поя бир қанча новдалар билан қопланган бўлади. Ажириқли илдиз новдаларининг бўғинларида туганак шаклланади. Туганак ранги топинамбур навига боғлиқ бўлиб, оқ, сарик, бинафша рангли қизил ёки оч жигар рангли тусга эга бўлади. [14, 15, 16, 17, 18].

Топинамбур туганаги ноксимон, тухумсимон, ажириқли ясси чўзиқ ва урчуқсимон бўлиши мумкин. Ҳозирги кундаги янги яратилган навлар силлиқ ва текис ҳисобланади. Бир топинамбур поясида 20 дан 30 гача ёки ундан ҳам кўпроқ туганак ривожланиб, туганакнинг оғирлиги топимабур навига ва ўстириш шароитига боғлиқ равишда 10 граммдан 100 граммгача, айрим ҳолларда  $120 \div 140$  грамм бўлиши мумкин. Туганак зич қатламдан иборат бўлмагани учун сақлаш жараёнида керакли шароит яратилмаса ўз намлигини йўқотади ва сўлиб қолиши мумкин [16, 17, 18].

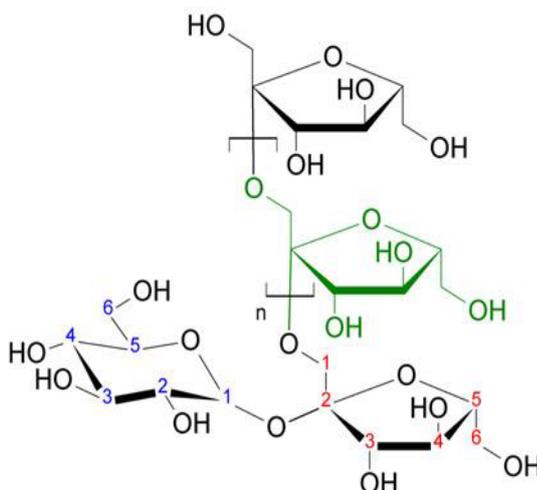
Топинамбур туганаги жуда совуқ ҳароратга бардошли бўлиб,  $-40^{\circ}\text{C}$  ва ундан паст ҳароратда ҳам музламасдан ўзининг физик-кимёвий хусусиятларини сақлаб қолади. Фақат техник етилиш даврида қазиб олиш ва қайта ишлаш лозим акс ҳолда туганак таркибидаги инулин миқдори 20% гача камайиши мумкин [19, 20].

АҚШ, Канада, Бразилия, Франция, Россия ва бошқа мамлакатларда олиб борилган синовлар натижасида шу нарса аниқландики, серҳосил, унумдор ерларга топинамбурни экиб агротехника талаблари бўйича ишлов бериш, керакли миқдордаги органик ва минерал ўғитларни бериш ва асосий қишлоқ хўжалик маҳсулоти сифатида қараш натижасида туганак ҳосилдорлиги  $100 \div 120$  т/гектарига тўғри келди [21, 22]. Бундан ташқари ушбу шароитда етиштирилган топинамбур таркибидаги инулин миқдори хом топинамбур миқдorigа нисбатан  $25 \div 30\%$  ни ташкил этиши мумкин [23, 24].

Топинамбур ўзининг бой кимёвий таркиби билан ҳам тадқиқотчиларнинг эътиборига тушган. Дунё олимлари топинамбур туганагини бир неча йиллардан бери ўрганиб келишади.

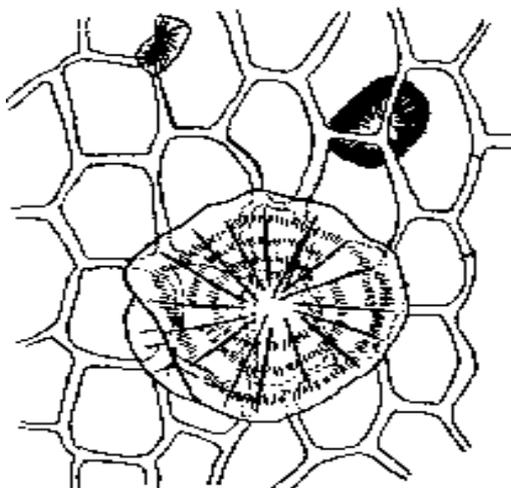
Охирги йилларда топинамбур туганаги таркибидаги инулин, пектин ва бошқа полимерларни ҳамда органик ва ноорганик моддаларни чуқур ўрганиш бошланди. Бунга сабаб ушбу ўсимлик туганаги таркибидаги моддаларнинг инсон саломатлиги учун жуда зарур бўлгани ҳисобланади. Топинамбур туганаги таркибидаги шундай шифобахш моддалардан асосийси бўлиб, инулин ҳисобланади.

Инулин  $(C_6H_{10}O_5)_n$  – ушбу полисахарид табиий бўлиб, мураккаб гулли ўсимликларнинг маҳсулоти ҳисобланиб, у бир нечта (10 тадан 30 тагача) фруктозининг  $\beta$ -D-фруктофураноза шаклидаги занжирдан ва битта қолдиқ глюкозанинг  $\alpha$ -D-глюкопираноза шаклидан иборат бўлиб,  $\beta$ -2,1 гликозид боғ билан боғланган (1.1-расм). Инулиннинг молекуляр массаси 5000 – 6000 га тенг бўлиб, кислотали ёки ферментатив гидролиз натижасида D-фруктозани ва бир неча миқдордаги глюкозани ҳосил қилади. Бундан ташқари инулин парчаланишининг оралиқ маҳсулотлари қайтарилмас хоссаларни намоён қилади [25, 26, 27].



1.1-расм. Инулиннинг кимёвий тузулиши (фрагмент)

Бир қатор олимларнинг тадқиқотиға мувофиқ, инулин захира углеводлардан ҳисобланиб, фотосинтез жараёнида ўсимликнинг баргларида ҳосил бўлади ҳамда пояси ва туганакларида тўпланади [28, 29]. Хужайрада инулин вакуоллардан сферик кристаллар кўринишида топилган (1.2-расм).



**1.2-расм. Ўсимлик хужайрасида инулиннинг жойлашиши.**

Топинамбур навларига мувофиқ туганакда тўпланадиган инулин миқдори абсолют қуруқлик модда миқдorigа нисбатан  $78,5 \div 80\%$  миқдорни ташкил этаркан. Бу миқдор 100 кг хом топинамбур туганагига нисбатан ҳисоблаганда ўртача  $15 \div 16$  кг ни ташкил қилади [27, 30, 31].

Кочнев ва Калиничева маълумотлари бўйича, топинамбур туганаги 4% гача келечаткани сақлайди ва минерал элементларни бой наборидан ташкил топган бўлиб, уларнинг миқдори 100% қуруқлик модда миқдorigа нисбатан мг да қуйидагича: калий - 1382,5; кальций - 78,8; марганец - 44,0; магний - 31,7; натрий - 17,2; темир - 10,1. Топинамбур тупроқдан кремний элементини фаол аккумуляция қилади, яъни тўплайди ва унинг миқдори 100% қуруқ модда миқдorigа нисбатан 8 мг ни ташкил этади [29, 32, 33, 34].

Бундан ташқари топинамбур туганаги витаминларга бой маҳсулот ҳисобланиб, 100 грамм хом топинамбур туганагида: ретинол (А) 2 мкг; тиамин (В<sub>1</sub>) 0,07 мг; рибофлавин (В<sub>2</sub>) 0,06 мг; пиридоксин (В<sub>6</sub>) 0,2 мг, фоль

кислотаси (В<sub>9</sub>) 18,5 мкг; никотин кислотаси (РР) 1,3 мг; аскорбин кислотаси (С) 6 мг; токоферол (Е) 0,2 мг; β-каротин 0,012 мг ни ташкил қилади [29, 35].

Бир гуруҳ олимларнинг маълумотига мувофиқ топинамбур туганаги ўзида катта миқдорда пектин моддасини сақлайди. Унинг миқдори хом туганакнинг ҳар 100 кг га 3,5 ÷ 4,0 кг ни ташкил қилади [27, 30, 35, 36, 37, 38]. Ўтказилган тадқиқотларда топинамбур навига мувофиқ туганакда протопектин ва пектин миқдори ўзгариб туради. Айрим навларда протопектиннинг миқдори кўп бўлса, айримларида пектин миқдори кўп бўлади.

Топинамбур туганагида полимерлардан оксил ҳам учрайди. Унинг миқдори ўртача хом топинамбур массасига нисбатан 0,64%, ёки аниқроқ олганда 100 кг хом туганак массаси таркибида 64 грамм оксил мавжудлиги аниқланган. Оксилларнинг таркиби ўрганилганда 16 аминокислотадан иборат бўлиб, 8 та аминокислота ўрни қопланмайдиган аминокислота эканлиги аниқланди. Ушбу аминокислоталардан энг кўпини лейцин, треонин, триптофан, фенилаланин и тирозин ташкил қилиб, туганак оксилларининг асосини белгилар экан [27, 30, 35, 36, 37, 38].

## **1.2. Инулин сақловчи хом ашёни қандлаштириш ва бижғитиш усулларининг тахлили**

Дунё тажрибалари шуни кўрсатмоқдаги, ноанъанавий хом ашёларни маҳаллийлаштириш ва улардан халқ хўжалиги учун зарур бўлган, истеъмолбоп, импорт ўрнини қоплайдиган ва экспортга йўналтирилган маҳсулотлар ишлаб чиқариш давр талабига айланмоқда.

Ҳозирги кунда Америка қитъаси ва Европада топинамбур ўсимлигини етиштиришга ва унинг поясидан биоёқилғи ишлаб чиқариш геометрик прогрессия сингари ривожланди. 2006 йилда Европа Иттифоқида топинамбур поясидан биоёқилғи, яъни биоэтанол ишлаб

чиқариш 1,7 млрд. литрга етган бўлса, бу кўрсаткич бугунги кунда 4,5 млрд. литрга тўғри келади. Европада йирик биоэтанол ишлаб чиқарувчилар бўлиб: Германия, Испания, Франция ва Италия мамлакатлари ҳисобланади. Ушбу давлатлар 2020 йилга келиб ҳар бир автомобил бензин бакида 20% топинамбур поясидан олинган биоэтанол солишни режалаштиришган. Бундан ташқари топинамбурнинг туганагини қайта ишлаб этанол синтез қилишни ҳам лойиҳалаштиришган [39, 40, 41].

Топинамбур туганагидан этанол синтез қилишнинг ўзига хос омиллари мавжуд бўлиб, булар туганакни ювиш, тозалаш ва дезинфекциялаш, майдалаш, полисахаридларни гидролизлаш, бижғидиган қандлар миқдорини кўпайтириш, бижғиш жараёнини танлаш ва ректификацияни чуқурлаштиришдан иборат [39, 41, 42].

Топинамбур туганагидан инулинни ажратиш ва парчалаш асосан кислотали ва ферментатив гидролизлаш орқали амалга оширилади. Кислотали гидролизлашда катализатор сифатида минерал ва органик кислоталардан фойдаланилади, булар – сульфат, хлорид, шавел, лимон ва бошқалардир. Ушбу катализаторлар охириги маҳсулотгача етиб боради ва маҳсулотнинг сифатини ва таркибини ўзгартиради. Масалан Ellegard L. [43] нинг тадқиқотларида, инулинни фосфор кислота билан гидролизлаганда, олинган шарбат таркибидаги иккиламчи маҳсулотлар шарбатни рангини қизғиш-жигар рангга ўзгартириб маҳсулот сифатини бузилишига олиб келган. Бундан ташқари кислотали гидролизлаш вақтида кислотали муҳитга чидамли ускуналардан фойдаланиш лозим, акс ҳолда ускуналарнинг яроқлилиқ муддати қисқаради [44, 45, 46].

Н.А. Чупрова ва Т.В. Рязанова ишларида ҳам [48], топинамбур туганагидан биоэтанол олиш мақсад қилинган ва бунда туганак ювиб тозалангандан сўнг, формалин билан дезинфекция қилинган ва майдаланиб туганак таркибидаги инулинни гидролизлаш учун 1% ли  $H_2SO_4$  кислота эритмаси ишлатилган. Гидролизлаш вақти муҳитда ҳосил

бўлган бижғувчи қандлар миқдори бўйича аниқланган ва жараёнда ҳарорат 100°C дан 170°C гача олиб чиқилган.

Натижада, муаллифларнинг маълумотига мувофиқ [48], олинган маҳсулотда метанол ва юқори спиртлар миқдори, формальдегид ва этилацетат миқдори кўпайган. Шу сабабли ушбу спиртини техник спирт сирасига киритишган.

Бундан ташқари бир гуруҳ тадқиқотчилар ҳам ўз ишларида топинамбур туганаги таркибидаги инулинни бижғийдиган қандларгача парчалашда органик ва минерал кислоталардан гидролизловчи агент сифатида фойдаланишганида худди шундай натижаларни олишди ва хулоса шундай бўлдики, ичимлик этил спирти ишлаб чиқариш учун ферментатив гидролизлаш усулидан фойдаланиш мақсадга мувофиқ бўлмас экан [32, 39, 42, 49, 50].

Топинамбур туганаги таркибидаги инулинни ферментатив йўл билан гидролизлаш экологик тоза маҳсулот ишлаб чиқаришнинг гарови ҳисобланади, бунда кам миқдорда гидролизлаш жараёнининг иккиламчи маҳсулотлари ҳосил бўлади ва этанол биосинтези осонлашиб, ичимлик спирти талабларига мос маҳсулот ишлаб чиқариш мумкин [51, 52, 53].

Топинамбур туганаги инулинини ва инулин сақловчи хом ашёларни инулаза ферменти билан бир босқичли гидролизлаш натижасида 95% бижғувчи фруктозага эга шарбат олиш мумкинлигини бир гуруҳ тадқиқотчилар ўз ишларида кўрсатиб беришди [40, 51, 52, 53, 54].

С. Кім ишларида [55], инулиндан этанол синтезида тўғридан тўғри инулаза ферменти орқали ферментациялаш йўли билан топинамбур туганагидан олинган шарбат *Zymomonas mobilis* ачитқиси ёрдамида бижғитилган. Бунда *Zymomonas mobilis* ачитқисининг метаболити бўлган инулаза ферменти иммобилланган ва узлуксиз усулда маҳсус реакторда 70 ÷ 75°C ҳароратда, соатига 1000 литр оқимда, рН 4 ÷ 4,5 бўлганда топинамбур шарбати гидролизланган ва *Zymomonas mobilis* ачитқи билан бижғитилган. Олинган натижа қониқарли бўлиб, 1 тонна шартли инулин

худди шу усулда гидролизланганда 57,8% этанол олинган. Бироқ этанолнинг кимёвий таркиби техник спирт сифатига яқин бўлган.

М.В. Вагабов ва ҳамкасбларининг ишларида [55,] инулин сақловчи хом ашёни гидролизлаш ва ундан этанол синтез қилишда икки хил усул қўллаб кўрилди. Биринчиси юқори ҳароратда инулинни гидролизлаш ва иккинчиси фермент препаратларидан фойдаланиб инулинни гидролизлаш.

Биринчи усул – ҳарорат таъсирида инулинни экстракциялаш 50°C дан 100°C гача бўлган ҳароратда 1:0,5 гидромодулда сув иштирокида олиб борилди ва 90°C ҳароратдан юқори ҳароратда инулиннинг гидролизланиши кузатилди. Бироқ шарбат жигар рангга кириб, шарбатдан карамел шакарнинг таъми келиши кузатилди ва бижғувчи қандалар 30% гача йўқолиши аниқланди ҳамда этанол чиқиши 1 тонна шартли инулиндан 40,5% ни ташкил қилди. Шунинг учун бу усулни муаллифлар самарасиз деб топишди [55].

Иккинчи усулда муаллифлар [55] – инулинни *Kluveromyces marxianus* YS-1 ва *Aparagus racemosus* ачитқиларининг гидролизатлари, яъни лизат материалларини қўллаб, тўғридан тўғри топинамбур туганагининг шарбати гидролизланди ва бижғитилди ҳамда этанол синтез қилинди. Бунда *Kluveromyces marxianus* YS-1 ва *Aparagus racemosus* ачитқилари пиво шарбатида +5°C ÷ +8°C ҳароратда ўстирилди ва топинамбур туганагидан олинган шарбатга қўшилди. Топинамбур шарбатини жараёни топинамбурни тозалаш, дезинфекциялаш, майдалаш ва мезга таркибидан шарбат ажратилмасдан 1:0,75 гидромодул нисбатда 75 ÷ 80°C ҳароратли иссиқ сув қўшиб экстракциялаш ва 50 ÷ 55°C ҳароратгача совутишни ўз ичига олиб, совутилган массани гидролизлаш учун эса *Kluveromyces marxianus* YS-1 ва *Aparagus racemosus* ачитқиларининг пиво шарбатидаги гидролизати қўшилди. Натижада муҳитда бижғувчи қандларнинг миқдори 20 ÷ 25% га кўпайиб, 1 тонна шартли инулиндан этанол синтези 61,5% ни ташкил этди.

Ушбу усулнинг энг асосий камчилиги унинг давомийлигидир, яъни барча технологик жараёнларнинг давомийлиги 12 суткани ташкил этади ва айниқса *Kluveromyces marxianus* YS-1 ва *Aspergillus racemosus* ачитқиларининг лизат материалларини тайёрлаш жуда қийин ва узоқ муддатли жараён ҳисобланади.

Т.А. Ковалева, М.Г. Холявка [56] ишларида *Kluveromyces marxianus* Y-303 ачитқи штампидан инулаза ферменти ажратиб олинган ва ВИОН КН-1 иммобилланган препарати тайёрланган ҳамда ушбу биокатализаторнинг фаоллиги 117,5% бўлган. Ушбу иммобилланган фермент биореакторга жойлаштирилиб 3 мл/мин дан 5 мл/мин гача тезликда топинамбур шарбати ўтказилган ва олинган натижага кўра, топинамбур шарбати таркибидаги инулиннинг 99,5% фруктозагача парчаланган. Бироқ бу усул ҳали ишлаб чиқариш шароитида синовдан ўтказилмаган.

Л.Н. Крикунова ва унинг ҳамкасбларининг ишида [57] топинамбур туганагидан этанол синтез қилишда, топинамбур тозаланади, 3 мм катталикда майдаланади ва 1:0,5 нисбатда сув билан аралаштирилиб, топинамбур миқдорининг 0,01% миқдорида  $\text{CaSO}_4$  қўшилади ва масса 55°C ҳароратда ГДО аппаратида гидролизлаш жараёни олиб борилади. Жараённинг давомийлиги 2 соат бўлиб, 2 соатдан кейин шарбат 28°C ҳароратга совутилиб, *Kluveromyces marxianus* Y-303 ачитқисининг олдиндан тайёрлаб қўйилган супензияси умумий массанинг 10% миқдорида қўшилади ва 48 соат давомида бижғитилади.

Ушбу усулда 1 тонна шартли инулин миқдorigа кўра 61,5 дал этанол олинади. Усулнинг асосий камчиликларидан бири бу бошқа полимерларнинг парчаланмаслиги натижасида этил спиртининг миқдорини кам чиқишидир.

И.В. Шкутина, О.Ф. Стоянова, В.Ф. Селеменев [58] ишларида инулинни *Aspergillus awamori* ачитқисининг ВКМ F 2250 маркали фермент препаратидан фойдаланилган ва топинамбур таркибидаги инулин

фруктозагача парчаланган. Бунда муҳитдаги мавжуд инулиннинг 99,5% гидролизланган ва шарбатдаги эркин фруктоза миқдари 14,8% ни ташкил қилган.

Ушбу усулнинг ноқулайлик томони фермент препарати олишнинг қимматбаҳо эканлиги ва давомийликнинг кўп муддатлиги ҳисобланади.

Юқорида кўриб чиқилган тадқиқотчиларнинг ишларида топинамбурнинг хусусиятлари, тузулиши, кимёвий таркиби ва унинг фойдали томонлари очиб берилган ҳамда топинамбур туганаги таркибидаги инулиннинг гидролизланиш хусусиятлари ва спирт ишлаб чиқариш технологиялари аниқ далиллар асосида ўрганилган

Шунинг учун ҳам ушбу адабиётлар таҳлили топинамбур ўсимлигининг потенциал келажаги борлигидан далолат бериб, ушбу ноёб ўсимлик устида кўплаб илмий тадқиқотларни олиб бориш мақсадга мувофиқ ҳисобланади. Бундай илмий тадқиқотлар озиқ-овқат, фармацевтика, қишлоқ хўжалиги, ёқилғи ва бошқа саноат маҳсулотлари ишлаб чиқариш соҳаларини ривожланишига, тараққий этишига ва саноат маҳсулотларининг ассортиментининг кўпайишига сабаб бўлади.

Топинамбур таркибидаги биополимерларни пачалаш, улардан самарали фойдаланиш, янги ишлаб чиқариш йўналишларини ташкил қилиш 21 аснинг янгиликларидан бўлиши ажаб эмас. Топинамбур таркибидаги инулин, пектин целлюлоза ва гемецеллюлоза каби полисахаридларни тўлиқ ўзлаштириш, гидролизлаш ва натив ҳолда ажратиб олиш соҳаларида ҳали кўплаб давомли тадқиқотларни олиб бориш зарурлигини юқоридаги муаллифларнинг ишларида ҳам кўрсатиб берилган ва биз ўйлаймизки ушбу юналишда давомли изланишларни олиб бориш бугунги куннинг долзарб муаммосини ечишдаги ягона йўллардан бири ҳисобланади.

### 1.3 Инулин сақловчи хом ашёдан спирт ишлаб чиқаришнинг микробиологик асослари ва бижғитиш усуллари

Спирт ишлаб чиқаришда бошқа бижғиш саноати каби ачитқидларни асосий тавсифлаш бирлиги бу – битта турдаги ачитқи хужайрасидан ажратиб тайёрланган соф ачитқи экини раса (штамм) ҳисобланади. Раса – турларга (species), турлар – туркумларга (genus, genera), туркумлар эса ўз навбатида оилаларга бирлашади [59, 60]. Ачитқи турларини аниқлаш учун бир нечта мураккаб операцияларни бажаришга тўғри келади.

Ачитқиларни аниқлашни иккита гуруҳ диагностик белгилари мавжуд: морфологик ва культурал. Культурал таркибига ачитқиларни физиологик белгилари (маълум озуқа муҳитида колониялар шакллари, биокимёвий жараёнлар, харорат ва бошқа ташқи муҳитга таъсирчанлиги) ҳам киради. Шунинг учун ачитқиларнинг озуқа муҳитидаги ривожланиши, уларнинг метаболитлари ва муҳитга бўлган таъсирчанлиги 1.3.1-жадвал орқали ифодаланган.

#### 1.3.1-жадвал. *Saccharomyces* туркумидаги ачитқилар турларини углеводли озуқа муҳитига бўлган муносабати

Saccharomyces туркумидаги ачитқи турлари	Углеводли озуқа муҳитига бўлган муносабати																			
	қандлар									спиртлар				Органик кислоталар						
	глюкоза	галактоза	сахароза	раффиноза	лактоза	мальтоза	декстринлар	инулин	ксилоза	арабиноза	этанол	глицерин	маннит	сорбит	сирка	сут	кахрабо	олма	узум	лимон
Sacch. cerevisiae	+	+	+	1/3		+	+				+	+			+	+				
Sacch. uvarum	+	+	+	1/3		+					+	+			+	+				
Sacch. chevalieri	+	+	+	1/3		+					+	+			+	+				
Sacch. Oviformis	+	+	+	1/3		+					+	+			+	+				
Sacch. Chodati	+	+				+					-	+			-	+				

Белгиланиши: + ўзлаштиради; 1/3 – раффинозани фруктоза ва мелибиозага парчалаб фақат фруктозани бижғитади.

*Sacch. uvarum* Beijerinck ўз-ўзидан бижғийдиган смородина, узум сусласи ва шаробдан ажратиб олинган.

Морфологик тузилиши буйича бошқа *Saccharomyces* ачитқи турларидан фарқ қилмайди.

*Sacch. uvarum* ачитқи расаси узум сусласини бижғитганда ўртача 12-13% ҳажм миқдорида спирт ҳосил қилади ва бижғиш жараёнида кўпикланиш хоссасини намоён қилмайди.

*Sacch. oviformis* Ostervalder ўз-ўзидан бижғиган узум сусласидан ажратиб олинган. Узум сусласида жуда яхши кўпаяди ва ундаги қандни деярли тўлиқ бижғитади ва 18% ҳажмгача спирт ҳосил қилади.

Кейинги йилларда топинамбур туганагидан спирт олиш тендинцияси ривожланиши билан топинамбур туганагидан ишлаб чиқилган шарбатни бижғитишда *Kluuveromyces* ачитқи туркумлари кенг қўлланилмоқда. Француз олимларининг фикрича [61, 62], дастлабки гидролиз жараёнидан ўтмаган топинамбур туганагини қайта ишлашда *Sacch. cerevisiae* ачитқи турларини қўллаш мақсадга мувофиқ эмас, чунки улар инулаза активлигига эга эмас. Бундай шароитда *Kluuveromyces* ачитқи турларини қўллаш яхши самара беради. Шунинг учун ҳам топинамбур туганаги сусласини *Kluuveromyces marxianus*, *Kluuveromyces fragilis* ачитқилари билан бижғитиш йулида бир қанча тадқиқотлар олиб борилган.

Француз олимлари томонидан топинамбур туганагига дастлабки гидролиз ишлови бермасдан инулинни бижғитишда 14 та ачитқи тури қўлланиб кўрилган [63]. Топинамбурдан спирт олишда ачитқилардан ташқари бошқа микроорганизмлар- бактерияларни қўллаш ҳам мумкин. Францияда топинамбур шарбатидан *Zygomonasmobilis* бактерияларини қўллаб узлуксиз этанол олиш усули ишлаб чиқилган. Бунда дастлаб бир вақтнинг ўзида экстракция ва инулаза иштирокида (60 ш.б./мл) 60°C ҳароратда ва рН – 5,0 да 18 соат давомида топинамбур туганагидаги инулинни тўлиқ гидролизи олиб борилади.

АҚШ олимлари туганакни даврий ва узлуксиз ферментациясини ўрганиб, *Kluyveromyces marxianus* нинг 2 та штамми қўлланди. Бижғиш жараёни рН 2,0-6,3 да 48-64 соат мобайнида олиб борилди. Муаллифларнинг таъкидлашича, этанол чиқиши назарий чиқимнинг 41-63% ни ташкил этди [63]. Шунингдек муҳит рН ва хароратининг ҳам таъсири ўрганилди. Қайд қилинишича, барча тадқиқотларда, ачитқилар учун оптимал ҳарорат 35°C бўлган. Спирт чиқиши рН 3,5 да рН 6,0 дагига қараганда кўпроқ бўлган.

Югославиялик олимлар топинамбурдан спирт олишда *Kluyveromyces marxianus* ва *Sacch. cerevisiae* ачитқилари билан жараённи оптималлаштирган [65, 66]. Уларнинг фикрича дастлаб кислотали ёки ферментатив гидролиз олиб бориш керак. Кислотали гидролиз рН 2,0 ва харорат 126°C да 1 соат давомида 1:1 гидромодулда сув иштирокида олиб борилди ва бу ишлов ферментатив гидролизга қараганда анча самара бўлиб, *Kluyveromyces marxianus* ачитқисини қўллашда эса дастлабки ишлов талаб этилмайди, чунки бу штамм инулаза активлигига эга ҳамда ушбу ачитқини қўллаш самарали эканлигини Югославиялик олимлар эътироф этишди.

#### **1.4. Инулин сақловчи хом ашё бражкасини брагоректификатлаш усулларининг таҳлили**

Ректификатланган ичимлик этил спирти ишлаб чиқариш саноати юксак ривожланган мамлакатларнинг илмий-техник-лойиҳалари инновцион технологиялар яратиш орқали ичимлик этил спирти ишлаб чиқариш технологиясини мукамаллаштиришни ўзида мужассамлаштиради [36].

Айниқса, донли хом-ашёдан ректификатланган ичимлик этил спирти ишлаб чиқариш жараёнини ҳам биотехнологик, ҳам биокимёвий ҳамда жараёнлар ва қурилмалар томонидан такомиллаштириш жадал суратлар билан ривожланмоқда [2].

Энергия ҳажми, металл ҳажми катта ва ишчи кучини кўп талаб қилувчи технологиялар ўрнига ушбу ресурсларни тежовчи, юқори самарадор ва юқори сифатли ректификатланган ичимлик этил спирти ишлаб чиқариш йўлга қўйилмоқда [2, 36].

Бир гуруҳ, Европа олимлари томонидан [37, 38, 39, 40, 41], этил спирти ишлаб чиқаришда: крахмал сақловчи хом-ашёни гидролизлаш ва спиртли бижғиш жараёнини бионанотехнология орқали такомиллаштириш назарда тутилади. Бундай технологиянинг асосида микроб табиатли ферментлардан фойдаланиб, уларнинг фаоллигини ва концентрациясини максимал даражада етказиш учун, ушбу микроорганизмларни модификацияланган ДНК ядроси орқали синтезланган фаол амилolitik, протеolitik ва глюкоамилolitik ферментларни қўллаш ҳамда спиртли бижғиш жараёни узлуксиз вакуум остида олиб борилиши ва бражкани ҳайдаш калоннасида ултратовуш, узлуксиз ток кучи ҳамда вакуум таъсир эттириш йўли билан ичимлик спирт миқдорини чиқишини 2,5% дан 5% хажмгача кўпайтириш ётади [42, 43, 44]. Натижа эса, шундан иборатки, бижғиётган массани БРУ қурилмаларида ректификатциялаш жараёнида буғ 50% гача ва электроэнергия сарфи 35-40% га камайтирилиб, охириги маҳсулотнинг сифати яхшиланади [45, 46, 47].

Бражкадан спирт ажратиш жараёнида, бир гуруҳ Канада олимлари, бражной калоннага магнит-резонанс усули билан ноананавий ишлов бериш жараёнидан фойдаланишди [48, 49, 50]. Бунда ачитқиларнинг тўлиқ парчаланмасдан, яъни автолиз жараёни олиб борилмасдан мухитда ҳосил бўлган спирт миқдорини тўлиқ концентрланган ҳолда ажратиш олиш амалга оширилади. Бражной калонна тарелкалари орқали берилган магнит-резонанс частотаси етилган бражкани кучли тебратиши ҳисобига спирт буғлари каолннанинг йиғиш тарелкасигача кўтарилади ва азайтроп нукта ҳосил бўлиши тезлашади [51, 52].

Бражкани оқимда магнит-резонанс частотаси билан ишлов бериш спиртнинг фаолл суюқлик қисмдан ажаралишини таъминлаш билан бирга ундаги енгил учувчан моддалар ҳисобланган эфир алдегидли фракциялар чиқиши камаяди ва ачитқиларнинг автолизи камайиши эвазига спиртнинг изоамил ва фаол амил спирти билан бойиши сезиларли даражада камаяди. Магнитлаш натижаси шундан иборатки, коагуляция жараёнлари, газ пуфакчалари ҳосил бўлиши кучаяди, бражкада дегазацияси ҳам кучаяди. Натижада маҳсулотнинг сифати яхшиланади [53, 54].

Бражкага электродинамик ва кимёвий усулда ишлов бериш жараёни Россия, Украина ва Польша мамлактларида ишлаб чиқилган бўлиб [55, 56, 57] бражной калоннага электродинамик куч таъсир эттириш орқали спирт ажаратилиши фаоллаштирилган. Бунда бражка ва спиртнинг физик ва кимёвий хоссалари ўзгармайди.

Электродинамик ишлов беришда, ишлаб чиқариш жараёни учун қўлланиладиган баражкага зичлиги  $0,01 \times 10^3$  А/м<sup>2</sup> бўлган электр токи таъсир эттирилади. Бунда электр токи таъсиридан олдин ёки кейин бражка магнит майдони билан  $0,1 \times 10^5$  А/м кучланиш таъсири остида ишлов берилади. Бражкани ректификатциялашда бражной калоннага вакуум насос орқали амалга оширилади ва бражной калоннанинг юқори қисмида 650 мм симоб устунида вакуум берилиб, хом спирт қуввати 80,5% ҳажмга етказилиб ажратилади. Бунда хом спирт таркиби яхшиланиб, ачитқилар

автолизи ва бижғишнинг иккиламчи ва қўшимча маҳсулотларининг ҳосил бўлишига йўл қўйилмаганлиги сабабли ҳам спирт таркибида токсик қўшимчалар камаяди [58, 59].

Кейинги босқичда, эпюратция ва ректификация жараёнларидан олдин ҳам ҳам спиртга  $0,2 - 2 \cdot 10^4$  А/м кучланишли магнит майдони таъсири остида электродинамик ишлов берилиб, ректификатция ёки эпюрация жараёнлари олиб борилади. Натижада ректификатланган ичимлик спиртини токсик қўшимчаларининг кимёвий боғи узилиб, сивуха спиртлар альдегидлар билан бирикиши натижасида эфирлар миқдори ортади. Агар таркибида карбон кислотлар бўлса, алкилфруктозидлар ва мураккаб мураккаб эфирлар ҳосил бўлиши мумкин. Бу ўз навбатида спиртнинг сифатли бўлишига ва токсик қўшимчаларнинг йўқотилишига сабаб бўлади. Бироқ бундай кучланишдаги ток кучи хавfli бўлиб, ундан фақат махсус изоляцияланган ва герметик ускуналарда фойдаланиш мақсадга мувофиқдир [59, 60, 61].

Бир гуруҳ АҚШ олимлари ўзларининг илмий тадқиқотларида, бражкани етилтириш ва қайта ҳайдаш жараёнида Лазер нурилари билан ишлов бериш усулини таклиф қилишган [62, 63, 64]. Бунда бражка тайёрлаш учун шарбат таркибидаги қолдиқ қандлар ва бошқа бижғиш ва бражкани ҳайдаш учун халақт берувчи моддалар парчаланаяди.

L.M. Nollet [62] нинг фикрига кўра сув билан 1 мм катталиқда майдаланган дон аралашмасига Лазер нури билан ишлов бериш жараёнида муҳитга маълум миқдорда энергия тарқалади, натижада эса, дон таркибидаги биополимерлардан оксиллар, целлюлоза, гумин каби бир қатор моддаларнинг парчаланиши ва ачитқи учун озуқа муҳити яратилиши аниқланган. Бундай бражкани қайта ҳайдаш жараёнида ҳам спирт қўввати дастлабки ҳайдашда 82% ҳажмдан кам бўлмаслиги ва унумдорлик 0,8 – 1,0% ни ташкил этиш исботланган. Бироқ бу усул ҳали катта ҳажмли ишлаб чиқаришда қўллаб кўрилгани йўқ, сабаби лазер нурининг таъсир доираси ва хавфсизлиги аниқланмаган [62, 63].

## БОБ БЎЙИЧА ХУЛОСАЛАР

Диссертация мавзуси бўйича таҳлил қилинган илмий адабиётлардан шундай маълумотлар аниқландики, Ҳозирги кунда ишлаб чиқариладиган этил спиртининг катта қисми узлуксиз брагоректификат қурилмаларида ишлаб чиқарилади [22]. Брагоректификат қурилмалари брагани қайта ҳайдаш ва ректификатлаш жараёнларидан иборат бўлиб, уч, тўрт ва беш тагача колонналардан ташкил топган узлуксиз қайта ишловчи қурилмалар бўлиб ҳисобланади [23].

Колонналар ўзининг хусусиятига қараб: бражкали – спирт ва бражкани бир биридан ажратувчи; эпюрацион – бош фракцияни ажратиш учун; ректификацион – спирт ректификатини ажратувчи; сивухали – юқори спиртларни ажратувчи; якунловчи тозалаш колоннаси – юқори сифатли спирт ректификати олувчи деб номланади [5, 23].

Брагоректификат қурилмасида юқори спиртлар асосан сивухали колоннада ажратилади. Бу колоннанинг қуйи тарелкаларидаги ҳарорат  $95^{\circ}\text{C}$  бўлганда, қуйи молекуляр массали сивуха спиртлари ажратилади. Колоннанинг ўртасидаги тарелкаларидаги ҳарорат  $104-110^{\circ}\text{C}$  бўлиб, босим 1,5-2 мм. симоб устун (атм.) бўлганда, ўрта молекуляр массали сивуха спиртлари ажратилади. Сивуха колоннасининг юқори тарелкаларида ҳарорат  $110-150^{\circ}\text{C}$  гача кўтарилади ва босим 2 атм. бўлганда, юқори молекуляр массали сивуха спиртлар – азоамил, изопропил, изобутил спиртлар алоҳида-алоҳида ажратилади. Ушбу колоннада 60% хажм кувватгача бўлган сивуха спиртлари ажратиб олинади [23].

Яқуний тозалаш колоннасида эса 1 дал спирт учун 3 кг миқдорда ўткир буғ берилиб, қолган қолдиқ юқори спиртлар ажратиб олинади. Бунда буғ асосан олдинги колонналардан олиниб, 0,6-1,2 атм. босимида юқори спиртлар ажратилади. Натижада 97,0-97,2% хажм тоза ректификат этил спирти олинади.

Ушбу яратилган технологиялар асосан ректификатланган ичимлик этил спирти ишлаб чиқариш технологиясини такомиллаштиришга, янада технологик жараёнларнинг иш унумдорлиги кўпайтиришга, буғ, энергия ва бошқа турдаги саноат ресурсларининг сарфини камайтиришга ҳамда юқори самарали ва сифатли маҳсулот ишлаб чиқаришга қаратилган бўлиб, уларни ишлаб чиқаришга кенг тадбиқ этиш ҳозирги кунда жадал суратлар билан бормоқда.

Ҳозирги кунда крахмал сақловчи хом-ашёни қайта ишлаш, уни сифатли равишда қандлаштириш ва спиртли бижғиш жараёни соҳасида бажарилаётган юксак самарали, замонавий илмий ишларни, республикамизнинг ректификатланган ичимлик этил спирти ишлаб чиқариш саноатида жорий этиш орқали, маҳаллий имкониятлардан келиб чиқиб, технологияни қайта жиҳозлаш ва модернизациялаш бугунги даврнинг талабига айланмоқда. Чунки мамлакатимиз спирт саноатида фойдаланилаётган технологиялар жуда эскирган, буғ, энергия, метал ҳажмини ва ишчи кучини кўп талаб қилувчи самарадорлиги ҳамда унумдорлиги жуда паст технологиялар ҳисобланади.

Демак, юқорида келтирилганлардан келиб чиққан ва адабиётлар таҳлилини кўрган ҳолда, шун алоҳида таъкидлаш лозимки, крахмал сақловчи хом-ашёни қайта ишлаб, қандлаштириш жараёнида машҳур ва мукамал технологияларни ҳамда баржкандан спирт ажаратиш учун жуда самарали ҳисобланган брагоректификат қурилмалар орқали сифатни, хавфсизликни, техно-иқтисодий самарадорликни ва иш унумдорликни юқори равишда таъминловчи технологиялар ҳисобланган инновацион ишланмаларни ректификатланган ичимлик этил спирти ишлаб чиқариш саноатимизга кенг миқёсда жорий этиш, келажакда, ресурстежамкорликни, иш унумдорлигини, техник-иқтисодий самарадорликни ва сифатни юқори даражада оширишга имкон бериб, экспортга йўналтирилган маҳсулотлар ишлаб чиқаришни кўпайтиради.

## **2-БОБ. ИНУЛИН АСОСИДА ЭТАНОЛ БИОСИНТЕЗИНИНГ ТАДҚИҚОТ ОБЪЕКТИ, ПРЕДМЕТИ ВА ТАДҚИҚОТ МЕТОДЛАРИ**

### **2.1. Тадқиқот объекти**

Таdqиқот объектлари сифатида инулин сақловчи хом ашё ҳисобланган топинамбурнинг маҳаллийлаштирилган навлари, спирт ишлаб чиқариш учун топинамбур шарбати, хом спирт, фермент препаратлари ва қиёслаш учун ичимлик спиртининг „Экстра“ ва „Люкс“ навларидан фойдаланилди.

Топинамбур объектлари бўлиб:

- топинамбурнинг „Файз барака“ ва „Мўъжиза“ навлари;
- топинамбур навлари туганагидан олинган экстрактив ва қуюлтирилган шарбатлар;
- инулинни қандлаштиришнинг яратилган технологияси;
- топинамбур таркибидаги пектин ва целлюлозани парчалашнинг ферментлаш технологияси;

Топинамбур туганагининг кимёвий таркибига эътибор берадиган бўлсак, у асосан сув ва қуруқлик моддалар миқдоридан иборат бўлиб, туганақдаг сув миқдори 64% дан 86% гача колебалланади. Туганақ таркибидаги сув икки хил кўринишда: эркин (78%) ва коллоид боғланган (22%). Туганақ таркибидаги эркин сув – яхшигана эритувчи, осон буғланади ва ҳарорат пасайганда музлайди. Коллоидалар (инулин, гумин, пектин моддалар ва целлюлоза) билан боғланган сув эритувчи ҳисобланмайди, катта зичликка эга ва эркин сувга нисбатан жуда паст ҳароратда музлайди.

Қуруқлик моддаларнинг 29% органик ва 1% минерал моддалардан иборат. Органик моддалар қуруқлик модда миқдorigа нисбатан қуйидагича: 18,5%-инулин; 1,8%-эрувчи қандлар; 1,5%-целлюлоза (клетчатка); 4%-пентозанлар ва пектин моддалар; 2%-азотли моддалар; 0,2%-ёғлардан иборатдир.

- **БРЮЗАЙМ ВГХ** – препарати қисман ёки комплекс миқдорда эрийдиган ва эримайдиган целлюлоза ва гемицеллюлозани парчалаш қобилиятига эга ҳамда *Trichoderma longibrachiatum* штаммидан ишлаб чиқарилади.

**БРЮЗАЙМ ВГХ** – препаратининг асосий фаоллиги:

Ксиланли боғ бўйича –  $4200 \pm 5\%$  бирлик КС/см<sup>3</sup>;

β-Глюканли боғ бўйича –  $530 \pm 5\%$  бирлик β-ГКС /см<sup>3</sup>;

Целлюлоза бўйича –  $2100 \pm 5\%$  бирлик КМЦ/см<sup>3</sup>.

- **Пектин ХСП** – фермент препарати. Пектинли моддаларнинг парчаланиш реакцияларига катализаторлик қиладиган ферментлар. Ҳозирги вақтда пектолитик ферментларнинг гидролазалар ва лиазалар синфларига тааллуқли 8 вакили бир-бирига таққослаб ўрганилган.

Протопектиназа (ПП) эримайдиган протопектинга таъсир этиб, эрувчан пектин – метоксилланган полигалактурон кислота, шунингдек, арабан, галактан ҳосил қилади.

Пектизэстераза (ПЭ) – бу фермент эрувчан пектинда мураккаб эфир боғланишни гидролизлайди ва метил спирт ҳамда галактурон кислота ҳосил қилади.

Полигалактуроноза 1,4-Д-галакуронид боғланишларнинг ферменттатив узилишини амалга оширади; бу жараён гидролитик йўл билан, шунингдек, лиазаларнинг углерод-кислородли таъсирида трансэлиминация йўли билан амалга ошиши мумкин, лиазаларнинг ўзи эса пектин молекуласини гидролитик парчалайди. Кўпчилик ҳолларда битта ферментнинг ўзи эмас, балки ферментлар гуруҳи полигалактуроноза активлигига эга бўлиши аниқланган; ферментлар гуруҳининг таъсири пектинли моддаларнинг; эрувчан пектинни (метоксилланган полигалактурон кислотани) парчалайдиган полиметилгалактуроноза (ПМГ) нинг ва полигалактурон (пектин) кислотани парчалайдиган полигалактуронозанинг (ПГ) метоксилланиш даражасига боғлиқ. Пектолитик ферментлар 35-45°C оралиғида энг самарали таъсир этади.

Мезга ёки шарбат мўътадил температурага қадар иситилганда муҳитдаги ферментларнинг активлиги ортади.

- **Sacch. Uvarum** – 731 ачитқиси;
- **Sacch. Cervisiae** Y – 717 ачитқиси;

ГОСТ 10678-76 бўйича техник ортофосфат кислота ишлатилади. У рангсиз суюқлик бўлиб, зичлиги  $1,565 \text{ г/см}^3$  га тенг, камида 70%  $\text{H}_3\text{PO}_4$  кислота ва кўп бўлмаган 0,0003% мишьяк бўлади.

ГОСТ 894-41 бўйича техник аккумулятор аммоний сульфат  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  ва тозалиги ГОСТ 10873-73 га тўғри келади. Аммоний сульфатнинг ташқи кўриниши оқ ёки оч сариқ рангли туз бўлиб, 21%  $\text{NH}_3$ , 15% гача намлик, 0,05-0,2% гача эркин сульфат кислотаси, 0,00005% кўп бўлмаган мишьяк ва жуда кам миқдорда сульфид ва сульфат қолдиқлари бўлади.

Карбамид  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  – амин карбамин кислота, кристалл ёки гранула ҳолида ишлаб чиқарилиб, ГОСТ 2081-69 бўйича ўзида камида 46% азот тутиб туради.

ГОСТ 8515-75 бўйича озиқ-овқат саноати учун техник диаммоний фосфат ишлатилиб, оқ туз бўлади ва ўзида камида 50%  $\text{P}_2\text{O}_5$  ва 22,5%  $\text{NH}_3$  тутиб туради.

Биостимуляторлар спирт саноатида асосан буғдойнинг ўсишини тезлаштириш учун ишлатилади, яъни солод тайёрлаш жараёни учун. Кучли биостимулятор сифатида гибберен ҳосилалари ҳисобланган гибберелин кислотаси ёки гибберелин  $\text{A}_3$  ишлатилади.

Технологик линияларни ювиш учун каустик сода – техник қаттиқ ҳолатдаги уювчи натрий ишлатилиб, ГОСТ 2263-71 бўйича 98,5%  $\text{NaOH}$ ; 0,8-1,9%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ва 0,05-3,5%  $\text{NaCl}$  ни ўзида сақлайди. Линияларни тозалашда асосан 0,1% ли сувдаги эритмаси ишлатилади.

Техник кальцийли сода ҳам ювиш ишлари учун ишлатилади. ГОСТ 5100-73 бўйича камида 99,00%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  дан ташкил топиб, майда кристалл кукун кўринишида бўлади.

## 2.2. Тадқиқотлар предмети

Таdqикот предмети бўлиб инулинни қуйи молекуляр қандларгача гидролизлаш, бижғитишнинг турли хил технологик усулларини ўрганиш ва таҳлил этиш ҳисобланади.

Топинамбур туганаги қайта ишлашга келганда ювилиб, инспекциялаб, 1÷3 мм катталиқда майдаланди, кейин уни 1:0,5 гидромодул бўйича суюлтирилди, замес тайёрланди ҳамда замесни қандлаштириш ва бижғувчи шарбат олиш учун БРЮЗАЙМ-BGX ва ПЕКТИН-ХСП фермент препаратлари билан 50÷55°C ҳароратда, pH 4,0÷4,5 муҳитда ферментацияланди. Натижада 20% қуруқ модда миқдори сақловчи ва бижғувчи қандлардан иборат шарбат олинди.

Ҳосил бўлган бижғувчи шарбат дастлабки физик-кимёвий таҳлил қилиниб, абсолют қуруқлик модда миқдори – 22% ни, pH – 4,3 ни, титрланган кислоталиги – 4,5 г/дм<sup>3</sup> ни, бижғувчи қандлар миқдори 20,5 г/дм<sup>3</sup> ни ташкил этгани аниқланди ҳамда шарбат Sacch. Cervisiae Y – 717 ачитқи туркуми билан 30 ± 0,5°C ҳароратда, pH – 4,3 ли ва азотли муҳитда 68 соат давомида бижғитилиб, етилган бражка олинди ва унинг кўрсаткичлари 1-жадвалда келтирилган.

Етилган бражканинг физик-кимёвий кўрсаткичларини таҳлил қилиш орқали, бражка таркибидан этил спиртини браго-ректификациялаш ускуналарида ректификатциялаш усули ва режимини танлаймиз. Биз олган натижаларга мувофиқ, баражканинг физик-кимёвий таркибида – этил спиртининг миқдори-10,5% ҳажм, альдегидлар миқдори-28,5 мг/дм<sup>3</sup> ни ва метил спиртининг миқдори-0,115 мг/дм<sup>3</sup> ни ташкил этиши, бизни вакуумда ишловчи браго-ректификация ускунасида, алоҳида метанол селектив калоннали қурилмада топинамбур туганаги бражканини ректификациялаш усули ва режимини танлашимизга сабаб бўлди. Ректификациялаш жараёнидан сўнг, олинган ректификацион этил спиртининг таркибини хроматек кристалл люкс-5000 М газ-хроматографик усулда

идентификацияланди ва олинган натижалар „Люкс“ навли спирт билан таққосланди.

Брагоректификация ускунаси брагоректификация колонна; эҷурация колоннаси, ректификация коллоннаси, иккиламчи ректификациялаш коллоннаси дан иборат бўлиб, брагоректификация колоннасига берилётган бражка аввал бражка қиздирилувчи дефлегматор да қиздирилади. 75°C ҳароратгача қиздирилган бражка сепаратор орқали, бражкали колоннанинг юқори қисмидаги эҷурация коллоннаси га тушади. Сепараторда карбонат газни ажратилади. Брагоректификация коллоннасида деярли спирт ректификациянинг барча қўшимчалари, шу жумладан эфир-альдегидли фракция ҳам ажратилади. Фақатгина сув-спиртли аралашма дефлегматорга берилади. Дефлегматордан конденсаторга берилиб, у ердан конденсат тозалаш учун эҷурация колонна га тушади ажратилади ва у икки поток орқали тозаланишга берилади.

Бражкали колоннада вакуум ўрнатилган бўлиб, ажратилган эҷурат аралашма тўғри ректификациялаш колонналарига берилиб тоза спирт ректификация ажратилади. Бундан ташқари ушбу колонналарда лютер суви, сивуха спиртлари ва сивуха мойлари ажратилади.

Эҷурация коллоннасига тушувчи сув-спиртли аралашма дефлегматорда қиздирилиб, конденсаторга берилади ва конденсат эҷурация коллоннасига тушади. Ажратилган эҷурат ректификация коллоннасининг дефлегматорига берилиб, қиздирилган эҷурат конденсатор орқали ректификация коллонналарига берилади ва бу ерда спирт ректификация, лютер суви, сивуха спиртлари ва сивуха мойи ажратилиб алоҳида-алоҳида йиғиш сиғимларига узатилади.

Этил спирти таркибидаги сивуха мойлари бижғиш жараёнининг қўшимча маҳсулоти сифатида ҳосил бўлиб, уларга нормал тузилишга эга бир атомли спиртлар: н-пропил, н-бутил ва н-амил каби спиртлар киради. Нонил таркибли, мустаҳка ривожланган занжирлиларига: изопротил, иккиламчи протил, изобутил ва изоамил кабилардир. Сивуха мойлари

фаол ва нофаол оптикликни намаён этиб, умумий миқдорга нисбатан 80% изоамил, камроғи н-амил ва жуда кам миқдорда бутил, пропилни ташкил этади.

Альдегид ва кетонлар ҳам бижғиш жараёнида ҳосил бўлсада, аммо брагоректификация жараёнида этил спиртининг оксидланиши ҳисобига уларнинг миқдори кўпаяди. Дон ва картошкани термик ишлов бериш жараёнида фурфурол ёки оксиметилфурфурол ҳам ҳосил бўлади. Агар зарарланган хом-ашё ишлатилса сирка альдегиддан бошқа формальдегид, мой, пропион, изовалериан, кротон альдегидлари ва ацетил кабилар ҳосил бўлади.

Юқорида келтирилган бирикмаларнинг кўпчилиги жуда юқори токсиклик хусусиятга эга. Масалан 1 кг тирик массага нисбатан токсиклик дозаси: фурфуролники – 0,19 г; амил спирти – 0,63 г; сирка альдегид – 0,14 г; изобутил спирти – 1,45 г; пропил спирти – 3,4 г ни ташкил этади. Юқорида келтирилган асортиментларимизнинг нархи уларни ишлаб чиқариш учун сарфланадиган хом-ашё миқдорига, энергия, технологик жараёнлар ва бошқа моддий сарфлар миқдори билан белгиланади.

Брагоректификатлаш ускунасида бражкадан таркибий тузилишига қараб 96,5 этанол, эфир альдегидли ва юқори спиртли фракция ажратилади. Бундан ташқари лютр суви билан барда чиқарди.

1 тонна топинамбур туганаги ушбу ишлаб чиқилган технологик усулда қайта ишланса қуйидаги таркиб бўйича маҳсулот олиш мумкин:

- 200 ÷ 250 литр 96,5% ҳажмли этил спирти;
- 40 ÷ 45 литр эфир алдегидли фракция;
- 2 ÷ 4 литр сивуха спиртлари (юқори спиртлар);
- 80% намликка эга бўлган 1200 литр барда.

### 2.3. Тадқиқот методлари

Объектлар таркибининг асосий физик-кимёвий кўрсаткичларини аниқлаш учун Я.И. Коренманнинг „Хроматографические методы анализа пищевых продуктов“ [67], Г.В. Польшинанинг „Технохимический контроль спиртового и ликеро-водочного производств“ [69] ва ГОСТ 30536-97. „Водка и спирт этиловый. Газохроматографический метод определения содержания токсичных микропримесей“ [68] услубий тўпламларида келтирилган стандарт усуллар қўлланилди.

Этил спирти, коньяк спирти ва улардан тайёрланган маҳсулотларнинг физик-кимёвий кўрсаткичлари ГОСТ услубий қўлланилди асосида ўрганилди.

[ГОСТ Р 52473-2005](#). Озиқ-овқат этил спирти. Қабул қилиш қоидалари ва таҳлил усуллари.

[ГОСТ Р 52756-2007](#). Ректификатланган озиқ-овқат этил спирти. Учувчан азотли бирикмалар концентрациясини капилляр электрофорез усулида аниқлаш.

[ГОСТ Р 52968-2008](#) Ректификатланган озиқ-овқат этил спирти. Қолдиқ курук моддалар миқдорини аниқлаш усули.

[ГОСТ Р 52522-2006](#). Ректификатланган озиқ-овқат этил спирти ва ароқ маҳсулотлари. Органолептик кўрсаткичларини аниқлаш.

[ГОСТ Р 52945-2008](#). Ректификатланган озиқ-овқат этил спирти. Спектрал-люминесцент усулда идентификациялаш.

[ГОСТ Р 51786-2001](#). Ректификатланган озиқ-овқат этил спирти ва ароқ. Газохроматографик усулда ҳақиқийлигини аниқлаш.

[ГОСТ Р 51698-2000](#). Ректификатланган озиқ-овқат этил спирти. Газохроматографик экспресс-усулда токсик микро қўшимчаларни аниқлаш.

Этил спиртининг ҳажмий улуши O'z DSt ISO 2448:2011 (ISO 2448:1998, IDT) бўйича аниқланди.

[ГОСТ Р 52788-2007](#). Ректификатланган озиқ-овқат этил спирти ва спирт сақловчи ичимликлар. Газохроматографик усулда кротон альдегид миқдорини аниқлаш.

Титрланган кислоталикнинг миқдорий концентрацияси вино кислотаси ҳисобида O'z DSt ISO 750:2011 бўйича аниқланди.

Учувчан кислоталарнинг миқдорий концентрацияси сирка кислота бирлиги ҳисобида O'z DSt ISO 6632:2011 (ISO 6632:1981:,IDT) бўйича аниқланди.

Темирнинг миқдорий концентрацияси O'z DSt ISO 5517:2013 бўйича аниқланди.

Токсик ва оғир металлларнинг миқдорий концентрацияси ГОСТ 26927, ГОСТ 26928, ГОСТ 26930, ГОСТ 26931, ГОСТ 26932, ГОСТ 26933, ГОСТ 26934 бўйича аниқланди.

Этил спирти таркибидаги альдегидларнинг массали концентрацияси фотоэлектродколориметрик усул билан аниқланди. Усул текшириладиган спирт таркибидаги альдегидларнинг сульфат кислота ва пирогидрол билан реакциясидан кейин текшириладиган эритма оптик зичлигининг ўзгаришига асосланган.

Этил спирти таркибидаги умумий сивуха спиртлари ва изоамил ҳамда изобутил спиртлар Газ-суюқлик хроматография усули билан аниқланди. Усул газ-суюқлик хроматограф ёрдамида сузувчи-фотометрик детектор ва кварцли филтрдан фойдаланиш орқали 540 нм тўлқин узунлигида экстракциялашдан кейин экстрактни тозалаб, шишали колоннада адсорбент орқали ўтувчи буғли массадаги этил спиртининг таркибидаги сивуха спиртларни аниқлашга асосланган.

Этил спирт таркибидаги метанол ҳам Газ-суюқлик хроматография усули билан аниқланди. Усул газ-суюқлик хроматограф ёрдамида сузувчи-фотометрик детектор ва кварцли филтрдан фойдаланиш билан 540 нм тўлқин узунлигида экстракциялашдан кейин экстрактни тозалаб,

шишали колонкада адсорбент орқали ўтувчи буғли массадаги метанолнинг хажмига асосланган.

Этил спирти таркибидаги умумий эфир мойлари Газ-суюқликликхроматография усули билан аниқланди. Усул газ-суюқликликхроматограф ёрдамида сузувчи-фотометрик детектор ва кварцли филтрдан фойдаланиш билан 540 нм тўлқин узунлигида экстракциялашдан кейин экстрактни тозалаб, шишали колонкадаги адсорбент орқали ўтувчи буғли массадаги эфирлар хажмига асосланган.

### **3-БОБ. ИНУЛИН САҚЛОВЧИ ХОМ АШЁ АСОСИДА ЭТАНОЛ БИОСИНТЕЗИНИНГ ТАДҚИҚОТ НАТИЖАЛАРИ ВА УЛАРНИНГ МУҲОКОМАСИ**

#### **3.1 Топинамбур туганагини қайта ишлаш, инулин ва бошқа биополимерларни гидролизлаш**

Инулин сақловчи хом ашё бўлиб топинамбур туганаги ҳисобланади. Биз ўз тажрибаларимизни лаборатория шароитида олиб бордик. Бунинг учун авваламбор лаборатория синовлари учун керакли асбоб ускуналар йиғилди ва лаборатория тайёрланди. Объект сифатида республикаимиз шароитига мослаштирилган маҳаллий топинамбурнинг „Файз барака“ ва „Мўъжиза“ навлари танлаб олинди ва уларнинг кимёвий таркиби текширилди. Натижалар 3.1.1-жадвалда келтирилган.

#### **3.1.1-жадвал.**

#### **Маҳаллий топинамбурнинг „Файз барака“ ва „Мўъжиза“ навларининг кимёвий таркиби**

т/р	Кўрсаткичлари	Файз барака	Мўъжиза
		100 грамм маҳсулотга нисбатан	
1.	Клечатка, мг	212,5	214,5
2.	Иссиқ сувда экстракцияланувчи моддалар, мг Шундан: Моносахаридлар, мг Олигосахаридлар, мг	1132,0  152,5 530,75	1267,8  170,8 594,4
3.	Умумий қандлар миқдори, г	20,0	22,4
4.	Осон гидролизланувчи қандлар, мг	267,25	299,32
5.	Қийин гидролизланувчи қандлар, мг	470,75	527,24
6.	Инулин, г	18,75	21,0
7.	Пектин, г	4,2	3,8
8.	Минерал кислоталар, мг	5,0	5,6
9.	Органик кислоталар, мг	7,5	8,4
10.	Азотли моддалар, мг	62,5	78,4

Жадвалдан кўриниб турибдики, маҳаллийлаштирилган топинамбур навларининг физик-кимёвий таркиби таҳлил қилинганда иссиқ сувда

эрийдиган, яъни экстракцияланадиган моддалар миқдорининг камлиги, айниқса моно- ва олигосахаридларнинг ҳар иккола навда ҳам камлиги кўзга ташланади. Бунинг сабаби қандларнинг топинамбур хужайра тузилишида мустаҳкам боғланишидир. Хужайрани бузиш учун пектин, оксил, целлюлоза каби моддаларни парчалаш лозим, акс ҳолда хужайра таркибидаги қандларни, хусусан инулинни гидролизлаш ва бижғувчи қандларни ҳосил қилиш жуда мураккаб ҳисобланади.

Пектин миқдорига эътибор қаратадиган бўлсак 100 грамм топинамбур туганагида  $3,8 \div 4,2$  грамм миқдорида пектиннинг бўлиши, туганакдан ажратиб олинадиган шарбатнинг қовушқоқлигини ошириб, хужайрадан шарбат чиқишини камайтиради ва шарбат бижғишини сусайтиради. Бундан ташқари азотли моддалар миқдорининг,  $62,5 \div 78,4$  мг, кўп бўлиши олинадиган шарбатнинг сифатига таъсир қилади, яъни ҳаддан зиёд ҳароратнинг кўтарилиши қандларнинг карбомил амидли реакциялардаги иштирокини кучайтириб, шарбат таркибидаги қанд миқдорини карамелланиш жараёнида сарфланиши ортади ва бижғитиб бўлмайдиган полимер моддаларнинг ҳосил бўлишига сабаб бўлади.

Юқорида келтирилган аниқ маълумотлар бўйича лаборатория шароитида топинамбур туганагини қайта ишлаб, ундан бижғитиш жараёни учун маъқул бўладиган шарбат олиш учун қуйидагича технологик режим ишлаб чиқилди.

Бу технологик режимга мувофиқ, 1 кг топинамбур туганаги совуқ сувда ювиб тозаланди ва тозаланган топинамбурга ўткир буғ билан ишлов берилди. Бунинг учун манти қозон қасқонига тозаланган топинамбур туганаги терилиб қайнаб турган манти қозонга қўйилди ва  $120^{\circ}\text{C}$  ҳароратда  $5 \div 7$  минут давомида шпарка жараёни ўтказилди. Бунда топинамбур туганаги пўстлоғи таркибидаги ёввойи микроорганизмлар инактивация қилинди ва пўстлок юмшатилиб, оксидловчи ферментларнинг фаолияти тўхтатилди. Бундан ташқари ушбу ҳароратда целлюлоза ва пектин каби полисахаридларнинг бир қисми парчаланиб, туганак юмшади.

Шпарка жараёнидан сўнг туганак 25°C ҳароратгача совутилди ва пўстлоғи тозаланди. Пўстлоғи тозаланган туганак шарбат олиш аппарати (соковыжималка) га берилиб, шарбат ва этлик қаттиқ қисм (выжимка) ажратиб олинди. Ажратиб олинган шарбатнинг кислоталиги, рН ва қуруқлик модда миқдори ва кимёвий таркиби текширилиб (3.1.2-жадвалга қаранг), музлатгичга қўйилди.

Ажратиб олинган қуюқ масса (выжимка) 50 ÷ 55°C ҳароратдаги дистилланган сув билан аралаштирилиб, замес ҳосил қилинди ҳамда замеснинг қуруқлик модда миқдори 16% га олиб келинди ва кимёвий таркиби текширилди. Натижалар 3.1.2-жадвалда келтирилган.

### 3.1.2-жадвал.

#### Топинамбур туганаги шарбати ва хом замеснинг кимёвий таркиби

т/р	Кўрсаткичлари	Шарбат	Хом замес
		1 литр маҳсулотга нисбатан	
1.	Қуруқлик модда миқдори, %	22	16
2.	Осон гидролизланувчи қандлар, г/л	75	52
3.	Қийин гидролизланувчи қандлар, г/л	105	88
4.	Инулин, г/л	150	120
5.	Пектин, г/л	35	41
6.	Умумий қандлар миқдори, г/л	200	155
7.	Титрланган кислоталиги, г/л	4,8	4,2
8.	Азотли моддалар, г/л	3,4	4,2
9.	Қовушқоқлиги, $10^{-6}$ м <sup>2</sup> /сек	1,93	2,58

Олинган натижалар бўйича жадвалга эътибор берадиган бўлсак, гидролизланмайдиган қандлар миқдори шарбатда ҳам замесда ҳам кўп миқдорни ташкил қилади. Бироқ шарбатнинг қовушқоқлиги  $1,93 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/сек ни ташкил қилган бўлса, хом замесда бу кўрсаткич  $2,58 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/сек ни ташкил қилиши муҳитда целлюлоза ва унинг ҳосилалари ва лигнин сифатли моддаларнинг ҳам борлигидан далолат беради. Шунинг учун шарбат ва хом замес таркибидаги биополимерларни парчалаш мақсадида уларни фермент препаратлари билан ишлов беришни назарда тутдик ҳамда улар таркибидаги биополимерларни ферментациялаш учун **Пектин ХСП** ва **БРЮЗАЙМ ВГХ** маркали фермент препаратлар танлаб олинди.

**Пектин ХСП** ва **БРЮЗАЙМ ВГХ** маркали фермент препаратлар „Руссфермент“ МЧЖ компаниясининг ферментлари бўлиб, ушбу ферментлар мултоэнзим маҳсулотлар ҳисобланади. Ушбу фермент препаратларининг реакцион муҳитдаги фаоллиги ва ишлаш тартиби қуйида келтирилган.

**БРЮЗАЙМ ВГХ** – моғор гемицеллюлазаси бўлиб, препарат катта даражада ксиланаза ва камроқ миқдорда β-глюканаза фаолликка эга бўлиб, арабиноксилан, глюкан боғларни ва целлюлазани парчалайди асосан дон таркибидаги целлюлозани парчалош учун ишлатилади.

**БРЮЗАЙМ ВГХ** – препарати қисман ёки комплекс миқдорда эрийдиган ва эримайдиган целлюлоза ва гемицеллюлозани парчалош қобилиятига эга ҳамда *Trichoderma longibrachiatum* штаммидан ишлаб чиқарилади.

**БРЮЗАЙМ ВГХ** – препаратининг асосий фаоллиги:

Ксиланли боғ бўйича –  $4200 \pm 5\%$  бирлик КС/см<sup>3</sup>;

β-Глюканли боғ бўйича –  $530 \pm 5\%$  бирлик β-ГКС /см<sup>3</sup>;

Целлюлоза бўйича –  $2100 \pm 5\%$  бирлик КМЦ/см<sup>3</sup>.

**БРЮЗАЙМ ВГХ** нинг ишчи зонаси: рН **3,5-7,0**, ҳарорат **45-75°С** ва препарат 80°С ҳароратдан бошлаб инактивация бўлади.

**Пектин ХСП** – моғор протопектиназаси ва пектинэстеразасининг аралашмаси бўлиб, препарат эримайдиган протопектинга ва пектинга таъсир қилади, галактурон ва метоксилланган боғларнинг узилишида иштирок этади ҳамда *Trichoderma longibrachiatum* штаммидан ишлаб чиқарилади.

**Пектин ХСП** – препаратининг асосий фаоллиги:

Галактурон боғ бўйича –  $2100 \pm 5\%$  бирлик ГС/ см<sup>3</sup>;

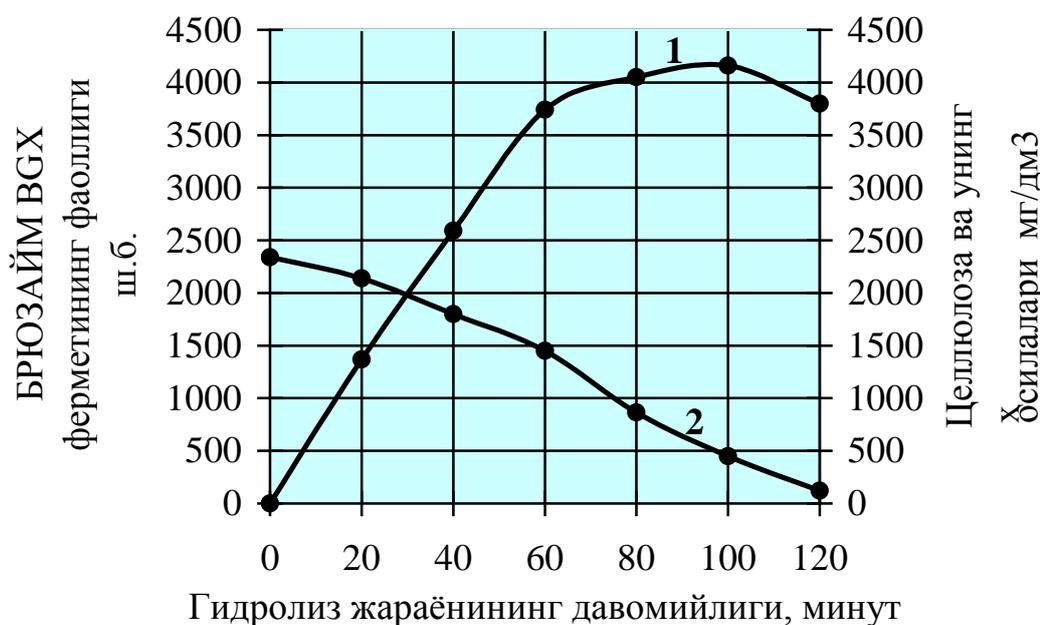
Метоксилланган боғ бўйича –  $530 \pm 5\%$  бирлик МС /см<sup>3</sup>;

**Пектин ХСП** нинг ишчи зонаси: рН **3,5-7,0**, ҳарорат **45-65°С** ва препарат 70°С ҳароратдан бошлаб инактивация бўлади.

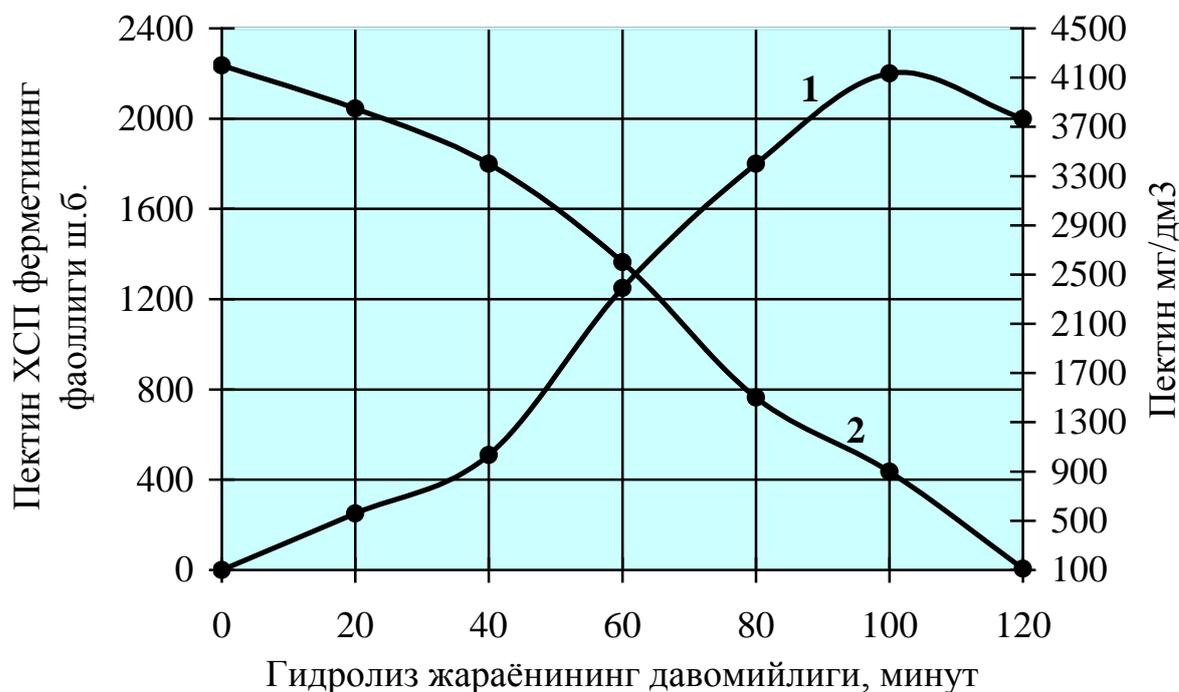
**Пектин ХСП** ва **БРЮЗАЙМ ВГХ** маркали фермент препаратларининг хусусиятларини билган ҳолда улардан шарбат ва хом замес таркибидаги биополимерларни гидролизлаш учун технологик режим ишлаб чиқилди. Бу

режимга мувофиқ шарбат ва хом замес  $50 \div 55^{\circ}\text{C}$  ҳароратгача қиздирилади, улар алоҳида-алоҳида идишларга солинган ҳолда қиздирилади, ҳарорат  $50 \div 55^{\circ}\text{C}$  га чиққанидан сўнг ҳар бир намуна  $10 \div 12$  минут давомида шу ҳароратда стабил ушлаб турилади. Кейин биринчи бўлиб **Пектин ХСП** препарати шарбат ва хом замесга берилади. Бунда 1 литр шарбатга 4,5 мл ва 1 литр хом замесга 5,5 мл миқдорда берилади ва  $50 \div 55^{\circ}\text{C}$  ҳароратда, рН 3,4 да 2 соат давомида ушлаб турилади. Пектин парчаланишини муҳитда титрланган кислоталик кўтарилиши билан назорат қилиб борилади. 2 соат давомидаги пектинни гидролизлаш жараёнидан сўнг тажриба намуналарига **БРЮЗАЙМ ВGX** фермент препарати берилиб, целлюлоза ва унинг ҳосилалари  $\text{мг/дм}^3$  гидролизланади. Бунда 1 литр шарбат учун 5,0 мл ва хом замес учун 6,5 мл суюқ фермент препарати берилади ҳамда рН 3,5 ва ҳарорат  $55^{\circ}\text{C}$  да 2 соат давомида целлюлоза ва унинг ҳосилалари гидролизланади. Гидролизланиш самарадорлигини шарбат ва хом замеснинг қовушқоқлигини текшириш орқали назорат қилинади.

**Пектин ХСП** ва **БРЮЗАЙМ ВGX** фермент препаратларининг биокаталитик фаоллиги 3.1.1- ва 3.1.2-расмларда келтирилган.



**3.1.1-расм. Топинамбур шарбати ва хом замеси таркибидаги целлюлоза ва гемицеллюлозанинг гидролизланиш жараёни 1- БРЮЗАЙМ ВGX фермент препарати; 2-Целлюлоза ва унинг ҳосилалари.**



**3.1.2-расм. Топинамбур шарбати ва хом замес таркибидаги пектин моддасининг гидролизланиш жараёни 1-Пектин ХСП фермент препарати; 2-Пектин.**

Биополимерлар гидролизланганидан сўнг, топинамбур шарбати ва хом замес бир бири билан аралаштирилиб қуруқлик модда миқдори 20 ÷ 22% га олиб келинди. Бунда ҳарорат 55°C дан кам бўлмаслиги шарт. Шундан сўнг намуна 4 ÷ 5 соат давомида даврий аралаштириш йўли билан 55°C ҳароратда қандлаштирилди. Бунда инулин фруктозагача парчаланеди ва буни фруктоза миқдорининг намунада кўпайиши билан назорат қиламиз. Қандлаштирилган шарбат таркибидаги бижғувчи қандларнинг миқдори абсолют қуруқлик модда миқдорининг 77,5% дан кам бўлмаган миқдорини ташкил этиши шарт. Яъни 1 литр қандлаштирилган шарбат таркибида 155 ÷ 160 г/л бижғувчи қандлар миқдори бўлганидагина бижғиш жараёни яхши кетади.

Қандлаштирилиб бижғиш жараёнига тайёр бўлган шарбат ҳарорати 25°C гача совутилади ва ушбу ҳароратда бижғитиш учун ачитқи экилади. Биз ўз тадқиқотларимизда бир нечта гуруҳ ачитқи вакилларида фойдаландик ва олинган аниқ натижалар 3.2-бўлимда келтирилган.

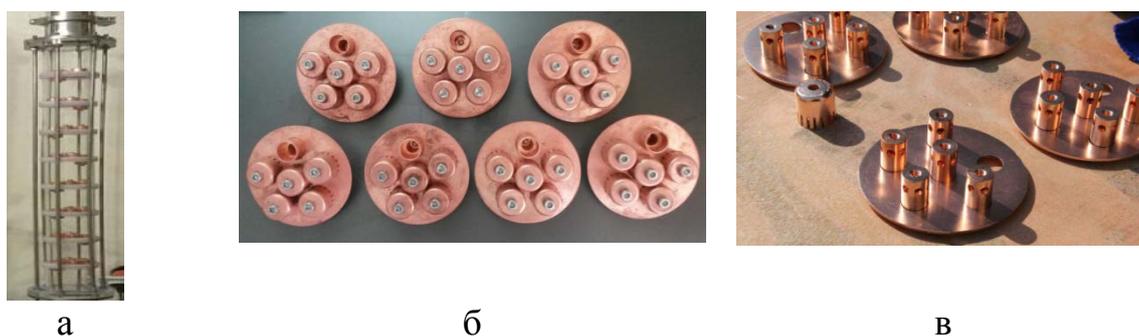
Бижғиш жараёни доимий равишда кузатиб борилди ва муҳитда 8% хажмдан кам бўлмаган спирт миқдори ҳосил бўлганидан сўнг бражкани

тайёр деб ҳисоблаб, даврий усулда ишлайдиган қалпоқчали брагоректификацион ускунада қайта ҳайдаб этанол ажратиб олинди. Даврий усулда ишлайдиган қалпоқчали брагоректификацион ускуна лойиҳа иштирокчилари лойиҳасига асосан тайёрланди ва у беш қисмдан иборат бўлиб, булар – ҳайдаш кубини, ректификатлаш колоннаси, дифлегматор, совутгич ва йиғгич. 3.1.3- ва 3.1.4-расмларда даврий усулда ишлайдиган брагоректификацион ускуна детал ҳолида келтирилган.



**3.1.3-расм. Даврий усулда ишлайдиган брагоректификацион ускунанинг детал шакли: а-ҳайдаш кубини; б-ректификацион колонна; в-дефлегматор; г-совутгич; д-спирт йиғгич**

Ушбу ускуна спирт ажратиш жараёни асосан ректификатлаш колоннасида боради. Колонна ичида 8 та қалпоқсимон тарелкалар бўлиб, ушбу тарелкаларда ҳарорат ва босим тақсимланишига мос равишда турли учувчан бирикмалар буғланиш ҳароратига кўра ажратилади. Бражкадан этил спиртини ажратиб олиш ҳам шулар жумласига киради. Ректификацион колонна тарелкалари 99,99% мисдан ясалган бўлиб уларнинг тузилиши 3.1.2-расмда келтирилган.



**3.1.3-расм. Ректификацион колоннанинг тузилиши: а-ректификацион колонна; б-қалпоқсимон тарелкаларнинг умумий кўриниши; в-қалпоқсимон тарелкаларнинг детал кўриниши**

Топинамбур шарбати бражкасини ретификатлаш жараёнида 10 литр бражка ҳайдаш кубига солиниб, электр спирал ёрдамида куб қиздирилди ва кубдаги ҳарорат кубда ўрнатилган электрон термометр билан назорат қилинади. Бунда кубдаги ҳарорат  $95 \div 110^{\circ}\text{C}$  бўлиши шарт.

Кубдан ажралган спирт-сувли буғ куб устида жойлашган ректификацион колоннага берилади. Бу ерда бражка таркибидан ажралиб чиқаётган сув спиртли буғ бинар аралашмали моддаларнинг ҳарорати бўйича ажратиб олинади. Бинар аралашмали моддаларнинг ҳарорат бўйича буғланишини дефлегматор назорат қилади.

Дефлегматорда автотермометр ўрнатилган бўлиб, у бинар аралашмадаги этил спиртининг қайнаш ҳарорати бўйича ажратиб, яъни  $78^{\circ}\text{C}$  бўлганда ажратиб совутгичга беради. Агар чиқаётган бинар аралашманинг ҳарорати  $78^{\circ}\text{C}$  дан кўп ёки кам бўлса бинар аралашма қайтариб ректификацион колоннага берилади, агар  $78^{\circ}\text{C}$  бўлса хом спирт сифатида ажартилади. Хом спиртини қувватини ошириш учун, яъни 96,5% ҳажмга олиб чиқишда, ажартиб олиган хом спирт худди шу ускунада яна қайта 3 маротабагача ҳайдалади.

### **3.2 Топинамбур шарбатини бижғитиш ва етилган бражкада этанол биосинтезини ошириш**

Бизга маълумки спирт ишлаб чиқариш саноатининг асосий хом ашёси крахмал сақловчи хом ашё бўлиб, ҳозирги кунда ноанъанавий хом ашё сифатида инулин сақловчи хом ашёлар ҳам қўлланилмоқда. Бундан ташқари бир қатор ҳорижий тадқиқотчилар инулин сақловчи хом ашё сифатида топинамбур туганаги спирт ишлаб чиқариш саноатининг келажакдаги истиқболи эканлигини таъкидлашмоқда [12, 15, 17, 19, 26, 31, 39, 54].

Спирт ҳосил бўлишида ачитқиларининг кўпайиши ва спиртли бижғишни амалга ошириши учун уларга азотли моддалар зарур. Ачитқилар аммиак азотини ва аминокислоталар азотини ўзлаштириш хусусиятига эга. Азотнинг органик формаларидан ачитқилар, асосан, аминокислоталарнинг L-формасини ва мочевинани, шунингдек, қахрабо, сирка ва сут кислоталарнинг аммиакли тузларини ўзлаштирадilar. Анорганик (аммонийли тузлар) ва органик азотни (аминокислоталар, амидлар азотини) ўзлаштириш учун вино ачитқиларига муҳитда витаминлар бўлиши зарур. Биотин (H), тиамин (B<sub>1</sub>), пиридоксин (B<sub>6</sub>), пантотен кислота (B<sub>3</sub>) ва бошқалар ҳам ижобий таъсир этади.

Спирт суслосида спирт ҳосил қилувчи ачитқиларининг ўсиши ва кўпайиши учун энг яхши муҳит ҳисобланади. Ачитқилар аммиакли тузларни, сўнгра эса аминокислоталарни шиддатли ассимиляциялаши жуда кўп тадқиқотларда кўрсатиб берилган. Улар аммиак азотининг ҳаммасини ва аминокислоталарнинг ярмига яқинини, шунингдек олдиндан аминокислоталарга қадар гидролизланган пептидларни ҳам истеъмол қилади.

Ачитқилар ўз фаолияти жараёнида азотли моддаларни ассимиляция қилибгина қолмасдан, уларни муҳитга ажратиб чиқаради ҳам. Қатор тадқиқотчиларнинг ишларида ачитқиларнинг азотни ўзлаштириш тезлиги уларнинг аста-секин ўсиш фазасига яқинлашганида камайиб боради, ачитқиларнинг азот ажратиб чиқариш тезлиги эса бижғишнинг охирига

келганда анча кўпаяди. Азотли моддаларнинг ажралиб чиқиши бижғиш вақтида ачитқилар қобиғининг сингдирувчанлиги ортиши туфайлидир. Бундай ажралиб чиқишни оксилнинг автолиз натижасида парчаланиш жараёнидангина иборат, деб қараш ярамайди, чунки азотли моддалар синтезда ҳам ажралиб чиқиши мумкин. Шунини таъкидлаб ўтиш керакки, ачитқиларнинг ҳар хил турлари аминокислоталарни бир хилда ўзлаштирмайди ва атроф муҳитга ажратиб чиқармайди. Бижғиш тугагандан кейин азотли моддаларнинг бир қисми, асосан оксиллар чўкмага тушади.

Охириги йилларда тадқиқотчилар, топинамбур туганагидан спирт ишлаб чиқаришда энг оптимал вариант сифатида *Kluuveromyces* оиласига мансуб ачитқилар энг самарали этанол биосинтезини амалга оширувчи ачитқилар, – деб таъкидлашмоқда [108, 109, 110].

Ушбу маълумотларга мувофиқ биз ўз тадқиқотларимизда топинамбур туганагидан олинган шарбатни бижғитиш учун қуйидаги ачитқилар туркумини: *Sacch. Uvarum* – 731; *Sacch. Cervisiae* Y – 717 ларни объект сифатида ишлатиб, топинамбурнинг биополимерлари гидролизланган ва куруқлик модда миқдори 21% бўлган шарбатида уларнинг ўсиш тезлигини бир-бири билан таққослаб скринг қилдик. Тажрибалар орқали олинган натижалар 3.2.1-жадвалда келтирилган.

Бунда ушбу ачитқиларнинг ўсиши ва ривожланиши бир хил ҳароратда  $30 \pm 2^{\circ}\text{C}$  да, бир хил ҳажмли шарбатда 150 мл ва бир хил вақт оралиғида олиб борилди, яъни 24, 48, 72 ва 168 соат вақт давомида ачитқи ҳужайраларининг ривожланиши ва кўпайиши текширилди. Бунда яхши деб топилган ачитқи туркумлари қуйидагилар: *Kluuveromyces marxianus* Y-303; *Oenoferm Credo*; *Oenoferm Rouge*; *Sacch. Vini* Рекацители – 6; *Sacch. Uvarum* – 731; *Sacch. Cerevisiae* sp. бўлиб ҳисобланди. Ушбу ачитқиларнинг ривожланиши ва кўпайиши жиҳатидан бошқаларига нисбатан фаол ва ўсиш даражаси шиддатли ҳамда жўшқинлиги текширдик.

**Гидролизланган ва қуруқлик модда миқдори 21% бўлган топинамбур шарбатида турли хил ачитқиларнинг ўсиши ва ривожланишининг скрингги**

Ачитқи турлари	Ачитқиларнинг ривожланиш вақти, соат			
	24	48	72	168
Rhodotorulapilmanae Y – 33	–	–	±	–
Rhodotorulaglutinis Y – 81	–	–	–	–
Oenoferm Credo	+++	++	+	+
Oenoferm Rouge	+++	+	+	–
Sacch. Vini Рекацителли – 6	+++	+	±	±
Sacch. Ovifotmis 96 – K	++	++	+	+
Sacch. Carlsbergensis II – 95	++	++	++	±
Sacch. Carlsbergensis II – 76	+	+++	+++	±
Sacch. Uvarum – 731	+++	++	±	–
Saflager W – 34/70	++	++	+	±
Sacch. Cerevisiae sp.	+++	++	+	±
Sacch. Cervisiae Y – 717	+++	++	++	±
Sacch. Cervisiae Л – 3	–	±	±	–
Kluyveromyces marxianus Y-303	++	+	±	–

Жадвалга эътибор берадиган бўлсак, (++++)-белгиси яхши; (++)-ўртача; (+)-белгиси кучсиз; (±)-жуда кучсиз ва (-)-белгиси ачитқиларнинг умуман ўсмаганини билдиради. Ушбу натижага мувофиқ топинамбур туганагидан олинган шарбатда яхши ривожланган ва ўсган ачитқилар туркуми аниқланди.

Олинган аниқ натижаларимиз асосида ажратиб олган ачитқи туркумларини топинамбур шарбатини бижғитиш жараёнини ва этанол чиқишини аниқлаш мақсадида, саноат технологиясига мувофиқ келувчи сулла тайёрлаш мақсадида топинамбур туганагидан спирт ишлаб чиқаришга мос келувчи қуруқлик модда миқдorigа, 20% қмм, эга топинамбур шарбати тайёрланди ва ажратиб олинган ачитқи оилалари текшириб кўриш учун экилди ва 7 сутка давомида бижғиш жараёни олиб борилди. Бундан асосий мақсад энг яхши ачитқи туркимини ажратиб олиш ҳисобланади. Олинган натижалар 3.2.2-жадвалда келтирилган.

**3.2.2-жадвал.**

**7 сутка давомида 21% ли курук модда миқдорига эга топинамбур шарбатида ўстирилган ачиткиларнинг фаоллиги**

Ачитки турлари	Ачиткиларнинг ривожланиш вақти, соат			
	24	48	72	168
Sacch. Vini Рекацители – 6	+++	+	+	–
Oenoferm Credo	++++	+	+	±
Oenoferm Rouge	++++	+	+	±
Sacch. Cerevisiae sp.	+++	+	+	–
Sacch. Uvarum – 731	+++	+	+	–
Kluuveromyces marxianus Y-303	++	++	±	–

Жадвалга эътибор берадиган бўлсак, (++++)-белгиси энг зўр ривожланган; (++++)-белгиси яхши; (++)-ўртача; (+)-белгиси кучсиз; (±)-жуда кучсиз ва (-)-белгиси ачиткиларнинг умуман ўсмаган ачитки хужайраларини билдириб, энг зўр ўсган ва ривожланган ачиткилар Oenoferm Credo ва Oenoferm Rouge ачиткилари бўлиб, улар этанол биосинтез қилиш жиҳатидан ҳам юқори натижани кўрсатда ва Kluuveromyces marxianus Y-303 ачитқиси эса жуда суст бўлиб, бор йўғи 5,5% хажм этанол ҳосил қилди. Қуйидаги жадвалда 6 та ачитки оиласи ҳосил қилган бражканинг физик-кимёвий таркиби келтирилган.

**3.2.3-жадвал.**

**Ачитки оилалари иштирокида 20% ли курук модда миқдорига эга топинамбур шарбатидан олинган бражканинг физик-кимёвий таркиби**

Ачитки турлари	Физик-кимёвий кўрсаткичи			
	Титрланган кислоталиги г/л	pH	Куруклик модда миқдори	Этанол миқдори, %ҳажм
Sacch. Vini Рекацители – 6	2,4	4,5	6,9	7,9
Oenoferm Credo	2,5	4,4	5,6	8,8
Oenoferm Rouge	2,5	4,4	5,8	8,6
Sacch. Cerevisiae sp.	2,4	4,5	8,2	7,1
Sacch. Uvarum – 731	2,5	4,4	6,0	8,4
Kluuveromyces marxianus Y-303	2,2	4,6	11,8	5,5

Жадвалга эътибор берадиган бўлсак, дастлабки олган натижаларимизда этанол биосинтези бўйича энг фаоли *Oenoferm Credo* ва *Oenoferm Rouge* бўлиб, улар ўз навбатида  $8,8 \div 8,6\%$  ҳажм этанол ҳосил қилишган бўлса, *Sacch. Uvarum* – 731 ачитқиси эса  $8,4\%$  ҳажм этанолни биосинтез қилди. *Kluuveromyces marxianus* Y-303 эса  $5,5\%$  ҳажм этанолни синтез қилиб энг паст кўрсаткични ташкил этди.

Бошланғич куруқлик модда миқдорига нисбатан, яъни бижғишдан олдин тайёрланган топинамбур туганагининг шарбатида  $20\%$  куруқлик модда миқдори бўлган бўлса, бижғиш жараёнидан сўнг ушбу куруқлик модда миқдорининг ачитқи томонидан ҳазм қилинмаган қолдиқ миқдори ҳар бир оилага қараб ҳар хил бўлди.

*Oenoferm Credo* ва *Oenoferm Rouge* ачитқилари ўз навбатида бижғитмай қолдирган қолдиқ куруқлик модда миқдори  $5,8 \div 5,6\%$  ташкил этиб, бошланғич куруқлик модда миқдорининг  $61 \div 62\%$  ни бижғитган бўлса, *Sacch. Uvarum* – 731 ачитқиси эса  $6,0\%$  куруқлик модда миқдорини бижғита олмади, бу бошланғич куруқлик модда миқдорининг  $54\%$  ни бижғитганлигини кўрсатиб турибди. *Sacch. Vini* Рекацители – 6 ачитқиси дастлабки куруқ моддалар миқдоридан  $51,5\%$  бижғитиб, қолдиқ  $6,9\%$  моддалар миқдорини бижғита олмади. *Sacch. Cerevisiae* sp. ачитқи эса  $8,2\%$  қолдиқ куруқ моддалар миқдорини бижғита олмади. Ушбу ачитқилар оиласига нисбатан таққосланганда *Kluuveromyces marxianus* Y-303 ачитқиси энг паст кўрсаткични кўрсатди, яъни бу ачитқи оиласи бор йўғи дастлабки куруқ моддалар миқдорининг  $46\%$  миқдорини бижғитиб, этанол синтез қилган бўлса, бижғитишга кучи етмай қолдирган қолдиқ куруқ моддалар миқдори  $11,8\%$  ни ташкил қилди.

Экспериментал йўл билан олган аниқ натижаларимиз асосида 6 та ачитқи оиласи таққослаганда *Oenoferm Credo* ва *Oenoferm Rouge* ачитқилари *Kluuveromyces marxianus* Y-303 ачитқисига нисбатан деярли 2,5 мартаба, *Sacch. Uvarum* – 731 ачитқиси эса 2,0 баробарга кўп куруқлик модда миқдорини бижғитган ва этанол биосинтези бўйича ҳам энг самаралиси деб

ҳисобладик. Бундан ташқари Oenoferm Credo, Oenoferm Rouge ва Sacch. Uvarum – 731 ачитқилари кам биомасса ҳосил қилиб чўкмага кам тушар экан.

Топинамбур шарбатини бижғиши шарбатнинг кимёвий таркибида чуқур ўзгаришлар бўлишига олиб келади. Спиртли бижғиш химизми кейинги вақтларда етарли даражада яхши ўрганилган, лекин спиртли бижғишда иккиламчи маҳсулотлар ҳосил бўлиш химизми ҳали тўлиқ аниқланган эмас. Юқорида кўрсатиб ўтилганидек, глицерин ҳосил бўлишини Нейбергнинг иккинчи бижғиш шакли билан тушунтириш мумкин. Бу назарияга кўра шакар молекуласи глицерин билан пироузум кислотага парчаланadi. Пироузум кислота декарбоксилланиб, сирка алдегид ва карбонат ангидрид ҳосил қилади. Бижғишнинг бу турида ҳар қайси глицерин молекуласи ҳосил бўлишида битта молекула ацетат (сирка) алдегид ҳосил бўлади. Спиртли бижғиш назариясига мувофиқ сирка алдегиднинг ҳаммаси ҳам этил спиртга қадар қайтарилмайди, унинг бир қисми бижғиётган муҳитда қолади. Сирка алдегиднинг кўп миқдори (200-300 мг/л) бижғишни секинлатиши маълум. Ачитқилар ферментлари таъсирида ацеталдегид спиртли бижғиш маҳсулотларига айланади, уларнинг ачитқиларга зарари сирка алдегидникига караганда камроқ бўлади. Спиртли бижғиш маҳсулотлари устида жуда кўп текширишлар ўтказилганлигига қарамай, бижғишнинг иккиламчи маҳсулотлари ҳосил бўлиш механизми шу вақтга қадар тузилмаган. Органик кислоталар, тўртуглеродли бирикмалар, сивуха спиртлар ҳосил бўлишида иштирок этадиган фермент системалар ажратиб олинмаган.

В.С. Гваладзе биринчи бўлиб спиртли бижғишнинг иккиламчи маҳсулотлари сирка алдегиддан ҳосил бўлади, деган фикрни айтди. Л. Женевуа глицерин билан бошқа иккиламчи бижғиш маҳсулотлари орасидаги нисбатни кўрсатувчи тенгламани таклиф этди:

$$\Gamma = 5\gamma + 2\upsilon + \alpha + \beta + 2\alpha\epsilon + 9\lambda + 3\iota + 3\pi\rho + \Pi,$$

Бунда  $\Gamma$  – глицерин,  $\gamma$  – қаҳрабо кислота,  $\upsilon$  – сирка кислота,  $\alpha$  – ацетат алдегид,  $\beta$ - 2,3-бетиленгликол,  $\alpha\epsilon$ - ацетоин,  $\lambda$ - лимон кислота,  $\iota$ - изоамил спирт,  $\pi\rho$ - изопропил спирт,  $\Pi$ - пироузум кислота.

### 3.3. Ректификатланган этил спиртининг физик-кимёвий ва органолептик кўрсаткичлари

Топинамбур туганагидан олинган этанолни физик кимёвий кўрсаткичлари бугдойдан ишлаб чиқилган ичимлик этил спиртининг „Экстра“ ва „Люкс“ навлари билан таққослаб ўрганилди ва ГОСТ 5962-67 бўйича назорат қилинади. Натижалар 3.2.1-жадвалда келтирилган.

#### 3.3.1-жадвал.

#### Этил спиртининг физик-кимёвий кўрсаткичлари

№	Кўрсаткичлар	Этил спирти учун мейёрлар		
		„Экстра“	„Люкс“	Топинамбур этаноли
1	Этил спиртининг хажмий улуши кўпи билан, %	96,4	96,4	96,5
2	Сульфат кислота билан тозалик даражаси, шаффофлиги	Барқарор		
3	20°С да оксидланиш даражаси, мин	20	22	26
4	Альдегидларнинг массавий улуши, сувсиз спиртдаги сирка кислота ҳисобида кўпи билан, мг/дм <sup>3</sup>	2	2	4
5	Сивуха мойларининг массавий концентрацияси, сувсиз спиртдаги изоамил ва изобутил спиртлари аралашмаси (3 : 1) ҳисобида кўпи билан, мг/дм <sup>3</sup>	3	2	2
6	Эфирлар массавий концентрацияси, сувсиз спиртдаги сирка этил эфири ҳисобида, кўпи билан, мг/дм <sup>3</sup>	25	18	20
7	Метил спиртининг хажмий улуши сувсиз спирт ҳисобида, кўпи билан, %	0,03	0,03	0,5
8	СО <sub>2</sub> газисиз эркин кислоталарнинг массавий концентрацияси сувсиз спирт ҳисобида, кўпи билан, мг/дм <sup>3</sup>	12	8	15
9	Фурфурол микдори	кузатилмади		

Тадқиқотларимизни давом эттирган ҳолда топинамбур туганагидан ажратиб олинган этанолни Цвет-800 газхроматография усулида таҳлил қилдик, бунда биринчи навбатда туганакдан олинган спирт таркибидаги токсик қўшимчаларни хроматографда идентификацияладик ва уларни



махсус дастурида ўқилиб, уларнинг номи ва концентрацияси аниқланди (3.3.2-жадвал).

**3.2.2-жадвал.**

**Топинамбур туганагидан олинган этанолнинг хроматографик идентификация кўрсаткичлари**

Т/р, №	Компонентлар	Детектор	Вақт, мин	Ойна, мин	Концентрация, мкг/мл
1	Этил эфири	ПИД-2	4,35	0,50	0,042
2	Ацетальдегид	ПИД-2	4,53	0,50	7,093
3	Ацетон	ПИД-2	5,10	0,50	0,116
4	Метилацетат	ПИД-2	5,20	0,50	0,058
5	Этилацетат	ПИД-2	5,63	0,50	3,517
6	Метанол	ПИД-2	5,69	0,50	1,173
7	2-бутанон	ПИД-2	5,96	0,50	0,556
8	Изопропанол	ПИД-2	5,96	0,50	0,839
9	Изобутилацетат	ПИД-2	7,49	0,50	3,030
10	2-бутнол	ПИД-2	7,52	0,50	0,142
11	1-пропанол	ПИД-2	7,81	0,50	2,824
12	Этилбутират	ПИД-2	7,92	0,50	0,010
13	Кротональдегид	ПИД-2	8,38	0,50	0,032
14	Изобутанол	ПИД-2	8,84	0,50	1,209
15	1-бутанол	ПИД-2	10,04	0,50	0,280
16	Изоамиловый спирт	ПИД-2	11,44	0,50	3,354
17	1-пентанол	ПИД-2	12,41	0,50	0,015
18	Гексанол	ПИД-2	14,42	0,50	0,037
19	Бензальдегид	ПИД-2	18,56	0,50	0,061
20	Диэтилфталат	ПИД-2	24,28	0,50	0,426
21	Безалкоголь	ПИД-2	27,04	0,50	0,015
22	Фенилэтанол	ПИД-2	28,47	0,50	0,022
1 мл топинамбур спиртидаги жами токсик кўшимчалар миқдори, мкг					24,850

Жадвалга эътибор берадиган бўлсак токсик кўшимчалардан метанолнинг кўпроқ чиққанига гувоҳ бўламиз, демак бунга сабаб пектин миқдорининг топинамбур туганаги таркибида кўплигидир. Шундан сўнг олинган спиртнинг ичимлик спиртига яроқлилигини ўрганиш мақсадида ЧЭИИ „Бектемир-спирт экспериментал заводи“ АЖ да ишлаб чиқарилаётган „Люкс“ навли – назорат ичимлик этил спиртидан фойдаланиб, топинамбур

спиртини – тажриба намунаси сифатида таққосладик ва олинган натижалар 3.2.3-жадвалда келтирилди.

**3.2.3-жадвал.**

**Назорат ва тажриба спирт навларининг хроматографик кўрсаткичлари**

Физик-кимёвий кўрсаткичлари	„Люкс“ спирти назорат намунаси	Топинамбур спирти тажриба намунаси
Альдегидлар, мкг/мл	19,411	7,186
Метанол, мкг,мл	0,053	1,173
Сивуха спиртлари, мкг/мл	107,187	8,736
Эфирлар, мкг/мл	49,272	4,053
Ацетон, мкг/мл	0,441	0,116
Кетонлар, мкг/мл	0,005	0,556
Карбон кислоталар мкг/мл	55,406	3,030
Фурфурол, мкг/мл	-	-

Жадвалдан кўриниб турибдики, назорат ва тажриба намуналарини таққослаганимизда метанол ва кетонларнинг миқдори назорат намунасига нисбатан анча кўплиги, яъни метанол – 25 баробарга ва кетонлар – 110 баробарга кўп чиқиши туганак таркибида пектин, инулин ва целлюлозанинг кўплигидан. Сабаби пектин ва целлюлозада метоксилланган гуруҳ кўплигидан метил спиртининг миқдори кўп бўлди, инулинда эса, бизга маълумки фруктоза миқдори кўп бўлиб, ҳар бир фруктоза ўзида кетон группасини сақлайди. Шунинг учун ҳам бу моддаларнинг топинамбур спирти таркибида кўп бўлиши табиий ҳол ҳисобланади.

Энди ўта токсик хусусиятга эга сивуха спиртларини таққослайдиган бўлсак, ушбу моддалар назорат намунасида тажрибага нисбатан 12,5 баробарга кўплигини хроматографик текширувлар орқали аниқланди. Демак бундан шундай хулоса чиқадики топинамбурдан этил спирти ишлаб чиқишда жуда заҳарли бўлган сивуха спиртлари кам бўлар экан. Бундан ташқари эфирлар миқдори назоратга нисбатан тажриба намунасида 12 баробарга кам, альдегидлар миқдори эса, 2,5 баробарга кам чиқиши топинамбурдан экологик

тоза ва хавфсиз этанол биосинтез қилиш мумкинлигининг истиқболини белгилаб беради. Бу эса ичимлик спирти ишлаб чиқариш учун керак бўладиган хом ашёлар танқислигининг келажақдаги равнақидан далолатдир.

Топинамбур туганагидан олинган этил спиртининг органолептик кўрсаткичлари ҳам тадқиқ этилди. Бунда этил спиртининг ранги, таъми ва ҳушбўйлиги қиёсланди. Натижалар 3.3.4-жадвалда келтирилган.

### 3.3.4-жадвал.

#### Топинамбур туганаги этанолининг органолептик кўрсаткичлари

Органолептик кўрсаткичлари	Органолептик тавсифи	Баҳолаш бали
Шаффофлиги ва ранги	Рангсиз, ёрқин шаффоф, бегона қўшимчалар ва чўкмасиз	2,0
Ҳушбўйлиги	Ўз навига мансуб, ҳушбўйлиги яққол сезиладиган бегона ҳушбўй моддаларсиз	3,8
Таъми	Ўз навига муносиб, тоза, юмшоқ, бегона мазасиз	3,8

Жадвалга этибор берсак, намуна спиртининг шаффофлиги ва ранги визуал қаралганда шу аниқландики спирт рангсиз, ёрқин шаффоф, бегона қўшимча ва чўкмаларсиз кўринишни касб этди. Ҳушбўйлиги текширилганда спирт навига хос ҳушбўйлиги яққол сезилди, бошқа ҳидлар ва қўшимчалар сезилмади. Намуна спиртининг таъми кўрилганда ўзгача таъмдаги спирт олинганига гувоҳ бўлинди. Спирт таъми юмшоқ, ўз навига муносиб, бегона таъмсиз ва энг асосийси ёқимли мевали таъмга эга эканлиги аниқланди. Бундан ташқари топинамбур спирти буғдойдан олинган „Люкс“ навли спиртдан бирдан куйдирувчи таъмининг йўқлиги ва ачитиб-ёндирувчи хусусиятининг йўқлиги билан катта фарқ қилди.

Топинамбур туганагидан лаборатория шароитида олинган этанолнинг физик-кимёвий ва органолептик кўрсаткичлари текширилганда, шу нарса аниқландики, крахмал сақловчи хом ашёдан олинган олий навли „Люкс“ спирти сифатидан қолишмас экан.

### 3.4. Топинамбур туганагини бирламчи қайта ишлаб этанол олишнинг технологик схемаси ва унинг изоҳи

Ичимлик этил спиртини сифатини ошириш ва ишлаб чиқариш унумдорлигини кўтариш мақсадида бражкага ультра товуш билан ишлаб берилиб кейин вакуум остида бражкдан хом пирт ажратиб олинди.

Тадқиқотларимизни ярим саноат усули ёрдамида синаш учун „Кўконспирт“ ОАЖ нинг бражка цехида тайёрланган бражкани ультра товуш ишлови бериш орқали вакуумда дистилляция қилиш учун тайёрладик. Биринчи навбатда бражканинг физик-кимёвий кўрсаткичларини ўргандик. Уларнинг физик-кимёвий кўрсаткичлари 3.4.1-жадвалда келтирилган.

#### 3.4.1-жадвал.

#### Бражканинг физик-кимёвий кўрсаткичлари

Физик-кимёвий кўрсаткичлари	Этилган бражка
Этил спиртининг хажмий улуши кўпи билан, %	10,5
pH	4,5
Альдегидларнинг массавий улуши, сувсиз спиртдаги сирка кислота ҳисобида кўпи билан, мг/дм <sup>3</sup>	28,5
Юқори спиртлар массавий концентрацияси, сувсиз спиртдаги изоамил ва изобутил спиртлари аралашмаси (3 : 1) ҳисобида кўпи билан, мг/дм <sup>3</sup>	12,4
Эфирлар массавий концентрацияси, сувсиз спиртдаги сирка этил эфири ҳисобида, кўпи билан, мг/дм <sup>3</sup>	18,9
Метил спиртининг хажмий улуши сувсиз спирт ҳисобида, кўпи билан, %	0,05

Жадвалдан кўришиб турибдики бражка ГОСТ талабларига тўлиқ мос келади ва унга ультра товуш ишловини бериш ҳамда вакуумда қайта ҳайдашдан кейинги ўзгаришларни қуриш учун саноатда синовлар олиб борилди. Олинган дастлабки натижаларга кўра ультра товуш билан ишлов бериш бражкднинг қовушқоқлигини пасайтириши ва спиртнинг ажралиб

чиқишини мўтадиллаштириш кузатилди. Тўлик таҳлил натижалари қуйидаги 3.4.2-жадвалда келтирилган.

**3.4.2-жадвал.**

**Таклиф этилган технология бўйича ва корхонанинг мавжуд технологияси бўйича олинган хом спиртнинг физик-кимёвий кўрсаткичлари**

Хом спирт намунаси	Этил спиртининг ҳажмий улуши кўпи билан, %	Альдегидларнинг массавий улуши, сувсиз спиртдаги сирка кислота ҳисобида кўпи билан, мг/дм <sup>3</sup>	Юқори спиртлар массавий концентрацияси, сувсиз спиртдаги изоамил ва изобутил спиртлари аралашмаси (3 : 1) ҳисобида кўпи билан, мг/дм <sup>3</sup>	Эфирлар массавий концентрацияси, сувсиз спиртдаги сирка этил эфири ҳисобида, кўпи билан, мг/дм <sup>3</sup>	Метил спиртининг ҳажмий улуши сувсиз спирт ҳисобида, кўпи билан, %
Назорат намунаси-корхона технологияси (вакуумсиз)					
Хом спирт	89,0	45,2	10,5	28,8	0,07
Тажриба намунаси-вакуум остида бражкадан спирт ажратиш 650 мм сим. уст.					
Хом спирт	89,5	36,3	7,9	25,3	0,048
Тажриба намунаси-30 кГц ультратовуш ишлови ва вакуум остида бражкадан спирт ажратиш 750 мм сим. уст.					
Хом спирт	89,7	12,1	1,7	7,8	0,04
Тажриба намунаси-40 кГц ультратовуш ишлови вакуум остида бражкадан спирт ажратиш 800 мм сим. уст.					
Хом спирт	89,9	7,2	1,2	4,2	0,038
Тажриба намунаси-50 кГц ультратовуш ишлови вакуум остида бражкадан спирт ажратиш 850 мм сим. уст.					
Хом спирт	90,2	5,4	1,0	3,4	0,03
Тажриба намунаси-55 кГц ультратовуш ишлови вакуум остида бражкадан спирт ажратиш 950 мм сим. уст.					
Хом спирт	90,4	4,3	0,6	3,0	0,03

Жадвалдаги натижаларни таҳлил қиладиган бўлсак энг юқори натижага бражкани 55 кГц ультра товуш билан ишлов бериб, 950 мм сим. устунида вакуумда дистилляция қилишда хом спиртнинг қуввати-90,4% ҳажми,

альдегид миқдори 4,2 мг/дм<sup>3</sup> ни, сивуха спиртлари 0,6 мг/дм<sup>3</sup> ва эфирлар миқдори 3,0 мг/дм<sup>3</sup> ни ташкил этиши энг оптимал вариант деб қабул қилинди. Бу шундан далолат берадики тебраниш частотали ультра товуш ишлови бражкага берилганда сув ва спирт қўшимча энергия олиб фаоллашади. Улар орасидаги водород боғланиш кучайиб, коветация жараёни жадаллашади ва альдегид ҳамда сивуха спиртларининг боғлари узилиб, қуйи молекуляр моддаларгача парчаланиши кузатилади.

Тадқиқотларимизни давом эттирган ҳолда назорат намунадаги спирт турлари билан тажриба, яъни ультра товуш ишлови берилган спирт турларини сифат анализ қилиш учун газ-хроматографик усулда ўргандик ва олинган натижалар қуйидаги жадвалда келтирилган.

### 3.4.3-жадвал.

#### Назорат ва тажриба спирт навларининг хроматографик кўрсаткичлари

Физик-кимёвий кўрсаткичлари	Назорат спирт намуналари		Тажриба спирт намуналари	
	„Экстра“ спирти	„Люкс“ спирти	„Экстра“ спирти	„Люкс“ спирти
Ацетальдегид, мг/дм <sup>3</sup>	0,95	2,10	4,05	1,20
Этилацетат, мг/дм <sup>3</sup>	-	-	0,95	0,75
2-Пропанол, мг/дм <sup>3</sup>	2,45	1,73	1,75	0,70
Изобутанол, мг/дм <sup>3</sup>	0,45	0,30	-	-
Изоамил, мг/дм <sup>3</sup>	0,40	0,60	-	-
Метанол %, ҳажм	0,0180	0,0130	0,0002	0,0026
Сирка кислотаси, мг/дм <sup>3</sup>	6,19	1,15	2,25	-
Фурфурол, мг/дм <sup>3</sup>	-	-	-	-
Бензельдегид, мг/дм <sup>3</sup>	-	-	-	-
Ацетон, мг/дм <sup>3</sup>	-	-	-	-
Оганолиптек баҳолаш балли	9,20	9,25	9,57	9,58

Жадвалдан кўриниб турибдики, назорат ва тажриба намуналарини таққослаганимизда изобутиль ва изоамил спиртлари умуман хроматограф орқали идентификация қилинмади, метанол миқдори эса, назорат намунасига

нисбатан деярли 10 баробарга кам чикди, сирка кислотасининг миқдори назорат намунасида 6,19-1,15 мг/дм<sup>3</sup> ни ташкил этган бўлса, тажриба намунасида бу курсатгич 2,25-0 мг/дм<sup>3</sup> ни ташкил қилди. Буни шундай изохлаш мумкинки демак ультра товуш ҳақиқатдан бражка таркибидаги токсик қўшимчаларни камайтиришга катта имкон яратади ва маҳсулотнинг хавфсизлигини таъминлайди. Бундан ташқари олинган маҳсулотларимизнинг органолептик кўрсаткичлари ҳам жуда яхши эканлиги билан тажрибаларимизнинг сифатини таъминлаб берди. Ультра товуш тебраниш частотаси билан ишлов берилган спирт навларининг органолептик кўрсаткичлари қуйидаги жадвалда келтирилган.

#### 3.4.4-жадвал.

##### Тажриба ароқ навларининг органолептик кўрсаткичлари

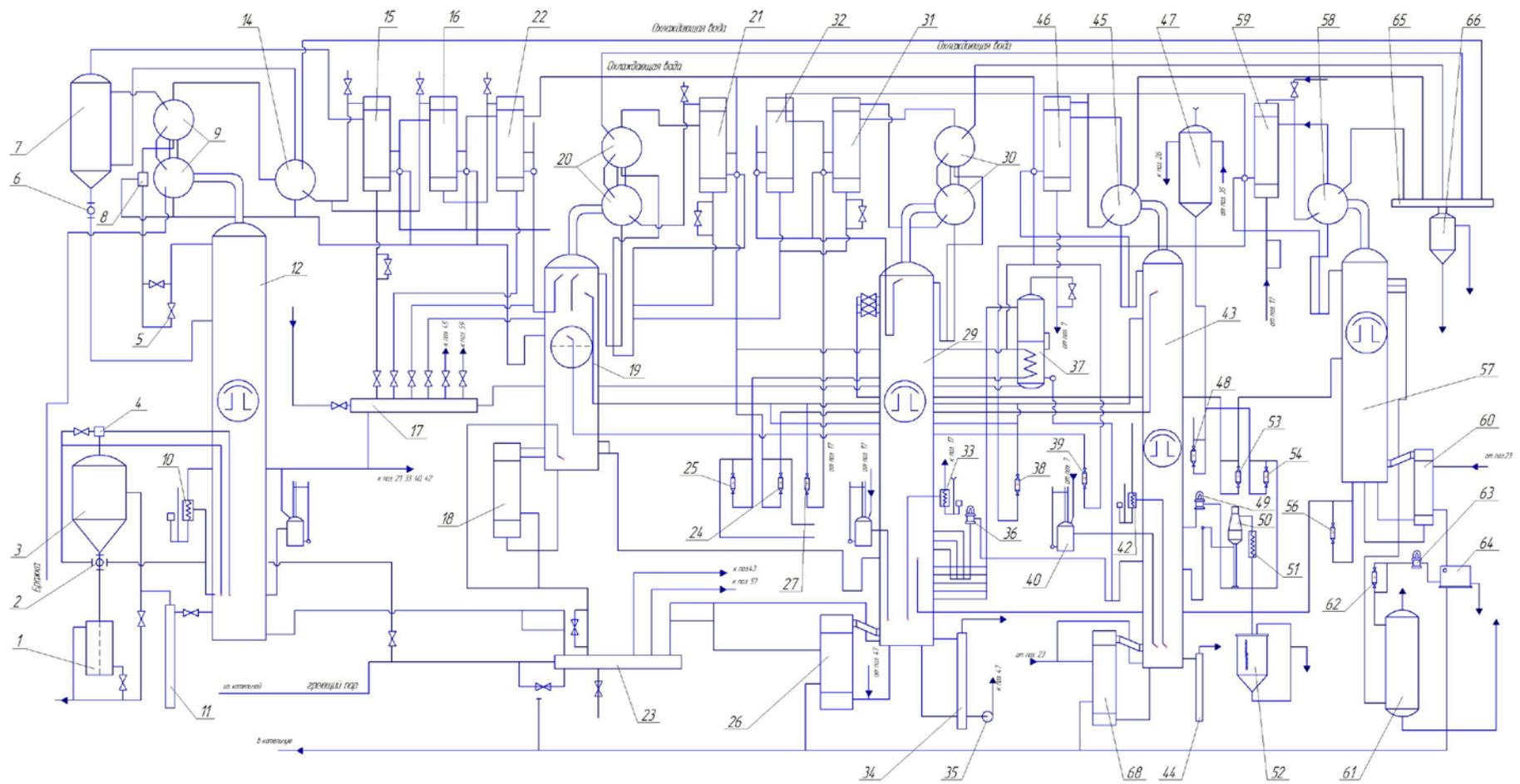
Органолептик кўрсаткичлари	Органолептик тавсифи	Баҳолаш бали
Шаффофлиги ва ранги	Рангсиз, ёрқин шаффоф, бегона қўшимчалар ва чўкмасиз	2,0
Ҳушбўйлиги	Ўз навига мансуб, ҳушбўйлиги яққол сезиладиган бегона ҳушбўй моддаларсиз	3,8
Таъми	Ўз навига муносиб, тоза, юмшоқ, бегона мазасиз	3,8

Олинган натижаларимиздан кўриниб турибдики бражкага ультра товуш ишловини бериш ва вакуумда дистиллят ажартиш ректификация жараёнини осонлаштиради ҳамда таҳлилларимиз натижасида шу нарса маълум бўлдики вакуумни бражной калоннада қўллаш дистилляция ҳароратини пасайтиришга ва энергия сарфини камайтиришга имкон берар экан, яъни корхонанинг мавжуд технологияси бўйича 1 дал спирт ректифкат олиш учун 6 кг буғ сарфланса, бизнинг усулда 4,6 кг буғ сарфланар экан.

Ушбу олинган амалий натижаларимиз асосида қуйидаги технологик схемани таклиф этамиз. Бу технологик схемага асосан бражкани етилтириш

даврида 55 кГц ультра товуш илови берилди ва етилган бражка вакуум остида дистилляция қилинди.

Лойиҳа бўйича топиамбурдан спирт олиш техсхемаси 2.9.1-расмда келтирилган.



**3.3.1-расм. Бражкага ультра товуш ишловини бериш ва вакуум остида бражкдан хом спирт олиш технологияси.**

Топинамбур элеватор-1 орқали қабул бункерли ювиш курилмаси-2 га берилади. Ювиб тозаланиб олинган топинамбур автотарози-3 га узатилади, аниқ ўлчаниб олинган топинамбур бир мийёрда майдалагич-4 да майдаланади, 1-1,5 мм даражада майдаланган помол сув билан аралаштириш учун аралаштиргич-5 га берилиб, 50-55°C да, 1 кг майдланган топинамбурга 0,5-1,5 кг сув аралаштирилиб, қиздирилади. Қиздириш учун 70-80°C ҳароратдаги иккиламчи буғ буғсепаратори-12 дан олиниб, 15 минут давомида замес тайёрланади.

Тайёрланган замес плунжерли насос-6 билан контакли бош-8 га берилиб, контакли бош орқали пишириш колоннасининг биринчи босқичи-9 га берилади. Берилган массани бир текис пиширилиши учун иккинчи пишириш колоннаси-10 тенг тақсимланади. Контактли бош-8 да замес ўткир буғ билан қиздирилади. Буғ контакт бошига ўткир буғ коллектори-7 орқали берилади. Ўткир буғ эса биринчи пишириш колоннасининг пастки қисмидан олиниб, иккиламчи буғ сифатида ишлатилади. Қиздирилган замес биринчи пишириш коллонаси-9 нинг тепа қисмидан берилиб, пастки қисмидан ўткир буғ берилади ва ҳарорат 65°C га кўтарилади. Кейин иккинчи пишириш колонна-10 ларига юборилиб, ҳар бир колоннада замеснинг пиширилиб вақти 20-22 мин давомийликда бўлиб, пишган масса, масса даражаси регулятори-11 орқали буғ сепаратори-12 га берилади. Пиширилган массадан ажратилган буғ замесни қиздириш ва пишириш учун иккиламчи буғ сифатида аралаштиргич ва пишириш колонналарига берилади. Иккиламчи буғнинг миқдори ҳар 1 тонна пиширлувчи масса учун 55-60 кг ни ташкил этади.

Буғ сепараторидан чикувчи пишган масса 65°C ҳароратда бўлиб, у буғлатиш камераси-14 га берилади. Буғлатиш камерасида 80-81 кН/м<sup>2</sup> миқдорида вакуум ҳосил қилиниши ҳисобига 65°C ҳароратли пишган массанинг ўзини 50-55°C ҳароратгача совуши амалга ошади.

Буғлатиш камерасида вакуумни вакуум-насос-15 ҳосил қилиб, конденсатни алоҳида йиғиб олади. Совуган масса қандлаштиргич ускунаси-

13 га берилади. Бу ерда пишган масса микроорганизм ферментлари ҳисобланган  $\alpha$ -амилаза ва  $\beta$ -амилаза ферментлари билан қандлаштирилади. Ферментли субстралар ферментёр-16 да тайёрланади. Қандлаштириш жараёнининг давомийлиги 5 минут бўлиб, қандлашаётган массанинг ҳарорати 57-58°C атрофида бўлади.

Қандлашган шарбат камерали ушлагич-17 орқали марказдан қочма насос-18 билан турубали совутгич-19 га берилади. Бу ерда шарбат бижғитиш ҳароратигача, 20-25°C атрофида, совутилади. Совутилган шарбат бош бижғиш сиғимлари-20 га берилади.

Соф ачитқи ўстириш сиғими-20 да маданий ачитқилар тайёрланиб, шиддатли бижғитгич-21 га берилади. Шиддатли бижғиш фазасидаги ачитқи суспензияси қандлаштирилган шарбат берилган бош бижғиш сиғими-22 га берилади ва бижғиш жарёни ҳарорат бошқариладиган шароитда, яъни 29-30°C да ушланиб, иккинчи босқич, охириги бижғиш сиғимлари-23 берилиб, ҳарорат 26-27°C да ушланиб, қуруқлик модда миқдори бўйича спирт ҳосил бўлиши текширилади. Бунда бижғиш жараёнининг давомийлиги 65-68 соат бўлиб, қуруқлик моддаларга нисбатан спирт ҳосил бўлиши 8-9% ҳажмни ташкил этади.

Бижғиш жараёнида ҳосил бўлган карбонат газини орқали атмосферага чиқувчи спиртли аралашма спирт ушлагич-24 орқали ушлаб қолиниб, бижғитилган шарбат насос-18 орқали 4 колоннадан иборат брагоректификация ускунасига берилади.

Брагоректификация ускунаси брагоректификация колонна-25; эҷюрация колоннаси-33, ректификация колоннаси-34, иккиламчи ректификациялаш колоннаси-35 дан иборат бўлиб, брагоректификация колоннасига берилётган бражка аввал бражка қиздирилувчи дефлегматор-31 да қиздирилади. 75°C ҳароратгача қиздирилган бражка сепаратор-32 орқали, бражкали колоннанинг юқори қисмидаги эҷюрация колоннаси-26 га тушади. Сепараторда карбонат газини ажратилади. Брагоректификация колоннасида

деярли спирт ректификатнинг барча кўшимчалари, шу жумладан эфир-альдегидли фракция ҳам ажратилади. Фақатгина сув-спиртли аралашма дефлегматорга берилади. Дефлегматордан конденсаторга берилиб, у ердан конденсат тозалаш учун эпюрация колонна-33 га тушади ажратилади ва у икки поток орқали тозаланишга берилади.

Бражкали колонна-25 да ажратилган эпюрат аралашма тўғри ректификациялаш колонналари – 34-35 га берилиб тоза спирт ректификат ажратилади. Бундан ташқари ушбу колонналарда лютер суви, сивуха спиртлари ва ва сивуха мойлари ажратилади.

Эпюрация коллонаси-33 га тушувчи сув-спиртли аралашма дефлегматор-27 да қиздирилиб, конденсатор-28 га берилади ва конденсат эпюрация коллонасига тушади. Ажратилган эпюрат ректификация коллонаси – 34-35 нинг дефлегматори-27 га берилиб, қиздирилган эпюрат конденсатор-28 орқали ректификация коллоналари – 34-35 га берилади ва бу ерда спирт ректификат, лютер суви, сивуха спиртлари ва сивуха мойи ажратилиб алоҳида-алоҳида йиғиш сиғимларига узатилади.

### **3.5. Инулин сақловчи хом ашё асосида этанол биосинтезининг хусусиятлари ва биокимёвий таҳлили**

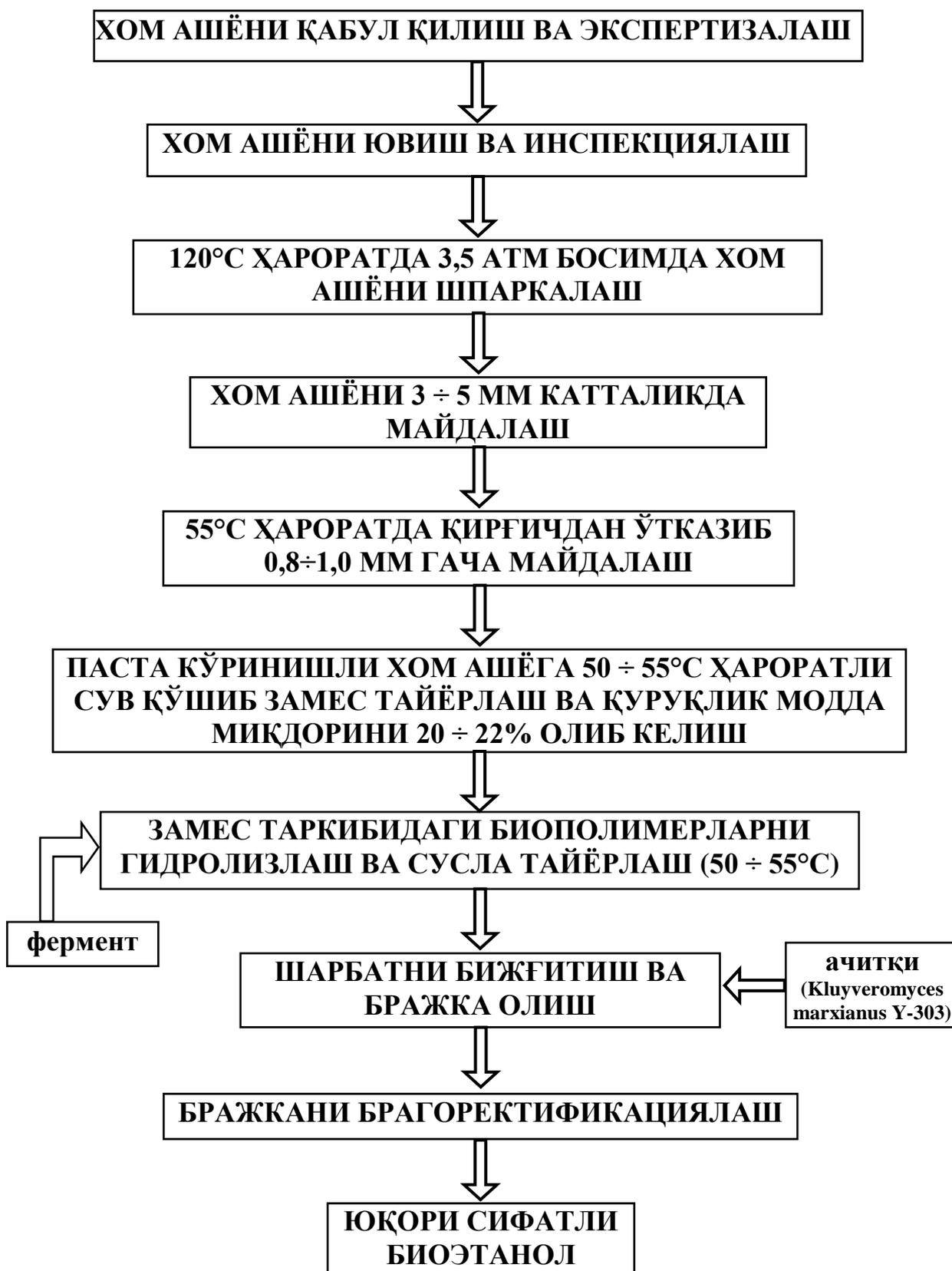
Лаборатория шароитида олиб борилган изланишларимиз натижасида топинамбур туганагини қайта ишлаб этанол биосинтез қилишда технологик жараёнларнинг кетма-кетлиги дастлабки маълумотлар бўйича келтирилди ва саноат синовларидан ўтганидан сўнг ишлаб чиқариш цикли сифатида қабул қилинади. Принципиал схема 3.4.1-расмда келтирилган.

Тажрибаларимизга мувофиқ топинамбурни бирламчи қайта ишлашга қабул қилиш техник етилиш даври бошланиши мақсадли бўлиб, текширувларимиз натижасида техник етилиш даври 20 октябрдан бошланиши маълум бўлди, яъни бунда топинамбур туганаги таркибидаги куруқлик модда миқдори энг кўп бўлиб, 28% ни ташкил қилади, инулин миқдори эса 100 г хом ашёда  $18 \div 20$  грамм бўлади.

Қайта ишлашга олиб келинган топинамбур тозалигига ва техник шикастланиш дражасига қараб қабул қилинади. Кейин у физик-кимёвий ҳамда микробиологик кўрсаткичларига мувофиқ экспертизадан ўтказилади. Бунда топинамбурнинг куруқлик модда миқдори, эркин фруктоза миқдори ва кислота миқдори билан рН текширилади.

Корхонага келтирилган топинамбур махсус сув билан тўлдирилган ванналарга тўкилади. Ванналарда топинамбурни дастлабки ювиш барбатёр орқали амалга оширилади. Бунда сув фаввора кўринишда пастдан тепага берилади. Бирламчи ювилган топинамбур туганаги ковшарли нория орқали барабанли ювиш қурилмаси КУМ-20Ш га берилади. Бу қурилма махсус шеткалардан иборат бўлиб, сув билан бирга айланиши ҳисобига топинамбур туганагидаги тупроқ, лой, қум ва бошқалардан тозалаб ювади.

Тозалаб ювилган топинамбур туганаги инспекцияга берилади. Инспекция занжирли ёки тасмали транспортёрларда амалга оширилиб, бунда қўл кучи ёрдамида топинамбур зарарланган ёки чириган туганаклардан, ҳаслар ва бегона қўшимчалардан тозаланади.



3.4.1-расм. Топинамбур туганагидан этанол биосинтезининг принципиал технологик схемаси

Инспекциядан ўтган топинамбур туганаклари шпарка жараёнига берилади. Шпаркалаш учун тунелли шпарителлар ишлатилади. Хом ашё 120°C ҳароратда 3,5 атм босимда ўткир буғ билан шпаркаланади. Бу жараёнда топинамбур туганагининг ёввойи ва чиритувчи микроорганизмлари инактивацияланади, пўстлоқ қисми ва протопектин қисми юмшатилади, бир қисм инулин парчаланаяди ҳамда майдаланиш осонлашади. Бундан ташқари пўстлоқ ва пўстлоққа ёпишган ет қисмдаги оксидловчи ферментлар ҳам инактивацияланиб нохуш оксидланиш жараёнларини келтириб чиқармайди.

Шпаркалаш жараёнидан сўнг топинамбур туганаги олма ёки беҳини майдалаш учун қўлланиладиган болғали ёки марказдан қочма куч таъсирида ишловчи майдалагичларда 3 ÷ 5 мм катталиқда майдаланилади. Майдаланган мезга винтли насослар ёрдамида қирғич апаратыга берилади.

Қирғич ускунасидан мезгани ўтказиш учун мезга ҳарорати 55°C бўлиши керак. Қирғичдан ўтган мезганинг майдаланиш даражаси 0,8 ÷ 1,0 мм ни ташкил қилиши шарт. Бу жараёнда мезга пастасимон маҳсулотга айланади. Ҳосил бўлган пастани винтли насос ёрдамида замес таёрлаш сиғимига берилади.

Замес тайёрлаш сиғими аралаштиргич ва қобикли ўрамдан иборат бўлиб, ГДФО қурилмасига ўхшайди. Бу қурилмада паста 50 ÷ 55°C ҳароратли сув билан аралаштирилади. Бунда сув замеснинг қуруқлик модда миқдори 20 ÷ 22% ни ташкил этгунича қўшилади. Замес тайёрлаш жараёнида ҳарорат 55°C дан ошмаслиги шарт.

Етилган замесдан сусла олиш учун ГДФО қурилмасининг ўзида замес биополимерларини гидролизлаш жараёни олиб борилади. Бу ерда замеснинг қовушқоқлиги баланд бўлади. Бунга сабаб замес таркибидаги биополимерлардир. Шунинг учун замесга пектолитик – **Пектин ХСП** ва цитолитик **БРЮЗАЙМ ВГХ** – фермент препаратлари 1 литр ҳажмига 40 ÷ 50 мл миқдорда берилади ва ҳарорат 50 ÷ 55°C да ушланади. Гидролизлаш жараёнининг давомийлиги 1,5 ÷ 2 соатни ташкил этади.

Хом замес таркибидаги инулин моддасини парчалаш учун ГДФО курилмасида қовушқоқлиги пасайган суяқ замес 4 ÷ 5 соат давомида 50 ÷ 55°C ҳароратда ушлаб турилади ва аралаштиргич билан доимий аралаштирилади. Бунда инулин қандлашиб фруктоза ҳосил қилади. Ҳосил бўлган шарбатнинг физик-кимёвий кўрсаткичлари (қанд миқдори, қовушқоқлиги, рН, титрланган кислоталиги ва қуруқлик модда миқдори) таҳлил қилинади.

Ҳосил бўлган сусланинг физик-кимёвий кўрсаткичлари (қанд миқдори, қовушқоқлиги, рН, титрланган кислоталиги ва қуруқлик модда миқдори) қатъий назорат қилинади. Тайёр бўлган сусланинг бир қисми, яъни 25% гача бўлган миқдори ачитки тайёрлаш учун берилади ва ачитқининг шиддатли бижғиш суспензияси тайёрланади.

Топинамбур сусласини бижғитиш учун узлуксиз оқимда ишловчи батареяли бижғитиш чанларидан фойдаланилади. Чанлар вертикал кўринишли бўлиб, бир батареяда 100 м<sup>3</sup> лик ҳажмга эга 15 тагача чан бўлади ва улар бир бири билан трубапроводлар орқали боғланади. Бижғиш жараёнининг давомийлиги 60 ÷ 65 соатни ташкил этади.

Бижғиш жараёни назорат қилиб борилади. Бунда бижғиётган муҳитда ҳосил бўлган спирт миқдори қатъий назорат қилинади. Сабаби бражканинг етилиши спирт ҳосил бўлишига боғлиқ. 10% ҳажм спирт ҳосил бўлганда бражка етилган ҳисобланиб, уни брагоректификатлаш ускунасига берилади.

Брагоректификатлаш ускунасида бражкадан таркибий тузилишига қараб 96,5 этанол, эфир альдегидли ва юқори спиртли фракция ажратилади.

1 тонна топинамбур туганаги ушбу ишлаб чиқилган технологик усулда қайта ишланса қуйидаги таркиб бўйича маҳсулот олиш мумкин:

- 200 ÷ 250 литр 96,5% ҳажмли этил спирти;
- 40 ÷ 45 литр эфир алдегидли фракция;
- 2 ÷ 4 литр сивуха спиртлари (юқори спиртлар);
- 80% намликка эга бўлган 1200 литр барда.

## БОБ БЎЙИЧА ХУЛОСАЛАР

Топинамбур (ер ноки) туганагидан ректификатланган ичимлик спирт ишлаб чиқариш учун хом ашёнинг кимёвий таркиби таҳлил қилинди ва шарбат ҳамда замес олинди бундан ташқари топинамбур вегитатив ўсиш жараёнида энг кўп қуруқлик модда миқдори ва инулинга эга бўлиш даври текиширилиб спирт ишлаб чиқариш учун техник этилиш мавсуми 20 октябрдан кейин эканлиги аниқланди.

Топинамбур таркибидаги биополимерларни гидролизлаш жараёни таҳлил қилинди ва пектин, целлюлоза ҳамда инулинни гидролизлаш технологияси яратилди. Натижада шарбат таркибидаги бижғийдиган қандларнинг миқдори 95% га олиб чиқилди.

Биополимерлари гидролизланган топинамбур туганаги шарбатни бижғитувчи ачитқи оилалари аниқланди. Тадқиқотларимиз натижасига кўра, Oenoferm Credo ва Oenoferm Rouge ачитқилари *Kluuveromyces marxianus* Y-303 ачитқисига нисбатан деярли 2,5 мартаба, *Sacch. Uvarum* – 731 ачитқиси эса 2,0 баробарга кўп қуруқлик модда миқдорини бижғитади, этанол биосинтези бўйича 1,5 ÷ 1,7 баробарга кўплиги исботланди ҳамда Oenoferm Credo, Oenoferm Rouge ва *Sacch. Uvarum* – 731 ачитқилари кам биомасса ҳосил қилиб чўкмага кам тушиши аниқланди.

Топинамбур туганагидан олинган этанолнинг физик-кимёвий ва органолептик кўрсаткичлари таҳлил қилинганда, шу нарса аниқландики, ўта токсик сивуха спиртлари назорат намунага нисбатан 12,5 баробарга, эфирлар 12 баробарга ва альдегидлар миқдори 2,5 баробарга камлиги хроматографик усулда исботланди.

Топинамбур туганагидан этанол биосинтезининг дастлабки пинципиал технологик схемаси ишлаб чиқилди ва ушбу схемага мувофиқ 1 тонна топинамбур туганагидан: 200 ÷ 250 литр 96,5% ҳажмли этил спирти, 40 ÷ 45 литр эфир алдегидли фракция, 2 ÷ 4 литр сивуха спиртлари, 80% намликка эга бўлган 1200 литр барда олиниши аниқланди.

## АСОСИЙ ХУЛОСАЛАР

1. Топинамбур (ер ноки) туганагидан ректификатланган ичимлик спирт ишлаб чиқариш учун хом ашёнинг кимёвий таркиби таҳлил қилинди ва шарбат ҳамда замес олинди бундан ташқари топинамбур вегитатив ўсиш жараёнида энг кўп қуруқлик модда миқдори ва инулинга эга бўлиш даври текиширилиб спирт ишлаб чиқариш учун техник этилиш мавсуми 20 октябрдан кейин эканлиги аниқланди.

2. Топинамбур таркибидаги биополимерларни гидролизлаш жараёни таҳлил қилинди ва пектин, целлюлоза ҳамда инулинни гидролизлаш технологияси яратилди. Натижада шарбат таркибидаги бижғийдиган қандларнинг миқдори 95% га олиб чиқилди.

3. Биополимерлари гидролизланган топинамбур туганаги шарбатни бижғитувчи ачитқи оилалари аниқланди. Тадқиқотларимиз натижасига кўра, Oenoferm Credo ва Oenoferm Rouge ачитқилари *Kluuveromyces marxianus* Y-303 ачитқисига нисбатан деярли 2,5 мартаба, *Sacch. Uvarum* – 731 ачитқиси эса 2,0 баробарга кўп қуруқлик модда миқдорини бижғитади, этанол биосинтези бўйича 1,5 ÷ 1,7 баробарга кўплиги исботланди ҳамда Oenoferm Credo, Oenoferm Rouge ва *Sacch. Uvarum* – 731 ачитқилари кам биомасса ҳосил қилиб чўкмага кам тушиши аниқланди.

4. Топинамбур туганагидан олинган этанолнинг физик-кимёвий ва органолептик кўрсаткичлари таҳлил қилинганда, шу нарса аниқландики, ўта токсик сивуха спиртлари назорат намунага нисбатан 12,5 баробарга, эфирлар 12 баробарга ва альдегидлар миқдори 2,5 баробарга камлиги хроматографик усулда исботланди.

5. Топинамбур туганагидан этанол биосинтезининг дастлабки принцинал технологик схемаси ишлаб чиқилди ва ушбу схемага мувофиқ 1 тонна топинамбур туганагидан: 200 ÷ 250 литр 96,5% ҳажмли этил спирти, 40 ÷ 45 литр эфир алдегидли фракция, 2 ÷ 4 литр сивуха спиртлари, 80% намликка эга бўлган 1200 литр барда олиниши аниқланди.

## ХУЛОСА

Охирги йилларда спирт ишлаб чиқариш саноатини арзон хом ашё манбаъи билан таъминлаш ва қўшимча ишчи ўрни яратиш мақсадида кўплаб изланишлар олиб борилмоқда. Айниқса ҳорижий ишлаб чиқарувчилар нафақат крахмал сақловчи хом ашёдан, балки инулин сақловчи хом ашёларни ҳам қайта ишлаб сифатли этил спирти ишлаб чиқариш бўйича кўплаб тадқиқотлар амалга оширишмоқда.

Шундай инулин манбаъига бой альтернатив хом ашё бўлиб – топинамбур ўсимлиги ҳисобланади. Ҳақиқатдан ушбу ўсимлик серҳосиллиги билан, яъни гектаридан 40 ÷ 45 тонна ҳосил бериши билан, шўр ва деҳқончилик учун унумдорлиги жуда паст майдонларда ўсиши билан жуда ноёб хом ашё ҳисобланади. Бундан ташқари топинамбурнинг кимёвий тузилишига кўра – умумий массасига нисбатан 20% гача инулин сақлаши, 10 ÷ 14% гача пектин борлиги билан бошқа ўсимликлардан катта фарқ қилади.

Ҳозирги кунда топинамбур ўсимлиги Республикамиз олимлари томонидан маҳалийлаштирилган бўлиб, „Файз барака“ ва „Мўъжиза“ навлари яратилган. Ушбу навларнинг ҳосилдорлиги, агротехникаси ва қайта ишлашга тайёрлаш усуллари чуқур таҳлил қилинган.

Топинамбур (ер ноки) туганагидан ректификатланган ичимлик спирт ишлаб чиқариш учун хом ашёнинг кимёвий таркиби таҳлил қилинди ва шарбат ҳамда замес олинди бундан ташқари топинамбур вегитатив ўсиш жараёнида энг кўп қуруқлик модда миқдори ва инулинга эга бўлиш даври текиширилиб спирт ишлаб чиқариш учун техник етилиш мавсуми 20 октябрдан кейин эканлиги аниқланди.

Топинамбур таркибидаги биополимерларни гидролизлаш жараёни таҳлил қилинди ва пектин, целлюлоза ҳамда инулинни гидролизлаш технологияси яратилди. Натижада шарбат таркибидаги бижғийдиган қандларнинг миқдори 95% га олиб чиқилди.

Биополимерлари гидролизланган топинамбур туганаги шарбатни бижғитувчи ачитқи оилалари аниқланди. Тадқиқотларимиз натижасига кўра, Oenoferm Credo ва Oenoferm Rouge ачитқилари *Kluuveromyces marxianus* Y-303 ачитқисига нисбатан деярли 2,5 маротаба, *Sacch. Uvarum* – 731 ачитқиси эса 2,0 баробарга кўп қуруқлик модда миқдорини бижғитади, этанол биосинтези бўйича  $1,5 \div 1,7$  баробарга кўплиги исботланди ҳамда Oenoferm Credo, Oenoferm Rouge ва *Sacch. Uvarum* – 731 ачитқилари кам биомасса ҳосил қилиб чўкмага кам тушиши аниқланди.

Топинамбур туганагидан олинган этанолнинг физик-кимёвий ва органолептик кўрсаткичлари таҳлил қилинганда, шу нарса аниқландики, ўта токсик сивуха спиртлари назорат намунага нисбатан 12,5 баробарга, эфирлар 12 баробарга ва альдегидлар миқдори 2,5 баробарга камлиги хроматографик усулда исботланди.

Топинамбур туганагидан этанол биосинтезининг дастлабки пинципиал технологик схемаси ишлаб чиқилди ва ушбу схемага мувофиқ 1 тонна топинамбур туганагидан:  $200 \div 250$  литр 96,5% ҳажмли этил спирти,  $40 \div 45$  литр эфир алдегидли фракция,  $2 \div 4$  литр сивуха спиртлари, 80% намликка эга бўлган 1200 литр барда олиниши аниқланди.

1 тонна топинамбур туганаги ушбу ишлаб чиқилган технологик усулда қайта ишланса қуйидаги таркиб бўйича маҳсулот олиш мумкин:

- $200 \div 250$  литр 96,5% ҳажмли этил спирти;
- $40 \div 45$  литр эфир алдегидли фракция;
- $2 \div 4$  литр сивуха спиртлари (юқори спиртлар);
- 80% намликка эга бўлган 1200 литр барда.

## Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги „2017 – 2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналиши бўйича ҳаракатлар стратегияси“ тўғрисидаги ПФ-4947-сонли Фармони. // Ўзбекистон Республикаси қонун ҳужжатлари тўплами, 2017 й., 6-сон, 70-модда, 20-сон, 354-модда
2. 16. В. Л. Яровенко, В. А. Маринченко, В. А. Смирнов. Технология спирта. Центрполиграф. – 2002, 465 с.
3. Под общей редак. Чл.-кор. РАЕН проф. В.М. Позняковского. Экспертиза напитков. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во Новосиб. ун-та, 2001. 382 с.
4. Ред.-сост. С.П. Самуэль, Е.К. Знак. Алкогольные напитки: Популярная энциклопедия // – М.: ПП „МЕТ“, 1994. 6-17 с.
5. Л.Г. Елизарова, М.А. Николаева. Алкогольные напитки. – М.: Экономика, 1997. 8-24 с.
6. Под общей редак. Чл.-кор. РАЕН проф. В.М. Позняковского. Экспертиза напитков. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во Новосиб. ун-та, 2001. 382 с.
7. Похлебкин В.В. История водки. – М.: Центрполиграф. – 2000.
8. Иванов Ю.Г. Книга о водке. – Смоленск.: Русич. – 1995.
9. Zuba D. et al. Ethanol and other volatile compounds. Kinetics in alcohol dependent patients with ethanol // Toxicol. Clin. Toxicol. – 2001. – V. 39, – № 3. – P. 229-230.
10. <http://www.distill.com/>
11. В. М. Перельгин, П.С. Цыганков. Ферментная и спиртовая промышленность. – Смоленск.: Русич. – 2005.
12. Крикунова Л.Н. Разработка ресурсосберегающих технологий этанола из крахмало- и инулинсодержащего сырья на основе новых для

спиртовой отрасли способов его переработки Дисс.док. техн. наук.-Москва-2008.-278 с.

14. Горный А.В. Технология возделывания топинамбура на семенные цели: научно-методическое издание. Мн., 2000.- 34с.

15. Scholz V., Ellerbrock V. – Biomass and Bioenergy. 2002. V. 23. Issue 2. P. 81-82.

16. Кахана Б.М., Арасимович В.В. Биохимия топинамбура. Кишинев: Штиинца, 1974. – 88с.

17. Feuerle R., Schubert S. Die Sinkgrosse als limitierender Fartor der Inulinspeicherung von Topinambur (*Helianthus tuberosus*) // Mitt, der Ges. fur Pflanzenbauwiss., Giessen. – 1995. – Bd 8. – pp. 183 – 186.

18. Praznik W., Cieslik E., Filipiak A. The influence of haruest time on the content of nutritional components in tubers of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) // Proc. of the 7th Seminar on inulin. Bodegrauen, Leuven, 1999. pp. 154 – 157.

19. Картофель и топинамбур – продукты будущего. / Д.Д. Королев, Е.А.Симаков, В.И.Старовойтов и др.; Под ред. В.И.Старовойтова. – М.: ФГНУ „Росинформагротех“, 2007.- С. 236 – 239.

20. Зимин В.С. Экономическая эффективность механизации возделывания и переработки топинамбура: Автореф. дис. канд. экон. наук: 08.00.05/ВНИИГиМ. – М.- 1997.- 19с.

21. Barta J., Fodor P., Torok Sz., Vokov K. Mineral Composition of *Helianthus tuberosus* cultivated in Hungary // Acta alim. – 1990. – V. 19. №1. – pp. 41 – 46.

22. Чечеткин Д.В. Исследование фруктозано-пектинового комплекса топинамбура и изменений в нем при получении осветленного суслу. // Дисс. канд. техн. наук. М., 2006. - 138 с.

23. Зеленков В.Н. Культура топинамбура (*Helianthus tuberosus* L.) – перспективный источник сырья для производства продукции с лечебно-

профилактическими свойствами: Автореф. дис. докт. с.х. наук: 06.01.04/ВНИИО. – М., 1999. – 53с.

24. Голубев В.Н., Пасько Н.М., Волкова И.В. Топинамбур – пищевой, биоэнергетический и экологосберегающий ресурс // Сельскохозяйственная биология. 2000. №1. С. 41 – 45.

25. Ладнова О.Л. Применение инулина и стевии при разработке рецептур продуктов нового поколения. / О.Л. Ладнова, Е.Г. Меркулова // Успехи современного естествознания. – 2008. – № 2 – стр. 46-47.

26. Roberfroid M.B. / Inulin – type fructans: functional food ingredients // J. Nutr. 2007 Nov; 137 (11 Suppl):2493S-2502S.

27. Квитайло И.В. Биохимические особенности клубней топинамбура различных помологических сортов / И.В. Квитайло, М.А. Кожухова, М.В. Степуро, И.В. Носенко // Сб. матер. VII межд. науч.-технич. конф. «Техника и технология пищевых производств». – Могилев, 2009. – С. 188.

28. Корячкина С.Я. Влияние степени полимеризации молекул инулина и олигофруктозы на остаточное содержание их в ржано-пшеничном заварном хлебе функционального назначения / С.Я. Корячкина, Д.К. Байбашева // Известия Вузов. Пищевая технология, 2010. -№ 1. - С. 28-30.

29. Квитайло И.В. Сравнительный биохимический анализ клубней топинамбура различных сортов / И.В. Квитайло, М.А. Кожухова, М.В. Степуро // Известия вузов. Пищевая технология. – 2010. – №2-3. – С. 20-21.

30. Екутеч Р.И. Исследования углеводного комплекса нескольких сортов топинамбура, районированных в Краснодарском крае и республике Адыгея/ Р.И. Екутеч, Р.И. Шаззо, Г.А. Купин, В.В. Кондратенко, Р.С. Шаззо // Матер. докл. Межд. науч.-практич. конф. «Олимпиада 2014: Технологические аспекты производства продуктов здорового питания». Краснодар, КНИИХП, – 2009. – С.98-99.

31. Azza A. Abou-Arab. Physico-chemical Properties of Inulin Produced from Jerusalem Artichoke Tubers on Bench and Pilot Plant Scale. / A. Abou-Arab

Azza, Hala.A.Talaat, Ferial. M. Abu-Salem. // Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 2011.- 5(5): p.1297-1309.

32. Кочнев Н.К. Каменчева М.В. Топинамбур - биоэнергетическая культура XXI века/ Н.К. Кочнев, М.В. - М.: Типография «Арес», 2002. - 76 с.

33. Багаутдинова Р.И. Продуктивность и фракционный состав углеводного комплекса разных по скороспелости сортов топинамбура / Р.И. Багаутдинова, Г.П. Федосеева // Сельскохозяйственная биология, 2000, №1. - С. 55-63.

34. Дзантиева Л.Б. Содержание питательных веществ в зеленой массе топинамбура сорта Интерес / Л.Б. Дзантиева, В.Б. Цугкиева, Б .Г. Цугкиев // Журнал кормопроизводство, 2006, № 6. - С. 27.

35. Зеленков В.Н., Шелпакова И.Р., Заксас Н.П. Минеральный и химический состав различных частей культуры топинамбура. Сборник научных трудов – Инновационные технологии и продукты. Выпуск 3. Новосибирск, НТФ – АРИС, – 1999, – 62с.

36. Functional Foods: Hopefulness to Good Health // American Journal of Food Technol. 2010, 5 (2): p.86-99.

37. Roberfroid M.B. / Inulin – type fructans: functional food ingredients // J. Nutr. 2007 Nov; 137 (11 Suppl):2493S-2502S.

38. Mazloomi S.M. Effect of adding inulin on microbial and physicochemical properties of low fat probiotic yogurt / S.M. Mazloomi, S.S. Shekarforoush, H. Ebrahimnejad & J. Sajedianfard // Iranian Journal of Veterinary Research, -2011.-12(2), p.93-98.

39. Kim S. Evaluation of whole Jerusalem artichoke for consolidated bioprocessing ethanol production / S. Kim, C.H. Kim // renewable Energy.- 2014.- №65.- p. 83-91.

40. Назаренко М.Н. Совершенствование технологий получения инулина и фруктозо-глюкозного сиропа из топинамбура и их применения в

производстве функциональных молочных продуктов. Диссер. на соис. уч. степ. канд. тех. наук. Краснодар – 2014 – 161 с.

41. <http://ndb.nal.usda.gov>.

42. Баев О.М., Шепель Ф.Г., Нежинский А., Шепель Д.Ф. Использование клубней топинамбура сорта Патат для производства спирта // Химия растительного сырья. – 2012. – №2. С. 49 – 52.

43. Ellegard L. Inulin and oligofructose do not influence the absorption of cholesterol, or the excretion of cholesterol, Ca, Mg, Zn, Fe, or bile acids but increases energy in excretion ileostomy subjects / L. Ellegard, H. Andersson, I. Bosseus // Euro. J. Clin. Nutr., 1997 Jan; 51 (1): 1-Department of Clinical Nutrition, Sweden.

44. Ковалева Т.А. Активность иммобилизованной инулиназы при непрерывном гидролизе экстракта топинамбура (*Helianthus tuberosus*) / Т.А. Ковалева, М.Г. Холявка // Вестник ВГУ, Серия: химия, биология, фармация, 2008, № 2. – С. 104-107.

45. Соколова О.С. Инулинсодержащие препараты из топинамбура и их способность связывать ионы тяжелых металлов с другими биополимерами / О.С. Соколова, Г.П. Карпиленко // Хранение и переработка сельхозсырья, 2009, № 5. – С. 26-27.

47. Холявка М. Г. Компьютерный анализ первичных структур инулиназ из различных продуцентов / М.Г. Холявка, Т. А. Ковалева, Е. А. Хрупина, В. Г. Артюхов // Компьютерные исследования и моделирование. – 2011. - Т. 3.- № 1.- С. 85–92.

48. Н.А. Чупрова, Т.В. Рязанова. Получение биоэтанола из вегетативной части топинамбура // Химия растительного сырья. 2010. №2. С. 49 – 52.

49. Grzelak K. Changes in the contents of mono-, di- and oligosaccharides in leek plants stored in cold room / K. Grzelak and other / Eur Food Res Technol. – 2011/ №232. – p. 1027-1033.

50. Rodrigues, O. R. L., Asquiere, E. R., & Orsi, D. C. (2014). Prevention of enzymatic browning of yacon flour by the combined use of anti-browning agents and the study of its chemical composition. *Food Science and Technology*, 34(2), p.275-280.

51. Functional Foods: Hopefulness to Good Health // *American Journal of Food Technol.* 2010, 5 (2): p.86-99.

52. Gaafar A. M. Extraction Conditions of Inulin from Jerusalem Artichoke Tubers and its Effects on Blood Glucose and Lipid Profile in Diabetic Rats / A.M. Gaafar, El-Din F. Serag, A. Boudy and H. H. El-Gazar // *Journal of American Science* 2010;6(5), p.36-43.

53. Gibson G.R. Selective stimulation of bifidobacteria in the human colon by oligofructose and inulin / G.R. Gibson, E.R. Beatty, X. Wang, J.H. Cummings // *Gastroenterology*, 1995, 108:p.975-982.

54. Kim C. Ethanol production Jerusalem artichoke by inulinase and *Zymomonas mobilis* / C. Kim, S. Rhee // *Appl. Biochem Biotechnol.* – 1990. – Vol. 23, № 2. – P. 171 – 180.

55. М.В. Вагабов и др. Применение ферментных препаратов с целью ускоренного гидролиза инулина при производстве этилового спирта // *Биотехнология.* – 2005. – № 1. – С. 34 – 36.

56. Т. А. Ковалева, М. Г. Холявка. Активность иммобилизованной инулиназы при непрерывном гидролизе экстракта топинамбура (*heliant hus tuber osus*) // *ВЕСТНИК ВГУ, Серия: ХИМИЯ. БИОЛОГИЯ. ФАРМАЦИЯ,* – 2008, – № 2 С – 104 – 107.

57. Крикунова Л.Н., Шаненко Е.Ф., Соколовская М.В. Способ производства этилового спирта из топинамбура / Патент Российской Федерации С12Р7/06 – 2000.

58. И.В. Шкутина, О.Ф. Стоянова, В.Ф. Селеменев. Гидролиз инулина с помощью гетерогенных биокатализаторов. // *Химия растительного сырья.* – 2012. – № 2. – С. 27–31.

59. Бурьян Н.И. Микробиология виноделия – Ялта, – 1997. – 432 с.
60. Шлегель Г. Общая микробиология. – М.: „Мир“. – 1987. – 567 с.
61. Chabbert N., Braun Ph., Guirand J.P., Arnoux M., Galzy P. Productivity and fermentability of Jerusalem artichoke according to harvesting date // *Biomass* – 1983. – №3. – pp. 209 – 224.
62. Chabbert N., Guirand J.P., Arnoux M., Galzy P. The advantageous use of an early Jerusalem artichoke cultivar for the production of ethanol // *Biomass*. – 1983. – № 8. – pp. 233 – 240.
63. Dipasquale L. Purification and biochemical characterization of a native invertase from the hydrogen-producing *Thermotoga neapolitana* / L. Dipasquale, A. Gambacorta, R.A. Siciliano, M.F. Mazzeo, L. Lama // *Extremophiles*. – 2009. – № 13. – p. 345-354.
64. Gibbons W.R. Batch and continuous solid – phase fermentation of Jerusalem artichoke tubers // *J. Ferment. Technol.* – 1989. – Vol. 67. – № 4. – P. 258 – 265.
65. Allais J. Continuous production of ethanol with *Zymomonas mobilis* growing on Jerusalem artichoke juice / J. Allais, E. Torres // *Biotechnol. and Bioeng.* – 1987. – Vol. 29, № 6. – P. 778 – 782.
66. Enzymatic production of inulo-oligosaccharides from chicory juice / J.P. Park [et al.] // *Biotechnol. Lett.* – 1998. – V. 20. – № 4. – P. 385 – 388.
67. В. М. Перельгин, П.С. Цыганков. Ферментная и спиртовая промышленность. – Смоленск.: Русич. – 2005.
68. Патент Украины, 2055894 С1 12Р 7/06. Брагоректификационный аппарат прямого действия под вакуумом / М.И. Невзоров, А.Н. Панасенко – 2002 г.
69. Патент России, 5042149 С1 6G 12/01. Технология и аппаратура брагоректификационной отделения / В.П. Леденев, И.И. Бурачевский, Руссу Е.И – 2004 г.
70. Авторское свидетельство СССР, 1659465, кл. С 12F 1/08. Получение ректифицированного спирта с использованием в технологическом процессе

свежего пара и вторичных технологических паровых потоков / В.А. Смирнов, А.В. Друцкий – 1990.

71. Авторское свидетельство СССР N 1693058, кл. С 12Р 7/06. Способ производства питьевого спирта с использованием кислотный экстракт-отход процесса денуклеинизации дрожжей / В. Л. Яровенко, В. А. Маринченко, В. А. Смирнов, М.И. Невзоров – 1991.

72. Патент России, 2055894 6 С 12Р7/06. Способ производства пищевого этилового спирта / А.В. Друцкий; М.А. Колесник; М.И. Невзоров; А.Н. Панасенко – 1996.

73. International Patent, WO 2004/037966 A1 C12 G1/02. Process and apparatus to Bro-Rectification / Irena Budi-Leto, Tomislav Lovri, Ivan Pezo and Jasenka Gajdo Kljusuri – 2007.

74. Technology Ethanol and Bro-Rectifications: J. Woods and A. Bauen, Centre for Energy Policy and Technology, Imperial College Лондон. В/U2/00785/REP, URN 03/982 for the DTI, 2007.

75. International Patent, WO 99/63048 A1 C12 G1/02 A23L 2/52. Beverages with ecological-biological properties and process for the Sugar / Branco, Francesco – 1999.

76. Джатдоева М.Р. Теоретические основы прогрессивных технологий. Химический раздел. – Эссендуки: ЕГИЭиМ – 1998. – 78 с.

77. Energy and Greenhouse Gas Emissions for Bioethanol Production from Wheat Grain and Sugar Beet: ND Mortimer, MA Elsayed and RE Horne, Resources Research Unit, Sheffield Hallam University. Final Report for British Sugar, Report No 23/1, January 2004.

78. The Energy Balance of Corn Ethanol: An Update: Hosein Shapouri, James A Duffield and Michael Wang. Report no 813, US Department of Agriculture, Office of Energy Policy and New Uses, July 2002

79. CO<sub>2</sub> Emissions from the Production and Combustion of Fuel Ethanol from Corn: G Marland and AF Turhollow, Oak Ridge National Laboratory. Energy Vol 16, No 11/12, pp 1307-1316, 1991

80. Integrating Sweet Sorghum and Sugarcane for Bioenergy: Modelling the Potential for Electricity and Ethanol Production in SE Zimbabwe. J Woods, PhD Thesis, King's College London, 2000.

81. Carbon and Energy Balances for a Range of Biofuels Options: MA Elsayed, R Matthews and ND Mortimer, Resources Research Unit, Sheffield Hallam University. Project number B/B6/00784/REP for the DTI, March 2003.

82. Volkmann, M., Gorbushina, A.A., Kedar, L., and Oner, A., FEMS Microbiol. Lett., 2006, vol. 258, no. 1, pp. 50-54.

83. Branen, L.A., Davidsion, M.P., Salmine, N.S., and Thorngate, H.J., Food Additives. New York: Marcel Dekker, 2002.

84. Minkova, K.M., Tchernov, A.A., Tchorbadjieva, M.I., Fournadjieva, R.E., and Busheva, M.C., J. Biotechnol., 2003, vol. 102, no. 1, pp. 55-59.

85. Kallov W., von Doren H., Kleinkauf H. // Biochemistry. 1998. V. 37. P. 5947-5952.

86. Ullan R.V., Teijeira F., Martin J.F. // Curr. Genet. 2008. V. 54. P. 153-161.

87. Кузнецова Н.П., Самсонов Г.В. // Высокомолек. Соед. 2007. Т. 37 А. № 7. С. 1539-1543.

88. Valgimigli L., Banks J.T., Luszyk J., Ingold K.U. // J. Org. Chem. 1999. V. 64. № 6. P. 3381-3383.

89. Pedrielli P., Pedulli G.F., Skibsted L.H. // J. Agric. Food Chem. 2001. V. 49. № 6. P. 3034-3040.

90. A. Rigo, F. Vianello, G. Clementi, M. Rossetto, M. Scarpa, U. Vrhovek, F. Mattivi, J. Agric. Food Chem. 48 (2000). pp. 1996-2002.

91. Cazorla-Amoros D., Alcaniz-Monge J., de la Casa-Lillo M.A., Linares-Solano A. Ibid., 1998, v. 14, p. 4589-4593.

92. Fleishmann L. // *La Ricerca Scientifica*. – 1959. – V. 29, № 6. – P. 1194-1198.
93. <http://www.naa.cnt.ru/>
94. <http://www.spirit.htm.ru/>
95. <http://www.sbf.ru/recognize>.
96. <http://www.my-sn.ru/> Спиртные напитки и пиво.
97. ГОСТ 5962-67 с изменениями по 1 августа 1995 г. В сб.: Спирт. Водка. – М.: ИПК Изд-во Стандартов. 1995:39-43.
98. Zuba D. et al. Ethanol and other volatile compounds. Kinetics in alcohol dependent patients with ethanol // *Toxicol. Clin. Toxicol.* – 2001. – V. 39, – № 3. – P. 229-230.
99. Kuznetsov B.N., Chesnokov N.V., Mikova N.M. e. a. *React. Kinet. Catal. Lett.*, 2003, v. 80, p. 345-350.
100. R.A. Nyquist, R.O. Kagel, C.L. Putzig, M.A. Leugers. „Handbook of Infrared and Raman Spectra of Inorganic Compounds and Organic Salts“. 1997. V. 1-4.
101. Мурташин А.М. и соавт. Хромато-масс-спектрометрическое определение природы этанола // Сб. тр. Проблемы идентификации алкогольсодержащей продукции. – М., 2001. – С. 92-109.
102. *Handbook of food Analysis vol / 1 and 2*, edited by L.M. Nollet, 1996, by Marsel Derkker, New York.
103. Texier-Mandoki N., Dentzer J., Piquero T. e. a. *Carbon*, 2001, v. 42, p. 2744-2747.
104. Мурташин А.М., Белобрагин В.Я., Карповская С.А. Идентификация примесей в этаноле // *Башкирский хим. журн.* – 1998. – Т. 5. – № 2. – С. 56-58;
105. Я.И. Коренман. Хроматографические методы анализа пищевых продуктов. – Москва, Колос, – 2005, – С. 42-44.

106. ГОСТ 30536-97. Водка и спирт этиловый. Газохроматографический метод определения содержания токсичных микропримесей.

107. Г.В. Польшгалина. Технохимический контроль спиртового и ликеро-водочного производств. Москва: „Колос“ – 1999. – С. 168-175.

108. Пономарева М.С., Ильяшенко Н.Г., Шабурова Л.Н. Выбор способа предобработки топинамбура для ферментации в пищевой этанол. // Производство спирта и ликероводочных изделий. – 2007. – №4. – с. 10–12.

109. Крикунова Л.Н. Разработка ресурсосберегающих технологий этанола из крахмало-инулинсодержащего сырья на основе новых для спиртовой отрасли способов его переработки. Дисс. док. техн. наук. – Москва – 2008.–278 с.

110. Пономарева М.С. Разработка комплексной технологии этанола из топинамбура на основе дифференцированных способов переработки сырья. Дисс. док. техн. наук. – Москва.: Московский гос. Ун-т пищевых технологий, – 2009. – 162с.

ИЛОВЛАР

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ  
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ  
ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

## «Умидли кимёгарлар-2017»

ЁШ ОЛИМЛАР, МАГИСТРАНТЛАР ВА БАКАЛАВРИАТ  
ТАЛАБАЛАРИНИ XXV - ИЛМИЙ-ТЕХНИКАВИЙ  
АНЖУМАНИНИНГ МАҚОЛАЛАР ТЎПЛАМИ



ТРУДЫ  
XXVI - НАУЧНО- ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ, МАГИСТРАНТОВ И СТУДЕНТОВ  
БАКАЛАВРИАТА

ТОШКЕНТ 2017

240. **Ниязов Х., Додаев Қ.О**  
Ун махсулотларига кўшимча ловия унининг хусусиятлари(ТХТИ) 475
241. **Ниязов Х., Йулдошев М., Рахимджанов М.А.**  
Переработка растительного масличного сырья с выработкой пищевого масла (ТХТИ) 477
242. **Нишоналиев З.Ш., Хасанов Х.Т.**  
Иммобилланган протеазалар асосида шаробларни баркарорлаштириш (ТКТИ) 479
243. **Октамжанова Г.И., Саттаров М.Э.**  
Оддий вешенка – *pleurotus ostreatus* базиднал замбуруғини ўсимлик чикиндиларида етиштириш технологияси (ТДТУ) 481
244. **Пардаев Г.Э., Абдурахимов А.А., Кадиров Ю.К., Серкаев К.П.**  
Подбор эффективного щелочного реагента для рафинации хлопкового масла (ТХТИ, ХК «УЗПАХТАСАНОАТЭКСПОРТ») 483
245. **Рамазонов Р.Р., Мусаев Х.П., Равшанов С.С.**  
Макарон унининг йириклигини тайёр махсулот сифатига таъсири 485
246. **Рамазонов Р.Р., Мусаев Х.П., Равшанов С.С.**  
Юқори сифатли макарон махсулотларини ишлабчиқаришга хомашёнинг физик-кимёвий сифат кўрсаткичларини таъсири. (ТХТИ). 487
247. **Сагатов Ф., Абдурахимов С.А., Ахмедов А.Н.**  
Обогащение шротов липидами светлых соапстоков (ТХТИ) 489
248. **Саидходжаева Д.О., Тўхтаев Ш.Қ., Чориев А.Ж.**  
Получение осажаренного гидролизата из углеводно-белковой фракции амаранта (ТХТИ) 491
249. **Самадов О., Ахраров У.Б.,**  
Технология получения фосфолипидов. 493
250. **Темирова С., Абдулхаева М., Шарафутдинова Н.П., Мирсагатова У.З.**  
Пепсиновый фермент и его использование в пищевом производстве (ТХТИ) 495
251. **Тилляшайхова Р.М., Максумова Д.К., Хамидова Х.М.**  
Образование регуляторов роста микромицетами (ТКТИ, Институт микробиологии АНРУз). 497
252. **Toshev O. X., Pshamdjanov P., Mahsumov A.G.**  
Antibakteritsid moddalar va ularning xossalari (ТСТИ) 499
253. **Усмонов А.С., Ниязов Х., Рахимжанов М.А.**  
Комбинацион фаоллаштирилган бентонит билан пахта мойини адсорбцион рафинациялашдан олинган пахта мойининг таркибидаги пестицидлар миқдорини тадқиқ этиш (ТХТИ) 501
254. **Ўткиржонов О.О., Абдуллаев У.К.**  
Инулин сакловчи хом ашё – топинамбур тугунагидан ректификатланган этил спирти ишлаб чиқариш ва унинг физик-кимёвий кўрсаткичларини таҳлил этиш 503
255. **Ўткиржонов О.О., Абдуллаев У.К.**  
Гидролиз инулина и других биополимеров клубней топинамбура при производстве спирта 505
256. **Файзуллаев А.З., Илхамджанов П., Нариманова Ф.**  
Отличие состава спреда от сливочного масла и их жирнокислотное сравнение (ТХТИ) 507
257. **Хабибуллаев Н.А., Абдурахимов С.А., Акрамова Р.Р..**  
Получение легколетучего экстракционного бензина из местных углеводов для извлечения хлопкового масла (ТХТИ) 509
258. **Хасанов А.Х.**  
Влияние белкового ингибиторапротениназ хлопковой мятки на активность ферментов (ТХТИ) 511
259. **Ходжаев С.Ф. Рузибаев А.Т., Арипов М.М.** 513

## ИНУЛИН САҚЛОВЧИ ХОМ АШЁ – ТОПИНАМБУР ТУГУНАГИДАН РЕКТИФИКАТЛАНГАН ЭТИЛ СПИРТИ ИШЛАБ ЧИҚАРИШ ВА УНИНГ ФИЗИК-КИМӨВИЙ КЎРСАТГИЧЛАРИНИ ТАҲЛИЛ ЭТИШ

Ўткиржонов О.О., Абдуллаев У.К.  
Тошкент кимё-технология институти

Охириги йилларда ректификатланган ичимлик спирти ишлаб чиқариш саноати юксак ривожланган мамлакатларда арзон ва ресурс тежамкор хом ашё манбаидан фойдаланиб, ишлаб чиқаришни маҳаллийлаштириш ва қўшимча ишчи ўрни яратиш мақсадида нафақат крахмал сақловчи, балки инулин сақловчи хом ашёлардан ҳам сифатли ичимлик этил спирти ишлаб чиқариш тенденцияси илгари сурилиши, инулин манбаига бой альтернатив хом ашё сифатида топинамбур ўсимлигининг туганаги ҳисобланмоқда. Сабаби серҳосиллиги, яъни гектаридан 40÷45 тонна ҳосил бериши, шўр ва дехқончилик учун унумдорлиги жуда паст ҳудудларда ўсиши бўлса, иккинчи сабаби топинамбур туганги кимёвий тузилишига кўра – умумий массасига нисбатан 20% гача инулин сақлаши ва 10÷14% гача бошқа полисахаридларнинг мавжудлигидир [12, 13].

Ҳозирги кунда топинамбур Республикамиз олимлари томонидан маҳаллийлаштирилган бўлиб, „Файз барака“, „Мўъжиза“ ва „Элита“ навлари яратилган ва ушбу навлардан халқ хўжалигининг турли тармоқларида фойдаланиш бўйича кўплар илмий изланишлар ва тадқиқотлар олиб борилмоқда. Хусусан турли хилдаги пархез озиқ-овқат, фармацевтик ва омухта-ем маҳсулотлари ишлаб чиқариш саноатига кетма-кет жорий этилмоқда.

Биз ҳам ўз изланишларимизда мамлакатимизда маҳаллийлаштирилган „Файз барака“, „Мўъжиза“ ва „Элита“ навлар туганагидан ректификатланган ичимлик этил спирти ишлаб чиқаришни олдимизга мақсад қилиб, изланишларда „Бектимир-спирт экспериментал“ корхонасида ярим саноат усулида топинамбур туганаги келтирилиб, ювилиб, инспекциялаб, 1÷3 мм катталиқда майдаланди, кейин уни 1:0,5 гидромодул бўйича суюлтирилди, замес тайёрланди ҳамда замесни қандлаштириш ва бижғувчи шарбат олиш учун БРЮЗАЙМ-BGX ва ПЕКТИН-ХСП фермент препаратлари билан 50÷55°C ҳароратда, рН 4,0÷4,5 муҳитда ферментацияланди. Натижада 20% қуруқ модда миқдори сақловчи ва бижғувчи қандлардан иборат шарбат олинди.

Ҳосил бўлган бижғувчи шарбат дастлабки физик-кимёвий таҳлил қилиниб, абсолют қуруқлик модда миқдори – 22% ни, рН – 4,3 ни, титрланган кислоталиги – 4,5 г/дм<sup>3</sup> ни, бижғувчи қандлар миқдори 20,5 г/дм<sup>3</sup> ни ташкил этгани аниқланди ҳамда шарбат Sacch. Servisiae Y – 717 ачитки туркуми билан 30 ± 0,5°C ҳароратда, рН – 4,3 ли ва азотли муҳитда 68 соат давомида бижғитилиб, етилган бражка олинди ва унинг кўрсаткичлари 1-жадвалда келтирилган.

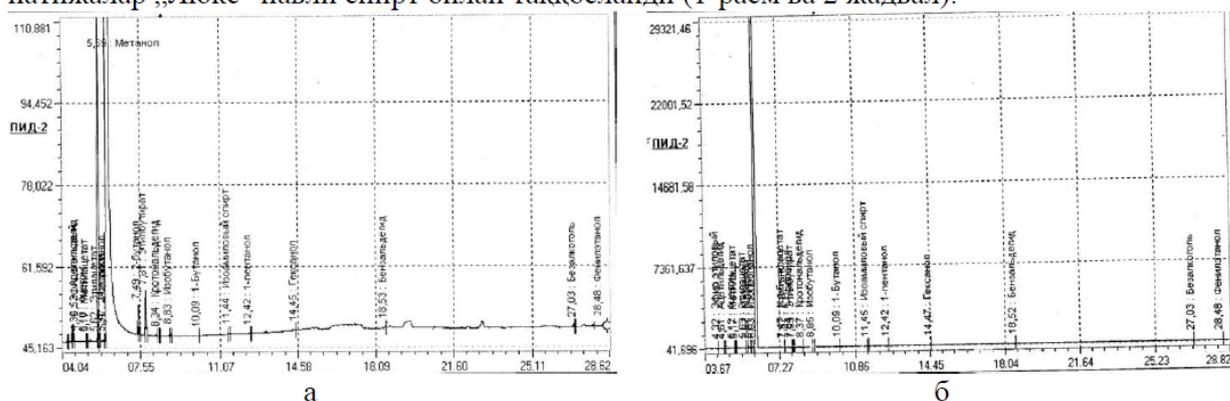
1-жадвал

Етилган бражканинг физик-кимёвий кўрсаткичлари

Физик-кимёвий кўрсаткичлар	Ўлчами
Этил спиртининг хажмий улуши кўпи билан, %	10,5
рН	4,5
Альдегидларнинг массавий улуши, сувсиз спиртдаги сирка кислота ҳисобида кўпи билан, мг/дм <sup>3</sup>	28,5
Юқори спиртлар массавий концентрацияси, сувсиз спиртдаги изоамил ва изобутил спиртлари аралашмаси (3 : 1) ҳисобида кўпи билан, мг/дм <sup>3</sup>	12,4
Эфирлар массавий концентрацияси, сувсиз спиртдаги сирка этил эфири ҳисобида, кўпи билан, мг/дм <sup>3</sup>	18,9
Метил спиртининг хажмий улуши сувсиз спирт ҳисобида, кўпи билан, %	0,115

Етилган бражканинг физик-кимёвий кўрсаткичларини таҳлил қилиш орқали, бражка таркибидан этил спиртини браго-ректификациялаш ускуналарида ректификациялаш усули ва режимини танлаймиз. Биз олган натижаларга мувофиқ, бражканинг физик-кимёвий

таркибида – этил спиртининг миқдори-10,5% ҳажм, альдегидлар миқдори-28,5 мг/дм<sup>3</sup> ни ва метил спиртининг миқдори-0,115 мг/дм<sup>3</sup> ни ташкил этиши, бизни вакуумда ишловчи браго-ректификация ускунасида, алоҳида метанол селектив калоннали курилмада топинамбур туганаги бражасини ректификациялаш усули ва режимини танлашимизга сабаб бўлди. Ректификациялаш жараёнидан сўнг, олинган ректификацион этил спиртининг таркибини хромотек кристалл люкс-5000 М газ-хроматографик усулда идентификацияланди ва олинган натижалар „Люкс“ навли спирт билан таққосланди (1-расм ва 2 жадвал).



**1-расм.** Назорат – а „Люкс“ навли этил спирти ва тажриба – б топинамбур этил спирти таркибидаги қўшимчаларни хроматографда идентификацияланиш графиги

2-жадвал

Назорат – „Люкс“ навли этил спирти ва тажриба – топинамбур этил спирти таркибидаги қўшимчаларни хроматографик миқдор таҳлили

Физик-кимёвий кўрсаткичлари	Детектор	Пик баландлиги, мВ	„Люкс“ спирти назорат намунаси	Топинамбур спирти тажриба намунаси
Альдегидлар, мкг/мл	ПИД-2	0,132	19,411	7,186
Метанол, мкг/мл	ПИД-2	81,794	0,053	0,073
Сивуха спиртлари, мкг/мл	ПИД-2	14,84	107,187	8,736
Эфирлар, мкг/мл	ПИД-2	0,106	49,272	4,053
Апетон, мкг/мл	ПИД-2	0,022	0,441	0,116
Кетонлар, мкг/мл	ПИД-2	0,010	0,005	0,056
Карбон кислоталар мкг/мл	ПИД-2	0,019	55,406	3,030
Фурфурол, мкг/мл	ПИД-2	-	-	-

1-расмда назорат ва тажриба намуналари таркибини газ хроматография усулида экспертиза қилганимизда 23 та модда аниқланди ва улар 8 та гуруҳ сифатида 2-жадвалда келтирилди. Олинган аниқ натижаларга қўра, намуналар таққослаганда метанол – 0,020 мкг/мл га ва кетонлар миқдори эса – 10 баробарга кўплиги туганак таркибида пектин, инулин ва целлюлозанинг кўплигидан далолатдир, бунинг сабаби пектин ва целлюлоза структурасида метоксилланган гуруҳни ва инулинда кетон группани мавжудлиги ҳисобланади. Бундан ташқари, ўта токсик хусусиятли сивуха спиртлари таққосланганда, ушбу моддалар тажриба намунада – 12,5, эфирлар ҳам – 12 ва альдегидлар – 2,5 баробар камлиги аниқланди.

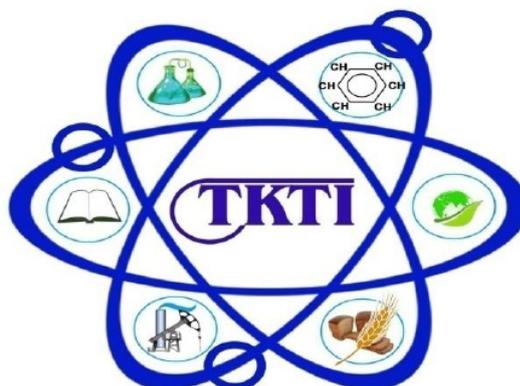
### Адабиётлар

1. Крикунова Л.Н. Разработка ресурсосберегающих технологий этанола из крахмало- и инулинсодержащего сырья на основе новых для спиртовой отрасли способов его переработки Дисс.док. техн. наук.-Москва-2008.-278 с.
2. Azza A. Abou-Arab. Physico-chemical Properties of Inulin Produced from Jerusalem Artichoke Tubers on Bench and Pilot Plant Scale. / A. Abou-Arab Azza, Hala. A. Talaat, Ferial. M. Abu-Salem. // Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 2011.- 5(5): p.1297-1309.

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ  
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ  
ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

## «Умидли кимёгарлар-2017»

ЁШ ОЛИМЛАР, МАГИСТРАНТЛАР ВА БАКАЛАВРИАТ  
ТАЛАБАЛАРИНИ XXV - ИЛМИЙ-ТЕХНИКАВИЙ  
АНЖУМАНИНИНГ МАҚОЛАЛАР ТЎПЛАМИ



ТРУДЫ  
XXVI - НАУЧНО- ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ, МАГИСТРАНТОВ И СТУДЕНТОВ  
БАКАЛАВРИАТА

ТОШКЕНТ 2017

240. **Ниязов Х., Додаев Қ.О**  
Ун махсулотларига кўшимча ловия унининг хусусиятлари(ТХТИ) 475
241. **Ниязов Х., Йулдошев М., Рахимджанов М.А.**  
Переработка растительного масличного сырья с выработкой пищевого масла (ТХТИ) 477
242. **Нишоналиев З.Ш., Хасанов Х.Т.**  
Иммобилланган протеазалар асосида шаробларни баркарорлаштириш (ТКТИ) 479
243. **Октамжанова Г.И., Саттаров М.Э.**  
Оддий вешенка – *pleurotus ostreatus* базиднал замбуруғини ўсимлик чикиндиларида етиштириш технологияси (ТДТУ) 481
244. **Пардаев Г.Э., Абдурахимов А.А., Кадиров Ю.К., Серкаев К.П.**  
Подбор эффективного щелочного реагента для рафинации хлопкового масла (ТХТИ, ХК «УЗПАХТАСАНОАТЭКСПОРТ») 483
245. **Рамазонов Р.Р., Мусаев Х.П., Равшанов С.С.**  
Макарон унининг йириклигини тайёр махсулот сифатига таъсири 485
246. **Рамазонов Р.Р., Мусаев Х.П., Равшанов С.С.**  
Юқори сифатли макарон махсулотларини ишлабчиқаришга хомашёнинг физик-кимёвий сифат кўрсаткичларини таъсири. (ТХТИ). 487
247. **Сагатов Ф., Абдурахимов С.А., Ахмедов А.Н.**  
Обогащение шротов липидами светлых соапстоков (ТХТИ) 489
248. **Саидходжаева Д.О., Тўхтаев Ш.Қ., Чориев А.Ж.**  
Получение осажаренного гидролизата из углеводно-белковой фракции амаранта (ТХТИ) 491
249. **Саматов О., Ахраров У.Б.,**  
Технология получения фосфолипидов. 493
250. **Темирова С., Абдулхаева М., Шарафутдинова Н.П., Мирсагатова У.З.**  
Пепсиновый фермент и его использование в пищевом производстве (ТХТИ) 495
251. **Тилляшайхова Р.М., Максумова Д.К., Хамидова Х.М.**  
Образование регуляторов роста микромицетами (ТКТИ, Институт микробиологии АНРУз). 497
252. **Toshev O. X., Pshamdjanov P., Mahsumov A.G.**  
Antibakteritsid moddalar va ularning xossalari (ТСТИ) 499
253. **Усмонов А.С., Ниязов Х., Рахимжанов М.А.**  
Комбинацион фаоллаштирилган бентонит билан пахта мойини адсорбцион рафинациялашдан олинган пахта мойининг таркибидаги пестицидлар миқдорини тадқиқ этиш (ТХТИ) 501
254. **Ўткиржонов О.О., Абдуллаев У.К.**  
Инулин сакловчи хом ашё – топинамбур тугунагидан ректификатланган этил спирти ишлаб чиқариш ва унинг физик-кимёвий кўрсаткичларини таҳлил этиш 503
255. **Ўткиржонов О.О., Абдуллаев У.К.**  
Гидролиз инулина и других биополимеров клубней топинамбура при производстве спирта 505
256. **Файзуллаев А.З., Илхамджанов П., Нариманова Ф.**  
Отличие состава спреда от сливочного масла и их жирнокислотное сравнение (ТХТИ) 507
257. **Хабибуллаев Н.А., Абдурахимов С.А., Акрамова Р.Р..**  
Получение легколетучего экстракционного бензина из местных углеводов для извлечения хлопкового масла (ТХТИ) 509
258. **Хасанов А.Х.**  
Влияние белкового ингибиторапротениназ хлопковой мятки на активность ферментов (ТХТИ) 511
259. **Ходжаев С.Ф. Рузибаев А.Т., Арипов М.М.** 513

## ГИДРОЛИЗ ИНУЛИНА И ДРУГИХ БИОПОЛИМЕРОВ КЛУБНЕЙ ТОПИНАМБУРА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СПИРТА

**Ўткиржонов О.О., Абдуллаев У.К.**

**Ташкентский химико-технологический институт**

Одним из возможных путей решения проблем спиртовых заводов, связанных с низкой рентабельностью и трудностями в снабжении предприятий сырьем, является использование в технологии нетрадиционных видов, например, топинамбура.

Самыми перспективными с позиции максимального использования сырья, являются многопродуктовые схемы его переработки. В полной мере это относится и к топинамбуру. Для комплексного использования клубней в спиртовой отрасли необходимо выделить из сырья жидкую фазу – осветленное сусло и ферментативного гидролиз твердую фазу жмых – для дополнительного получения вторичного сусла.

В нашей исследовании изученатри варианта получения осветленного сусла, которое в первом варианте –выделение из измельченного топинамбура сусло путем прессования, а на втором выделение из измельченного топинамбура сока путем прессования и дополнительный перевод фруктозанов в сусло путем обработки и самоосахаривание мезги.

В 3 варианте ферментативного гидролиз измельченного топинамбура с целью расщепления инулина и других биополимеров таких, как пектин, целлюлоза, гемицеллюлоза и после этого выделение сусло путем прессования [1, 2].

Установлено, что из трех рассмотренных вариантов получения осветленного сусла из топинамбура самым перспективным является способ ферментативного гидролиз инулина и других биополимеров смеси из измельченного топинамбура с водой с последующим прессованием пульпы.

Вместе с тем, проведенный далее анализ образцов осветленного сусла показал, что по данному способу в жидкую фазу можно перевести не более 55-60% фруктозанов от их исходного содержания в сырье. Решить проблему повышения процента перевода фруктозанов в осветленное сусло, путем увеличения длительности самоосахаривания (до 12 ч.) не удалось. Установлено, что 30-35% потенциально сбраживаемых углеводов сырья остаются в жмыхе. Причем в нем преобладает фракция ФШ, представленная нерастворимыми фруктозанами (табл. 1).

Табл. 1.

Фракционный состав углеводов жмыха

Схема получения осветленного сусла	Влага, %	Массовая доля, % С.В.		
		Фракции инулина		
		ФI	ФII	ФШ
1-но ступенчатая	57,5	11,7	5,0	42,7
2-х ступенчатая	59,0	2,0	10,3	51,2

Вероятно, данная часть углеводов находится в клубнях в связанном состоянии, что препятствует их ферментативной деструкции.

Внесение на стадию самоосахаривания ферментных препаратов протеолитического, пектолитического и цитолитического действия могло способствовать разрушению клеточных стенок и улучшить процесс получения жидкой фазы. Их влияние контролировали по выходу сусла и содержанию в нем фруктозанов (суммы ФI и ФII).

Показано (табл. 2), что лучшими являются опыты с использованием ферментных препаратов таких, как БРЮЗАЙМ ВGX, Пектин ХСП, Топина tr5 (инулаза) и Целловиридин Г20х в оптимальных дозировках: 4000 ед. БРЮЗАЙМ ВGX, 4000 ед. Пектин ХСП, 4500 ед. Топина tr5 (инулаза) и 8000 ед. Целловиридин Г20х на 1 г сухого вещества сырья. Из лучших ферментных препаратов составили МЭК и установили соотношение БРЮЗАЙМ ВGX, Пектин ХСП и Целловиридин Г20х (2:3:1). Установлено, что использование МЭК вместо отдельных препаратов повышает сумму ФI и ФII на 1,5-2%.

Табл. 2.

Влияние обработки затора ферментными препаратами на переход фруктозанов в сусло

Название ферментного препарата	Объем сусла из 100г топинамбура, см <sup>3</sup>	Массовая доля фруктозанов в сусле, %	Содержание фруктозанов в сусле, % от исходного в сырье
Контроль	62	16,5	60,7
Целловиридин Г20х	68	19,8	79,9
БРЮЗАЙМ ВGX	65	16,5	63,6
Пектин ХСП	70	18,6	77,3
Топина tp5 (инулаза)	67	19,1	75,9

Был проведён гидролиз измельчённых клубней топинамбура полученными ФП. Максимальный выход фруктозы наблюдали при ФП экзоинулиназы (ЭКЗИН). При дозировке ФП по белку 5 мг/г сухого субстрата через 3ч реакции концентрация фруктозы (основного продукта гидролиза), составила 60 г/л. Нами показано, что введение в затор активных протеаз и цитаз приводит к снижению массовой доли фракции ФШ до остаточного содержания 3-5%. Вероятно, высокомолекулярные фруктозаны высвобождаются из связанного состояния и становятся доступными для гидролиза инулиназами сырья.

Кроме влияния ферментов протеолитического и цитолитического действия на переход фруктозанов в осветленное сусло исследовалось их действие на пектиновый комплекс сырья. Установлено (табл. 3), что использование препаратов повышает массовую долю пектина в сусле. Максимальная степень гидролиза протопектина сырья выявлена для образца III, минимальная – для образца II.

Табл. 3.

Влияние обработки затора ферментными препаратами на переход пектина в сусло

Показатели	Варианты получения сусла			
	Образец I (Контроль)	Образец II (БРЮЗАЙМ ВGX)	Образец III (Целловиридин)	Образец IV (МЭК)
Массовая доля в сусле растворимого пектина, %	0,11	0,15	0,66	0,29
Переход протопектина в сусло, % от исходного в сырье	1,4	7,9	77,7	35,1

В работе была проведена оптимизация параметров процесса получения осветленного сахаренного сусла из топинамбура методом латинских прямоугольников и определены оптимальные технологические режимы: время самоосахаривания затора – 4 часа; температура самоосахаривания затора – 55°С; содержание Целловиридина Г20х в МЭК – 5%. Таким образом, в результате углубленных исследований по изменению фруктозано-пектинового комплекса топинамбура при получении осветленного сусла, удалось перевести максимальное количество фруктозанов сырья в жидкую фазу, провести их глубокую деструкцию и сконцентрировать негативно влияющие на производство этанола соединения – пектиновые вещества в жмыхе.

### Литература

1. Enzymatic production of inulo-oligosaccharides from chicory juice / J.P. Park [et al.] // Biotechnol. Lett. – 2008. – V. 20. – № 4. – P. 385-388.
2. Волков П.В., Рожкова А.М., Правильников А.Г., Андрианов Р.М., Доценко Г.С., Беккаревич А.О., Кошелев А.В., Окунев О.Н., Зоров И.Н., Синецын А.П. Получение ферментных препаратов на основе рекомбинантных штаммов *Penicillium canescens* с высокой способностью гидролизовать растительное сырье // Прикладная биохимия и микробиология. -2012, Т. 48, №1, с. 66-73



0,225 мкг/мл га, сивуха мойлари-0,01мкг/мл га, эфирлар-0,099 мкг/мл га, ацетон 0,016 мкг/мл га карбон кислоталари-0,047 мкг/мл га кўплиги маълум бўлди. Аниқланган бундай натижалар шундан далолат берадики, метанолнинг кўплиги ундаги ортикча пектин миқдори ва шарбат тайёрлаш жараёнида чиритувчи бактерияларнинг фаол бўлиши билан, альдегидлар ва эфирларнинг кўпайиши кислота миқдорининг ошгани ва рН нинг камайиши билан боғлиқ, бундан ташқари ректификация жараёни режимининг мослигини таҳлил қилиш ва режимни ишлаб чиқишга боғлиқ.

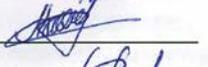
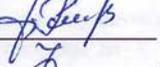
Юқоридагилардан келиб чиқиб куйидагича хулоса қилинди:

- 1 тонна топинамбур туганаги қайта ишланганда 225 дан 250 литргача этанол олинади;

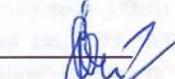
- Лаборатория шароитида олинган этанолнинг физик-кимёвий кўрсаткичларига кўра метанолнинг кўплиги таркибида ацетон борлиги билан бу спирт техник мақсадлар учун ишлатишга мақбул деб топилди.

**Далолатномани имзоладилар:**

**Тошкент кимё-технология институти  
вакиллари:**

У.К. Абдуллаев   
А.Х. Бобоев   
Ф.Ф. Таджибаева   
О.О. Ўткуржонов 

**ЧЭИИ „Бектемир-спирт экспериментал  
заводи“ АЖ вакиллари:**

О.Ў. Муталов   
Э.У. Икромов   
Ш.Ш. Нуруллаев   
Р.М. Ахмедов 