

УДК 663.52

**ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОБНИЦТВА СПИРТОВИХ ДИСТИЛЯТІВ З
НЕТРАДИЦІЙНОЇ ЦУКРОВІСНОЇ СИРОВИНИ****Данілова К.О.¹**, к.т.н., с.н.с.,

Заст. завідувача відділу технології

продуктів бродіння

<https://orcid.org/0000-0001-6204-9975>**Заварзіна О.С.¹**, провідний фахівець

відділу технології продуктів бродіння

<https://orcid.org/0000-0003-3241-8463>¹Інститут продовольчих ресурсів НААН, Київ, Україна<https://doi.org/10.31073/foodresources2021-16-09>

Актуальною проблемою розвитку спиртової галузі є розширення сировинної бази шляхом використання нових, більш дешевих видів джерел вуглеводів. Останнім часом все більшу зацікавленість у виробників етилового спирту викликає глюкозно-фруктозний сироп. Серед виробників крафтових напоїв, зокрема напоїв на основі рому, великим попитом користується тростинна патока (меляса). В статті наведено технологічні аспекти процесу зброджування нетрадиційної цукровмісної сировини на прикладі глюкозно-фруктозного сиропу та тростинної патоки в етанол різними штамами дріжджів. Визначено, що глюкозно-фруктозний сироп та тростинна меляса відносяться до сировини, що збіднена азотом, фосфором і ростовими речовинами, необхідними для життєдіяльності дріжджів. Для покращення технологічних властивостей сировини в суслі необхідно додавати азотне, фосфорне живлення і кукурудзяний екстракт як ростову речовину. Глюкозно-фруктозний сироп має рН 3,68 та кислотність 0,12 град, що негативно впливає на процес зброджування. Встановлено, що для створення оптимальних умов життєдіяльності дріжджів необхідно додавати в ГФС речовини, що сприяють буферності розчину і запобігають зниженню рН при бродінні нижче 3,5. Визначено, що вихід спирту з 1 т глюкозно-фруктозного сиропу складає 31,0 дал, з 1 т тростинної меляси складає 24,0 дал на дріжджах 46ED та 22 дал на дріжджах TegeYeast без застосування ростових речовин і вітамінів, необхідних для розмножування дріжджової біомаси. За умов поліпшення технологічних властивостей сусли з ГФС і тростинної меляси шляхом додавання біологічно активних речовин, що сприяють синтезу дріжджової біомаси, вміст спирту в дозрілій бражці підвищується до 11,9-12 % об.

Ключові слова: глюкозно-фруктозний сироп, тростинна меляса, штамп дріжджів, азотне і фосфорне живлення, кукурудзяний екстракт, зброджування, дозріла бражка

TECHNOLOGICAL ASPECTS OF ALCOHOL DISTILLATES PRODUCTION FROM NONCONVENTIONAL SUGAR-RAW MATERIALS

*Kateryna Danilova¹, PhD, Technics, Senior Researcher,
Deputy Head of the Department of Fermentation Products Technology
<https://orcid.org/0000-0001-6204-9975>*

*Oksana Zavarzina¹, Senior Specialist
of the Department of Fermentation Products Technology
<https://orcid.org/0000-0003-3241-8463>*

¹Institute of Food Resources of NAAS, Kyiv, Ukraine

<https://doi.org/10.31073/foodresources2021-16-09>

An actual problem of the alcohol industry development is the expansion of the raw material base through the use of new, cheaper types of carbohydrate sources. Recently, glucose-fructose syrup has been of increasing interest to producers of ethanol. Among the producers of craft drinks, in particular rum-based drinks, cane molasses is in increasing demand. The article presents the technological aspects of the fermentation process of nonconventional sugar-containing raw materials on the example of glucose-fructose syrup and cane molasses in ethanol by different yeast strains. It is determined that glucose-fructose syrup and cane molasses are raw materials depleted of nitrogen, phosphorus and growth substances necessary for the yeast activity. To improve the technological properties of raw materials in the molasses, nitrogen, phosphorus nutrition and corn extract as a growth substance shall be added to a mash. Glucose-fructose syrup is of pH 3.68 and of acidity 0.12, which negatively affects the fermentation. It is established that in order to create optimal living conditions for yeast, it is necessary to add substances to the glucose-fructose syrup that will contribute to the safety of development and prevent the pH 3.5. It was determined that the alcohol yield from 1 ton of glucose-fructose syrup is 31.0 dal, from 1 ton of cane molasses is 24.0 dal on the yeast 46ED and 22 dal on the TegaYeast without the use of growth substances and vitamins necessary for the reproduction of yeast biomass. Under conditions of improving the technological properties of the mash from the glucose-fructose syrup and cane molasses by adding biologically active substances promoting the synthesis of yeast biomass, the ethanol content in the fermented mashes increases up to 11.9-12% vol.

Keywords: *glucose-fructose syrup, cane molasses, yeast strains, nitrogen and phosphorus nutrition, corn extract, fermentation, fermented mashes*

Постановка проблеми. Традиційною сировиною для виробництва етилового спирту в Україні на даний час є цукровмісна сировина – цукробурякова меляса, дифузійний сік цукрового виробництва та крохмалевмісна – зернові культури (кукурудза, жито, пшениця). Біоетанол також виробляють з нехарчової целюлозовмісної сировини – деревини, біомаси енергетичних рослин, відходів сільського господарства [1,2].

Останнім часом в Україні спостерігається стійка тенденція до підвищення цін на традиційні види сировини для біосинтезу спирту, що призводить до підвищення собівартості етилового спирту та ослаблення його конкурентоспроможності на зовнішньому ринку. Тому актуальною проблемою є розширення сировинної бази шляхом використання нових, більш дешевих видів джерел вуглеводів [3]. Останнім часом все більший інтерес у виробників етилового спирту викликає глюкозно-фруктозний сироп.

Цукристі продукти, що одержані з крохмалю або борошна за допомогою кислотного та/або ферментативного гідролізу, давно відомі в нашій країні як крохмальна, глюкозна, карамельна патока. З 1980-х рр. невпинно зростає виробництво глюкозо-фруктозного сиропу (ГФС) [4]. Раніш ГФС одержували з глюкозних патонок шляхом обробки ферментом ізомеразою, на даний час використовують різні ферменти бактеріального чи грибового

походження [5]. Споживання глюкозно-фруктозного сиропу має тенденцію до зниження в розвинутих країнах, але зростає у країн, що розвиваються [6]. На даний час ГФС широко використовується у виробництві напоїв, кондитерських виробів, консервів та морозива [7,8].

Шляхом ферментативного гідролізу крохмалів сировини (кукурудза, пшениця, сорго, рис) поетапно перетворюється спочатку в глюкозу, а потім в суміш глюкози і фруктози. Процес можна перервати на різних стадіях і одержати глюкозно-фруктозні сиропи з різним співвідношенням глюкози і фруктози. За вмістом в сиропі 42 % фруктози одержують звичайний ГФС, при підвищенні вмісту фруктози до 55-60 % - збагачений, високофруктозний сироп містить 90-95 % фруктози. За рівнем солодкості та смаковому профілю ГФС дорівнює цукру, але має більш низьку собівартість [9].

Саме тому зростає інтерес до використання ГФС для виробництва етилового спирту.

Серед виробників крафтових напоїв, зокрема напоїв на основі рому, велику зацікавленість визиває тростинна патока (меляса), яка в Україну завозиться тільки імпортного виробництва.

Метою роботи є дослідження технологічних аспектів процесу зброджування нетрадиційної цукровмісної сировини на прикладі глюкозно-фруктозного сиропу та тростинної патоки в етанол різними штамами дріжджів. Об'єктом досліджень є процес зброджування нетрадиційної цукровмісної сировини. Предмет дослідження – глюкозно-фруктозний сироп ГФС-16, патока тростинна, дозріла бражка.

Матеріали та методи. Для досліджень використовували глюкозно-фруктозний сироп ГФС-16 виробництва ІНТЕРКОРН КОРН ПРОСЕССІНГ ІНДАСТРІ та патоку тростинну імпортного виробництва (Бразилія). Показники ГФС та меляси аналізували за методиками, прийнятими у практиці спиртового виробництва [10]: концентрацію сухих речовин (СР) – ареометричним методом, масову частку суми зброджуваних цукрів – поляриметричним методом, величину рН – потенціометричним методом. Вміст моноцукрів (фруктози, глюкози, цукрози, мальтози, лактози) визначали методом високоефективної рідинної хроматографії ВЕРХ на хроматографі Shimadzu Lab Solutions. В лабораторних умовах досліджували процес спиртового зброджування сусла з ГФС-16 за методом «бродильної проби». У дослідях по зброджуванню сусла з ГФС-16 використовували сухі дріжджі раси 46ED та Термосак. Ці дріжджі традиційно використовують у спиртовому виробництві для зброджування цукро- та крохмалевмісної сировини. Розрахункову наважку сиропу ГФС-16 зважували на вагах з точністю до 0,01 г, готували сусло концентрацією 8,5% шляхом розведення наважки сиропу стерильною водопровідною водою та вносили необхідну кількість азотистого і фосфорного живлення (у вигляді карбаміду та діамонійфосфату або ортофосфорної кислоти з розрахунку, відповідно, 0,1% та 0,2% до маси сухих речовин сиропу). Зброджування проводили у колбах об'ємом 250 см³, куди вносили сухі дріжджі в кількості 1 г, закривали колби сірчаноокислими затворами та ставили на бродіння у термостат за температури 30°C впродовж 72 годин. У дозрілій бражці визначали видиму густину та істинні сухі речовини СР – ареометричним методом, вміст незброджених цукрів – методом з резорциновим реагентом [11]. В бражних дистилатах визначали концентрацію етилового спирту ареометричним методом [10].

Результати досліджень.

Глюкозо-фруктозний сироп за кімнатною температурою 18-20 °C має світло-коричневий колір, рідку консистенцію, однорідний. За умови зниження температури до 8-12 °C відбувається процес кристалізації сиропу, утворюються кристалики моноцукрів, втрачається плинність, консистенція стає твердою, білого кольору. При нагріванні до 25 °C сироп стає в'язкої консистенції, білого кольору, неоднорідний.

Склад глюкозо-фруктозного сиропу наведено в табл.1.

Таблиця 1

Склад глюкозно-фруктозного сиропу

Показник	Вміст
Вміст сухих речовин, %	65,6
pH	3,68
Кислотність (лужність), град на 100 г сиропу	0,12
Вміст фруктози, мг/см ³ (%)	116,27 (11,6 %)
Вміст глюкози, мг/ см ³ (%)	469,73 (47 %)
Вміст цукрози, мг/ см ³ (%)	49,16 (4,9 %)
Вміст мальтози, мг/ см ³	Немає
Сума зброджуваних цукрів, мг/см ³ (%)	635,16 (63,5 %)
Амінний азот, %	0,084

З наведених даних видно, що зразок глюкозно-фруктозного сиропу містить 65,6 % сухих речовин, з них за даними хроматографічного дослідження 62,5 % складають зброджувані цукри, а саме глюкоза 47 %, фруктоза 11,6 %, цукроза 4,9 %, має кислу реакцію, низький вміст амінного азоту 0,084%. Як показують дані табл.1, за показниками вмісту СР, рН та масовою часткою суми зброджуваних цукрів ГФС-16 є сировиною, яка придатна для спиртового зброджування, але не має необхідну кількість азоту та фосфору для нормальної життєдіяльності дріжджів.

Сусло концентрацією 8,5 % СР зброджували впродовж 72 годин за температури 30°C з додаванням в нього традиційних поживних речовин – карбаміду та діамоній фосфату. Контроль процесу зброджування проводили за кількістю CO₂, що виділявся під час бродіння. На першу добу бродіння рН сусли знижувалось до 2,8, при цьому значно сповільнювався процес зброджування, кількість виділеного CO₂ складала 1,2 г. Оптимальним значенням рН для дії дріжджів є 3,5-5. Для запобігання зниження рН нижче 3,5 в сусло додавали речовини, що сприяють буферності розчину. В подальшому в якості фосфорного живлення замість діамонію фосфату використовували гідроортофосфат калія K₂HPO₄.

Дані, що характеризують процес бродіння глюкозно-фруктозного сиропу різними штамами дріжджів наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Фізико-хімічні показники зброджування сусли

Показник	Дріжджі	
	46ED	Термосак
pH основного сусли після введення дріжджів	6,74	6,78
pH після бродіння	3,98	3,97
CO ₂ на 3 добу бродіння, г	9,04	8,39
Вміст спирту, % об.	4,0	3,97
Вміст загальних вуглеводів, г/100 см ³	0,84	0,88
Вміст водорозчинних вуглеводів, г/100 см ³	0,711	0,77
Вміст спирторозчинних вуглеводів, г/100см ³	0,423	0,508
Вміст декстринів, г/100 см ³	0,259	0,234
Вміст фруктози, г/100 см ³	0,125	0,136
Вміст глюкози, г/100 см ³	0,321	0,345
Вміст мальтози, г/100 см ³	немає	немає
Вміст лактози, г/100 см ³	0,115	0,210
Істинні СР, %	2,5	2,5

Як видно з даних таблиці 2, вихід спирту за умов зброджування складає 31,0 дал з 1 т глюкозно-фруктозного сиропу. Вміст незбродженого цукру в бражці - 0,84 - 0,88 г/100 см³, що є високим і свідчить про незадовільний процес бродіння. Етиловий спирт накопичується на низькому рівні (4 % об.), хоча у середовищі є достатня кількість цукру. Дріжджі відчувають дефіцит ростових речовин, тобто середовище не має достатньої кількості амінокислот та вітамінів, які необхідні для розвитку дріжджових клітин. Тому в подальших дослідках для оптимізації середовища крім азотного та фосфорного живлення як ростову речовину для дріжджів використовували кукурудзяний екстракт (КЕ) у кількості 1% від об'єму середовища.

Оскільки сухі дріжджі штаму 46ED та Термосак показали майже однакові результати по накопичуванню етилового спирту в дозрілій бражці, то в наступній серії дослідів були застосовані сухі дріжджі штаму TegaYeast (Австрія) з покращеними біотехнологічними характеристиками. В таблиці 3 наведено дані по зброджуванню суслу з більшою концентрацією сухих речовин 12,8%, додаванням карбаміду та гідроортофосфату калію в якості азотного і фосфорного живлення, а також кукурудзяного екстракту.

Таблиця 3

Фізико-хімічні показники зброджування суслу з додаванням КЕ

Показник	Дріжджі	
	46ED	TegaYeast
рН основного суслу після введення дріжджів	6,92	6,99
рН після бродіння	3,9	4,0
CO ₂ на 3 добу бродіння, г	11,9	12,0
Вміст спирту, % об.	11,8	11,9
Вміст загальних вуглеводів, г/100 см ³	0,68	0,59
Вміст водорозчинних вуглеводів, г/100 см ³	0,57	0,46
Вміст спирторозчинних вуглеводів, г/100 см ³	0,23	0,18

Як видно з даних табл.3, найкращі результати спиртового зброджування суслу, приготовленого з ГФС-16 при внесенні КЕ у кількості 1% від об'єму середовища досягнуто при використанні сухих дріжджів TegaYeast. За однакових умов цей штам дріжджів накопичує максимальну кількість спирту (11,9% об.) за мінімальною кількістю залишкового цукру в дозрілій бражці (0,59 г/100 см³).

Наступним етапом нашого дослідження було визначення технологічних показників тростинної меляси та проведення зброджування її з визначенням виходу спирту.

В таблиці 4 наведені показники складу тростинної меляси.

Таблиця 4

Склад тростинної меляси

Найменування показника	Одиниця виміру	Значення
Вміст сухих речовин	%	65,3
Масова частка сахарози	%	30,1
Величина інверсійної поляризації	%	-
Вміст редукувальних речовин (інвертного цукру)	%	3,55
Сума зброджуваних речовин	%	23,0
Кольоровість	%	28
рН		4,8
Доброякісність	%	46

З наведених даних видно, що зразок меляси тростинної містить 65,3 % сухих речовин, має кислу реакцію 4,8, масова частка сахарози становить 30 %, вміст редукувальних речовин (інвертного цукру) складає 3,55 %; сума зброджуваних

цукрів 23 %. Доброякісність меляси визначалась як співвідношення вмісту цукрози до вмісту сухих речовин і дорівнює 46 %. Тростинна меляса має високу кольоровість до 28 %.

Технологічні властивості або придатність наданого зразку тростинної меляси до зброджування досліджували класичним методом «бродильної проби».

В дослідженнях використовували сухі дріжджі 2 штамів: 46ED, розроблені спеціально для зброджування мелясного суслу, та TegaYeast, що є універсальними для зброджування як цукровмісної, так і крохмалевмісної сировини і показали гарні результати при зброджуванні ГФС. Для приготування мелясного суслу брали 63 г наважки меляси і розчиняли в 250 мл води, додавали карбамід і діамоній фосфат в якості азотного і фосфорного живлення та активовані сухі дріжджі та зброджували. Дані, що характеризують процес бродіння наведено в таблиці 5.

Таблиця 5

Фізико-хімічні показники зброджування суслу з тростинної меляси

Показник	Дріжджі	
	46ED	TegaYeast
pH основного суслу після введення дріжджів	4,75	4,79
pH після бродіння	4,45	4,48
CO ₂ на 3 добу бродіння, г	13,34	12,43
Вміст спирту, % об.	6	5,5
Вміст загальних вуглеводів, г/100 см ³	0,907	1,051

Як видно з даних таблиці 5, вихід спирту за умов зброджування складав 24 дал з 1 т тростинної меляси за умов використання дріжджів 46ED і 22 дал з 1 т меляси на дріжджах TegaYeast. Вміст незбродженого цукру в бражці складав 0,907-1,05 г/100 см³. Для підвищення виходу спирту з 1 т сировини необхідно поліпшити технологічні властивості суслу з тростинної меляси використанням біологічно активних речовин, що сприяють синтезу дріжджової біомаси та підвищенню вмісту етилового спирту в дозрілій бражці. Нами проводилось зброджування суслу, приготовленого з 63 г тростинної меляси, азотного і фосфорного живлення з додаванням 1 % кукурудзяного екстракту від маси суслу. Показники дозрілої бражки наведено в таблиці 6.

Таблиця 6

Склад дозрілої бражки після зброджування суслу з додаванням КЕ

Показник	Дріжджі	
	46ED	TegaYeast
pH основного суслу після введення дріжджів	6,94	7,0
pH після бродіння	3,9	4,0
CO ₂ на 3 добу бродіння, г	13,4	12,9
Вміст спирту, % об.	12,05	11,95
Вміст загальних вуглеводів, г/100 см ³	0,45	0,51
Вміст водорозчинних вуглеводів, г/100 см ³	0,34	0,42
Вміст спирторозчинних вуглеводів, г/100 см ³	0,13	0,18

Висновки.

1. Глюкозно-фруктозний сироп та тростинна меляса відносяться до сировини, що збіднена азотом, фосфором і ростовими речовинами, необхідними для життєдіяльності дріжджів. Це збільшує тривалість процесу бродіння та вміст незброджених цукрів в дозрілій бражці. Для покращення технологічних властивостей сировини, в сусло необхідно додавати азотне, фосфорне живлення і кукурудзяний екстракт як ростову речовину.

2. Вміст цукрози в тростинній мелясі становить 30,1 %. За умов її тривалого зберігання спостерігаються значні втрати цукру.

3. Глюкозно-фруктозний сироп має рН 3,68 та кислотність 0,12 град, що негативно впливає на процес зброджування. За умов використання в якості фосфорного живлення традиційних компонентів (ортофосфорна кислота або діамоній фосфат), рН суслу знижується на першу добу бродіння до 2,8, при цьому значно сповільнюється процес зброджування. Необхідно додавати в ГФС речовини, що сприяють буферності розчину і запобігають зниженню рН при бродінні.

4. Вихід спирту з 1 т глюкозно-фруктозного сиропу складає 31,0 дал, з 1 т тростинної меляси складає 24,0 дал на дріжджах 46ED та 22 дал на дріжджах TegaYeast без застосування ростових речовин і вітамінів, необхідних для розмножування дріжджової біомаси. Технологічні властивості суслу з ГФС і тростинної меляси можна поліпшити використанням біологічно активних речовин, що сприяють синтезу дріжджової біомаси та підвищенню вмісту етилового спирту в бражці до нормативних показників.

Бібліографія

1. Маринченко В.О., Домарецький В.А., Шиян П.Л. та ін. Технологія спирту; за редакцією Маринченко В.О. Вінниця: «Поділля-2000», 2003. 496 с.
2. Заїнчковський А.О., Сичевський М.П. Стан та перспективи розвитку підприємств харчової та переробної промисловості України. *Вісник соціально-економічних досліджень*, 2011, №2(42), с.8-16.
3. Грушецький Р.І., Олійнічук С.Т., Данілова К.О. Актуальні напрямки розвитку спиртової галузі в умовах приватизації. *Продовольчі ресурси*, 2020. №4. С.61-67. <https://doi.org/10/31073/foodresources2020-14-07>.
4. Волошаненко Г.П. Новое в технике и технологии производства патоки и глюкозы. Киев: Минпищепром, 1985. 170 с.
5. Guzmán-Maldonado H., Paredes-López O. Amylolytic enzymes and products derived from starch: a review. *Crit. Rev. Food Science Nutrition*. 1995. 35. p. 373–403.
6. Marriott B.P., Fink C.J., Krakower T. Worldwide Consumption of Sweeteners and Recent Trends (Chapter 6). In: J.M. Rippe (Ed.) *Fructose, High Fructose Corn Syrup, Sucrose and Health*. Springer Science, New York. 2014.
7. Нечаев А.П. Технологии пищевых производств. М.: Колос. 2008. 235 с.
8. White J.S. Challenging the fructose hypothesis: new perspectives on fructose consumption and metabolism. *Adv. Nutr.*, 2013. 4: 246–256.
9. White J.S., Hobbs L.J., Fernandez S. Fructose content and composition of commercial HFCS-sweetened carbonated beverages. *Int. J. Obes. (Lond.)*, 2015. 39(1): 176–182.
10. Польшалина Г.В., Чередниченко В.С., Коваль В.Г. Инструкция по технохимическому и микробиологическому контролю спиртового производства; под ред. Рухлядовой А.П. М.: Агропромиздат, 1986. 400 с.
11. Польшалина Г. В. Технологический контроль спиртового и ликеро-водочного производства. М.: Колос, 1999. 336 с.

References

1. Marynchenko V., Domaretskii V., Shyyan P., Shvets V., Tsygankov P., Gholner I. (Marynchenko V. Ed) (2003) *Technologia spyrtyu [Technology of alcohol]*. Vinnytsa. Podillya-2000, 496 s. [in Ukrainian].
2. Zainchkovskiy A., Sychevskiy M. (2011) Stan ta perspektyvy rozvytku pidpryemstv kharchovoyi ta pererobnoyi promyslovosti Ukrainy [State and prospects of food and processing industry enterprises development in Ukraine]. *Visnyk sotsialno-ekonomichnyh doslidhchen [Social and economic research bulletin]*. 2(42). P.8-16. [in Ukrainian].
3. Grushetskyi R., Oliynichuk S., Danilova K. (2020) Aktualni napryamky rozvytku spyrtovoyi galuzi v umovah pryvatyzatsiyi. [Actual directions of alcohol industry development

in the conditions of privatization]. *Prodovolchi resursy* [Food Resources]. 4. P.61-67. doi.org/10/31073/foodresources2020-14-07 [in Ukrainian].

4. Voloshanenko G. (1985) *Novoe v tekhnike i tehnologii proizvodstva patoki i glukozy* [New in engineering and technology of molasses and glucose production]. Kiev: Minpisheprom. 170 p. [in Russian].

5. Guzmán-Maldonado H., Paredes-López O. (1995) Amylolytic enzymes and products derived from starch: a review. *Crit. Rev. Food Science Nutrition*. Vol.35. P. 373–403.

6. Marriott B.P., Fink C.J., Krakower T. (Rippe J.M. Ed.) (2014) *Worldwide Consumption of Sweeteners and Recent Trends* (Chapter 6). Fructose, High Fructose Corn Syrup, Sucrose and Health. Springer Science, New York.

7. Nechaev A. (2008) *Tehnologii pishevyh proizvodstv* [Technology of food production]. Moskva: Kolos. 235 p. [in Russian].

8. White J.S. (2013) Challenging the fructose hypothesis: new perspectives on fructose consumption and metabolism. *Adv. Nutr.*, 4: 246–256.

9. White J.S., Hobbs L.J., Fernandez S. (2015) Fructose content and composition of commercial HFCS-sweetened carbonated beverages. *Int. J. Obes. (Lond.)*, 39(1): 176–182.

10. Polygalina G., Cherednichenko V., Koval V. (Ruhlyadeva A. Ed) (1986) *Instruktsiya po tehnohimicheskomu i mikrobiologicheskomu kontrolyu spirtovogo proizvodstva* [Instruction on technochemical and microbiology control of alcohol industry] Moscow: Agropromizdat. 400 p. [in Russian].

11. Polygalina G. (1999) *Tehnologicheskii kontrol spirtovogo i likero-vodochnogo proizvodstva* [Technological control of alcohol and alcohol beverage production]. M.: Kolos. 336 p. [in Russian].