

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»  
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

*Кваліфікаційна наукова праця  
на правах рукопису*

**ОВСЯННІКОВА ТЕТЯНА ОЛЕКСАНДРІВНА**

УДК 576.8:663.12

**ДИСЕРТАЦІЯ**

**РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ПРЕСОВАНИХ ХЛІБОПЕКАРСЬКИХ  
ДРІЖДЖІВ, ЗБАГАЧЕНИХ ЙОДОМ І СЕЛЕНОМ**

Спеціальність 03.00.20 – біотехнологія (технічні науки)

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук  
Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,  
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело



\_\_\_\_ Т.О. Овсяннікова

Науковий керівник:  
**Кричківська Лідія Василівна,**  
доктор біологічних наук, професор

*Примірник дисертації ідентичний  
за змістом іншим примірникам*

*Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради  
д.т.н. професор*



*Крусір Г.В.*

Одеса – 2019

## АНОТАЦІЯ

*Овсяннікова Т. О.* Розробка технології пресованих хлібопекарських дріжджів, збагачених йодом і селеном – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 03.00.20 «Біотехнологія» (162 – Біотехнологія та біоінженерія).

Робота виконана в Національному Технічному Університеті «Харківський Політехнічний Інститут», Міністерства освіти і науки України, Харків, 2019.

Захист відбудеться на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 41.088.02 в Одеській національній академії харчових технологій, Одеса, 2019.

Дисертацію присвячено науковому обґрунтуванню та розробці технології виробництва пресованих хлібопекарських дріжджів, збагачених йодом і селеном.

Запропоновано і обґрунтовано вибір збагачуючої добавки у вигляді йодиду калію та селеніту натрію для збагачення пресованих хлібопекарських дріжджів. Обґрунтовано можливість одночасного використання йодиду калію та селеніту натрію в технології виробництва дріжджів. Дано оцінку використання у складі комплексної збагачувальної добавки хімічних речовин, які сприяють збільшенню накопичення мікроелементів дріжджовими клітинами. Вперше одержані нові наукові дані щодо впливу молочної кислоти на накопичення хлібопекарськими дріжджами йоду та селену.

Встановлено кількісні показники вмісту компонентів збагачуючої добавки з урахуванням таких факторів: середнім рівнем вживання хлібобулочних виробів в раціоні; рекомендованою середньодобовою нормою

вживання мікроелементів; відсотком закладки дріжджів при випічці хлібобулочних виробів.

Досліджено динаміку змін концентрації мертвих клітин від концентрацій йодиду калію, селеніту натрію та часу йодування. Визначено, що краща збалансованість показників концентрації збагачуючих добавок з часом їх взаємодії з дріжджами спостерігається при внесенні 7,0 мг/дм<sup>3</sup> йодиду калію та 2,5 мг/дм<sup>3</sup> селеніту натрію протягом 1...1,5 годин.

Експериментально доведено, що запропонована нами концентрація збагачуючої добавки та молочної кислоти не вплинула на морфологію дріжджових клітин.

Досліджено органолептичні та фізико-хімічні властивості дріжджів, збагачених йодом і селеном. Встановлена залежність зміни кольору пресованих дріжджів від концентрації введеного селену.

Визначено, що запропонована нами концентрація збагачуючої добавки та молочної кислоти не виявила негативного впливу на піднімальну силу дріжджів, зимазну та мальтазну активність. Встановлено, що стійкість дріжджів підвищилася, кислотність дріжджів повільно збільшувалася на протязі всього терміну дослідження (40 діб), але не перебільшувало значення кислотності, яке зазначене в ДСТУ 4812:2007 на 12-у добу зберігання.

Отримано експериментальні дані щодо гнітючого впливу йодиду калію та молочної кислоти відносно сторонньої мікрофлори дріжджів.

Експериментально доведено, що на протязі всього терміну дослідження (7 діб) суттєвих змін вмісту селену у дріжджовому концентраті не виявлено, однак спостерігається зменшення вмісту йоду на 0,8 %,

Досліджено динаміку змін вмісту йоду та селену при зберіганні хлібопекарських дріжджів у вигляді дріжджового концентрату та пресованих дріжджів.

Запропоновано та обґрунтовано технологію виробництва хлібобулочних виробів з використанням збагачених дріжджів. Досліджені та

оцінені органолептичні і фізико-хімічні показники якості хлібобулочних виробів з використанням хлібопекарських пресованих дріжджів, збагачених йодом і селеном. Доведено, що наявність молочної кислоти підсилює пористість та зменшує вологість хліба.

Експериментально досліджено зміни вмісту йоду та селену при випіканні та зберіганні хлібобулочних виробів.

Досліджено вплив йоду, селену і молочної кислоти у складі пресованих хлібопекарських дріжджів на властивості м'якушки хліба при зберіганні та на ураження хлібобулочних виробів картопляною хворобою.

На підставі отриманих результатів досліджень розроблена технологія одержання дріжджів, збагачених йодом і селеном для харчової промисловості. Розроблено нормативну документацію на дріжджі пресовані хлібопекарські, збагачені йодом і селеном; технологію апробовано на ТОВ «Хлібозавод «Салтівський»», м. Харків. Отримано акт про впровадження.

Висновки медико-біологічної оцінки збагачених хлібобулочних виробів, проведеної на лабораторних щурах в лабораторії відділу лабораторної діагностики та імунології з клініко-діагностичною лабораторією ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка НАМН України» (м. Харків) дозволяють рекомендувати використовувати збагачені пресовані дріжджі як рецептурний компонент в хлібобулочних виробках для корекції порушень метаболічних процесів, пов'язаних з дефіцитом йоду та селену.

**Ключові слова:** дріжджі, *Saccharomyces cerevisiae*, йодид калію, селеніт натрію, молочна кислота.

## SUMMARY

*Ovsyannikova T. A.* Development of the technology of pressed bakery yeast enriched with iodine and selenium – Qualification scientific work on the manuscript.

The dissertation on competition of a scientific degree of candidate of technical Sciences (PhD) in the specialty 03.00.20 – Biotechnology (162 Biotechnology and bioengineering).

The work was performed at the National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", The Ministry of Education and Science of Ukraine, Kharkiv, 2019.

The defence will take place at the meeting of the dissertation Council D 41.088.02 in the Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa, 2019.

The thesis is devoted to the scientific substantiation and development of technology for production of pressed bakery yeast enriched with iodine and selenium.

Proposed and justified the choice sagacious supplements in the form of potassium iodide and sodium selenite for the enrichment of pressed bakery yeast. The estimation of the use in the composition of complex additives and processing chemicals that help to increase the absorption of trace elements yeast cells with the yeast milk at the production stage of the commodity yeast. For the first time new scientific evidence on the influence of lactic acid on the absorption of yeast cells iodine and selenium. It justifies the lack of chemical reaction between potassium iodide and sodium selenite in model solutions.

Quantitative indicators of components sagacious Supplement, take into account the following factors: technological losses of micronutrients during the filtration of yeast; heat treatment test; percentage of bookmarks of yeast in bakery products; recommended daily norm of consumption of micronutrients; the frequency of eating baked goods in the diet.

It is experimentally proved that proposed for the enrichment of the concentration sagacious supplements and lactic acid did not affect the morphology and physiology of yeast cells.

Studied organoleptic and physico-chemical properties of yeast enriched with iodine and selenium. The dependence of the color change of compressed yeast on the concentration of introduced selenium. Determined that the proposed concentration sagacious supplements and lactic acid found no adverse effect on the lifting power of bakery yeast and maltezo activity, simazine activity and stability of yeast has improved.

The obtained experimental data concerning inhibitory effects of iodide of potassium and lactic acid in relation to extraneous microflora.

Proposed and justified the technology of production of bakery products with use of enriched yeast. We investigated and evaluated the organoleptic and physico-chemical indicators of quality of bakery products with use of pressed bakery yeast enriched with iodine and selenium, it is proved that the presence of lactic acid increases the porosity and moisture content of bread.

Experimentally investigated the safety sagacious additives for baking and storage of baked goods.

The effect of iodine, selenium and lactic acid in the composition of pressed bakery yeast on the properties of bread crumb during storage and to the defeat of bakery products potato disease.

On the basis of the results of research developed the technology for obtaining yeast enriched with iodine and selenium for the food industry. Developed regulatory documentation on the yeast cake baking, enriched with iodine and selenium. The production technology of bakery products with use of enriched yeast is tested on OOO "Bakery "Saltovsky"", Kharkiv. Certificate received for the implementation.

The findings of the medico-biological assessment of the impact of fortified foods bakery products on blood biochemical parameters in laboratory rats, conducted at the Department of laboratory diagnostics and immunology with clinical diagnostic laboratory, SE «Institute of spine and joints them. Professor M.I. Sitenko NAMS of Ukraine» (Kharkiv) allow to recommend the use of

enriched Baker's yeast as a prescription component in baked goods, for the correction of disorders of the metabolic processes associated with deficiency of iodine and selenium.

***Key words:*** yeast, *Saccharomyces cerevisiae*, potassium iodide, sodium selenite, lactic acid.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### Стаття у наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних науко метричних баз даних:

1. **Овсянникова Т.А.**, Кричковская Л.В. Влияние молочной кислоты на качество хлебобулочных изделий и потери микроэлементов при выпекании и хранении. Харчова наука і технологія. Одеса, 2016. №10(2). С. 37-41. *Особистий внесок здобувача – експеримент, аналіз результатів дослідження, підготовка до друку.*

### Статті у наукових фахових виданнях України:

2. **Овсяннікова Т.О.**, Кричковська Л.В. Вивчення впливу молочної кислоти на процес йодування дріжджів. Науковий вісник Національного Університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького. Технічні науки, серія «Харчові технології». Львів, 2014. Вип. 2 (59). Т. 16 (ч. 4). С. 137-142. *Особистий внесок здобувача – експеримент, обговорення результатів, підготовка до друку.*

3. Синкевич И.В., **Лагутина Т.А.** Изучение влияния различных химических соединений на процесс йодирования дрожжей. Вестник НТУ «ХПИ». Харьков, 2004. №15. С. 89-94. *Особистий внесок здобувача – експеримент та аналіз результатів.*

4. **Овсянникова Т.А.**, Кричковская Л.В. Исследование влияния молочной кислоты на качество хлебопекарных дрожжей, обогащенных микроэлементами. Харчова наука і технологія. Одеса, 2015. №1(30). С. 137-142. *Особистий внесок здобувача – експеримент, аналіз результатів дослідження, підготовка до друку.*



### **Стаття у наукових періодичних виданнях інших держав:**

5. **Овсянникова Т.А.**, Кричковская Л.В., Дубоносов В.Л. Обогащение дрожжей микроэлементами. Пищевая промышленность: наука и технологии. Минск, 2014. №2(24). С. 56-59. *Особистий внесок здобувача – експеримент та обговорення результатів.*

### **Стаття в інших наукових виданнях:**

6. **Овсяннікова Т.О.**, Кричківська Л.В., Дубоносов В.Л. Вплив молочної кислоти на морфологічні, культуральні та фізико-хімічні властивості хлібопекарських дріжджів, збагачених мікроелементами. Вісник НТУ «ХП». Харків, 2015. №50. С. 79-84. *Особистий внесок здобувача – експеримент та обговорення результатів.*

### **Тези доповідей:**

7. **Лагутіна Т.О.**, Сінкевич І.В., Петров І.В. Вплив фізіологічно-активних речовин на якість дріжджової біомаси. Тези доповідей учасників 1 Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих учених «Біотехнологія. Освіта. Наука». Київ, 2003. С. 54-55. *Особистий внесок здобувача – проведення досліджень, обробка, обґрунтування та узагальнення отриманих результатів, підготовка матеріалів до друку.*

8. Клещев Н.Ф., **Лагутина Т.А.**, Клещев Н.Ф., Синкевич И.В., Петров И.В. Электрохимический контроль содержания йода в йодированных дрожжах. Тезисы докладов участников 2 Московского международного Конгресса «Биотехнология: состояние и перспективы развития». Москва, 2003. Т. 2. С. 114. *Особистий внесок здобувача – експеримент та аналіз результатів дослідження.*

9. **Лагутіна Т.О.**, Петров І.В. Визначення впливу фізіологічно-активних речовин на ферментативну активність дріжджової біомаси. Тези

доповідей учасників 2 Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих учених «Біотехнологія. Освіта. Наука». Львів, 2004. С. 135. *Особистий внесок здобувача – планування дослідження, експеримент та аналіз результатів дослідження.*

10. **Овсянникова Т.А.**, Кричковская Л.В., Дубоносов В.Л. Влияние микроэлементов на морфологические и ростовые свойства дрожжей. Сборник материалов I Международной научно-практической конференции «Химия, био- и нанотехнологии, экология и экономика в пищевой и косметической промышленности». Щёлкино, 2013. С. 56-59. *Особистий внесок здобувача – експеримент та обговорення результатів.*

11. Кричковская Л.В., **Овсянникова Т.А.** Нормирование микроэлементов в биотехнологии дрожжей Биогеохимия и биохимия микроэлементов в условиях техногенеза биосферы. Материалы VIII Международной Биогеохимической Школы, посвященной 150-летию со дня рождения академика В.И. Вернадского. Гродно, 2013. С. 492-494. *Особистий внесок здобувача – експеримент, обговорення результатів, підготовка до друку.*

12. **Овсянникова Т.А.** Применение молочной кислоты в технологии производства хлебопекарных дрожжей, обогащенных микроэлементами. Сборник материалов II Международной научно-практической конференции «Химия, био- и нанотехнологии, экология и экономика в пищевой и косметической промышленности». Харьков, 2014. С. 248-249. *Особистий внесок здобувача – планування дослідження, аналіз результатів, висновки за результатами експерименту, підготовка до друку.*

13 Кричковська Л.В., **Овсяннікова Т.О.** Вплив комплексного використання йоду і селену на морфологію і фізико-хімічні властивості хлібопекарських дріжджів. XXII Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта,

здоров'я» (ч. II). Харків, 2014. С. 318. *Особистий внесок здобувача – експеримент, обговорення результатів, підготовка до друку.*

14. Кричковська Л.В, **Овсяннікова Т.О.** Обґрунтування переваг застосування молочної кислоти в харчових виробництвах. XXIII Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я» (ч. II). Харків, 2015. С. 249. *Особистий внесок здобувача – експеримент, аналіз результатів дослідження, підготовка до друку.*

15. **Овсяннікова Т.А.**, Кулиничев Ю.Н. Потери мікроелементов при термической обработке и хранении хлебобулочных изделий, изготовленных с использованием дрожжей с молочной кислотой. Сборник материалов III Международной научно-практической конференции «Химия, био- и нанотехнологии, экология и экономика в пищевой и косметической промышленности». Харьков, 2015. С. 24. *Особистий внесок здобувача – планування дослідження експеримент, аналіз результатів дослідження.*

16. Кричковська Л.В., **Овсяннікова Т.О.** Вплив молочної кислоти у складі дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* на мікроорганізми, що викликають картопляну хворобу хліба. XXIV Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я» (ч. II). Харків, 2016. С. 264. *Особистий внесок здобувача – експеримент, обговорення результатів, підготовка до друку.*

17. **Овсяннікова Т.О.** Активация дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* молочною кислотою у хлібопекарному виробництві. Сборник материалов IV Международной научно-практической конференции «Химия, био- и нанотехнологии, экология и экономика в пищевой и косметической промышленности». Харьков, 2016. С. 187-188. *Особистий внесок здобувача – планування дослідження, аналіз результатів, висновки за результатами експерименту, підготовка до друку.*

**Патент:**

18. Клещев М.Ф., Кравчук М.О. Пинзар В.К., Сінкевич І.В., **Лагугіна Т.О.** Пат. на винахід UA 75386C2, МПК (2006) C12N 1/18, C12N 1/16. Спосіб виробництва дріжджів. №2003087965; заявл. 26.08.2003; опубл. 17.04.2006, Бюл. №4. *Особистий внесок здобувача – запропоновано спосіб виробництва пресованих хлібопекарських дріжджів, збагачених йодом і селеном.*

## ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	2
РОЗДІЛ 1 ПЕРСПЕКТИВИ РОЗРОБКИ ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБОПЕКАРСЬКИХ ДРІЖДЖІВ, ЗБАГАЧЕНИХ ЙОДОМ І СЕЛЕНОМ.....	10
1.1 Основи концепції збалансованого харчування.....	10
1.2 Класифікація дріжджів.....	12
1.2.1 Дріжджі хлібопекарські, як рецептурний компонент тіста .....	15
1.2.2 Виробничі раси хлібопекарських дріжджів і їх ознаки.....	16
1.3 Огляд ринку України.....	19
1.4 Есенціальна роль мікроелементів у формуванні гомеостазу організму людини.....	22
1.5 Сучасний стан і перспективи створення пресованих хлібопекарських дріжджів, збагачених йодом і селеном.....	30
1.5.1 Методи корекції йододефіцитних станів.....	30
1.5.2 Методи корекції селенодефіцитних станів.....	32
Висновки до розділу 1.....	35
РОЗДІЛ 2 ПРОГРАМА, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	36
2.1 Програма та організація досліджень.....	36
2.1.1 Обґрунтування параметрів технологічного процесу виробництва пресованих ХПД, збагачених йодом і селеном.....	40
2.2 Об'єкти та методи досліджень.....	41
2.2.1 Методи дослідження якості пресованих хлібопекарських дріжджів	41
2.2.2 Методи дослідження мікробіологічних показників.....	45
2.2.3 Методи визначення вмісту мікроелементів у готовому продукті.....	47
2.2.4 Методи дослідження якості хлібобулочних виробів.....	52
2.3 Оцінка біобезпеки компонентів КЗД.....	53

2.4 Медико-біологічна оцінка хлібобулочних виробів, виготовлених з використанням пресованих дріжджів, збагачених йодом і селеном.....	53
2.5 Встановлення економічної доцільності виробництва збагачених хлібопекарських дріжджів.....	54
2.6 Математична обробка результатів експерименту.....	55
Висновки до розділу 2.....	56
РОЗДІЛ 3 Теоретичні основи та експериментальне обґрунтування технології збагачення хлібопекарських дріжджів йодом і селеном.....	57
3.1 Обґрунтування вибору раси хлібопекарських дріжджів для отримання пресованих ХПД з високими якісними показниками.....	57
3.2 Обґрунтування вибору компонентів комплексної збагачувальної добавки та способу збагачення.....	58
3.3 Оцінка біобезпеки йодиду калію та селеніту натрію.....	62
3.4 Обґрунтування можливості одночасного використання йодиду калію та селеніту натрію в технології виробництва дріжджів.....	64
3.5 Теоретичне обґрунтування вибору способу запобігання мікробного псування в технології збагачення ХПД.....	65
3.5.1 Загальна характеристика органічних кислот.....	68
3.6 Дослідження впливу хімічних сполук на накопичення мікроелементів дріжджами .....	70
3.6.1 Дослідження впливу пероксиду водню і молочної кислоти на накопичення йоду клітинами дріжджів.....	70
3.6.2 Дослідження впливу молочної кислоти на ступінь накопичення дріжджовими клітинами селену.....	75
3.6.3 Дослідження впливу активуючих речовин на накопичення мікроелементів хлібопекарськими дріжджами.....	76
Висновки до розділу 3.....	78
РОЗДІЛ 4 Характеристика споживчих властивостей пресованих	80

хлібопекарських дріжджів, збагачених йодом і селеном, і зміни їх у процесі зберігання.....	
4.1 Дослідження мікробіологічних показників.....	80
4.1.1 Дослідження впливу тривалості часу експозиції йодиду калію та селеніту натрію з дріжджами на кількість загиблих клітин у дріжджах....	80
4.1.2 Математична обробка результатів впливу факторів на вміст мікроелементів у дріжджах.....	83
4.1.3 Вивчення впливу комплексної збагачуючої добавки на морфологію дріжджових клітин у товарних дріжджах.....	86
4.1.4 Дослідження впливу КЗД на життєздатність дріжджових клітин на протязі всього терміну зберігання.....	86
4.1.5 Дослідження впливу КЗД на сторонню мікрофлору в хлібопекарських дріжджах.....	88
4.2 Вивчення органолептичних показників збагачених ХПД.....	89
4.3 Оцінка показників якості ХПД.....	91
4.3.1 Вивчення стійкості дріжджів.....	91
4.3.2 Вивчення впливу КЗД на кислотність, піднімальну силу, зимазну і мальтазну активність хлібопекарських дріжджів.....	94
4.4 Визначення зміни вмісту мікроелементів в дріжджах в процесі зберігання.....	96
4.5 Технологія виробництва пресованих хлібопекарських дріжджів, збагачених йодом і селеном.....	98
4.6 Розрахунок ціни 1т дріжджів, збагачених мікроелементами .....	101
Висновки до розділу 4.....	103
РОЗДІЛ 5 Оцінка хлібобулочних виробів, виготовлених з використанням збагачених пресованих ХПД.....	105
5.1 Технологія виробництва хлібобулочних виробів з використанням пресованих збагачених хлібопекарських дріжджів, .....	105

5.2 Оцінка якості хлібобулочних виробів з використанням хлібопекарських пресованих дріжджів, збагачених КЗД.....	106
5.3 Дослідження динаміки змін концентрації збагачуючої добавки при випіканні і зберіганні хлібобулочних виробів.....	108
5.4 Дослідження впливу збагачуючої добавки на властивості м'якушки при зберіганні та на поразення хлібобулочних виробів картопляною хворобою.....	111
Висновки за розділом 5.....	114
ВИСНОВКИ.....	116
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	119
ДОДАТКИ.....	142
Додаток А. Проект технічних умов на дріжджі хлібопекарські пресовані, збагачені йодом і селеном.....	143
Додаток А.1 Харчова та енергетична цінність дріжджів, збагачених йодом і селеном.....	154
Додаток А.2 Нормативні документи.....	155
Додаток Б. Проект технологічної інструкції на дріжджі хлібопекарські пресовані, збагачених йодом і селеном.....	157
Додаток В. Довідка про впровадження результатів дисертаційної роботи в навчальний процес кафедри органічного синтезу і нанотехнологій НТУ «ХП».....	161
Додаток Д. Акт промислової апробації пресованих хлібопекарських дріжджів, збагачених йодом і селеном .....	162
Додаток Ж. Патент на винахід.....	163
Додаток З. Медико-біологічні дослідження хлібобулочних виробів, виготовлених з використанням пресованих хлібопекарських дріжджів, збагачених йодом і селеном.....	165
Додаток К. Список праць здобувача.....	171



## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

<b>ХПД</b>	–	хлібопекарські дріжджі
<b>I</b>	–	мікроелемент йод
<b>ЙД</b>	–	йододефіцит
<b>ЩЗ</b>	–	щитовидна залоза
<b>ЙДЗ</b>	–	йододефіцитні захворювання
<b>Se</b>	–	мікроелемент селен
<b>КЗД</b>	–	комплексна збагачувальна добавка
<b>МО</b>	–	міжнародні одиниці
<b>ВООЗ</b>	–	Всесвітня Організація Охорони Здоров'я
<b>РФА</b>	–	рентгенофлуоресцентний аналіз
<b>Мін</b>	–	малий інокулятор
<b>Він</b>	–	великий інокулятор
<b>ЧК</b>	–	чиста культура
<b>ПЧК</b>	–	природно-чиста культура
<b>БАД</b>	–	біологічно активна добавка

## ВСТУП

Роль харчування є визначальною в забезпеченні нормальної життєдіяльності організму людини при будь-якому рівні розвитку суспільства. Одним з основних факторів, що визивають погіршення здоров'я є порушення принципів раціонального та збалансованого харчування. Асортимент харчових продуктів на українському ринку достатньо великий, але самий найкращий набір традиційних продуктів не може забезпечити вимоги організму сучасної людини у вітамінах і мікроелементах, що призводить до виникнення низки аліментарних захворювань.

Збагачення харчових продуктів – один з найбільш ефективних механізмів корекції харчування населення, який широко використовується в багатьох економічно розвинених країнах. У зв'язку з цим виникає необхідність створення продуктів, які дозволяють здійснити профілактику і корекцію аліментарних захворювань і патологічних станів. Цю проблему можуть вирішувати продукти оздоровчої дії. Тобто продукти при систематичному споживанні яких знижується ризик розвитку захворювань, які пов'язані з харчуванням, і які поліпшують здоров'я за рахунок наявності в складі продуктів фізіологічно функціональних інгредієнтів, до яких відносять харчові волокна, вітаміни, мінеральні речовини й ін.

**Актуальність роботи.** Як показує світовий і вітчизняний досвід, найбільш ефективним і економічно доступним методом покращення забезпеченості населення мікронутрієнтами є збагачення продуктів харчування масового споживання, які є найбільш розповсюдженими і вживаються всіма групами дорослого і дитячого населення. До таких продуктів, перш за все, відносять хлібобулочні вироби.

Наукові основи виробництва хлібопекарської продукції, збагаченої мікронутрієнтами, розглянуті в працях учених: Р.Д. Поландової,

Т.Б. Циганової, Л.М. Шатнюк, Г.Г. Дубцова, Р.І. Лігновського, Б.Д. Гарбузової, Н.Л. Наумової та ін.

Разом із цим розвиток науки сприяє появі нових даних про механізм впливу окремих мінеральних речовин на стан організму людини й, зокрема, встановлена важлива роль йоду і селену.

Ці мікроелементи привертають особливу увагу, тому що у теперішній час вони визнані вкрай необхідними для нормального функціонування організму людини, враховуючи їх захисну та адаптаційну функцію.

Йод і селен тісно пов'язані між собою в метаболічних процесах організму. Дія йоду пов'язана з біосинтезом гормонів щитовидної залози трийодтіронину та тироксину, селен також бере участь у метаболізмі тиреоїдних гормонів, оскільки є компонентом дейодиназ – сімейства селеноензимів. Тому для профілактики захворювань, пов'язаних з порушенням мікроелементного гомеостазу, перспективним є одночасне використання цих мікроелементів.

Незважаючи на те, що існує багато досліджень окремого впливу йоду і селену на клітини хлібопекарських дріжджів, дотепер теоретичні та практичні аспекти збагачення дріжджів цими мікроелементами при одночасному використанні залишаються до кінця недослідженими.

Також одним з перспективних напрямків є дослідження використання в технології виробництва хлібопекарських дріжджів речовин, які здатні підсилювати накопичення мікроелементів дріжджовими клітинами з метою раціонального використання збагачуючої добавки, покращення якісних характеристик готової продукції, а також розширення асортименту хлібобулочних виробів. З обліком викладеного є актуальним дослідження шляхів і методів збагачення хлібопекарських дріжджів йодом і селеном з метою створення групи хлібобулочних виробів для оздоровчого харчування.

Враховуючи вищезазначене, науковий і практичний інтерес представляють розроблення рецептур і удосконалення технології пресованих

хлібопекарських дріжджів, збагачених йодом і селеном, з підвищеним вмістом мікроелементів.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дослідження проводились згідно з держбюджетною темою М4821 «Новітні біотехнології солоду і пива» кафедри технології жирів та продуктів бродіння Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» (0110U001243). Тема дисертаційної роботи входить також до науково-дослідної тематики кафедри біотехнології продуктів бродіння і виноробства Національного університету харчових технологій «Розроблення теоретичних основ ресурсо-енергозберігаючих та безвідходних технологій харчового та технічного спирту, солоду, пива, вина, безалкогольних напоїв, концентратів та екстрактів оздоровчої дії» (№ 0113U007689).

**Мета і завдання досліджень.** Метою дисертаційної роботи є обґрунтування і розробка технології виробництва пресованих хлібопекарських дріжджів (ХПД), збагачених йодом і селеном.

Для досягнення поставленої мети було визначено основні завдання дослідження:

1. На основі аналізу літературних, патентних джерел та інтернет-огляду теоретично обґрунтувати доцільність використання сполук йоду та селену, а також органічних кислот у технології пресованих хлібопекарських дріжджів.

2. Провести порівняння фізико-хімічних показників сполук йоду та селену та здійснити їх вибір для складання компонентів комплексної збагачуючої добавки (КЗД).

3. Провести порівняння органолептичних та фізико-хімічних показників органічних кислот та здійснити їх вибір для використання в якості речовини, яка здатна підвищити накопичення мікроелементів хлібопекарськими дріжджами.

4. Встановити оптимальні концентрації органічної кислоти для підвищення вмісту йоду та селену в дріжджах, що дозволить частково

забезпечити добову потребу організму в цих мікроелементах, а також збільшити термін зберігання ХПД.

5. Дослідити показники якості збагачених ХПД, зміни концентрації мікроелементів при зберіганні, визначити вплив на сторонні мікроорганізми.

6. Розробити технологічну схему виробництва хлібопекарських пресованих дріжджів, збагачених йодом і селеном.

7. Вивчити показники якості хлібобулочних виробів, виготовлених з використання збагачених пресованих хлібопекарських дріжджів у якості рецептурного компонента, дослідити зміни вмісту мікроелементів при випічці і при зберіганні готового продукту, провести медико-біологічну оцінку збагачених хлібобулочних виробів.

8. Провести промислову апробацію виробництва збагачених ХПД, розробити нормативну документацію та розрахувати собівартість виробництва та ціну 1 т пресованих хлібопекарських дріжджів.

**Об'єкт дослідження:** технологія пресованих хлібопекарських дріжджів.

**Предмет дослідження:** пресовані хлібопекарські дріжджі *Saccharomyces cerevisiae*, дріжджове молоко, кінетичні закономірності процесу накопичення йоду і селену дріжджовими клітинами, хлібобулочні вироби.

**Методи дослідження.** У роботі використано: загальноприйняті і спеціальні хімічні, біохімічні, мікробіологічні, аналітичні, математичні з використанням сучасних пристроїв і комп'ютерних технологій з використанням програмних пакетів MathCad, Microsoft Excel і Statistica.

**Наукова новизна одержаних результатів:**

- на основі теоретичних і експериментальних досліджень встановлена доцільність і показана можливість отримання пресованих хлібопекарських дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*, збагачених йодом і селеном;

- вперше науково обґрунтована і експериментально підтверджена можливість використання органічних кислот для підвищення вмісту мікроелементів в технології виробництва пресованих хлібопекарських дріжджів, збагачених йодом і селеном;

- обґрунтовано спільне використання препаратів мікроелементів із оптимальним співвідношенням йоду і селену, які відносяться до незамінних речовин, і органічних кислот, що підсилюють накопичення мікроелементів дріжджами та завдяки консервуючим властивостям подовжують термін зберігання й забезпечують мікробіологічну безпеку готового продукту;

- визначено вплив концентраційних співвідношень компонентів КЗД на органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники дріжджів;

- отримано дані про вплив збагачених ХПД на показники якості хлібобулочних виробів;

- встановлено позитивний вплив розроблених збагачених пресованих хлібопекарських дріжджів у складі хлібобулочних виробів на обмінні процеси за показниками медико-біологічних досліджень.

Новизну технічних рішень підтверджено патентом України на винахід (Пат. UA 75386C2 МПК C12N 1/18, C12N 1/16 «Спосіб виробництва дріжджів», заявл. 26.08.2003, опубл. 17.04.2006).

**Практичне значення одержаних результатів.** В результаті проведення комплексних аналітичних і експериментальних досліджень розроблена технологія одержання дріжджів, збагачених йодом і селеном.

Для практичної реалізації технології хлібопекарських пресованих дріжджів, збагачених йодом і селеном розроблені проект технічних умов і технологічна інструкція «Дріжджі пресовані хлібопекарські, збагачені йодом і селеном». Розроблена технологія апробована на ТОВ «Хлібозавод «Салтівський»», м. Харків. Отримано акт впровадження.

Висновки проведення медико-біологічної оцінки збагачених хлібобулочних виробів на лабораторних щурах в лабораторії морфології

сполучної тканини та в відділі лабораторної діагностики та імунології з клініко-діагностичною лабораторією ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка НАМН України», м. Харків, дозволяють рекомендувати використовувати пресовані хлібопекарські дріжджі, збагачені йодом і селеном, як рецептурний компонент у хлібобулочних виробках для корекції порушень метаболічних процесів, пов'язаних з дефіцитом цих мікроелементів.

Результати дисертаційної роботи використано в навчальному процесі кафедри органічного синтезу і нанотехнологій НТУ «ХП», м. Харків, під час викладання дисциплін «Технологія галузі» і «Технологія харчових виробництв», в курсовому та дипломному проектуванні, а також науково-дослідній роботі студентів зі спеціалізації 161.10 – «Хімічні технології харчових добавок та косметичних засобів».

**Особистий внесок здобувача.** Дисертація є самостійною роботою автора. Експериментальна робота виконана особисто здобувачем, забезпечено методичне оформлення роботи, виконано аналітичну та експериментальну роботу, проведено аналіз і узагальнення отриманих результатів, сформульовано висновки і рекомендації, підготовлено матеріали досліджень до публікацій у вигляді статей і тез, розроблено нормативну документацію, проведено промислову апробацію розробленої технології, проведено медико-біологічну оцінку розробленого продукту. Автор безпосередньо приймав участь в обговоренні запропонованих напрямів, виступав на конференціях і семінарах. Разом з науковим керівником проф. Кричківською Л.В. виконано постановку мети і завдань дослідження. Окремі фрагменти експериментальних досліджень виконано спільно із співробітниками лабораторій: рентгенофлюорографічні дослідження – ст. наук. співробітником Дубоносовим В.Л. у дослідницької лабораторії НТІ ТТР м. Харкова; оцінка якості пресованих хлібопекарських дріжджів – у виробничих лабораторіях АТЗТ «Харківський дріжджовий завод» спільно з

начальником лабораторії з контролю виробництва Пинзар В.К.; вміст мікроелементів та показники якості хлібобулочних виробів – у лабораторії з контролю виробництва спільно з головним технологом ТОВ «Хлібозавод «Салтівський» Євсіковою І.В. та начальником лабораторії з контролю виробництва Кударенко Н.В.

Медико-біологічні дослідження збагачених хлібобулочних виробів – у лабораторії ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка НАМН України» спільно з завідувачем відділом лабораторної діагностики та імунології з клініко-діагностичною лабораторією, к. біол. н. Леонтєвою Ф.С.

Особистий внесок здобувача підтверджується наданими документами і науковими публікаціями.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення і результати роботи доповідалися на таких наукових конференціях, зокрема: 1-й Всеукраїнській науково-практичній конференції студентів, аспірантів і молодих учених «Біотехнологія. Освіта. Наука», (м. Київ, 2003 р.), 2-му Міжнародному Конгресі «Біотехнологія: стан і перспективи розвитку» (м. Москва, 2003 р.), 2-й Всеукраїнській науково-практичній конференції «Біотехнологія. Освіта. Наука.» (м. Львів, 2004 р.), 1-й Міжнародній науково-практичній конференції «Химия, био- и нанотехнологии, экология и экономика в пищевой и косметической промышленности» (м. Щьолкіно, 2013 р.), VIII-й Міжнародній Біогеохімічній Школі, присвяченій 150-річчю з дня народження академіка В.І. Вернадського (м. Гродно, 2013 р.), 2-й, 3-й, 4-й Міжнародній науково-практичній конференції «Химия, био- и нанотехнология, экология и экономика в пищевой и косметической промышленности», (м. Харків, 2014, 2015, 2016 рр.), на XXII, XXIII, XXIV Міжнародній науково-практичній конференції «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я» (м. Харків, 2014, 2015, 2016 рр.).

**Публікації.** Результати дисертації опубліковано в 18 друкованих роботах, з них 5 статей в фахових виданнях, у тому числі: 1 з яких – у



виданні України, що включене до міжнародних наукометричних баз, 1 стаття у зарубіжному періодичному науковому фаховому виданні, тези 12 доповідей в матеріалах наукових та науково-практичних конференцій, 1 патент України на винахід.

**Структура дисертації.** Дисертація складається з анотації та списку публікацій здобувача на двох мовах, вступу, п'яти основних розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Повний обсяг дисертації складає 191 сторінки, включаючи 15 рисунків (на 8 стор.), 22 таблиці (на 10 стор.), 6 додатків (на 31 стор.). Список використаних джерел інформації містить 233 найменувань (на 23 стор.).

# РОЗДІЛ 1

## ПЕРСПЕКТИВИ РОЗРОБКИ ТЕХНОЛОГІЇ

### ХЛІБОПЕКАРСЬКИХ ДРІЖДЖІВ, ЗБАГАЧЕНИХ ЙОДОМ І СЕЛЕНОМ

Роль харчування є визначною в забезпеченні нормальної життєдіяльності організму людини при будь-якому рівні розвитку суспільства. Одним з основних факторів, що визивають ріст захворюваності та скорочення життя, є порушення принципів раціонального та збалансованого харчування.

#### **1.1 Основи концепції збалансованого харчування**

В останні роки склалася певна тенденція в зміні структури споживання основних продуктів харчування. Протягом 2007-2009 років у раціонах переважної кількості українців спостерігалось зменшення частки продуктів тваринного походження (м'ясо, риба, молоко), тоді як частка овочів, фруктів, рослинних жирів – збільшилася. Внаслідок цього раціон пересічного українця збіднів на біологічно повноцінні продукти тваринного походження, але дещо збагатився різними мікронутрієнтами, які містяться у продуктах рослинного походження. Проте, зазначена структура споживання не є чимось сталим. У теперішній час в Україні найбільше відставання фактичного споживання від раціонального спостерігалось щодо фруктів, ягід, горіхів і винограду, яке щороку становило – 51...52 %, молока і молочних продуктів – 29...37 %, овочів і баштанних – 25...35 %, м'яса й м'ясопродуктів – 24...28 %. Водночас в деяких продовольчих групах (олія та інші рослинні жири, хліб і хлібні продукти, цукор) фактичне споживання перевищило раціональну норму. З одного боку, це свідчить про незбалансованість харчування населення, яке намагається забезпечити власні енергетичні

потреби за рахунок економічно доступної їжі (переважно хлібопродуктів), а з іншого – про зниження норм споживання на деякі продукти або про зміни у харчових уподобаннях сучасних українців [1, 4-6].

Порушення в структурі харчування, наведені вище, негативно позначаються на здоров'ї населення, а це тягне за собою необхідність витрат на охорону здоров'я. За даними досліджень Європейського регіонального бюро Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) [2], на лікування хвороб, пов'язаних з нераціональним харчуванням, виділяється близько 30 % бюджетних асигнувань. Таким чином, заходи до раціоналізації харчування важливі не тільки щодо запобігання аліментарним і аліментарнообумовленим захворюванням населення, а також загальнонаціональної економічної та соціальної точки зору.

Аналіз структури харчування, а також дослідження [3-6] раціонів різних груп населення свідчать, що найбільші порушення в харчовому статусі – це дефіцит макро- та мікроелементів (заліза, кальцію, фтору, йоду, селену), вітамінів (особливо антиоксидантного ряду), харчових волокон, повноцінних тваринних білків, а також нераціональне їх співвідношення [7]. Отже, у зв'язку з розбалансованим, полідефіцитним харчуванням у різних груп населення спостерігається полімікронутрієнтна недостатність, або так званий, прихований голод [8].

Тому, для збагачення продуктів харчування треба використовувати саме ті мікронутрієнти, які широко поширені і безпечні для здоров'я [9-11].

Метаболічні можливості організму людини, які визначені її генетичним кодом, обмежені. При цьому незбалансоване, неякісне харчування поступово призводить до розладів у роботі різних систем організму, виснажує його ендокринно-метаболічний апарат, що проявляється у виникненні та розвитку численних хвороб, таких як атеросклероз, ожиріння, гіпертонічна хвороба, деякі форми гіпотиреозу, безпліддя у чоловіків, повільний ріст дітей, кардіоміопатія (хвороба Кешана) і остеоартропатія (хвороба Кашина-Бека),

високий ризик захворювання багатьма формами рака, серед яких у першу чергу – рак простати, шлунку, легенів [12-14].

Науковою основою концепції збалансованого харчування є теорія збалансованості харчових раціонів щодо основних компонентів для людей різного віку, рівнів розумового і фізичного навантаження [15-17]. У забезпеченні раціонального харчування важлива роль надається створення нових, збалансованих за складом продуктів, збагачених функціональними інгредієнтами [18-30].

Безсумнівною є роль дієтотерапії в профілактиці і корекції порушень функцій організму. Доведено, що збалансована дієта позитивно впливає на симптомокомплекс захворювань і імунну систему [31-40].

## **1.2 Класифікація дріжджів**

Дріжджі, імовірно, одні з найбільш прадавніх «домашніх організмів». Тисячі років люди використовували їх для ферментацій і випічки. Археологи знайшли серед руїн древніх міст жорнова і пекарні, а також зображення пекарів і броварників. Вважається, що пиво єгиптяни почали варити за 6000 років до н.е., а до 1200 року н.е. опанували технологію випічки дріжджового хліба поряд з випічкою прісного. Щоб почати зброджувати новий субстрат люди використовували залишки старого. У результаті в різних господарствах сторіччями відбувалася селекція дріжджів і сформувалися нові фізіологічні раси, що не зустрічаються в природі, багато з яких навіть споконвічно були описані як окремі види [41]:

Дріжджі – позатаксономічна група одноклітинних грибів, які втратили міцеліальну будову у зв'язку з переходом до проживання в рідких і напіврідких, багатих органічними речовинами субстратах. Поєднує близько 1500 видів, які відносяться до класів аскоміцетів і базидіоміцетів.

До класу сумчастих грибів *Ascomycetes* до підкласу найпростіших сумчастих *Protoascales* відносять дріжджі, що утворюють при статевому розмноженні сумки (аски) з ендогенними спорами. До них належать представники родів дріжджів, які використовують у бродильних виробництвах – *Saccharomyces* і *Shizosaccharomyces*.

В основу класифікації дріжджів покладені спосіб розмноження й деякі фізіологічні ознаки.

Головною систематичною ознакою є здатність до утворювання спор. За цією ознакою дріжджі діляться на дві групи: спорогенні – дріжджі, що здатні утворювати спори, і аспорогенні – не здатні утворювати спори, тобто, що не мають статевого розмноження.

На думку деяких дослідників, другу групу дріжджів слід віднести до класу недосконалих грибів *Fungy imperfecti*, хоча втрата здатності до статевого розмноження вторинна, і вони можуть також віднесені до сумчастих грибів.

Вперше класифікація дріжджів була оприлюднена в 1912 р. Гіл'ермоном [42]. Уточненню класифікації спорових дріжджів, до яких відносять хлібопекарські дріжджі, сприяла монографія В.І. Кудрявцева (1954 р.) і монографія Ж. Лоддера й Крегера ван Рій (1952 р.) «Дріжджі і її таксономічне дослідження», де наведені результати докладного вивчення дріжджових грибів, виявлені синоніми в найменуванні цілого ряду дріжджових культур.

В основу класифікації В.І. Кудрявцева покладений спосіб вегетативного розмноження спорогенних грибів, автор пропонує об'єднати всі дріжджі в один порядок одноклітинних грибів *Unicellomycetales*.

Спорогенні дріжджі він ділить на три сімейства за ознакою вегетативного розмноження:

1. Сімейство *Saccharomycetaceae* – дріжджі розмножуються брунькуванням. До цього сімейства відносять роди *Saccharomyces*, що має

найбільше практичне значення. *Cerevisiae*, *Pichia*, *Hansenula* і інші (усього 17 родів). Різняться вони за формою спор і способу їх утворення та проростання.

Найбільше значення має *Saccharomyces cerevisiae*. До нього відносять раси дріжджів, які використовують у спиртовому виробництві, хлібопеченні, пивоварінні, виноробстві, виробництві квасу [43-45]. Раси ділять на раси низового та верхового бродіння. До рас низового бродіння відносять більшість винних і пивних дріжджів, до рас верхового – хлібопекарські, спиртові та деякі пивні.

Дріжджі низового бродіння функціонують у виробництві при температурі 6...10 °С (до 0 °С), а верхового – при температурі 14...25 °С.

Наприкінці бродіння низові дріжджі осідають на дно, де формують щільний осад, а верхові – піднімаються на поверхню.

2. Сімейство *Schizosaccharomycetaceae* – дріжджі розмножуються розподілом. До цього сімейства відносять два роди: *Schizosaccharomyces* и *Octosporomyces*.

3. Сімейство *Saccharomycodaceae* – розмноження починається брунькуванням і закінчується розподілом. Головні роди цього сімейства *Saccharomycodes* і *Hanseniaspora*.

Аспорогенні дріжджі класифікуються по системі Ж. Лоддера і Крегера ван Рій, в основу класифікації покладені здатність мікроорганізмів утворювати неправильний міцелій і здатність до бродіння. Головними родами цієї групи є *Candida* і *Torulopsis*.

До середини ХХ століття вчені спостерігали тільки статевий цикл аскоміцетних дріжджів і розглядали їх, як відособлену таксономічну групу сумчастих грибів (аскоміцетів). Сучасні молекулярно-біологічні дослідження показали, що дріжджі сформувалися незалежно серед аскоміцетних і базидіоміцетних грибів і являють собою не єдиний таксон, а скоріше життєву форму [46].

### 1.2.1 Дріжджі хлібопекарські, як рецептурний компонент тіста

В основі процесів виготовлення хлібобулочних виробів лежить сукупність змін сировини під впливом мікроорганізмів, як тих, що спеціально використовують в технологічному процесі, так і тих, що є в рецептурних компонентах. Основними представниками мікроорганізмів є дріжджі й молочнокислі бактерії [47-49].

Протягом багатьох століть для розпушення тіста використовували закваски, які були отримані при спонтанному бродінні, викликаному природною мікрофлорою муки. В середині XIX століття розробка способу виробництва хлібопекарських дріжджів забезпечило ефективне розпушення напівфабрикатів і створила підґрунтя для промислового виробництва хлібобулочних виробів.

Сучасні способи виготовлення хліба можна поділити на 2 групи:

1. Зброджування полуфабрикатів технічно чистими культурами хлібопекарських дріжджів. При виробництві хлібобулочних виробів з пшеничної муки використовують здатність дріжджових клітин роду *Saccharomyces* забезпечувати спиртове бродіння.

2. Способи зброджування полуфабрикатів за допомогою спиртового бродіння разом з молочнокислим. Ці способи використовують при виробництві житнього і житньо-пшеничних сортів хліба.

Дріжджі, що використовуються в хлібопекарському виробництві, відносяться (за В.І. Кудрявцевим) до сімейства *Saccharomycetaceae*, роду *Sacharomyces*, виду *Cerevisiae* [50].

Технологічна і функціональна роль дріжджів полягає в біологічному розпушенні тіста діоксидом вуглецю, який виділяється під час спиртового бродіння, надає тісту певних реологічних властивостей, а також утворенні етанолу та інших продуктів реакції, що впливають на смак та аромат хліба [47, 48].

### 1.2.2 Виробничі раси хлібопекарських дріжджів і їх ознаки

Під расою (штамом) дріжджів розуміють різновид дріжджів, які зберігаючи всі основні ознаки даного виду, різняться другорядними, але стійкими властивостями, що характеризують їх виробничі особливості. При цьому раси володіють стійкими другорядними ознаками, а штами не стійкі і можуть бути втрачені при рості на новому середовищі [44, 50, 53-56, 58].

Морфологічні, культуральні й біохімічні ознаки рас дріжджів обумовлюють їх технологічні особливості, основними з яких є величина клітин, здатність до зброджування й утилізація цукрів.

Від величини клітини залежить розподіл позаклітинної та внутрішньоклітинної вологи в бруску дріжджів. Чим більше вологи перебуває усередині клітини, тем менше її в міжклітинних просторах бруска дріжджів, і тим більш сухими і розсипчастими є пресовані дріжджі. При малих розмірах клітин дріжджі мають мастку консистенцію, оскільки більша частина вологи дріжджів перебуває в міжклітинних просторах, а не в клітині.

Від здатності до зброджування цукрів (глюкози, сахарози й мальтози) залежить піднімальна сила дріжджів, яка є результатом взаємодії ферментів дріжджів і ферментів борошна, взятого для аналізу. У зв'язку із цим для оцінки дійсної активності бродильних ферментів рас дріжджів використовують такі показники, як зимазна й мальтазна активність, які обумовлені зброджуванням розчинів чистих цукрів [50-56].

Повноцінні хлібопекарські дріжджі мають піднімальну силу в 50...60 хв, зимазну активність в 45...55 хв, мальтазну активність до 70 хв.

Піднімальна сила та зимазна активність характеризують той самий процес, а саме, зброджування глюкози й сахарози зимазним комплексом ферментів дріжджів. Однак при визначенні піднімальної сили збродження зазнають глюкоза й сахароза борошна, а при визначенні зимазної активності – глюкоза або сахароза розчину. У зв'язку із цим зимазна активність є



відносним показником, що характеризує піднімальну силу дріжджів, і тому використовується при оцінці технологічних особливостей рас дріжджів.

Мальтазна активність характеризує процес зброджування дріжджами вуглеводу мальтози, або розкладання її на дві молекули глюкози.

Величина мальтазної активності визначається по розчину мальтози і є важливим технологічним показником рас хлібопекарських дріжджів, оскільки в пшеничному тісті при бродінні утворюється велика кількість мальтози, швидке зброджування якої приводить до одержання хліба високої якості.

Окрім зазначених ознак для дріжджового виробництва дуже важливим є здатність раси дріжджів активно розмножуватися на мелясі будь якої якості. З метою одержання дріжджів, що активно розмножуються в дріжджовому виробництві й активно зброджують цукри пшеничного тіста, раси дріжджів відбирають за наступними ознаками: розмір клітини – не менше 7x11 мкм; зимазна активність – не більш 45 хв; мальтазна активність – не більш 70 хв; стійкість до меляси – 100 %; активність розмноження за швидкістю росту ( $\mu$ ) – не менш 0,2...1 год [53-56].

У теперішній час у дріжджовій промисловості використовують велику кількість рас дріжджів, які володіють зазначеними вище ознаками: № 14, Л-1, НР-1, ЛФ-12, 608, 616, 722, 739 та ін [50, 53-56].

Раса *Томська 7* характеризується стійкістю до складу мелясних середовищ, вимогливістю до ростових речовин, зокрема до вітамінів. Пресовані дріжджі, отримані на цій расі, стійкі при зберіганні, але мають слабку мальтазну активність (більше 160 хв).

Штам *Л-441* має високу продуктивність, стійкий до шкідливих домішок і патогенних мікроорганізмів, забезпечує гарні властивості товарних хлібопекарських дріжджів: піднімальна сила – 44...45 хв, мальтазна активність – 92...95 хв, стійкість при температурі 35° С – більше 96 годин.

Штам *Я-1* виведений з виробничої чистої культури дріжджів раси 14 шляхом спрямованого відбору. Культура має високу генеративну активність і стійкість до підвищеної температури вирощування (37...38° С), піднімальна сила товарних дріжджів – 40...47 хв, зимазна активність – 32...44 хв.

Раса *Одеська 14* відрізняється високою генеративною активністю. Дріжджі стійкі до висушування, в пресованому вигляді стійкі при зберіганні. Мальтазна активність складає – 95 хв, зимазна – 45 хв. Культура вибаглива до складу поживного середовища, особливо до ростових речовин. Однак, завдяки високій урожайності та ферментативній активності, вона широко розповсюджена в промисловості.

Раса *Київська 21* невибаглива до ростових речовин, добре переносить висушування, має високу зимазну активність – 60 хв.

Для виробництва сушених і пресованих дріжджів використовують штам *ЛВ-7*, він має підвищену стійкість до домішок меляси і мікрофлори, яка інфікує дріжджове виробництво. Показник піднімальної сили пресованих дріжджів складає 43...47 хв, осмотична чутливість – 6...10 хв.

Штам *722* відрізняється високою мальтазною (54 хв), зимазною (43 хв) активністю, піднімальною силою (46 хв) і осмотичною чутливістю (5...10 хв).

Дріжджі штаму *739* мають високу продуктивність та підвищену ферментативну активність. Зимазна, мальтазна та піднімальна сила дріжджів складає відповідно 54, 61 та 56 хв.

У теперішній час тривають роботи з виведення нових штамів дріжджів з використанням сучасних методів: індукованого мутагенезу, гібридизації, адаптації. Це сприяє ефективній селекції чистих культур мікроорганізмів зі закріпленими якісними ознаками, які необхідні для реалізації сучасних технологій виготовлення хлібобулочних виробів [47, 48].

### 1.3 Огляд ринку хлібопекарських дріжджів в Україні

В 1990 роках в країні функціонувало 15 дріжджових і дріжджі-спиртових заводів, але багато продукції ці підприємства виробити не могли через зношене устаткування й застарілі технології, окрім цього якість дріжджів найчастіше була низькою.

Якісні дріжджі стали поставляти імпортери, що ввозили продукцію як для промислової, так і для домашньої випічки. У результаті українські компанії почали втрачати ринок. Деякі власники виробництв, розуміючи, що зміни неминучі, почали відновлювати устаткування. Інші пішли з ринку, так і не зумівши пристосуватися до роботи в нових умовах підвищеної конкуренції. Таким чином, очевидна тенденція до консолідації ринку – великі виробництва витісняють середні і малі підприємства.

Першим реконструкцію почав львівський завод «Ензим», пізніше – підприємства із Кривого Рогу, Харкова та Одеси. У підсумку, ці виробники практично і монополізували ринок.

У відсотковому відношенні виробництво дріжджів по регіонах виглядає наступним чином: Львівська – 53,29 %, Сумська – 0,03 %, Дніпровська – 15,24 %, Вінницька – 0,26 %, Хмельницька – 2,93 %, Київська – 2,03 %, Харківська – 12,32 %, Полтавська – 0,91 %, Одеська – 12,71 %, Тернопільська – 0,28 %.

Компанія «Ензим» забезпечує більш 50 % обсягу українського ринку дріжджів (наприклад, у 2010 р. із дріжджів компанії було спечено близько 2,5 млн. т. хліба). За підсумками 10 місяців 2011 р. підприємство лідирує як по обсягах (36,8 тис. т.), так і по експорту (9,6 тис. т. на суму 47,6 тис. грн). Компанія «Ензим» – єдине підприємство в Україні та одне з деяких у Європі, яке випускає саме сухі дріжджі. Ринками збуту для вітчизняних сухих дріжджів стали Польща, Чехія, Болгарія, Нідерланди, Словаччина й Молдова. Найбільший обсяг експорту (за підсумками 2010 р.) був спрямований у

Польщу – більш 2 тис. т. Це можна зв'язати зі зручністю логістики, тому що виробничі потужності компанії перебувають у Львові. За загальними підсумками 10 місяців 2011 р. і в порівнянні з 2010 р. компанія трохи побільшала експорт – від 8,5 тис. до 8,7 тис. т. у натуральному вираженні (з 40,5 тис. до 43,5 тис. грн.). Це говорить про високу конкурентоспроможність української пекарської сировини на закордонних ринках [59].

За даними інформативно-аналітичного агентства «Союз-Інформ», споживання дріжджів в Україні в 2010 р. скоротилося на 7 % у порівнянні з 2009 р., насамперед це стосується споживання хліба промислового виробництва. А от домашня випічка хліба, навпаки, стає більш популярною. Цей ринок росте приблизно на 20 % на рік. У домашньому застосуванні найбільшим попитом користуються сухі й інстантні дріжджі, які щонайкраще підходять до домашніх хлібопічок.

Але основними споживачами дріжджів в Україні залишаються хлібозаводи, хлібокомбінати й пекарні, які закупають цю продукцію великими партіями.

Пресовані хлібопекарські дріжджі, представлені на українському ринку, випускаються такими компаніями: «Надія» (м. Кривий Ріг), «Одеські дріжджі» (м. Одеса), «Харківський дріжджовий завод» (м. Харків), «Лесафрр Україна» (м. Київ). Причому внутрішнім збутом ці підприємства не обмежуються, вони експортують свою продукцію, успішно конкуруючи з зарубіжними виробниками. Основними країнами-експортерами стали Білорусь, Молдова, Польща, Румунія, Угорщина, Чехія, Бельгія, Голландія. Що стосується імпорту, то з 2006 р. його об'єм почав помітно скорочуватися, що пов'язано з високим рівнем насиченості внутрішнього ринку країни конкурентоспроможними продуктами, а також високими митними зборами для фірм-імпортерів.

Виробництво дріжджів за видом товару в Україні розподілилося на дві основні групи: дріжджі пекарські та дріжджі активні (пивні, спиртові,

культивовані) і дріжджі неактивні та пекарські порошки. Перша група займає близько 95 % об'єму ринку; у 2010 р об'єм активних дріжджів складав 99,2 % у натуральному та 98,6 % в грошовому виразі. Друга група (порошки готові пекарські або розпушувачі) – 0,8 % та 1,4 % відповідно [60].

Ринок дріжджів України представлений такими основними маркетинговими групами: пресовані дріжджі, сушені, швидкорозчинні (інстантні), дріжджове молоко (сепаровані дріжджі), рідкі дріжджі. Також треба відмітити, що розвиток сучасних технологій хлібопекарського виробництва потребує використання дріжджів, які адаптовані для використання в конкретних технологічних схемах, тому дріжджові заводи також випускають осмотолерантні, напівсухі заморожені дріжджі, дріжджі, які чутливі к холоду; стійкі до пропіонату кальцію; призначені для виробництва готових сумішей (преміксів); дезактивовані дріжджі [50].

Основними проблемами дріжджової промисловості є посилення конкуренції, підвищення цін на енергоносії, складнощі з закупівлею сировини (значна частина сировини продається за кордон для виробництва біопалива та з сезонністю закупівель м'яси, яке пов'язане з особливостями цукропереробних виробництв).

Тому враховуючи традиційність використання дріжджів в хлібопекарському виробництві виникає необхідність створення нової продукції, яка буде збагачена мікроелементами для профілактики деяких аліментарних захворювань і буде конкурентоспроможна на ринку.

#### **1.4 Ессенціальна роль мікроелементів в формуванні гомеостазу організму людини**

Стабільність хімічного складу організму є одним з найбільш важливих і обов'язкових умов його нормального функціонування. Тому, відхилення у вмісті хімічних елементів, які викликані екологічними, професійними, кліматогеографічними факторами або захворюваннями призводять до широкого спектру порушень в стані здоров'я.

Всі мінеральні елементи поділяються на 3 групи відповідно з їх вмістом у організмі: макроелементи, мікроелементи і ультрамікроелементи. Мікроелементи – це група хімічних елементів, які містяться в тканинах людини і тварин в дуже незначній кількості, в межах  $10^{-3} \dots 10^{-2} \%$ .

У наш час розрізняють дві групи мікроелементів. По-перше, це ессенціальні мікроелементи, які є незамінними нутрієнтами [61]. До них відносять: Fe, Cu, Zn, Cr, Se, Mo, I, Co. Елемент відносять до ессенціальних, якщо при його відсутності або недостатньому надходженні організм перестає зростати та розвиватися, не може здійснити свій біологічний цикл, зокрема, не здатен до репродукції. Введення ессенціального елемента прибирає ознаки його дефіциту та повертає організму його життєздатність. Другу значну групу елементів складають токсичні мікроелементи. Якщо при гіпомікроелементозах – захворюваннях, які викликаються дефіцитом ессенціальних мікроелементів, виникають захворювання недостатності, то при самих різних формах контакту організмів з токсичними мікроелементами виникає синдром інтоксикації. Важливість проблеми полягає в тому, що самі ессенціальні мікроелементи при деяких умовах можуть визивати токсичні реакції, тому при прийомі препаратів з мінералами і мікроелементами важливо знати фізіологічну потребу людини в них, взаємодію основних елементів при їх одночасному вживанні, а також як всмоктується кожен з них у травному тракті [61-63].

Йод належить до найважливіших мікроелементів, без яких неможливо нормальне функціонування людського організму. Дія його пов'язана з участю в біосинтезі гормонів щитовидної залози (ЩЗ) трийодтиронину і тироксину, які у свою чергу, беруть участь у регуляції функціонального стану центральної нервової системи, контролюють енергетичний обмін, впливають на діяльність серцево-судинної системи і печінки, взаємодіють з іншими органами внутрішньої секреції (особливо з гіпофізом і статевими залозами). Недостатня кількість йоду в організмі призводить до розвитку патології ЩЗ, ускладнень під час вагітності, затримки розумового і фізичного розвитку дітей [62-65].

В організм йод надходить як в органічній, так і в неорганічній формі. Майже весь йод, який надійшов у організм, всмоктується в тонкому кишківнику, біодоступність його наближається до 100 %. У крові йод циркулює як у пов'язаному з білками стані, так і у вигляді йодиду. Клітини щитовидної залози (тироцити) мають унікальну здатність захоплювати аніони йоду із крові проти градієнта концентрації, це енергозалежний процес за участю АТФ. Потім відбувається ферментативне окиснення іонів йодиду до молекулярного йоду, який використовується при біосинтезі молекули тиреоглобуліну – попередника гормонів щитовидної залози. Тиреоглобулін, який складається з амінокислоти тирозину і йоду, накопичується у фолікулах щитовидної залози і є своєрідним резервом, з якого тироцити при необхідності швидко синтезують тироксин, який виділяється в кров [63].

Для кращого і безпечного засвоєння йоду необхідно перевести його неорганічну форму в органічну. Досліди вчених показали, при внесенні йодиту калію в поживне середовище органічна форма йоду виникає за рахунок йодування амінокислот тирозину та гистидину, які знаходяться в цитоплазмі мікроорганізма у вільному стані. Ці амінокислоти здатні утворювати з йодом міцні сполуки, в результаті реакції заміщення в бензольному кільці ароматичних амінокислот [66].

Відомо, що частина білка знаходиться в клітинній оболонці дріжджів (мембранні білки) [45]. Сучасні дослідження показали, що йони йоду в розчині взаємодіють з мембранними білками. Ця взаємодія пов'язана з особливістю мембранних білків: на межі «мембрана-розчин» всі білки несуть позитивний заряд, який компенсує негативно заряджену поверхню мембрани. Йони йода зв'язуються з позитивно зарядженими амінокислотами мембранних білків [67].

За даними ВООЗ фізіологічна потреба в йоді складає: у дорослих – 150...300 мкг/добу, вагітних – 300 мкг/добу, для матерів-годувальниць – 500 мкг/добу, для дітей від 0 до 6 місяців – 40 мкг/добу, для дітей від 1 до 3 років – 60 мкг/добу, для дітей від 4 до 6 років – 70 мкг/добу, дітей від 7 до 13 років – 100 мкг/добу, дітей від 14 до 17 років – 130 мкг/добу [62, 63].

Відомо, що раціони харчування у населення різних країн можуть суттєво відрізнятися, наприклад, у значної частини населення Японії споживання йоду може досягати 20 мг на добу за рахунок включення у харчування морських водоростей. У зв'язку з цим експерти ВООЗ запропонували вважати безпечною дозу йоду менш 1000 мкг на добу, це такий рівень споживання мікроелементу, при якому відсутній ризик побічних ефектів практично для всього населення. Для вироблення даного критерію був використаний найбільш ранній побічний ефект, який спостерігається при надлишковому споживанні препаратів йоду – підвищення концентрації тиреотропного гормону у крові.

Гострий дефіцит цього мікроелементу спостерігається рідко, зате середній і легкий рівень – явище дуже поширене. При тривалому дефіциті йоду відбувається неухильне зниження функцій щитовидної залози [64], порушується обмін речовин, з'являються стомлюваність, дратівливість, ослаблення уваги і пам'яті, виникають ускладнення під час вагітності [68], затримки розумового і фізичного розвитку дітей тощо [69, 70].

Країни, які дбають про своє майбутнє, інтелектуальний потенціал та



економічну стабільність, шукають шляхи розв'язання цієї проблеми [71-87]. Йододефіцитні захворювання (ЙДЗ) є одними з найбільш розповсюджених неінфекційних захворювань. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) патологічні стани, що викликані дефіцитом йоду, посідають третє місце у списку 38 найбільш поширених неінфекційних захворювань людини. Як вважають фахівці ВООЗ, кожен третій мешканець Землі входить до так званої групи ризику та є потенційним об'єктом для ураження йододефіцитними хворобами. Майже мільярд мешканців планети мають клінічні прояви йододефіцитних захворювань: принаймні 750 млн. страждають від зоба, щонайменше 6 млн. мають крайній ступінь йодної недостатності — кретинізм [78, 79].

Проблема нестачі йоду актуальна для багатьох країн світу. Це пов'язано з тим, що ґрунти втрачають йод унаслідок їх інтенсивної обробки, ерозії, вимивання. В свою чергу, забруднення хлором, важкими металами, пестицидами блокує засвоєння цього мікроелемента рослинами. Дефіцит йоду виникає і в разі обмеження вживання білків, куріння, наявності в їжі залишків хімічних добрив тощо [1, 2, 4-8, 62-65, 69-73, 88, 89].

В Україні до регіонів максимального ризику розвитку ЙДЗ традиційно відносили насамперед: Львівську, Чернівецьку, Івано-Франківську, Закарпатську [90], Тернопільську, Рівненську та Волинську області. Чорнобильська катастрофа примусила звернути особливу увагу на йодний дефіцит та його наслідки на здоров'я у Чернігівській, Київській, Житомирській, Черкаській, Рівненській областях [4, 71, 72, 74]. Загальнонаціональне дослідження вживання населенням харчових мікронутрієнтів, проведене в 2002 році Інститутом ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка АМН України, Інститутом медицини праці АМН України та Дитячим фондом ООН, що довело актуальність проблеми йодного дефіциту для населення всієї території України [91].

Протягом останніх двох десятиріч світова спільнота приділяє особливу увагу питанням подолання наслідків йодного дефіциту в масштабах планети. Всесвітня асамблея охорони здоров'я у травні 1999 року наголосила, що ліквідація йододефіцитних захворювань стане таким самим тріумфом охорони здоров'я, як і перемога над натуральною віспою та поліомієлітом. 10 травня 2002 року спеціальна сесія Генеральної Асамблеї ООН ухвалила Декларацію та План дій «Світ, сприятливий для життя дітей». Дві глави цього документу: «Сприяння здоровому способу життя» та «Забезпечення якісної освіти» зобов'язували уряди країн — членів ООН вжити негайних заходів щодо профілактики ЙДЗ та вільного доступу населення до інформації про захворювання, що виникають внаслідок нестачі йоду в організмі людини. Поширювалися ці зобов'язання і на уряд України [82, 83].

26 вересня 2002 року Кабінет Міністрів України ухвалив Постанову № 1418 «Про затвердження Державної програми профілактики йодної недостатності у населення України на 2002–2005 роки», яка передбачала заходи з нормалізації йодного статусу населення [87]. Відтоді в торгівельній мережі з'явилося багато йодованих продуктів, в аптеках – йодовмісних біодобавок і препаратів з йодом, але проблема ЙД в Україні залишається незмінною, у той же час багато країн, що впровадили масову йодизацію солі, вже оголосили себе вільними від цієї проблеми. Наприклад, у 23 країнах Європи (Німеччина, Фінляндія, Ірландія, Монако, Нідерланди, Норвегія, Сан-Марино, Швеція, Швейцарія, Великобританія, Румунія) та СНГ (Вірменія, Білорусь, Грузія, Казахстан) спостерігається позитивна динаміка в рішенні цього питання [92-96]. Натомість вживання йодованої солі населенням України постійно знижується: від 76 тисяч тон у 2004 році, 50 тис. – у 2005, 23 тис. – у 2006 до менш ніж 15 тис. тонн у 2010 році. Тож у лютому 2012 р. у парламенті було зареєстровано проект Закону України «Про внесення доповнень» до Закону України «Про безпечність та якість харчових продуктів» щодо забезпечення оптимального йодного харчування, який

передбачає обов'язкову реалізацію у торгівельній мережі йодованої кухонної солі для потреб населення та використання її у харчовій промисловості, на об'єктах громадського харчування, у дитячих колективах, лікувально-профілактичних закладах [9].

Селен також є есенціальним мікроелементом, який грає величезну роль у підтримці здоров'я [12-14, 97-109], тому його дефіцит може призводити до виникнення серйозних порушень у роботі серцево-судинної [111-116], шлунково-кишкової [117-121], ендокринної [35, 122, 123], імунної систем [124], а також виникненню пухлин [98, 125-130].

Середньодобова потреба людини у селені в різних країнах сильно різниться й перебуває в інтервалі від 10 мкг/день до 1400 мкг/день і більше у регіонах селенозів [12, 13, 108]. Не рахуючи ендемічних регіонів світу, значна частина країн характеризується помірними показниками вживання селену (50...130 мкг/добу). В останні роки була прийнята мінімальна норма потреби у селені для чоловіків – 75 мкг/добу і для жінок – 55 мкг/добу. Максимальний безпечний рівень споживання досягає 300 мкг/добу [13]. Симптоми токсикозів проявляються при хронічному споживанні селену більш 800 мкг/добу.

Наукові дослідження в області селену були початі в 1930-1940 рр. у США, коли в деяких його штатах у тварин, що вживають у їжу так звані рослини – акумулятори селену, були виявлені випадки токсикозів [131]. Питання токсичності селену набрали широкого розголосу й були описані в більшості підручників по фізіології людини й тварин. Подальшими дослідженнями, однак, було доведено, що селен є незамінним фактором харчування і сьогодні відомо, що селен є невід'ємною частиною принаймні 25 селенопротеїнів, які беруть участь у регуляції основних метаболічних шляхів в організмі людини й тварин [14, 99-101, 107, 132, 133].

Основною харчовою формою селену є селенометіонин, який добре абсорбується в кишківнику. Подальша його доля двояка: включення до

складу білка замість метіонину або розпад до селеніду. Останній шлях забезпечує реалізацію біологічної активності селену. Існує складний процес включення селену до складу селенозалежних протеїнів. Спочатку селен, який потрапив з їжею, перетворюється в селенід. Наступний крок – утворення селенофосфату, який служить субстратом для перетворення серил-тРНК у селеноцистеїл-тРНК. Причому селеноцистеїл-тРНК відповідає кодону м-РНК UGA (який одночасно є й стоп-кодоном), у зв'язку із чим селеноцистеїн називають 21 амінокислотою).

До селенозалежних протеїнів відносяться глутатіонпероксидази, тіоредоксинредуктази, тіроніндейодинази, а також селенопротеїни Р, W, Т, М і т.д. Біохімічна роль селенозалежних протеїнів визначається участю в протіканні окисно-відновних реакцій, причому основна роль приділяється саме селеноцистеїну [136].

Глутатіонпероксидази (GPX<sub>1-6</sub>) є основними ферментами антиоксидантного захисту. Функцією глутатіонпероксидаз є підтримка стабільної внутрішньоклітинної концентрації відновленого глутатіону. Найбільш вивченою є цитозольна глутатіонпероксидаза (GPX<sub>1</sub>). Доведено, що GPX<sub>1</sub> відіграє основну протекторну роль при розвитку оксидантного стресу.

Взагалі регуляція антиоксидантних процесів в усіх органах та системах є найбільш вивченою функцією селену [98, 99, 104, 134-136]. Доведено, що дефіцит селену в організмі людини приводить до порушення синтезу глутатіонпероксидази – потужного антиокиснювального ферменту, який захищає організм від дії різноманітних пошкоджуючих факторів.

Іншими важливими селенопротеїнами є тіоредоксинредуктази (TrxR), які відносяться до сімейства піридинових оксидоредуктаз. Особливістю тіоредоксинредуктаз є наявність С-кінцевого селеноцистеїнового залишку, який разом із сусіднім цистеїном формує активний селеносульфідний сайт.

Тіоредоксинредуктази відрізняються дуже широкою субстратною специфічністю: окрім тіоредоксину, вони відновлюють багато низькомолекулярних сполук і окиснені гідроперекиси. Також вони являються ключовими ферментами метаболізму селену.

Цей мікроелемент необхідний для синтезу гормонів щитовидної залози, які містять йод, тому боротьба з дефіцитом йоду неможлива на тлі селенового голоду [122, 123, 137-139]. ЩЗ має особливо високу потребу в селені й належить до органів, у яких відзначається найвищий рівень його вмісту на 1 г тканині [137].

Селен має дуже сильну антиканцерогенну дію, що припиняє і навіть запобігає розвитку злоякісних пухлин [98, 125-130]. Також селен бере активну участь у процесах репродукції поколінь, розвитку, старіння [105, 135]. Крім того, селен здатний захистити людський організм від токсичної дії ртуті, кадмію, свинцю, талію й інших шкідливих речовин – супутників сучасної цивілізації, які заповнили навколишнє середовище [98, 101, 109]. В свою чергу миш'як, кадмій, ртуть та радіаційне опромінення поглиблюють дефіцит селену в організмі [12, 13, 89].

З недоліком споживання селену також пов'язують високу спорідненість до інфекцій, розвиток катаракти, безпліддя у чоловіків, облісіння, повільний ріст дітей [12, 14, 97]. Глибокий дефіцит селену у харчовому ланцюзі [141, 142] обумовлює розвиток специфічних ендемічних захворювань – кардіоміопатії (хвороба Кешана) і остеоартропатії (хвороба Кашина-Бека) [16]. Доведено, що дефіцит йоду в селенодефіцитному регіоні є фактором ризику розвитку хвороби Кашина-Бека [13].

Україна відноситься до території помірною селенодефіциту, при цьому він найбільш виражений у Волинській, Київській та Сумській областях [143].

Таким чином, всі ці результати показують, що йод і селен тісно пов'язані між собою в метаболічних процесах організму і для корекції їх дефіциту потрібно одночасне застосування цих мікроелементів [144].

## **1.5 Сучасний стан і перспективи створення пресованих хлібопекарських дріжджів, збагачених йодом і селеном**

### **1.5.1 Методи корекції йододефіцитних станів**

З метою подолання йододефіцитних захворювань рекомендують використовувати методи індивідуальної, групової і масової профілактики [16].

Індивідуальна профілактика включає вживання продуктів з підвищеним вмістом йоду (морська риба, морські водорості та інше) [145], а також – лікарських препаратів, біологічно активних добавок (БАД) [146], мінерально-вітамінних комплексів, які забезпечують надходження в організм фізіологічної кількості йоду. Індивідуальна профілактика потребує від людини достатнього навчання та мотивації. Тому при відсутності регулярного вживання морської риби та продуктів моря слід використовувати для профілактики йодопрепарати під постійним контролем лікаря.

Групова йодна профілактика передбачає призначення препаратів йоду під контролем фахівців у групах найбільшого ризику розвитку йододефіцитних захворювань (діти, підлітки, вагітні та годуючі матері, жінки в дітородному віці, особи, які тимчасово мешкають в ендемічному регіоні, при позитивному родинному анамнезі, пацієнти, які закінчили курс лікування ендемічного зоба, особливо в організованих колективах – дитячі садки, школи, інтернати). Вона здійснюється шляхом регулювання подовження прийому препаратів, які містять фізіологічну норму йоду.

До недавнього часу найбільш розповсюдженим був препарат «Антиструмін» (Дарниця), який містить 1 мг йоду. Також можуть бути рекомендовані препарати йодиду калію, які містять до 200 мкг йоду. Найбільш відомі – Калія Йодид 200 (Берлін Хемі), Йодомарин (Берлін Хемі), що містять 100 та 200 мкг йоду, Йодид-Фармак – 100 та 200 мкг йоду, Мульти-табс йодопрофілактика – 150 мкг, Йодбаланс (Нікомед) – 100 та 200 мкг, які рекомендуються для проведення індивідуальної і групової профілактики.

Масова йодна профілактика досягається шляхом додаткового йодування найбільш розповсюджених продуктів харчування, зокрема солі – до таких масштабних заходів вдаються 122 країни світу. На жаль, Україна, яка також потерпає від йододефіциту (у різних регіонах – різний ступінь), належить до країн із найменшим споживанням йодованої солі (на рівні Гамбії, Судану, Пакистану і Гвінеї-Бісау). У теперішній час використовують 4 основні методи збагачення солі йодом: сухе змішування, додавання по краплях, змішування розпилюванням і занурювання в рідину.

Для масової профілактики найбільш ефективно використання йодованої солі [148-154] та збагачених йодом продуктів харчування [155-164]. Незважаючи на те, що процес йодування солі простий і порівняно дешевий, йодована сіль повинна з обережністю використовуватися серед дітей і людей похилого віку. Також для підвищення вмісту йоду в продуктах тваринного походження доцільно використовувати збагачення кормів [165].

Збагачення хлібобулочних виробів різними мікронутрієнтами не нове. Вперше йодування хліба для збагачення раціону харчування в нашій країні було запропоновано в 1947 році В.Б. Хазаном. Згодом, у 1949 році, М.Г. Коломійцева повідомила про успішну профілактику ендемічного зоба в одному з районних центрів Таджикистану методом застосування йодованого йодидом калію хліба, а А.І. Остроглазов — про це ж саме у чотирьох населених пунктах Амурської області [154]. Низкою авторів проведена

велика кількість досліджень, які показали доцільність використання хлібобулочних виробів для збагачення [148-154, 159-161].

В Україні хліб традиційно вважається одним з основних продуктів харчування, який споживається цілий рік всіма групами населення. Різними дослідниками доказано, що це – продукт масового споживання [1, 3, 5, 6]. Хліб є джерелом необхідних для організму людини поживних речовин: вітамінів, мікро- та макроелементів, вуглеводів, рослинних протеїнів, харчових волокон. За рахунок хліба та хлібопродуктів забезпечується потреба в протеїнах та вуглеводах на 40 % та 55 % відповідно. В періоди економічної нестабільності споживання хлібу зростає, тому що, він відноситься до найбільш дешевих продуктів [1, 5, 6].

Перевагами збагачення хліба та хлібобулочних виробів є широке використання всіма групами населення, достатня дешевизна, не пов'язана з соціально-економічним статусом споживача, має мінімальний ризик при вживанні надлишкової кількості.

У виробництві більшості сортів хліба та хлібобулочних виробів використовуються дріжджі, тому що вони є біологічним розпушувачем і їм належить провідна роль у формуванні якості хліба. Все сказане вище є підставою для вибору хлібопекарських дріжджів у якості об'єкту для збагачення [166, 167].

### **1.5.2 Методи корекції селенодефіцитних станів**

Як показує вітчизняний і закордонний досвід, для розв'язання проблеми дефіциту селену у населення може застосовуватися кілька підходів:

1. Збагачення добрив різними сполуками селену.

У практиці багатьох країн застосовується збагачення добрив селенітом натрію, органічними й неорганічними його формами. На жаль, цей спосіб небезпечний внаслідок можливої інтоксикації при вапнуванні ґрунту.



2. Імпорт продуктів харчування з багатих селеном районів і країн.

3. Застосування органічних і неорганічних фармацевтичних препаратів селену.

Застосування фармацевтичних препаратів є одним із найпоширеніших, він застосовується багатьма країнами [168]. У теперішній час розроблено значну кількість вітамінних препаратів і преміксів, харчових і біологічно активних добавок, поживних сумішей й інших речовин, які містять у своєму складі селен [169].

Так, широке застосування при виробництві БАД знайшли збагачені селеном дріжджі [170, 171], збагачена споруліна, біфідобактерії, ламінарії, лікарські рослини, насіння кавуна, гарбуза.

4. Споживання харчових продуктів, багатих селеном або здатних накопичувати його в великих кількостях.

До продуктів, які містять селен природно, відносять морепродукти, субпродукти, бразильський горіх, зернові культури, гриби.

Перспективним напрямком є використання лікарських рослин – селеноакумуляторів. Виявлено 32 вида лікарських рослин, що мають виражену здатність вибірково накопичувати селен із ґрунту. Ряд видів лікарських рослин, таких, як моклея серцеподібна, копіїчник альпійський, смородина чорна, материнка звичайна мають високі коефіцієнти біологічного накопичення (>40), при вирощуванні в умовах відповідної агротехніки можуть перейти в групу рослин селеноакумуляторів [172].

Однак забезпечити необхідну потребу організму в селені за рахунок використання продуктів, багатих цим мікроелементом проблематично, враховуючи їхню низьку доступність і нерегулярність приймання.

5. Збагачення селеном продуктів масового споживання та спеціального призначення [173].

Найбільш ефективним способом профілактики та виправлення селенодефіцитного стану в населення є застосування продуктів харчування,

збагачених селеном. Існують розробки в області створення продуктів лікувального та профілактичного призначення, збагачених селеном.

Такими продуктами є збагачені селеном напої [109, 174], яйця [175], м'ясні [176-178] та молочні [179] вироби. При цьому в якості джерел селену служать як мінеральні або органічні солі селену, так і збагачена сировина.

Створення нових жиророзчинних селеноорганічних сполук дозволило використовувати їх у збагаченні значного числа груп продуктів. Так жиророзчинна добавка «Селексен» знайшла застосування при виробництві вершкового масла із селеном [180], здобних хлібобулочних виробів, різних рослинних олій.

Одним із способів підвищення вмісту мікроелементу у тваринних продуктах є використання кормових добавок, які містять селен, при вирощуванні тварин. Дослідження показують, що використання в раціоні харчування добавок мікроелемента позитивно впливає на різні життєві показники тварин, при цьому підвищується вміст селену у м'ясі, субпродуктах, молоці, яйцях, що підтверджено роботами вітчизняних і закордонних дослідників [169, 175-179].

Низкою авторів запропоновано засоби збагачення різних видів хлібобулочних виробів селеном, якій міститься у збагачених дріжджах. Так, Дубцов Г.Г. зі співавторами вивчали технологічні аспекти селенування хлібних виробів з використанням термоінактивованих сушених селенованих дріжджів [181].

Пермякова А.В. пропонує спосіб виробництва хлібопекарських дріжджів з використанням розчину селеніту натрію [182].

Наумовою Н.Л. розроблено спосіб збагачення хлібопекарських дріжджів комплексною збагачувальною добавкою «Селексен» [183], а Нестерова В.А. пропонує збагачувати хлібопекарські дріжджі комплексними збагачувальними добавками «Фіосел» та «Фіосел-1», які містять у своєму складі йодид калію та селенопіран [184].

Всі ці результати показують, що існує багато харчових продуктів, збагачених йодом і селеном, але одночасне використання йоду і селену для збагачення хлібобулочних виробів досліджено не достатньо.

## ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

1. Аналіз літературних, патентних джерел та інтернет-огляду показав, що у теперішній час харчування населення є полідефіцитним та розбалансованим за основними харчовими речовинами та енергією. У різних груп населення спостерігається полімікронутрієнтна недостатність, або так званий, прихований голод. Для населення нашої держави та світу гостро стоїть проблема дефіциту йоду та селену, що в свою чергу веде к погіршенню здоров'я людини та виникненню хвороб.

2. Найбільш ефективною у теперішній час є масова профілактика захворювань шляхом збагачування харчових продуктів, зокрема, хлібобулочних виробів. Одним з перспективних напрямків є розробка хлібопекарських дріжджів, збагачених мікроелементами, використання яких дозволить створювати хлібобулочні вироби із заданим вмістом мікроелементів.

3. У теперішній час доведено, що йод і селен тісно пов'язані між собою в метаболічних процесах організму і впливають на стан ендокринної, імунної, серцево-судинної, опорно-рухливої системи, а також – на репродукційну функцію людини.

Зважаючи на вищезазначене, актуальним є розробка технології виробництва хлібопекарських дріжджів, збагачених йодом і селеном. Це дозволить забезпечити раціони харчування есенціальними мікроелементами та розширити асортимент хлібобулочних виробів.

## РОЗДІЛ 2

### ПРОГРАМА, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У другому розділі приведена загальна схема наукових досліджень, вказано об'єкти та методи дослідження, приведено планування експериментів, статистична обробка результатів і розрахунок собівартості виробництва 1 т збагачених хлібопекарських дріжджів.

#### 2.1 Програма та організація досліджень

У відповідності до мети роботи дослідження проводилися у декілька етапів. Структурну схему, що відображує послідовність проведення основних етапів дослідження, наведено на рис. 2.1.

Експериментальні дослідження, аналітичне та математичне оброблення отриманих результатів проводилися в науково-дослідних лабораторіях, установах та підприємствах:

- лабораторіях кафедри біотехнології та аналітичної хімії НТУ «ХП»;
- лабораторіях кафедри органічного синтезу та нанотехнологій НТУ «ХП»;
- дослідницької лабораторії НТІ ТТР м. Харкова;
- виробничих лабораторіях АТЗТ «Харківський дріжджовий завод»;
- виробничих лабораторіях ТОВ «Хлібозавод «Салтівський»»;
- лабораторіях ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка НАМН України».



Рис. 2.1. Схема організації досліджень з розробки технології хлібопекарських дріжджів, збагачених йодом і селеном

Перший етап виконання роботи був присвячений теоретичному аналізу літературних і патентних джерел, а також інтернет-огляду, щодо класифікації хлібопекарських дріжджів, огляду дріжджового ринку України, використання мікроелементів, зокрема йоду і селену, у нових розробках хлібобулочних виробів, який дозволив встановити позитивний вплив на організм людини.

Другим етапом дослідження стало обґрунтування вибору раси хлібопекарських дріжджів. Об'єктами досліджень стало дріжджове молоко, отримане при бродінні різних рас хлібопекарських дріжджів: Одеська 14, 722, LK 14, 739 із музею АТЗТ «Харківський дріжджовий завод».

Процес виробництва містить наступні стадії:

1) одержання засівних дріжджів (чистої культури (ЧК))

Початкові стадії розмноження чистої культури дріжджів проводили у мікробіологічній лабораторії заводу в умовах повної стерильності. Дослідні раси дріжджів, які отримані з галузевих мікробіологічних лабораторій, вирощували в пробірках на солодовому суслі. Після проходження чотирьох лабораторних стадій засівний матеріал перевели до проміжного апарату (виробнича стадія) в якому знаходиться підготовлене поживне середовище, яке складається з меляси (відходи виробництва цукрових заводів) і розчинів солей сульфату амонію, діамонійфосфату, хлористого калію. Вирощування дріжджів проводилося 15 годин при аерації 30...40 м<sup>3</sup>/год на 1 м<sup>3</sup> середовища.

Із проміжного апарату дріжджі перевели в апарат стадії «А», в цей апарат також додавали розчини поживних солей. Після 15 годин бродіння були отримані засівні дріжджі. Дріжджі «ЧК» були сепаровані (дріжджі відділили від рідкого середовища – бражки), промили холодною водою і згустили до вмісту 450...600 г дріжджів на 1 дм<sup>3</sup> (у розрахунку на пресовані). Цей концентрат називають дріжджовим молоком та зберігають в охолоджуваних збірниках при температурі не вище 6 °С.

2) одержання товарних дріжджів

Засівні дріжджі «ЧК» перенесли в апарат стадії «Б», де знаходиться поживне середовище у вигляді суміші меляси, води, солей. Потім весь вміст апарату стадії «Б» перенесли в апарат стадії «В», додали мелясу, бродіння дріжджів відбувалося протягом 12...20 годин.

Дріжджі сепарували, промили і подали в збірники дріжджового концентрату, після чого відфільтрували та передали на фасування та пакування.

Для обґрунтування вибору раси дріжджів проводили дослідження з визначення ферментативної активності отриманих товарних дріжджів. На основі проведених досліджень рекомендовано расу LK 14.

Третім етапом досліджень стало обґрунтування складу комплексної збагачуючої добавки для виробництва цільового продукту.

В останні роки на вітчизняному ринку з'явилася велика кількість харчових добавок, що містять різні сполуки йоду та селену. Розробники та виробники таких добавок займають активну позицію по просуванню своєї продукції на ринки для виробництва харчових продуктів.

Саме тому було проаналізовано сучасний ринок добавок із вмістом йоду та селену та запропоновані медико-біологічні й технологічні критерії їх вибору для використання у виробництві збагачених хлібобулочних виробів.

Четвертим етапом досліджень стали вибір і обґрунтування інгредієнту, який здатен посилювати поглинання мікроелементів дріжджовими клітинами.

Нами пропонується використання харчової органічної кислоти, зокрема, молочної, тому що вона використовується в технології виробництва житнього хліба в якості безпечного природного консерванту, поліпшує смак продукту, діє профілактично та сприяє лікуванню деяких захворювань шлунково-кишкового тракту.

### **2.1.1 Обґрунтування параметрів технологічного процесу виробництва пресованих ХПД, збагачених йодом і селеном**

Нами запропоновано додавати збагачуючі добавки у вигляді йодиду калію, селеніту натрію, а також молочну кислоту на виробничій стадії товарних дріжджів. При виборі стадії внесення добавки було встановлено, що:

1) при внесенні КЗД на стадіях, де проходить збільшення кількості біомаси, вона неодноразово промивається, тому велика частина КЗД вимивається;

2) внесення КЗД після фільтрації дозволяє значно скоротити її втрати, але дріжджі стають дуже в'язкими, що утруднює перемішування та не забезпечує рівномірного розподілу добавки по масі дріжджів;

3) внесення КЗД в дріжджовий концентрат найбільш доцільно, тому що дозволяє її рівномірно розподілити по масі дріжджів, а також запобігти зайвим витратам КЗД, які виникають після технологічної стадії сепарації.

Наступним етапом досліджень стала розробка науково обґрунтованої технології виробництва пресованих хлібопекарських дріжджів, збагачених йодом і селеном; промислова апробація розробленої технології; визначення органолептичних, фізико-хімічних і мікробіологічних показників якості розробленого продукту та показники безпеки; проведення медико-біологічних досліджень; визначення економічної ефективності виробництва збагачених пресованих хлібопекарських дріжджів.

Заключним етапом експерименту стало дослідження органолептичних, фізико-хімічних, мікробіологічних показників якості хлібобулочних виробів, вироблених з використанням збагачених дріжджів.

Результати теоретичних та експериментальних досліджень показали доцільність виробництва пресованих ХПД, збагачених йодом і селеном.



## **2.2 Об'єкти та методи дослідження**

В якості об'єктів на різних етапах досліджень були:

- дріжджове молоко, виробництва АТЗТ «ХДЗ»;
- хлібопекарські пресовані дріжджі, збагачені комплексною збагачувальною добавкою;
- хлібобулочні вироби, які були виготовлені з використанням збагачених дріжджів.

Виходячи з поставленої мети і сформульованих завдань дисертаційної роботи, були використані стандартні, загальноприйняті та модифіковані органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні методи досліджень. Експериментальні дослідження проводилися в трьох і п'ятикратній повторності. Отримані результати представлені в одиницях міжнародної системи СІ.

### **2.2.1 Методики досліджень якості пресованих хлібопекарських дріжджів**

– Визначення концентрації дріжджів шляхом виділення їх на фільтрах. Пробу у вигляді дріжджового молока на товарній стадії виробництва, відфільтровували на воронці Бюхнера через подвійний фільтр крупнопористого папіру, фільтрування продовжували до отримання пласта пресованих дріжджів певної ламкості. Щоб уникнути втрати, отриману пластину дріжджів зважували, не знімаючи з фільтрувального папіру. Другий нижній фільтр при зважуванні пластинки дріжджів поміщали на чашку вагів з гирями, щоб внести поправку до маси дріжджів. Потім у відфільтрованих дріжджах визначали вологість, після чого визначали вміст дріжджів у перерахунку на стандартну вологість 75 % (25 % сухих речовин (СР)).

– Органолептичні показники якості пресованих хлібопекарських дріжджів визначали згідно ДСТУ 4812:2007 [185];

– Показники якості пресованих хлібопекарських дріжджів визначалися наступним чином:

для визначення вологості пресованих дріжджів 1,5 г продукту подрібнили ножом, зважили на аналітичних вагах у чистому і тарованому бюксі, висушили в сушильній шафі при температурі 105 °С до постійної ваги.

Перший раз зважили дріжджі через 4 години після початку висушування, потім кожну годину під час висушування. Постійна маса вважалася досягнутою, якщо різниця між двома зважуваннями не перебільшувала 0,001. Наважку висушували у відчиненому бюксі. Перед тим як дістати бюкс з сушильної шафи, його закрили кришкою, потім поставили в ексікатор і охолодили до кімнатної температури. Вологість у відсотках визначали за формулою:

$$X = \frac{(a - b) \cdot 100}{b}, \quad (2.2)$$

де X – вологість у відсотках;

a – наважка до висушування, г;

b – наважка після висушування, г.

Осмостійкість дріжджів визначали як різницю в піднімальній силі дріжджів залежно від осмотичного тиску, для чого застосовували метод з використанням способу спливання кульки. Одну кульку замішували на воді без солі, іншу – в сольовому розчині, що містить 3,35 % харчової солі (підвищена концентрація) [185].

Для визначення кислотності пресованих дріжджів 10 г продукту зважили на технохімічних вагах, розтерли їх в порцеляновій чашці з 50 см<sup>3</sup> дистильованої води і відтитрували розчином NaOH у присутності

фенолфталеїну до появи рожевого забарвлення, яке не зникає на протязі кількох секунд. Кислотність визначали за формулою:

$$x = \frac{a \cdot b \cdot 100}{10}, \quad (2.3)$$

де а – кількість 0,1 н розчину NaOH, який пішов на нейтралізацію, мл;

б – кількість оцтової кислоти, яке відповідає 1 мл 0,1 розчину NaOH.

При визначенні результатів аналізу долі до 0,5 відкидали, а 0,5 та більше, дорівнювали одиниці.

Зимазну і мальтазну активність визначали за методом І.К. Єлецького, використовуючи мікрогазометр його системи (рис. 2.2) і виражали кількістю хвилин, необхідних для виділення  $10 \text{ см}^3$  диоксиду вуглецю при зброджуванні пресованими дріжджами 5 % розчину мальтози або глюкози, заданими в кількості 2,5 % стосовно обсягу цукрового розчину.

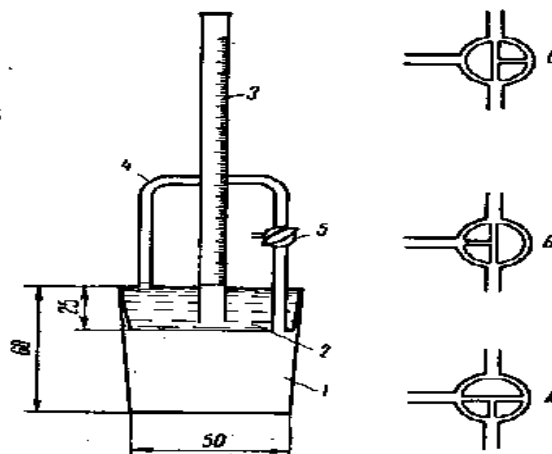


Рис. 2.2. Мікрогазометр системи Єлецького

1 – стаканчик; 2 – чашка; 3 – вимірювальна трубка; 4 – газовідвідна трубка; 5 – триходовий кран

Перед початком роботи в манометричну кришку заливали насичений

розчин харчової солі, підфарбований метиленовою синню. Розчин наливали до основи вимірювальної трубки і цей рівень вважали за нуль.

Для визначення піднімальної сили дріжджів (швидкості підйому тіста) брали 160 см<sup>3</sup> 2,5 % розчину чистої харчової солі. Зважували на аптекарських вагах 5 г аналізованих дріжджів, потім поміщали їх у порцелянову чашку, розводили 15...20 см<sup>3</sup> соляного розчину і розмішували до зникнення грудочок. Розведені дріжджі негайно вливали у діжу лабораторної тістомісильної машини типу Діосна зі швидкістю тістомішання 135 об/хв.

Щоб уникнути втрат дріжджів посуд з-під розчину дріжджів обполіскували тим же розчином.

Для визначення швидкості підйому тіста використовували пшеничне борошно, що задовольняє на вимоги ДСТУ 46.004-99 [186]. Борошно попередньо зігрівали до 30 °С и висипали в діжу в кількості 280 г.

Час засипання борошна в діжу відзначали по годиннику. Зараз же після засипання пускали в хід місильну машину. Через 5 хвилин машину зупиняли, тісто виймали і негайно переносили у залізну форму, попередньо зігріту в термостаті при 35 °С і змазану рослинною олією.

Форма повинна мати наступні розміри (табл. 2.1):

Таблиця 2.1

**Розміри форми для визначення швидкості підйому тіста**

Довжина дна форми	12,6 см
Довжина верхньої частини форми	14,3 см
Ширина дна форми	8,5 см
Ширина верхньої частини форми	9,2 см
Висота	8,5 см

Після переносу тіста у форму поперек на її довгі борти навішували залізну поперечину, що входить на 15 мм у форму. Потім форму переносили у термостат, у якому підтримували постійну температуру 35 °С. Кількість хвилин, що пройшло від моменту замісу борошна до моменту дотику тіста до

нижнього краю поперечини, тобто підйому на 7 см, вважали піднімальною силою дріжджів [58].

### 2.2.2 Мікробіологічні показники якості хлібопекарських дріжджів

– Визначення відсоткового вмісту мертвих клітин у хлібопекарських пресованих дріжджах проводили шляхом фарбування краплі дріжджів розчином метиленової сині (1:5000). Через 2 хвилини підраховували кількість усіх дріжджових клітин, потім кількість синіх (мертвих). Рахунок повторювали в 5 полях зору. Відсотковий вміст мертвих клітин визначали за формулою:

$$X = \frac{a}{b} \cdot 100\%, \quad (2.4)$$

де:

X – вміст мертвих клітин;

a – середнє арифметичне значення кількості мертвих клітин у полі зору мікроскопа;

b – середнє арифметичне значення загального вмісту дріжджових клітин.

– Кількість дріжджових клітин визначають відповідно до формули 2.5:

$$D = A \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot V \quad (2.5)$$

де D – кількість клітин у 1 мл суспензії, кл/мл;

A – кількість клітин у 80 малих квадратах, кл.;

K<sub>1</sub> – коефіцієнт глибини камери (при глибині камери 0,1 мм K<sub>1</sub> = 10; при глибині камери 0,2 мм K<sub>2</sub> = 5);

$K_2$  – коефіцієнт перерахування обсягу, 1/мл ( $K_2 = 5000$  1/мл);

$V$  – коефіцієнт розведення проби (для дріжджів  $V = 10$ ).

При підрахунку дріжджових клітин у камері Горяєва з глибиною 0,1 мм і десятикратному розведенні дріжджової суспензії  $D = 5 \cdot 10^4 \cdot A \cdot V$ .

– морфологічний стан дріжджів визначали шляхом мікроскопіювання препарату типу "розчавлена крапля" у затемненому полі зору з об'єктивом  $\times 40$ ;

– для виділення чистих культур дріжджів використовували метод посіву відповідно до ДСТУ 8535:2015 [187];

– вивчення культуральних властивостей полягало в докладному описі форм, величини, кольору, поверхні, консистенції, країв і структури колоній, утворених при посіві дріжджових клітин на сусло-агар;

– підрахунок колоній здійснювався за ДСТУ ISO 7954:2006 [188];

– визначення глікогену проводили шляхом фарбування препарату дріжджових клітин 0,5 % розчином йоду;

– кількість волютину в дріжджових клітинах визначали фарбуванням по Омелянському, що полягає у фарбуванні фіксованого мазка дріжджових клітин карболовим фуксином Циля з наступним мікроскопіюванням з об'єктивом  $\times 90$ ;

– визначення біологічної чистоти дріжджів визначали шляхом фарбування фіксованого мазка за Грамом з подальшим мікроскопіюванням препарату в імерсійній системі з використанням об'єктива  $\times 90$ ;

– для визначення бактерій групи кишкової палички використовували метод накопичення шляхом посіву на середовище Кеслера з наступною ідентифікацією на середовищі Ендо відповідно до ГОСТ 30518-97 [189];

– визначення сальмонел проводили за ДСТУ EN 12824:2004 шляхом посіву на накопичувальне середовище Кауфмана з наступним пересіванням на середовище Ендо [190];

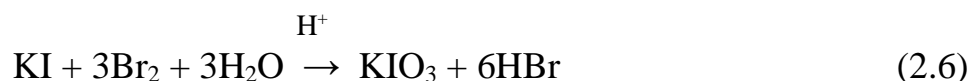
- визначення цвілевих грибів проводили за ДСТУ 8447:2015 шляхом посіву на сусло-агар [191];
- визначення мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів здійснювали відповідно з ДСТУ 8446:2015 [192];
- визначення картопляної палички проводили згідно з ДСТУ ISO 4833:2006 [193].

### **2.2.3 Визначення вмісту мікроелементів у готових дріжджах**

Методика підготовки проби до аналізу була така: з проб дріжджів, що надійшли на аналіз, брали дві наважки по 7,5 г, поміщали їх у порцелянові чашки, додавали невелику кількість бідистильованої води ( $10 \text{ см}^3$ ) до одержання кашкоподібного стану і  $1...2 \text{ см}^3$  розчину гідроокису калію, перемішували, перевіряли реакцію середовища за допомогою індикаторного папіру, доводили рН розчином лугу КОН до 9,0 і залишали на 12...14 год. На другу добу повторно перевіряли реакцію середовища (рН повинна бути не нижче 9,0, щоб не відбулася часткова втрата йоду в процесі спалювання, але не вище 10,0, тому що в сильно лужному середовищі процес спалювання сповільнюється). Якщо рН середовища нижче 9,0, додавали краплю розчину гідроокису калію.

– визначення масової частки йоду (I) і йодистого калію (KI) в хлібопекарських пресованих дріжджах визначали за допомогою йодометричного методу, сутність якого полягає в окиснюванні йодистого калію за допомогою бром у йодноватокислий ( $\text{KIO}_3$ ), видаленні надлишку бром дією фенолу, перекладі йодноватокислого калію в йод у кислому середовищі в присутності йодистого калію і наступному титруванні (зв'язуванні) йоду відомою кількістю гіпосульфїту натрію.

Висушену і мінералізовану наважку дріжджів розчинили у бідистильованій воді, додали розчин сірчаної кислоти і бром. При цьому йодистий калій окиснюється до йодноватокислого калію за рівнянням 2.6:



При додаванні йодистого калію йодноватокислий калій з йодистим калієм у кислому середовищі реагують з виділенням вільного йоду (2.7):



Йод, що виділився, титрували розчином гіпосульфїту натрію за рівнянням 2.8:



Закінчення реакції (зникнення вільного йоду) контролювали за допомогою індикаторного розчину крохмалю.

Кількість гіпосульфїту натрію, витраченого на титрування, пропорційно кількості йоду, що вивільнився із солі, на кожну молекулу йодистого калію (один атом йоду) витрачається шість молекул гіпосульфїту натрію.

Масову частку йоду (йодистого калію) у дріжджах, виражену в мільйонних частках ( $\text{млн}^{-1}$ ,  $\text{мг/кг}$ ), розраховували по формулі (2.9):

$$X = E \frac{M(V - V_1)V_2 10^3}{CV_3}, \quad (2.9)$$

де:



$M$  – молярна концентрація гіпосульфіту натрію в розчині (моль/дм<sup>3</sup>);

$V$  – об'єм розчину гіпосульфіту натрію, який пішов на титрування аналізованого розчину, см<sup>3</sup>;

$V_1$  – об'єм розчину гіпосульфіту натрію, що пішов на титрування суміші реактивів, см<sup>3</sup>;

$V_2$  – об'єм мірної колби, яка використовується для розчинення мінералізованої проби, см<sup>3</sup>;

$V_3$  – об'єм аналізованого розчину, який використовується для титрування, см<sup>3</sup>;

$C$  – маса наважки аналізованих дріжджів, г;

$E$  – еквівалент йоду чи йодистого калію в даній реакції:

для йоду  $E_i = 21,15$  г/моль,

для йодистого калію  $E_{ki} = 27,67$  г/моль.

З кожної колби відбирали порцію розчину обсягом 10 см<sup>3</sup>, переносили у плоскодонні колби з притертою пробкою місткістю 50 см<sup>3</sup>. Додавали по 2 краплі концентрованої сірчаної кислоти, перемішували і перевіряли реакцію середовища індикатором метиловим помаранчевим. Реакція повинна бути кислою. Потім додавали по 3 краплі бромної води і залишали проби на 1 хвилину. Під дією броду йодистий калій (KI) окиснюється в йодноватокислий (KIO<sub>3</sub>). Потім додавали по 3 краплі розчину фенолу, що зв'язує надлишок броду.

Через 1 хвилину до розчинів додавали по 0,5 см<sup>3</sup> 5 % розчину йодистого калію, при цьому в кислому середовищі калій йодистий і йодноватокислий реагували з виділенням вільного йоду. Вільний йод, що виділився, відтитровували 0,0005 н розчином гіпосульфіту натрію в присутності індикатора – 3 краплі розчину крохмалю (одержують об'єм  $V$ ). Перед визначенням проводили контрольне титрування суміші реактивів. Для цього замість 10 см<sup>3</sup> аналізованого розчину брали 10 см<sup>3</sup> бідистильованої води (одержують об'єм  $V_1$ ). Масову частку йоду (йодистого калію) у пробі

визначали за формулою 2.9. За результат вимірів приймали середнє значення результатів двох паралельних визначень, округлене до другого десяткового знаку після коми.

Дійсний стандарт установлює методику виконання вимірів масової частки йоду (I) чи йодистого калію (KI) у хлібопекарських дріжджах, збагачених йодистим калієм, у діапазоні від 3 до 15 млн<sup>-1</sup> йоду (йодистого калію від 3,92 до 19,62 млн<sup>-1</sup>) при випуску дріжджів з виробництва, контролю якості та інших випадків. Відносна погрішність вимірів за даною методикою не перевищує 11 % при довірчій імовірності 0,95 [194];

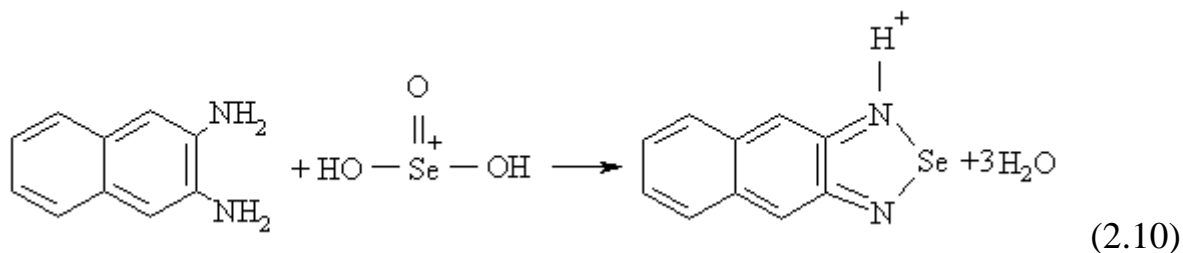
– визначення йоду в хлібопекарських пресованих дріжджах за допомогою експрес-методу – прямої потенціометрії (іонометрії) з використанням йодид-селективного електроду, сутність якого полягає в вимірі потенціалу індикаторного електроду щодо електроду порівняння, тобто ЕДС елемента, і знаходженні залежності між його величиною і концентрацією йодид-іонів у дріжджах. У якості індикаторного електроду використовували йодидний іон-селективний електрод, у якості електроду порівняння – хлорид-срібний. Для підтримки постійної іонної сили використовували електролітичний ключ у вигляді агар-агарового містка.

Відносна погрішність вимірів за даною методикою не перевищує 3 % при довірчій імовірності 0,95 [195-198].

– вміст загального селену визначали методом інверсійної вольт-амперометрії. Вимір проводили з використанням ртутно-графітового електроду, сформованого "in situ" (відносно хлорид-срібного електроду) [198].

– визначення селену флуориметричним методом з використанням 2,3-діамінонафталіну (ДАН). Межа виявлення селену з використанням зазначеного методу становить  $8 \cdot 10^{-10}$ - $1 \cdot 10^{-8}$ %. Флуориметричний метод містить у собі три основні стадії: мокре спалювання проб окисною сумішшю (азотної та хлорної кислот) при високій температурі, відновлення Se (VI) в Se

(IV) соляною кислотою при нагріванні й конденсацію селенистої кислоти з ДАН у результаті якої утворюється 4,5-піазселенол, інтенсивність флуоресценції якого пропорційна концентрації селену у зразку. Реакцію між 2,3-діамінонафталином і селенистою кислотою в кислому середовищі можна представити рівнянням 2.10:



Максимальна швидкість реакції спостерігається при рН від 1 до 2. Дослідження показують, що утворюється селено-діазоловий комплекс, який флуорисцує (max 525 нм) при хвилі збудження 364 нм [199].

– визначення елементного складу пресованих хлібопекарських дріжджів методом рентгенофлуоресцентного аналізу (РФА) на приладі фірми ЕЛВАКС (ELVAX). Цей аналіз є швидким і універсальним методом якісного і кількісного визначення всіх елементів тяжчих фтору. Він дозволяє виконувати аналіз без деструкції речовини. Прийоми аналізу не пов'язані з хімічними властивостями елементу, що визначається, і з видом хімічних зв'язків. Метод РФА особливо ефективний як метод багатоелементного аналізу. При масах проби більш 300 мг може бути безнаважковим, його тривалість складає декілька хвилин. Метод РФА заснований на зборі й наступному аналізі спектру, отриманого шляхом впливу на досліджуваний матеріал рентгеновським випромінюванням. При опроміненні атом переходить у збуджений стан, що супроводжується переходом електронів на більш високі квантові рівні. У збудженому стані атом перебуває вкрай малий час, близько однієї мікросекунди, після чого вертається в спокійне

положення (основний стан). При цьому електрони із зовнішніх оболонок або заповнюють вакантні місця, що утворювалися, а надлишок енергії випускається у вигляді фотона, або енергія передається іншому електрону із зовнішніх оболонок (оже-електрон). При цьому кожний атом випускає фотоелектрон з енергією строго певного значення.

Після збудження спектр реєструється на спеціальному детекторі. Чим краще спектральний дозвіл детектору, тим точніше він зможе відокремлювати один від одного фотони від різних елементів, що у свою чергу позначиться і на точності самого приладу. У цей час найкращою можливою роздільною здатністю детектору є 123 еВ.

Після влучення на детектор фотоелектрон перетворюється в імпульс напруги, який у свою чергу підраховується рахунковою електронікою й нарешті передається на комп'ютер. По піках отриманого спектру можна якісно визначити, які елементи присутні в зразку. Для одержання точного кількісного вмісту необхідно обробити отриманий спектр за допомогою спеціальної програми калібрування (кількісного градування приладу). Калібрована програма повинна бути попередньо створена з використанням стандартних зразків, чий елементний склад точно відомий.

#### **2.2.4 Оцінка якості хлібобулочних виробів**

Проводилася у відповідності з наступними нормативними документами:

– органолептичні показники якості хлібобулочних виробів визначали у відповідності з ДСТУ-П 8536:2015. Вироби хлібобулочні. Органолептичне оцінювання показників якості [200];

– ДСТУ 7044:2009. Вироби хлібобулочні. Правила приймання, методи відбирання проб, методи визначання органолептичних показників і маси виробів [201];

– ДСТУ 7517:2014. Хліб із пшеничного борошна. Загальні технічні умови [202];

– ДСТУ 7045:2009. Вироби хлібобулочні. Методи визначання фізико-хімічних показників [203];

– ДСТУ 4587:2006. Вироби булочні. Загальні технічні умови [204].

Структурні зміни хліба та батона при зберіганні досліджували за допомогою рентгенофазового аналізу на приладі ДРОН УМ. Дифрактометричні дослідження здійснювалися в режимі автоматичного покрокового сканування лічильника з реєстрацією результатів на стрічці цифрового друкувального пристрою. Дослідження проводили в інтервалі кутів до 50 °С. Ступінь кристалічності визначали методом Аггарвала-Тилля [205].

### **2.3 Оцінка біобезпеки компонентів КЗД**

Проводилася згідно з ДСТУ 4173:2003. Якість води. Визначення гострої летальної токсичності на *Daphnia magna* Straus та *Striodaphnia affinis* lilljeborg (cladocera, crustacean) (ISO 6341:1996, MOD) [206].

### **2.4 Медико-біологічна оцінка хлібобулочних виробів, виготовлених з використанням пресованих дріжджів, збагачених йодом і селеном**

Проведене фізіологічним методом «in vivo» на на 20 білих щурах лінії Вістар — самцях віком 12 місяців і вагою 270...300 г. Всі тварини перебували на стандартному раціоні у віварії і протягом експерименту отримували корм з розрахунку добової потреби щурів (32 г).

Метод заснований на дослідженні показників вмісту малонового діальдегіду, дієнових кон'югатів, стійкість еритроцитів до перекисного гемолізу.

Протягом усього терміну експерименту дослідним тваринам в стандартний раціон вводили збагачений продукт, який складав 25 % загального раціону.

Тварини були розділені на дві групи. Перша група (10 тварин) – контрольні тварини, в раціон яких вводили звичайний хліб; друга група (10 тварин) – піддослідна, в раціон яких вводили хліб, збагачений йодом і селеном.

Дослідження процесів вільно-радикального та пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ) проводили шляхом визначення вмісту продуктів перекисного окиснення поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) – малонового діальдегіду (МДА) і вмісту дієнових кон'югатів (ДК) у сироватці крові тварин.

Ефективність мембранопротекторних властивостей збагачуючої добавки оцінювали за ступенем відновлення мембран еритроцитів після впливу перекису водню (стійкість еритроцитів до перекисного гемолізу).

Досліджувані показники визначали на початку експерименту і через три тижні.

Медико-біологічні дослідження, які проводилися на тваринах, дають інформацію про вплив розробленого продукту на їх організм, що дозволяє розглядати його, як продукт оздоровчої дії і рекомендувати подальші дослідження в клінічних умовах.

## **2.5 Встановлення економічної доцільності збагачених хлібопекарських дріжджів**

Для встановлення економічної доцільності промислового виробництва пресованих хлібопекарських дріжджів, збагачених йодом та селеном з молочною кислотою проведено розрахунок собівартості одержаних

продуктів. Для розрахунків використано ціни на сировину вітчизняного виробництва та вартість енергоресурсів згідно тарифів на грудень 2017 р.

Розраховано вартість сировини і матеріалів для збагачених дріжджів з молочною кислотою.

Вартість сировини і матеріалів складає 80 % від загальної собівартості продукції, 20 % складають накладні витрати, оплата праці, відрахування на соціальні заходи тощо. Собівартість продукції (грн/т) визначено за формулою 2.20:

$$C = V_{cm} / 0,8, \quad (2.20)$$

де  $C$  – собівартість продукції;

$V_{cm}$  – вартість сировини та матеріалів.

Відпускна ціна 1 т продукту визначається за формулою 2.21:

$$Ц = (C + П) \cdot 1,2, \quad (2.21)$$

де  $C$  – виробнича собівартість одиниці продукції, грн/т;

$П$  – прибуток від реалізації 1 т продукту,

1,2 – коефіцієнт, що враховує ПДВ у відпускній ціні.

**2.6 Математична обробка результатів експерименту** виконана з використанням програмних пакетів Microsoft Office Excel 2003 (USA) та Stat Soft Statistica v6.0 (USA). Застосовано сучасні методи графічного оформлення результатів за допомогою прикладних програм Google, Fine Reader, MathCad.

## ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

1. Обґрунтовано напрями досліджень. Представлено порядок досліджень.
2. Розроблено програму теоретичних і експериментальних досліджень з розробки технології пресованих хлібопекарських дріжджів, збагачених йодом і селеном.
3. Визначено та описано методи експериментальних досліджень для вирішення поставлених задач: органолептичні, мікробіологічні, фізико-хімічні, медико-біологічні методи досліджень.
4. Наведено розрахунок економічної доцільності промислового виробництва пресованих хлібопекарських дріжджів, збагачених йодом та селеном з молочною кислотою.
5. Застосовано сучасні методи статистичної обробки і графічного оформлення результатів за допомогою прикладних програм Google, Fine Reader, Excel 2003, MathCad.



### РОЗДІЛ 3

## ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБОПЕКАРСЬКИХ ДРІЖДЖІВ, ЗБАГАЧЕНИХ ЙОДОМ І СЕЛЕНОМ

У даному розділі обґрунтовано вибір раси хлібопекарських дріжджів, наведені результати експериментальних досліджень щодо оцінки біобезпеки компонентів збагачуючої добавки, раціональних часток йодиду калію та селеніту натрію для виробництва збагачених мікроелементами пресованих хлібопекарських дріжджів, доведена можливість одночасного використання йодиду калію та селеніту натрію в технології збагачення, теоретично обґрунтовано та експериментально доведено раціональність використання органічних кислот для підвищення вмісту мікроелементів у дріжджах.

### **3.1 Обґрунтування вибору раси хлібопекарських дріжджів для отримання пресованих ХПД з високими якісними показниками**

Для отримання пресованих хлібопекарських дріжджів високої якості в виробництві використовують раси дріжджів, які мають високу ферментативну активність, яка, в свою чергу, впливає на якість хлібобулочних виробів.

Об'єктами досліджень стали наступні раси хлібопекарських дріжджів: *Одеська 14, 722, LK 14 і 739*. Після отримання пресованих дріжджів досліджуваних рас було визначено зимазну і мальтазну активність, а також піднімальну силу.

Таблиця 3.1

**Ферментативна активність хлібопекарських дріжджів рас *Одеська 14*, *722*,  
*LK 14*, *739***

(n=5, p≤0,05)

Раси дріжджів	Зимазна активність, хв	Мальтазна активність, хв	Піднімальна сила, хв
<i>Одеська 14</i>	45±2	95±1	46±1
<i>722</i>	43±1	54±2	46±1
<i>LK 14</i>	40±1	89±1	37±1
<i>739</i>	54±3	61±2	56±2

Найкращі результати зимазної активності показали раси *722*, *Одеська 14* та *LK 14*; мальтазної активності – *722*, *739*; піднімальної сили – *LK 14*. Найважливішим з тих показників є показник піднімальної сили, тому що він характеризує здатність до зброджування цукрів (глюкози, сахарози і мальтози) і є результатом взаємодії ферментів дріжджів і ферментів борошна. Зимазна активність є відносним показником, тому що характеризує тільки зброджування глюкози.

Таким чином, для подальших досліджень була обрана раса *LK 14*, яка володіє найкращими характеристиками.

### **3.2 Обґрунтування вибору компонентів комплексної збагачувальної добавки та способу збагачення**

В останні роки на вітчизняному ринку з'явилася велика кількість харчових добавок, що містять різні сполуки йоду та селену. Розробники й виробники таких добавок займають активну позицію по просуванню своєї продукції на ринки для виробництва харчових продуктів.

Саме тому було проаналізовано сучасний ринок добавок із вмістом йоду і селену та запропоновані медико-біологічні та технологічні критерії їх вибору для використання у виробництві збагачених хлібобулочних виробів.

Медико-біологічні принципи передбачають вибір добавки, її дозування, оцінку біозасвоєння й безпеки використання у виробництві продуктів харчування, рівень збереження мікроелементів у випечених виробах.

До технологічних критеріїв відносять сумісність із рецептурними компонентами тіста, зручність використання добавки, вплив добавки, що містить мікроелементи на якість хліба, властивості тіста і його компонентів. Додатково проводяться дослідження впливу добавок на мікрофлору хліба із пшеничного борошна.

При оцінці біозасвоєння та безпеки збагачуючих добавок використовувалися дані чисельних вітчизняних і закордонних досліджень, які свідчать про легке та повне засвоєння неорганічних мікроелементів з досліджуваних добавок в продуктах [166, 169, 173, 206].

Для збагачення харчових продуктів йодом найчастіше використовують йодиди або йодати калію та натрію. Поєднання йодидів більш стійкі в умовах підвищеної вологості, підвищеної температури навколишнього середовища, аерації, присутності домішок. Окрім цього йодиди більш дешеві, краще розчиняються та мають більшу кількість йоду в порівнянні з йодатами [166].

Для збагачення дріжджів селеном також можна використовувати його органічні [183, 184] та неорганічні [182] сполуки. Засвоюваність органічного й неорганічного селену у шлунково-кишковому тракті практично однакова, однак доведено, що при фізіологічних надходженнях селену з їжею і нормальною забезпеченістю сіркою в якості джерел для синтезу селен-специфічних селенопротеїнів при застосуванні селенметіонину, селеніту і селенату їх ефективність однакова. При низькому рівні споживання селену з їжею (менш 0,05 мкг/добу) і/або поганою забезпеченістю організму метіоніном ефективність добавки неорганічного селену (селеніту натрію)

вище, чим селенметіонин. А при дуже глибокому дефіциті селену (менш 0,02 мкг/добу), коли виникають порушення синтезу усіх селенозалежних білків і ферментів, ефективним є введення неорганічних форм селену, які також можуть бути комбіновані з органічним селеном (селенметіонином, селенопіраном і т.д.) [97, 103].

Враховуючи вище сказане, ми обрали неорганічне з'єднання селену, тому що неорганічні форми селену більш досліджені, ефективні та дешевші ніж органічні. Із неорганічних поєднань селеніти дешевші у порівнянні з селенатами, а також краще розчиняються у воді [115].

Для вибору способу збагачення важливим є рівномірність розподілення збагачувальної добавки по масі продукту та схоронність її при зберіганні. Спосіб збагачення концентрованими йодованими добавками більш технологічний, тому що добавки зручні в використанні та зберіганні.

Для збагачення селеном хлібобулочних виробів, можливо використання збагаченої сировини або внесення добавки на стадії тістоведення. Ці способи мають свої переваги та недоліки. В якості збагаченої сировини можуть бути дріжджі, мука, жиро- та молокопродукти, яйця (для здобних виробів) [156, 166-167, 170-171, 175, 179-184]. Збагачені дріжджі є одним з найпоширеніших продуктів, що містять селен, і це пов'язане з тим, що дріжджі добре накопичують мікроелемент з поживного середовища та трансформують селен з неорганічної форми в органічну [102, 103, 207]. Однак практично всі способи збагачення хлібопекарних дріжджів селеном пов'язані з їх культивуванням на поживному середовищі в присутності мікроелемента, що не виключає надлишкового накопичення селену [170, 171]. Тому такі дріжджі в основному використовуються як біологічно активні добавки в харчуванні за рахунок вмісту значних кількостей селену. Зберігання збагаченої муки має певні труднощі, що пов'язане з можливим зменшенням вмісту мікроелементу, яке потребує постійного контролю. Недоліком використання збагачених яєць, жиро- та

молокопродуктів є те, що вони використовуються для виробництва здобної випічки та можуть споживатися не всіма групами населення.

Можливе внесення сполук селену безпосередньо при випічці хліба, але це технічно важко, тому що деякі солі селену нестійкі при зберіганні і потребують постійного контролю.

В даній роботі для збагачення хлібобулочних виробів нами пропонується технологія виробництва хлібопекарських дріжджів, збагачених йодом і селеном, яка відрізняється від існуючих. Цей спосіб дозволяє рівномірно розподілити комплексну збагачуючу добавку по всій дріжджовій масі, дає можливість збагачувати дієтичні (безсольові) сорти хліба, поліпшити якісні показники та збільшити термін зберігання дріжджів, а також посилити накопичення мікроелементів дріжджовими клітинами.

Рівень збагачення визначався нами з обліком декількох факторів (табл. 3.1), у першу чергу, виходячи із вмісту йоду та селену у хлібобулочних виробах та періодичності їх вживання в раціоні.

Таблиця 3.1

**Визначальні фактори при розрахунках рівня збагачення ХПД**

Показник	Значення		Одиниці вимірювання
	I	Se	
Середній рівень вживання хліба	300-350		г/доба
Рекомендована норма вживання мікроелементу	150	55-75	мкг/доба
Закладка дріжджів при випічці хлібобулочних виробів:			
- хліб пшеничний	1		%
- батон пшеничний	2		%

Правильний вибір рівня збагачення дозволить задовольнити потреби організму в йоді та селені, не змінюючи при цьому звичайного раціону харчування людини.

### 3.3 Оцінка біобезпеки йодиду калію та селеніту натрію

Відомо, що сполуки йоду та селену є досить токсичними, тому необхідно було визначити рівень біобезпеки компонентів збагачуючої добавки.

Для визначення гострої токсичної дії розчину хімічних сполук було проведено короткочасне біотестування (до 96 год), яке проводилося на дафніях і оцінювалося за їх виживаністю. Показником виживаності служить середня кількість тест-організмів, що вижили у випробному розчині або в контролі за певний час. Критерієм токсичності є загибель 50 і більш відсотків дафній за період часу до 96 год у розчині речовин у порівнянні з контролем [206].

Для випробування використовували тест-організми *Daphnia magna* Straus віком до 24 год (культура *Daphnia magna* Straus отримана в лабораторії біологічних досліджень та біотестування Українського науково-дослідного інституту екологічних проблем Мінекоресурсів України, м. Харків).

Для випробування на дафніях використовували посудини місткістю 100 см<sup>3</sup>, у які наливали по 80 см<sup>3</sup> розчину речовин у необхідних концентраціях (дослід) і води для розбавлення (контроль). Для готування розчину в якості розчинника використовували здистильовану воду. У кожний контрольний і дослідний розчин йодиду калію (концентрації 100,0...500,0 мг/дм<sup>3</sup>) і селеніту натрію (концентрації 1,0...5,0 мг/дм<sup>3</sup>) поміщали по 10 дафній. Кількість повторів у досліді і контролі для дафній не менше 2. Впродовж випробування тест-організми не годували. Наприкінці випробувань (через 24, 48, 96 год) підраховували кількість живих ракоподібних у кожній посудині. Загиблими вважали ті тест-організми, які не могли плавати через 15 с після обережного струшування рідини, навіть якщо вони ще могли рухати антенами. Результати експерименту наведені в таблицях 3.2 і 3.3.

Таблиця 3.2

**Визначення гострої летальної токсичності йодиду калію на *Daphnia magna Straus***

Концентрація, мг/дм <sup>3</sup>	Кількість живих дафній, од					
	через 24 год		через 48 год		через 96 год	
0 (контроль)	10	10	10	10	10	10
500,0	2	2	1	1	0	0
450,0	5	5	7	7	7	6
400,0	7	7	6	6	5	5
350,0	8	8	7	7	6	6
300,0	9	9	9	9	8	8
250,0	10	10	9	9	9	9
200,0	10	10	10	10	10	10
150,0	10	10	10	10	10	10
100,0	10	10	10	10	10	10

Таблиця 3.3

**Визначення гострої летальної токсичності селеніту натрію на *Daphnia magna Straus***

Концентрація, мг/дм <sup>3</sup>	Кількість живих дафній, од					
	через 24 год		через 48 год		через 96 год	
0 (контроль)	10	10	10	10	10	10
5,0	5	5	4	3	2	2
4,5	6	6	6	6	6	5
4,0	7	7	7	7	6	6
3,5	8	8	8	8	8	7
3,0	9	9	8	8	8	8
2,5	10	10	10	10	9	9
2,0	10	10	10	10	10	10
1,5	10	10	10	10	10	10
1,0	10	10	10	10	10	10

Аналіз результатів експерименту показав, що ЛК<sub>50-96</sub> йодиду калію дорівнює 400 мг/дм<sup>3</sup>, ЛК<sub>50-96</sub> селеніту натрію – 4,5 мг/дм<sup>3</sup>.

### 3.4 Обґрунтування можливості одночасного використання йодиду калію та селеніту натрію в технології виробництва дріжджів

Для збагачення дріжджів використовуються джерела йоду і селену у вигляді йодиду калію та селеніту натрію. Тому необхідно було визначити як взаємодіють ці речовини між собою для попередження можливості утворення комплексів, які можуть негативно впливати на показники якості хлібопекарських дріжджів.

Для дослідження взаємодії йодиду калію та селеніту натрію були вивчені діаграми Пурбе (рис. 3.1, 3.2) [208].

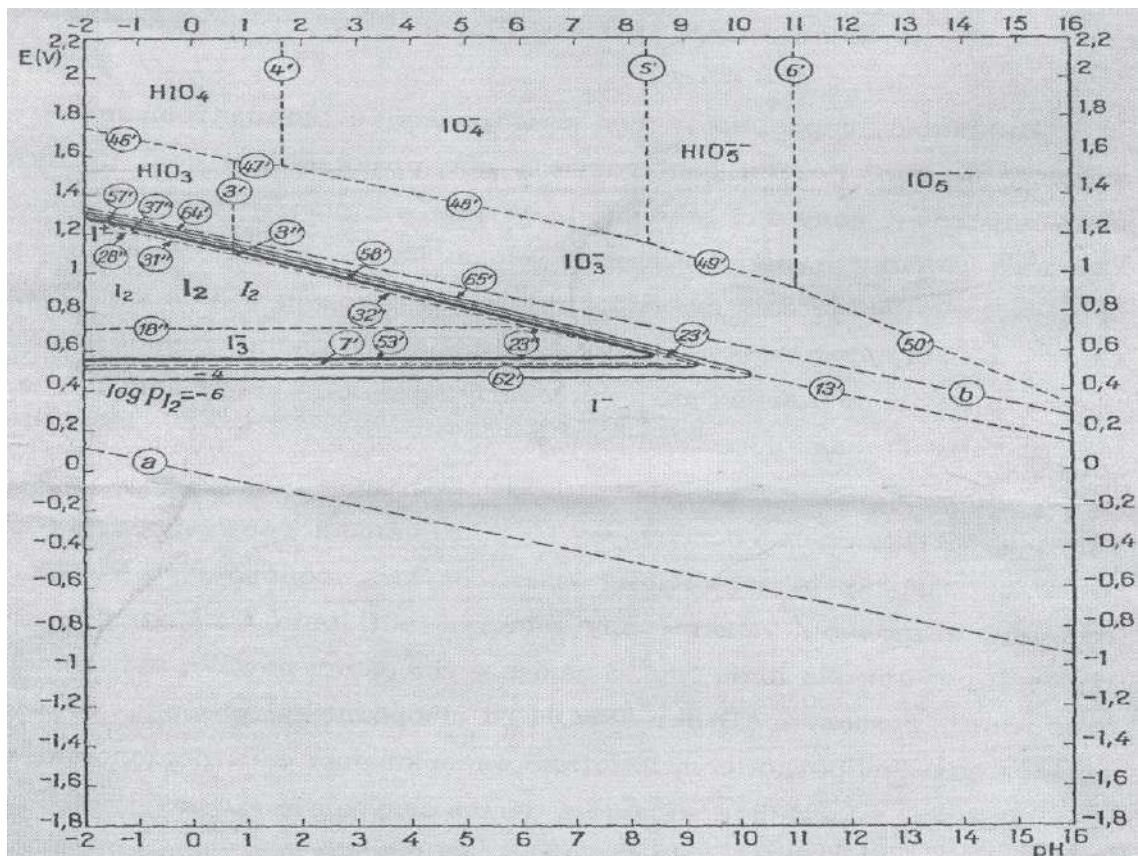


Рис. 3.1. Діаграми рівноваги тиску від рН системи йод-вода при 25 °С.



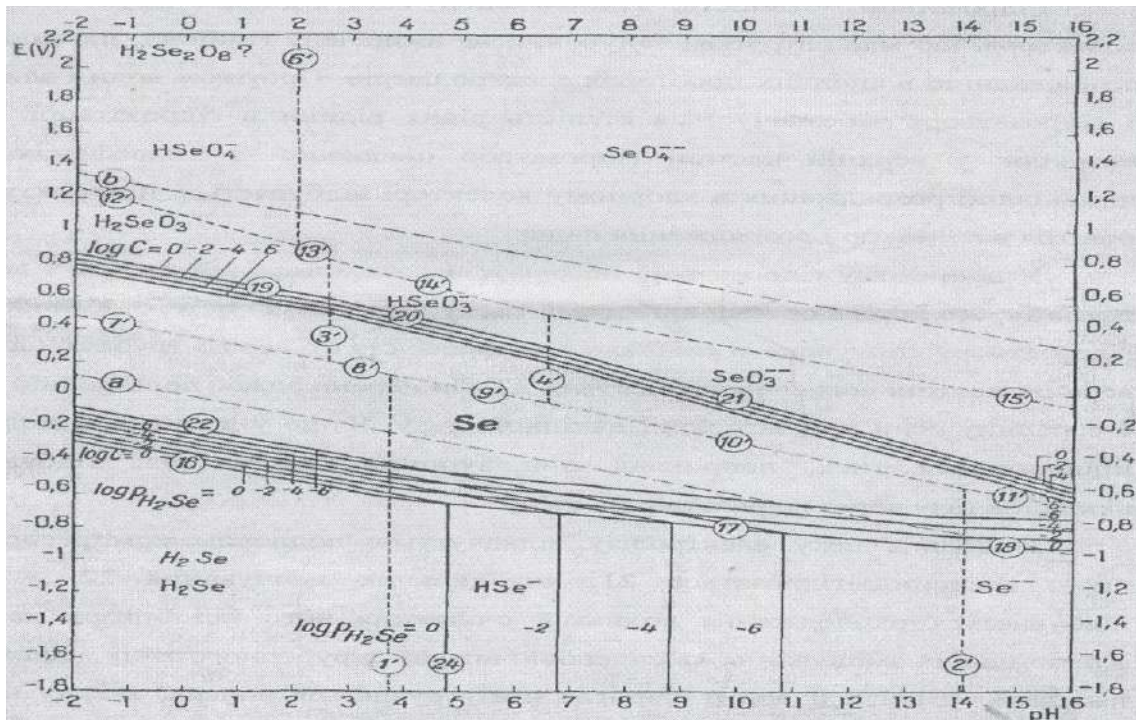


Рис. 3.2. Діаграми рівноваги тиску від рН системи селен-вода при 25 °С.

З приведених діаграм видно, що електричний потенціал йодиду калію (0,9) і селеніту натрію (1,2) в присутності молочної кислоти (рН 5...5,5) практично однаковий. Це свідчить про те, що KI і  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$  не є окиснювачами і відновлювачами по відношенню один до одного. Таким чином вивчення взаємного впливу йодиду калію та селеніту натрію один на одного при рН 5,0...5,5 показало, що компоненти збагачуючої добавки між собою в реакцію не вступають.

### 3.5 Теоретичне обґрунтування вибору способу запобігання мікробного псування в технології збагачення ХПД

В харчових продуктах можуть проходити мікробіологічні процеси, які негативно впливають на якість продукту, тому для запобігання псуванню продукту використовують ряд заходів.

Для профілактики захворювань хлібобулочних виробів, таких як картопляна, крейдова та кров'яна хвороби, використовують такі ефективні способи захисту: хімічні, біологічні й організаційні.

Серед захворювання хліба, які викликають сторонні мікроорганізми, найчастішим і найсерйознішим є картопляна хвороба хліба, яка призводить до того, що хліб стає непригодним для їжі [207].

Збудником картопляної або «тягучої» хвороби хліба є картопляна паличка *Vac. mesentericus*. Цей мікроорганізм широко поширений у природі (у повітрі, ґрунті, на рослинах) і зустрічається в тій або іншій кількості на зерні. Спори картопляної палички при мливі переходять у борошно. Під час випічки хліба вони зберігають свою життєздатність. Найбільш сприятливі умови для проростання спор: значна вологість продукту, нейтральна реакція середовища й температура вище 37 °С. Хліб, уражений цією хворобою, має слизову м'якушку, яка тягнеться тонкими павутиноподібними нитками, різкий, специфічний запах і смак, що пов'язані з дією ферментів картопляної палички. Картопляна хвороба вражає тільки пшеничний хліб за рахунок більш низької кислотності у порівнянні з житнім хлібом, у якому ця хвороба не розвивається.

Одним з дієвих способів запобігання розвитку картопляної хвороби хліба є використання хімічних консервантів.

Консерванти – це харчові добавки, які збільшують строк зберігання продуктів, захищають їх від псування, яке викликається мікроорганізмами (бактеріями, дріжджами, цвіллю). У системі кодифікації ЄС консервантам привласнені індекси Е 200 – Е 299. У переліку консервантів з індексами Е представлені, в основному, кислоти органічних сполук і їх похідні, а також деякі види газів (сірчистий, вуглекислий), складні речовини з антибіотичними властивостями, неорганічні з'єднання, інші природні й синтетичні речовини.

Консерванти належать до різних класів хімічних сполук. Проте, усі консерванти можна поділити на дві групи:

1. група біогенних консервантів – сполуки, які синтезуються у біологічних системах, беруть участь у метаболічних процесах і їх утилізують ферментні системи організму.
2. група абіогенних консервантів – сполуки, які у біологічних системах не синтезуються. Їх метаболізм у живих організмах можливий, але продукти, що утворюються, інколи можуть бути токсичними.

Хімічні консерванти повинні забезпечувати тривале зберігання продуктів, не надавая якого-небудь негативного впливу на його органолептичні властивості, харчову цінність і здоров'я споживача. Ефективність дії консерванта залежить від його концентрації, рН, якісного складу мікрофлори. Жоден з відомих консервантів не є універсальним для всіх продуктів харчування [210, 211].

До хімічних способів запобігання захворюванням хліба відносять способи, які призводять до підвищення кислотності хліба шляхом застосування хімічних речовин-консервантів, таких як молочна, оцтова, пропіонова кислоти і їх солі (ацетат кальцію, пропіонати натрію, калію й кальцію, діацетат натрію). Також ефективним є введення в тісто харчової добавки «Селектин», антибактеріальної дії, яка знищує спори *Vac. mesentericus* [50].

До біологічних способів відносять підвищення кислотності шляхом використання висококислотних заквасок або внесення в тісто частини опари попереднього приготування. Для цього використовують пропіоновокислу та молочнокислу закваски.

Чисту культуру вносять у борошняну суміш при співвідношенні борошна й води 1:3, витримують 6...8 год при 30...32 °С до кислотності 14...16 град й витрачають у кількості 15...20 %. Однак, недоліком цього способу є те, що при тривалому культивуванні молочнокислих бактерій вони

витісняються спонтанною мікрофлорою борошна. Молочнокислі бактерії *Lactobacillus* у процесі розвитку з вуглецевмісних компонентів поживної суміші утворюють органічні кислоти. Останні знижують активну кислотність і перешкоджають розмноженню небажаної мікрофлори.

До організаційних заходів відносять зниження температури і максимальне посилення вентиляції в хлібосховищі для швидкого охолодження хліба [212]. Для ліквідації зараження слід проводити дезінфекцію приміщення й устаткування.

### 3.5.1 Загальна характеристика органічних кислот

Органічні кислоти – сполуки аліфатичного або ароматичного ряду, які характеризуються наявністю у молекулі однієї або декількох карбоксильних груп.

Аліфатичні кислоти можуть бути летючими (мурашина, оцтова, масляна та ін) та нелеткими (гліколева, яблучна, лимонна, щавлева, молочна, піровиноградна, малінова, бурштинова, винна, фумарова, ізовалеріанової та ін). До ароматичних кислот відносять бензойну, саліцилову, галонову, коричну, кавову, кумарову, хлорогенову та інші кислоти.

В технології хлібу в якості консервантів застосовують аліфатичні органічні кислоти: молочну, оцтову, пропіонову кислоти і їх солі. Ці кислоти також утворюються в результаті біохімічних реакцій в хлібопекарських дріжджах і в організмах тварин і людей. Враховуючи те, що хлібопекарські дріжджі представляють собою чисту культуру *Saccharomyces cerevisiae* і є рецептурним компонентом хліба, то в технології ХПД буде раціональним використання консервантів, зокрема органічних кислот.

На сьогодні відомий спосіб введення лимонної кислоти в дріжджове молоко на завершальній стадії виробництва товарних дріжджів перед фільтруванням і формуванням. Кількість лимонної кислоти становило

0,1...0,5 % від обсягу оброблюваного дріжджового молока. Обробку вели протягом 1...2 годин при постійному перемішуванні. Цей спосіб дозволяє побільшити строк зберігання дріжджів і підвищити їх стійкість.

З хімічних препаратів Міністерством охорони здоров'я дозволені до застосування оцтова кислота й оцтовокислий кальцій у кількості відповідно 0,1 і 0,2 % до маси борошна. При сильному забрудненні доцільно вносити спільно 0,1 оцтової кислоти й 0,2 % оцтовокислого кальцію, або 0,2 % оцтової кислоти й 0,4 % оцтовокислого кальцію до маси борошна. Але ці препарати погіршують фізико-хімічні показники готового хліба: знижують його об'єм і пористість [50].

Слід відмітити, що крім пригнічення росту сторонньої мікрофлори, органічні кислоти позитивно впливають на морфологічну структуру кишківника тварини й людини, зокрема, збільшення кількості ворсинок. Це в свою чергу призводить до покращення всмоктування поживних речовин (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

**Вплив органічних кислот на діяльність шлунково-кишкового тракту**

Назва кислоти	Антибактеріальні властивості, %	Затримка росту плісняви, %	Ріст кишкових ворсинок, %
Оцтова	40	25	50
Пропіонова	35	100	75
Молочна	56	35	10
Лимонна	50	25	10

З даних таблиці видно, що найбільшими антибактеріальними властивостями володіють лимонна та молочна кислоти, найбільшу затримку росту плісняви забезпечують пропіонова та молочна кислоти, на ріст кишкових ворсинок позитивно впливають всі перелічені органічні кислоти.

Однак, виробники харчових продуктів віддають перевагу солям пропіонової кислоти: пропіонату натрію та пропіонату кальцію на відміну від

пропіонової кислоти, яка є агресивною рідиною з різким неприємним запахом [213].

На підставі вище наведених даних було прийнято рішення обрати молочну кислоту в якості консервуючої речовини в технології виробництва ХПД, збагачених йодом і селеном.

### **3.6 Дослідження впливу хімічних сполук на накопичення мікроелементів дріжджами**

#### **3.6.1 Дослідження впливу пероксиду водню і молочної кислоти на накопичення йоду клітинами дріжджів**

Відомо, що дріжджові клітини можуть накопичувати мікроелементи, зокрема йод, з живильного середовища, але у зв'язку з тим, що деяка кількість йоду залишається у рідині після фільтрації, то виникає питання про підвищення здатності дріжджів накопичувати мікроелементи. У роботі Тулякової Т.В. зі співавторами [214] показано, що при впливі на сформовану дріжджову клітину сильним окиснювачем у присутності йоду і джерела вуглеводів йод вбудовується в клітинну оболонку. Тому використання пероксиду водню в якості окиснювача на стадії товарних дріжджів призводило до підвищення поглинання йоду дріжджами від 50 до 75 %.

Для підтвердження чи заперечення цього висновку були виготовлені модельні зразки дріжджового молока (вміст дріжджів у дріжджовому молоці  $500,0 \text{ г/дм}^3$ ) з концентрацією йоду ( $7,0 \text{ мг/дм}^3$ ) та концентрацією пероксиду водню від 0,1 % до 1,7 %. Для активації дріжджів використовувалася глюкоза з концентрацією 2,5 % [215]. Після ретельного перемішування дріжджове молоко відфільтровували на воронці Бюхнера, в отриманих пресованих хлібопекарських дріжджах визначали вміст йоду методом рентгенофлуоресцентного аналізу на приладі фірми ELVAX (рис. 3.3).

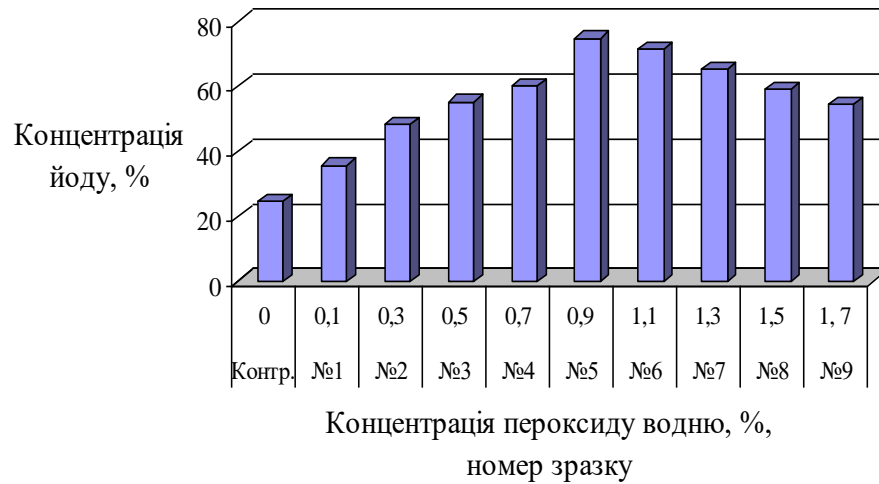


Рис. 3.3. Динаміка змін концентрації йоду в дріжджах від концентрації внесеного перексиду водню

Результати експерименту, наведені у рисунку 3.3 свідчать про те, що без внесення перексиду водню дріжджі накопичують близько 24...25 % ( $3,5 \pm 0,001$  мкг/1 г) мікроелементу, що вводився. Результати вивчення залежності концентрації йоду в дріжджах від внесеної концентрації перексиду водню показали, що при додаванні 0,1...1,7 % перексиду водню в дріжджове молоко вміст йоду в дріжджах збільшився на 50...51 % у порівнянні з контролем.

Найкращий результат показав зразок №5 (0,9 % перексиду водню) – вміст йоду в дріжджах склав 75 % ( $10,0 \pm 0,001$  мкг/1 г). При подальшому підвищенні концентрації перексиду водню до 1,7 % з'явилася стійка тенденція до зменшення накопичення йоду дріжджовими клітинами.

Відомо, що в процесі обмінних реакцій за участю кисню в клітинах неминуче утворюються набагато більш активні й агресивні окиснювачі, ніж сам кисень, – так звані активні форми кисню. У це поняття включаються всі активовані метаболіти кисню радикальної й нерадикальної природи.

Найбільш важливі з активованих метаболітів кисню представлені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

**Активовані метаболіти кисню**

Вид з'єднань	Назва
Радикали	Супероксид
	Гідроксильний радикал
	Синглетний кисень
	Ліпоперекисні інші перекисні радикали
	Оксид азоту
Нерадикальні з'єднання	Пероксинитрит
	Пероксид водню
	Гіпохлорна кислота
	Пероксили ліпідів

Для захисту клітин від пошкоджуючої дії активних форм кисню, особливо від кисневих радикалів, існує антиоксидантна система. Однак при надлишковій активації перекисного окиснення ліпідів виникає порушення в клітинних і субклітинних мембранах клітин, пошкоджуються протеїни, в тому числі ферменти, що призводить до глибокого порушення їх структури і функції.

Таким чином, внесення в дріжджове молоко пероксиду водню в концентрації 0,3...0,9 % викликає активацію адаптаційних механізмів клітин, а концентрація 1,0...1,7 % – викликає явище окиснювального стресу, що призводить до зменшення поглинання клітинами мікроелементів.

Оскільки пероксид водню в технологіях виробництва хлібопекарських дріжджів і хліба не використовується, а використовується як дезінфікуючий, чистячий засіб та відбілювач [216], то було прийняте рішення дослідити, як впливає молочна кислота на накопичення мікроелементу дріжджами.

Попередні експериментальні дослідження показали, що дріжджі накопичують найбільшу кількість йоду при додаванні у дріжджове молоко 0,9 % пероксиду водню. Тому для перевірки ефективності застосування



молочної кислоти в якості речовини, яка здатна підвищити накопичення мікроелементу дріжджами, досліджували зразки дріжджового молока: №1 – контроль (йодид калію – 7,0 мг/дм<sup>3</sup>); №2 – йодид калію (7,0 мг/дм<sup>3</sup>) + пероксид водню (0,9 %); №3 – йодид калію (7,0 мг/дм<sup>3</sup>) + молочна кислота (0,9 %). До кожного зразку додавали 2,5 % глюкози. Після ретельного перемішування дріжджове молоко відфільтровували на воронці Бюхнера, в отриманих пресованих хлібопекарських дріжджах визначали вміст йоду методом РФА.

Таблиця 3.6

**Ефективність застосування пероксиду водню та молочної кислоти для підвищення концентрація йоду в дріжджах**

(n=5, p≤0,05)

Зразок	Концентрація йоду, мг/0,5 кг	Концентрація йоду, мг/1 г	Концентрація йоду, мкг/1 г	Концентрація йоду, %
Контроль	1,74±0,001	0,0035±0,001	3,5±0,001	24,9
№1 (йодид калію 7,0 мг/дм <sup>3</sup> + пероксид водню 0,9 %)	5,24±0,001	0,0100±0,001	10,0±0,001	74,8
№2 (йодид калію 7,0 мг/дм <sup>3</sup> + молочна кислота 0,9 %)	6,22±0,002	0,0124±0,001	12,4±0,001	88,9

З аналізу даних таблиці 3.4 видно, що при використанні молочної кислоти в тих же умовах дріжджові клітини поглинають близько 89 % від кількості йоду, що вводився, а це на 14 % більше, чим з використанням пероксиду водню.

Отримані результати засвідчують переваги використання молочної кислоти в якості речовини, яка підвищує вміст йоду в хлібопекарських дріжджах та перспективність продовження досліджень.

У зв'язку з тим, що високі концентрації хімічних речовин здатні погіршувати або припиняти фізіологічні процеси в клітинах, виникає необхідність визначення оптимальних концентрацій молочної кислоти, при яких накопичення мікроелементу буде максимальним.

Для цього були виготовлені модельні зразки з концентрацією йоду 7 мг/дм<sup>3</sup>, концентрацією молочної кислоти від 0,1 до 1,7 %.



Рис. 3.4. Динаміка змін концентрації йоду в дріжджах від концентрації внесеної молочної кислоти

Результати експерименту, наведені у рисунку 3.4 свідчать про те, що дріжджі накопичують максимальну концентрацію йоду, яка складає 89...87 % (12,4...12,2 мкг/1 г дріжджів), при внесенні до дріжджового молока молочної кислоти в концентрації 0,9...1,1 %.

Таким чином, проведені дослідження показали принципову можливість використання різних хімічних речовин для посилення накопичувальної здатності дріжджів. Дія пероксиду водню пов'язана із протіканням окисно-відновних реакцій на клітинній оболонці дріжджів. Молочної кислоти підвищує проникність клітинної оболонки для полегшення протікання дифузії сполук.

### 3.6.2 Дослідження впливу молочної кислоти на ступінь накопичення дріжджовими клітинами селену

Вище було з'ясовано, що молочна кислота дозволяє накопичувати йод до 89 % від кількості введеного.

Оскільки планується збагачення дріжджів двома мікроелементами, тому необхідно з'ясувати, яка буде динаміка накопичення селену дріжджовими клітинами після введення молочної кислоти.

Для вирішення цього питання у дріжджове молоко (концентрація дріжджів у дріжджовому молоці  $500 \text{ г/дм}^3$ ) введені такі концентрації: селену –  $2,5 \text{ мг/дм}^3$ , молочної кислоти –  $0,1 \dots 1,7 \%$ , глюкози –  $2,5 \%$ . Результати експерименту наведені у рисунку 3.4.

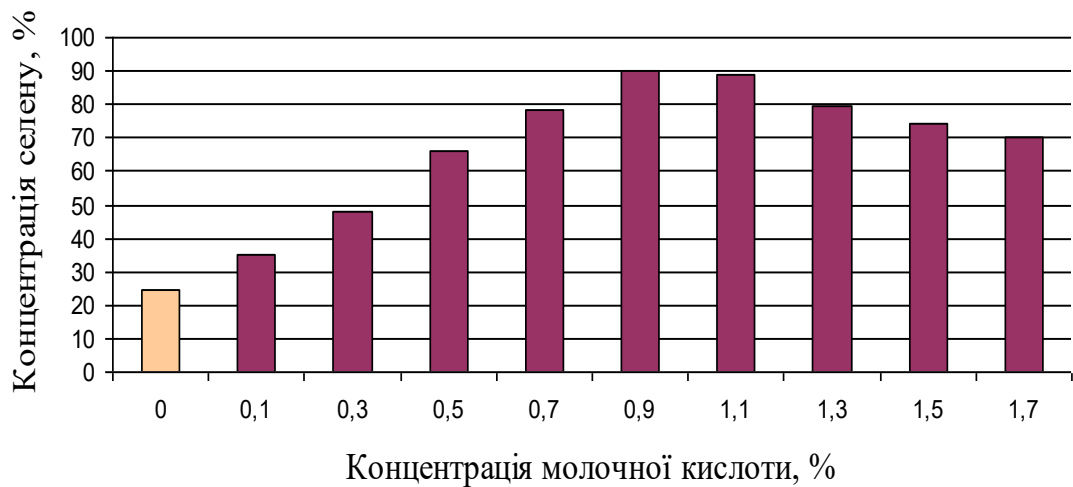


Рис. 3.4. Динаміка змін концентрації селену в дріжджах від концентрації внесеної молочної кислоти

Визначено, що максимальне накопичення селену  $89 \dots 90 \%$  ( $4,45 \text{ мкг/1 г}$  дріжджів) відбувається при внесенні  $0,9 \dots 1,1 \%$  молочної кислоти.

Підсумовуючі дані рисунків 3.3 і 3.4 можна зробити висновок, що завдяки внесенню 0,9...1,1 % молочної кислоти дріжджі здатні накопичувати близько 87...90 % мікроелементів від кількості, що вводилася.

### **3.6.3 Дослідження впливу активуючих речовин на накопичення мікроелементів хлібопекарськими дріжджами**

Для підвищення зброджувальної активності дріжджів, скорочення періоду адаптації проводиться їх активація. Активація – це процес для визначення наскільки життєздатні дріжджі і підготовки їх к подальшому використанню, це саме тій процес, який піднімає тісто і надає йому особливий смак. Сутність активації полягає в наданні сприятливих умов для дріжджів, завдяки яким ферментний комплекс перебудовується з дихального на зброджувальний тип життєдіяльності. Існує багато способів активації дріжджів [50, 216-219], але найпростіший з них – додавання цукру. Нами для активації дріжджів додатково вводилася глюкоза. Активація дріжджів необхідна при виготовленні хлібобулочних виробів, але у виробництві хлібопекарських дріжджів активація не допускається.

Попередні дослідження визначення динаміки накопичення мікроелементів дріжджами проводилися з внесення до зразків глюкози. Тому необхідно було установити, як проходить накопичення мікроелементів без внесення глюкози (рис. 3.5, 3.6).

Концентрації йодиду калію та селеніту натрію у зразках були відповідно  $7,0 \text{ мг/дм}^3$  та  $2,5 \text{ мг/дм}^3$ .



Рис. 3.5. Динаміка змін концентрації йоду від концентрації молочної кислоти та концентрації глюкози



Рис. 3.6. Динаміка змін концентрації селену від концентрації молочної кислоти та концентрації глюкози

Встановлено, що зразок складу: 0,9 % молочної кислоти + 2,5 % глюкози показав кращий результат, чим зразок з 0,9 % молочної кислоти. У той же час збільшенні концентрації молочної кислоти до 1,2 % + 2,5 % глюкози призводить до зниження накопичення мікроелементів дріжджами у порівнянні із дріжджами з 1,2 % молочної кислоти.

Це явище пояснюється незбалансованістю енергетичних і біосинтетичних процесів при наявності різних джерел вуглецю. Якщо глюкоза міститься в незначній концентрації, то обидва субстрати використовуються одночасно. При надмірному збільшенні в середовищі джерела вуглецю в клітинах активуються процеси катаболізму і накопичення мікроелементів знижується.

Проведені дослідження показали, що внесення глюкози суттєво не впливає на накопичення дріжджами мікроелементів і є недоцільним.

### ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

#### 1. Обґрунтовані та вибрані:

- продукт для збагачення. Продуктом для збагачення обрані хлібопекарські дріжджі *Saccharomyces cerevisiae*, які в свою чергу дозволяють збагатити мікроелементами хлібобулочні вироби;

- збагачуючі добавки. В якості збагачуючих добавок обрані йодид калію та селеніт натрію;

- стадію внесення збагачуючої добавки. Внесення молочної кислоти в дріжджовий концентрат найбільш доцільно, тому що дозволяє її рівномірно розподілити по масі дріжджів, а також вплинути на комплексну збагачуючу добавку (йодид калію та селеніт натрію), яка вводиться саме на цій стадії;

- спосіб збагачення. Збагачення мікроелементами проводиться шляхом додавання в дріжджовий концентрат йодиду калію і селеніту натрію у вигляді розчинів, які готують безпосередньо перед використанням. Після

цього додають молочну кислоту та витримують годину при постійному перемішуванні;

- рівень збагачення. Рівень збагачення визначався нами з обліком декількох факторів: з урахуванням закладки дріжджів при випічці хлібобулочних виробів, з урахуванням рекомендованої середньодобової норми вживання мікроелементів, періодичність вживання випічки в раціоні.

2. Обґрунтовано відсутність взаємодії між собою йодиду калію та селеніту натрію в модельних розчинах.

3. Визначено гостру летальну токсичність йодиду калію та селеніту натрію на *Daphnia magna Straus*. ЛК<sub>50-96</sub> йодиду калію дорівнює 400 мг/дм<sup>3</sup>, ЛК<sub>50-96</sub> селеніту натрію – 4,5 мг/дм<sup>3</sup>.

4. Досліджено та оцінено вплив пероксиду водню і молочної кислоти на ступінь поглинання йоду дріжджовими клітинами. Доведено, що при збагаченні дріжджів йодом у звичайних умовах, поглинається близько 24...25 % мікроелементу, що вводився, при використанні пероксиду водню – близько 75 %, при використанні молочної кислоти в тих же умовах – близько 89...90 % від кількості мікроелементу, що вводився. Визначено, що введення молочної кислоти дозволяє збільшити вміст мікроелементів у дріжджах на 14...15 % у порівнянні з використанням пероксиду водню та на 64...66 % – у порівнянні з контролем. Показана принципова можливість використання різних хімічних речовин для посилення поглинальної здатності дріжджів.

5. Установлено, що в присутності молочної кислоти в концентрації 0,9 % і 2,5 % глюкози, дріжджі інтенсивніше накопичують мікроелементи, чим дріжджі з 0,9 % молочною кислотою без внесення глюкози. У той же час при збільшенні концентрації молочної кислоти до 1,2 % у присутності 2,5 % глюкози накопичення мікроелементів дріжджами знижується в порівнянні із дріжджами, обробленими тією ж кількістю молочної кислоти без внесення глюкози. Проведені дослідження показали, що внесення глюкози суттєво не впливає на накопичення дріжджами мікроелементів і є недоцільним.

## РОЗДІЛ 4

### ХАРАКТЕРИСТИКА СПОЖИВЧИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРЕСОВАНИХ ХЛІБОПЕКАРСЬКИХ ДРІЖДЖІВ, ЗБАГАЧЕНИХ ЙОДОМ І СЕЛЕНОМ, І ЗМІНИ ЇХ У ПРОЦЕСІ ЗБЕРІГАННЯ

Для оцінки якості пресованих хлібопекарських дріжджів, збагачених мікроелементами, було проведено ряд досліджень, які здатні максимально виявити всі позитивні та негативні наслідки внесення йоду, селену і молочної кислоти на морфологію й фізіологію дріжджових клітин.

#### 4.1 Дослідження мікробіологічних показників

Від якості хлібопекарських дріжджів залежить якість хлібобулочних виробів. В свою чергу якість дріжджів суттєво залежить від технологічних особливостей вирощування дріжджових клітин, загальної культури виробництва, наявності сторонньої мікрофлори. Стороння мікрофлора негативно впливає на здатність дріжджів до зберігання й погіршує ферментативну активність.

##### 4.1.1 Дослідження впливу тривалості часу експозиції йодиду калію та селеніту натрію з дріжджами на кількість загиблих клітин у дріжджах

Відомо, що деякі хімічні речовини можуть знизити або повністю зупинити життєдіяльність дріжджових клітин, це залежить від виду хімічної речовини, концентрації та часу впливу на клітини [53-56].

Для оптимізації технологічного процесу необхідно визначити який потрібен час експозиції збагачуючої добавки з дріжджами для максимального накопичення мікроелементів без погіршення якості дріжджів.



При визначенні максимальної поглинальної здатності дріжджової клітки було встановлено, що толерантність клітин до впливу збагачуючих добавок змінюється в залежності від часу експозиції та концентрації. Для визначення оптимального часу взаємодії йодиду калію і селеніту натрію з дріжджами були виготовлені зразки дріжджів з концентрацією йоду 5,0...11,0 мг/дм<sup>3</sup>, потім – з концентрацією селену 2,0...3,5 мг/дм<sup>3</sup>. Зі збагачених дріжджів готували мазки, фарбували метиленовим синім і визначали відсоток мертвих клітин за допомогою камери Горяєва. У живих клітин барвник метиленовий синій під дією ферментів відновлюється до безбарвних сполук повністю. Ефективність даного методу залежить від стану клітинної мембрани та активності оксидоредуктаз у клітині.

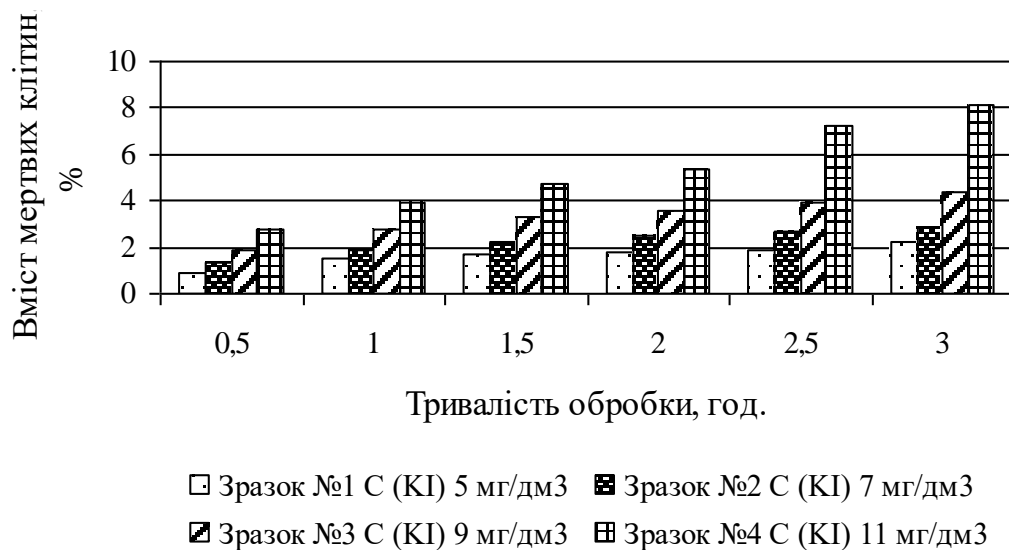


Рис. 4.1. Динаміка змін концентрації мертвих клітин від концентрації йодиду калію та часу йодування

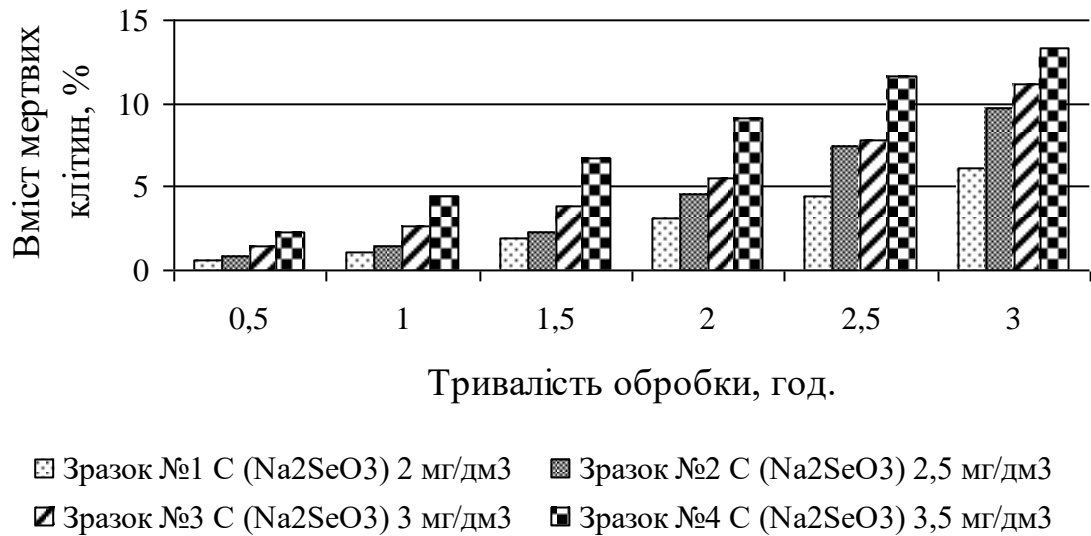


Рис. 4.2. Динаміка змін концентрації мертвих клітин від концентрації селеніту натрію та часу селенізації

З рис. 4.1 і 4.2 видно, що велике значення має концентрація внесених збагачуючих добавок в дріжджове молоко та час експозиції. Взаємодія  $5,0 \text{ мг/дм}^3$  йодиду калію і  $2,0 \text{ мг/дм}^3$  селеніту натрію з дріжджами на протязі 1 години викликає загибель 1,0 % і 1,5 % клітин відповідно. Ці дані можна не враховувати, тому що така кількість загиблих клітин допускається і не впливає на загальну якість дріжджів [58]. На протязі наступних 1,5...3 годин взаємодії, кількість загиблих клітин збільшується, особливо негативно впливає селеніт натрію – вміст профарбованих клітин поступово збільшується, через 3 години дослідження досягає 6,1 %, у той же час вміст загиблих клітин під дією йодиду калію через 3 години дослідження практично не змінюється та не перебільшує 2,2 %.

Таким чином, враховуючи результати дослідів, краща збалансованість показників концентрації збагачуючих добавок в дріжджах спостерігається при внесенні  $7,0 \text{ мг/дм}^3$  йодиду калію та  $2,5 \text{ мг/дм}^3$  селеніту натрію на протязі 1...1,5 годин, подальше збільшення часу експозиції економічно недоцільно.

#### 4.1.2 Математична обробка впливу факторів на вміст мікроелементів у дріжджах

Для планування експерименту і обробки даних застосовані математичні методи з використанням програмних пакетів Microsoft Office Excel 2003 (USA) та Stat Soft Statistica v6.0 (USA). Для дослідження вмісту мікроелементів у залежності від вмісту молочної кислоти і часу витримки використовували трирівневий план для двохфакторної функції відгуку. Дослідження проводили в трикратному повторенні. Для визначення залежності вмісту мікроелементів від кількості внесеної молочної кислоти та часу експозиції обрано метод багатфакторної регресії з побудовою поверхонь відгуку. Для побудови моделі використовували метод повного факторного експерименту. В якості факторів експерименту розглядалися: кількість внесеної молочної кислоти (від 0 до 10 мл/кг дріжджів), час експозиції (від 20 до 150 хв.), кількість мікроелементів у дріжджовому молоці (мг/кг).

За результатами обробки експериментальних даних отримані рівняння регресії. Адекватність рівнянь перевіряли по критерію Фішера. Залежність вмісту йоду в товарних дріжджах при  $C_{KI} 7,0 \text{ мг/дм}^3$  від кількості введеної молочної кислоти та часу експозиції виражається рівнянням регресії:

$$C_{J2}(C_{LA}, \tau) = 11,4126 + 2,3644 \cdot C_{LA} - 0,2402 \cdot \tau - 0,2327 \cdot C_{LA}^2 + 0,0155 \cdot C_{LA} \cdot \tau + 0,002 \cdot \tau^2, \quad (4.1)$$

де  $C_{J2}(C_{LA}, \tau)$  – вміст йоду в товарних дріжджах при  $C_{KI} 7,0 \text{ мг/дм}^3$ ;

$C_{LA}$  – кількість введеної у дріжджове молоко молочної кислоти, мл/кг;

$\tau$  – час експозиції, хв (в інтервалі  $\tau=20 \dots 150$  хв).

Поверхню залежності вмісту йоду в дріжджах при  $C_{KI} 7,0 \text{ мг/дм}^3$  від вмісту молочної кислоти та часу експозиції представлено на рис. 4.3.

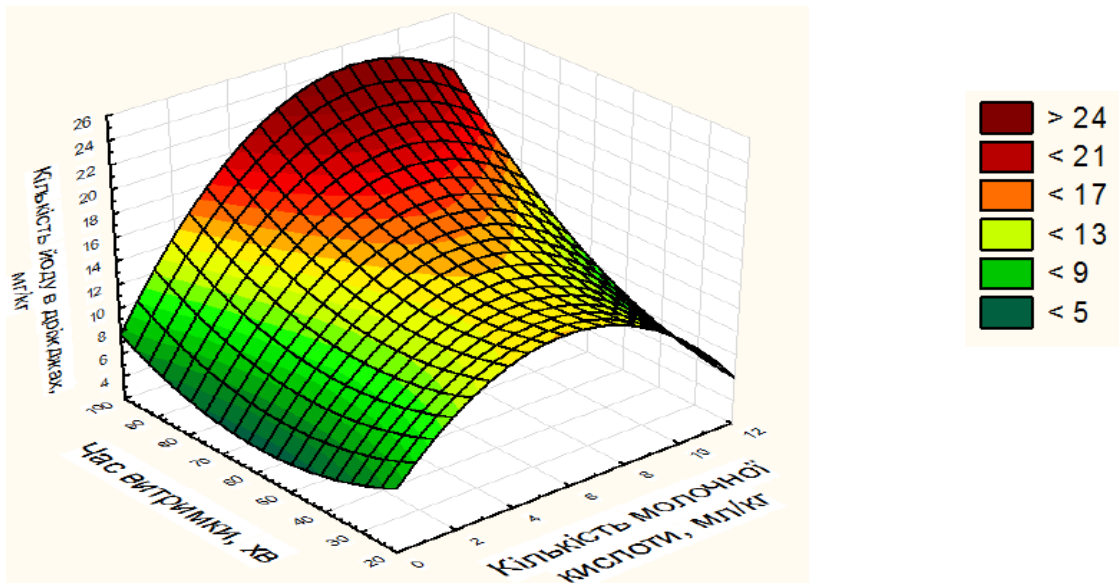


Рис. 4.3. Залежність вмісту йоду в дріжджах при  $C_{KI} 7,0 \text{ мг/дм}^3$  від кількості введеної молочної кислоти та часу експозиції.

Оцінка достовірності апроксимації залежності:

```

Model is:  $v_3 = b_0 + b_1 \cdot v_1 + v_2^2$ 
Dependent variable: ПІІ
Independent variables: 2
Loss function: least squares
Proportion of variance accounted for: 0,89184316 R = 0,92517352
Model is:  $v_3 = b_0 + b_1 \cdot v_1 + v_2^2$  (Spreadsheet2)
Dep. Var.: ПІІ
Level of confidence: 95.0% (alpha=0.050)

```

	p-level
<b>b0</b>	0,002640
<b>b1</b>	0,001971

Таким чином, рівняння 4.1, яке отримано шляхом апроксимації даних, адекватно описує залежність, значення коефіцієнту кореляції  $R=0,925$  свідчить про прямий зв'язок між кількістю введеною молочної кислоти, вмістом йоду в дріжджах та часом експозиції.

Залежність вмісту селену в дріжджах при  $C_{Na_2SeO_3} 2,5 \text{ мг/дм}^3$  від вмісту молочної кислоти та часу експозиції виражається рівнянням регресії:

$$C_{Na_2SeO_3}(C_{LA}, \tau) = 36,1601 + 4,9187 \cdot C_{LA} - 0,9372 \cdot \tau - 0,5923 \cdot C_{LA}^2 + 0,0322 \cdot x_I \cdot \tau + 0,007 \cdot \tau^2, \quad (4.2)$$

де  $C_{\text{Na}_2\text{SeO}_3}(C_{\text{LA}}, \tau)$  – вміст селену в товарних дріжджах при  $C_{\text{Na}_2\text{SeO}_3} 2,5 \text{ мг/дм}^3$ ;

$C_{\text{LA}}$  – кількість введеної у дріжджове молоко молочної кислоти, мл/кг;

$\tau$  – час експозиції, хв.

Оцінка достовірності апроксимації залежності:

```
Model is: v3=b0+b1*v1+b2*v2
Dependent variable: III оxisн
Loss function: least squares
Final value: 47227,47700478
Proportion of variance accounted for: 0,93897076 R =0,93374854
Independent variables: 2
```

```
Model is: v3=b0+b1*v1+b2*v2 (Spreadsheet13)
Dep. Var. : V3
Level of confidence: 95.0% ( alpha=0.050)
```

	p-level
<b>b0</b>	0,004505
<b>b1</b>	0,000000
<b>b2</b>	0,211555

Поверхню залежності вмісту селену в дріжджах при  $C_{\text{Na}_2\text{SeO}_3} 2,5 \text{ мг/дм}^3$  від вмісту молочної кислоти та часу експозиції представлено на рис. 4.3.

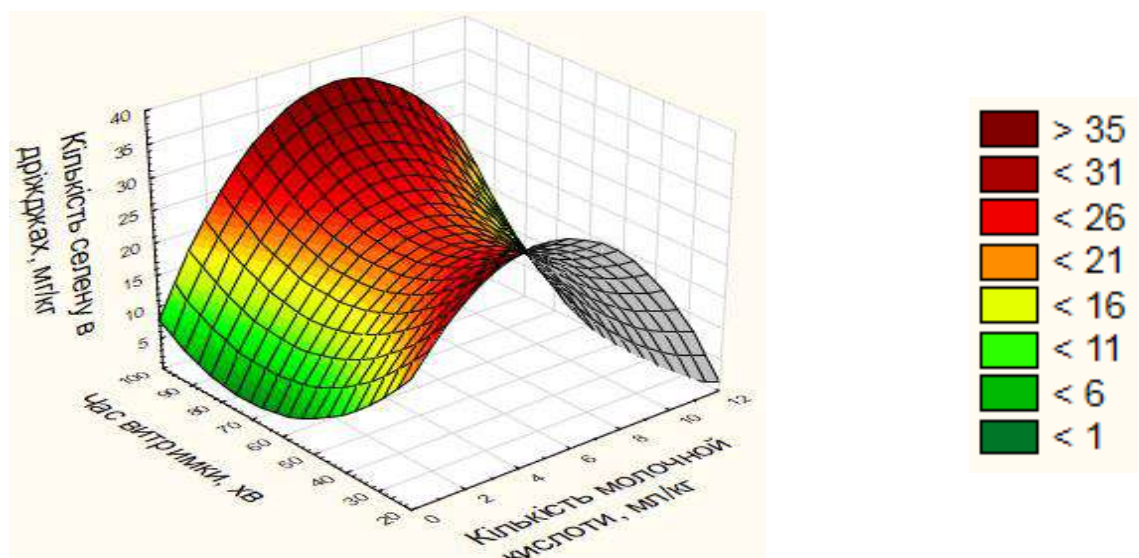


Рис. 4.4. Залежність вмісту селену в товарних дріжджах при  $C_{\text{Na}_2\text{SeO}_3} 2,5 \text{ мг/дм}^3$  від кількості введеної молочної кислоти та часу експозиції.

Таким чином, рівняння 4.2, яке отримано шляхом апроксимації даних, також адекватно описує залежність, значення коефіцієнту кореляції  $R=0,93$  свідчить про прямий зв'язок між кількістю введеною молочної кислоти та вмістом селену в товарних дріжджах.

#### **4.1.3 Вивчення впливу комплексної збагачувальної добавки на морфологію дріжджових клітин у товарних дріжджах**

Для визначення впливу КЗД на морфологічний стан дріжджів у  $1 \text{ дм}^3$  дріжджового молока додавали  $7,0 \text{ мг/дм}^3$  йодиду калію,  $2,5 \text{ мг/дм}^3$  селеніту натрію та  $0,9...1,1 \%$  молочної кислоти, ретельно перемішували протягом  $1...1,5$  годин. Морфологічний стан визначали шляхом мікроскопіювання готових збагачених товарних дріжджів.

Було виявлено, що додавання збагачуючої добавки та молочної кислоти в дріжджі у визначених концентраціях, не викликало яких-небудь змін структури дріжджових клітин, що свідчить о відсутності токсичного впливу на дріжджі: форма клітини округла, правильна; вакуоль має малі розміри, кількість глікогену в досліджуваних зразках дріжджів виявилось невеликим – за обсягом він займав менш  $1/3$  частини клітини.

#### **4.1.4 Дослідження впливу КЗД на життєздатність дріжджових клітин протягом всього терміну зберігання**

У п. 4.1.1 з'ясовано, що на життєздатність дріжджових клітин впливає фізіологічна стадія росту, концентрація збагачуючих добавок та термін взаємодії клітин зі збагачуючими сполуками. З цією метою був вивчений вплив КЗД на стан дріжджових клітин у пресованих хлібопекарських дріжджах протягом всього терміну зберігання (рис. 4.5).

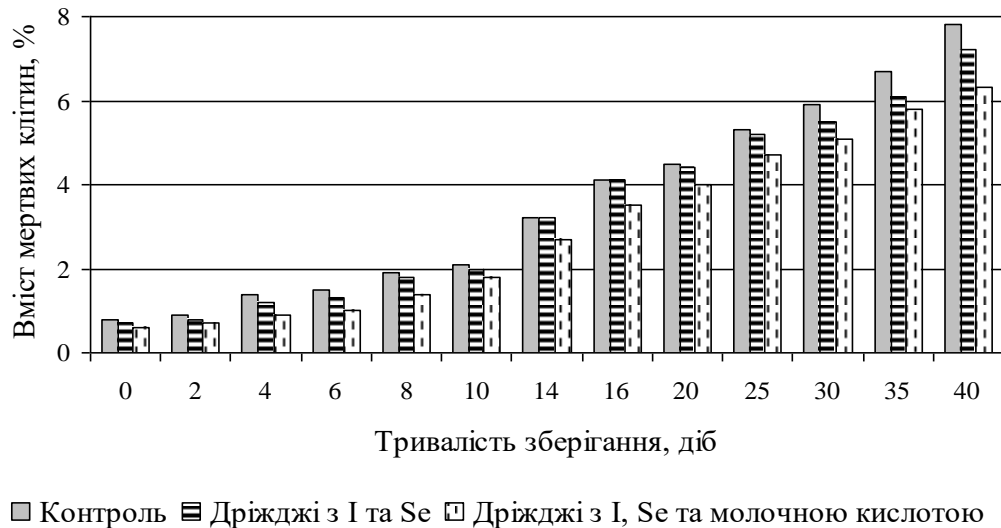


Рис. 4.5. Вміст мертвих клітин у хлібопекарських дріжджах, збагачених йодом і селеном, у процесі зберігання

Аналіз даних рисунку 4.5 показав, що внесення збагачуючих добавок у визначених концентраціях не виявило впливу на природні процеси життєдіяльності клітини. Вміст мертвих клітин при внесенні йоду та селену незначно відрізняється від їхнього вмісту в контрольному зразку.

Дріжджові клітини, як і всі мікроорганізми, проходять чотири основні фази росту: лагфаза, фаза логарифмічного росту, стаціонарна фаза і фаза відмирання. Однак процес вирощування дріжджів передбачає тільки перші три фази. Фази відмирання клітин не повинне бути в дріжджовому виробництві. Відповідно в товарних дріжджах присутні дві останні фази: стаціонарна фаза й фаза відмирання.

У стаціонарній фазі утворення нових клітин практично припиняється, закінчується також і їх брунькування, тому що живильні речовини вже не надходять. Клітини збільшуються в розмірі, маса їх також зростає. Приріст біомаси в цій фазі може становити 5...10 % від маси дріжджів, накопичених у логарифмічній фазі. Ферментні системи клітин перебудовуються з активного синтезу біомаси на процеси обміну, що підтримують життєдіяльність [50, 53-58].

Фаза відмирання характеризується відсутністю росту й розмноження мікроорганізмів. Маса клітин зменшується, тому що всі живильні речовини культурального середовища використані в попередній фазі. Для підтримки життєдіяльності клітини починають використовувати власні запаси, а потім спостерігається автоліз клітин, тому якість дріжджів різко погіршується.

Експериментально доведено, що наростання кількості мертвих клітин починається на 10...14 добу зберігання, що пояснюється переходом стаціонарної фази у фазу відмирання, однак, наявність КЗД дозволяє поліпшити показники стійкості в цілому (зразок №3).

#### **4.1.5 Дослідження впливу КЗД на сторонню мікрофлору в хлібопекарських дріжджах**

При виробництві хлібопекарських дріжджів відбувається забруднення чистої культури дріжджів сторонньою мікрофлорою: дикими (сторонніми) дріжджовими грибами, бактеріями, пліснявою. Розмножуючись швидше дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*, дикі дріжджі використовують поживні речовини середовища – цукор, азот, фосфор і тим самим перешкоджають їх росту та розмноженню, а також, погіршують органолептичні властивості і якісні характеристики.

У результаті досліджень у хлібопекарських пресованих дріжджах виробництва АТЗТ «Харківський дріжджовий завод» виявлена невелика кількість двох видів супутніх бактерій: коки і палички. В наших експериментах цвілеві гриби на даному виробництві виявлені не були. Напрямок подальших досліджень було визначення дії КЗД на сторонню мікрофлору, яка була виявлена на виробництві (табл. 4.9).



Таблиця 4.9

**Вміст сторонніх мікроорганізмів у хлібопекарських пресованих дріжджах**

Тривалість зберігання, діб	Вміст сторонніх мікроорганізмів, %								
	Бактерії						Загальна кількість сторонніх мікроорганізмів		
	Коки			Палички					
	Зразок			Зразок			Зразок		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	1,05	0,61	0,50	0,25	0,12	0,10	1,3	0,73	0,60
12	2,43	1,55	0,72	0,25	0,15	0,12	2,68	1,70	0,84
25	3,65	2,26	2,02	0,32	0,25	0,15	3,97	2,51	2,17
30	3,82	2,53	2,35	0,30	0,20	0,18	4,12	2,73	2,53
35	4,33	2,94	2,60	0,35	0,25	0,20	4,68	3,19	2,80
40	4,52	3,30	2,94	0,35	0,25	0,21	4,87	3,55	3,15

1 – контроль; 2 – ХПД + I + Se; 3 – ХПД + I + Se + молочна кислота

Аналіз результатів експерименту дозволяє зробити висновок про гнітючий вплив йодиду калію відносно сторонньої мікрофлори. Наприкінці строку зберігання кількість бактерій (коки та палички) у зразках №2 була на 27,0 % та на 28,6 % менша чим у контрольному зразку. У зразках №3 вплив КЗД був більш виражений за рахунок додаткового внесення молочної кислоти. Наприкінці строку зберігання кількість бактерій (коки та палички) була на 35 % і 40,0 % менше, чим у контрольному зразку.

Мікробіологічні показники безпеки збагачених пресованих хлібопекарських дріжджів свідчать про мікробіологічне благополуччя отриманого продукту.

#### **4.2 Оцінка органолептичних показників збагачених ХПД**

Збагачуючі добавки не повинні погіршувати органолептичні та якісні показники продукту. Тому, нами були визначені органолептичні показники

модельних зразків пресованих дріжджів: зразок №1 (контроль), зразок №2 (7,0 мг/дм<sup>3</sup> KI + 2,5 мг/дм<sup>3</sup> Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub>), зразок №3 (7,0 мг/дм<sup>3</sup> KI + 2,5 мг/дм<sup>3</sup> Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub> + 1,1 % молочна кислота), які порівняли з показниками за ДСТУ 4812:2007 (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

**Порівняльна характеристика хлібопекарських дріжджів**

Показник	Контроль	Дріжджі з I та Se	Дріжджі з I, Se та молочною кислотою	ДСТУ 4812:2007
Колір	Рівномірний, із кремовим відтінком			Рівномірний, сірий або кремовий
Консистенція	Щільна, дріжджі легко ламаються і не мажуться			
Запах	Властивий дріжджам, без запаху цвілі й інших сторонніх запахів			
Смак	Властивий дріжджам, без стороннього присмаку			

Аналіз результатів експерименту показав, що внесення КЗД у визначених концентраціях не змінило органолептичних властивостей дріжджів. За всіма показниками збагачені вироби не уступають показникам контрольного зразку та ДСТУ 4812:2007.

При підвищенні концентрації селену у дріжджовому молоці вище 5,0 мг/дм<sup>3</sup>, спостерігалось зміння кольору, яке після згущення дріжджового молока за допомогою воронки Бюхнера посилювалося (табл. 4.4).

Таблиця 4.4

**Зміна забарвлення ХПД в залежності від концентрації селену**

Концентрація селену, мг/дм <sup>3</sup>	Колір дріжджів
2,0	ясно-жовтий із кремовим відтінком
3,0	ясно-жовтий із кремовим відтінком
5,0	ясно-жовтий із легким рожевим відтінком
6,0	слабкий помаранчевий
7,0	виражений помаранчевий
8,0	темний помаранчевий

Таким чином, змінення кольору дріжджів може бути ідентифікаційною ознакою надлишкового збагачення селеном і згідно ДСТУ 4812:2007 неприпустимо.

При дослідженні впливу різних концентрацій йоду на колір дріжджового молока та пресованих хлібопекарських дріжджів ніяких змін не спостерігалось.

### **4.3 Оцінка показників якості ХПД**

#### **4.3.1 Вивчення стійкості дріжджів в процесі зберігання**

Відомо, що стійкість дріжджів у процесі зберігання залежить від їх вологості, хімічного складу (з підвищенням вмісту протеїну та вологості стійкість знижується) та впливу сторонньої мікрофлори, що попадає з навколишнього середовища.

У світі існують 2 основні групи засобів підвищення стабільності властивостей дріжджів при зберіганні:

- вплив на дріжджові клітини в процесі їх росту (використання особливих штамів дріжджів, оптимізація засобів і технологічних параметрів процесу вирощування дріжджів, підтримання стерильних умов);
- засоби обробки дріжджів на останніх стадіях технологічного процесу їх виробництва (перед пресуванням, формуванням).

Для стабілізації якості дріжджів при зберіганні, які використовуються на завершальних етапах виробництва з вирощування дріжджів, використовують речовини різного походження та механізму дії. За типом впливу ці речовини класифікують наступним чином:

- речовини, що регулюють вологість дріжджів;
- поверхнево-активні речовини;
- антиокиснювачі та їх синергісти;

- речовини, які регулюють контакт клітин з навколишнім середовищем;
- речовини, які впливають на мікрофлору дріжджів.

Підвищена вологість пресованих дріжджів і наявність в їх клітинах ліпідів (тригліцеридів, фосфатидів) приводить до окиснення клітинних структур, утворенню пероксидів і гідропероксидів, які значно прискорюють псування дріжджів.

Для запобігання процесу окиснення у промисловості використовують речовини антиокисної дії, які інгібують реакції окиснення шляхом усунення вільних радикалів. Вплив більшості антиоксидантів може бути посилено додаванням так званих синергістів. У якості синергістів можуть бути неорганічні та органічні кислоти та їх солі в кількостях, які порівняні з кількостями відповідних антиоксидантів.

Суттєвим фактором, який погіршує якість дріжджів при зберіганні, є автоліз. Механізм автолізу полягає в порушенні клітинного метаболізму. При загибелі клітин бар'єрні функції клітинних мембран зникають, що призводить до змін рН у середині клітини та стану цитоплазматичних гелів, у наслідок чого в дріжджових клітинах активуються протеолітичні ферменти.

Протеїназа і пептидаза каталізують розпад білків і ферментів, що в свою чергу порушує координаційний зв'язок і клітинну регуляцію ферментів, у наслідок чого починається руйнування внутрішньоклітинних органел.

При автолізі дріжджів з клітин виділяють ферменти (протеолітичні,  $\beta$ -фруктофуранозидазу, дегідрогенази), азотисті речовини (білки, пептиди, амінокислоти, нуклеїнові кислоти), фосфорні сполуки, ліпіди, полісахариди, аромоутворюючі речовини (ефіри, терпеноїди, жирні кислоти) і ін.

Після видалення дріжджів з живильного середовища автоліз іде повільно, тому що живі клітини для підтримки життєдіяльності спочатку використовують власні резервні запаси, а потім постійно споживають речовини, які вивільнилися в результаті автолізу найслабших клітин.

Для визначення стійкості збагачених дріжджів використовували прискорений термостатний метод: пачку дріжджів вагою 1 кг, охолоджену до температури +4 °С, поміщали до термостату при температурі 35±2 °С і зберігали до повного розм'якшення. Час, який пройшов від моменту внесення дріжджів до термостату до повного розм'якшення дріжджів, характеризує їх стійкість і виражається у годинах. Для дослідження були виготовлені модельні зразки ХПД, стан яких перевірявся кожні 2 години.

Таблиця 4.8

### Стійкість хлібопекарських дріжджів

(n=5, p≤0,05)

Зразок	Стійкість, год
ДСТУ 4812:2007	Не менш 60
1	119±0,5
2	129±0,2
3	141±0,2

1 – контроль; 2 – ХПД + I + Se; 3 – ХПД + I + Se + молочна кислота

Аналізуючи результати таблиці 4.8 видно, що під час досліду всі дріжджі піддаються змінам різної глибини. Внесення йодиду калію підвищує стабільність пресованих дріжджів. Це пояснюється тим, що йодид калію виявляє пригнічуючий вплив на сторонню мікрофлору. Висока стійкість дріжджів з селенітом натрію обумовлена антиоксидантними властивостями селену. Порівнюючи дослідні зразки, видно, що всі збагачуючі добавки позитивно впливають на стійкість дріжджів. Таким чином встановлено, що спільне використання йодиду калію та селеніту натрію дозволяє підвищити стійкість пресованих хлібопекарських дріжджів за рахунок різного механізму дії на причини псування дріжджів.

Дослідження зразку №5 показало, що введення молочної кислоти підсилює протимікробну дію йодиду калію за рахунок зниження рН середовища, а також підсилює антиоксидантні властивості селеніту натрію. У

порівнянні з контролем стійкість підвищилася на 15,6 % (22 год) і на 42,9 % (81 год) – з ДСТУ.

#### 4.3.2 Вивчення впливу комплексної добавки на кислотність, піднімальну силу, зимазну і мальтазну активність ХПД

Одним з показників якості дріжджів є кислотність. Для проведення експерименту були виготовлені зразки дріжджів, в яких були вивчені показники кислотності дріжджів у день випуску, на 12-ту, 25-ту, 35-ту, 40-у добу, які потім порівняли з ДСТУ 4812:2007. У ДСТУ представлені показники кислотності в день випуску й на 12-ту добу зберігання, нами додатково визначалася кислотність на 25-ту, 30-ту, 35-ту, 40-у добу зберігання (табл. 4.5).

Таблиця 4.5

##### Дослідження кислотності хлібопекарських дріжджів

(n=5, p≤0,05)

Найменування показника	Зразок	Строки зберігання, діб					
		У день випуску	На 12-ту добу	На 25-у добу	На 30-ту добу	На 35-ту добу	На 40-у добу
Кислотність, мг оцтової кислоти на 100г продукту	ДСТУ 4812:2007	Не більш		Не визначається			
		120	360				
	1	74±7,1	91±8,2	109±8,6	115±9,5	121±9,6	130±10,5
	2	78±6,7	95±8,3	113±8,8	119±9,4	128±9,5	136±10,4
	3	80±7,6	96±8,3	115±9,1	122±9,5	130±9,6	140±10,7

1 – контроль; 2 – ХПД + I + Se; 3 – ХПД + I + Se + молочна кислота

Результати експерименту показали, що при внесенні КЗД кислотність дріжджів повільно збільшувалася на протязі всього терміну дослідження, але

її значення на 40-у добу не перебільшувало значення кислотності, яке зазначене в ДСТУ на 12-у добу зберігання.

Нами був вивчений вплив КЗД на піднімальну силу хлібопекарських дріжджів на протязі 40 діб (табл. 4.6).

Таблиця 4.6

**Вплив КЗД на піднімальну силу хлібопекарських пресованих дріжджів**

(n=5, p≤0,05)

Показник	Зразок	Строки зберігання, діб					
		1	12	25	30	35	40
Піднімальна сила, хв	ДСТУ 4812:2007	не більш 70		не визначається			
	1	37±4,0	40±5,1	49±4,8	55±5,1	57±5,5	62±4,3
	2	39±5,3	42±5,0	51±4,3	58±5,6	60±5,7	65±3,5
	3	39±5,5	43±4,9	51±4,5	59±5,7	61±5,9	65±4,1

1 – контроль; 2 – ХПД + I + Se; 3 – ХПД + I + Se + молочна кислота

Аналіз даних показав, що КЗД не проявляє значного впливу на піднімальну силу хлібопекарських дріжджів. усі значення показника на 40-у добу не перебільшували значення ДСТУ, яке зазначене для 12-ї доби зберігання пресованих хлібопекарських дріжджів.

Для характеристики якості хлібопекарських дріжджів необхідно контролювати їх ферментативну активність, тому що від функціонування ферментативних систем дріжджових клітин залежить утворення вуглекислого газу та інтенсивність розпушування хліба. Нами вивчені показники зимазної та мальтазної активності дріжджів у контрольному зразку (зразок №1), у дріжджах з I + Se (зразок №2) і дріжджах з I + Se + молочною кислотою (зразок №3), які потім порівняли з ДСТУ 4812:2007. Результати досліджень представлено в таблиці 4.7.

Таблиця 4.7

**Показники зимазної та мальтазної активності хлібопекарських дріжджів**

(n=5, p≤0,05)

Зразок	Активність, хв	
	зимазна	мальтазна
ДСТУ 4812:2007	40-80	85-160
Контрольний зразок	40±1,0	89±8,3
Дріжджі, збагачені йодом і селеном	38±2,0	87±7,5
Дріжджі, збагачені йодом і селеном з молочною кислотою	37±1,0	86±8,1

З таблиці видно, що зимазна активність зразків №2 та №3 однакова, але в порівнянні з контрольним зразком показала кращий результат, мальтазна активність в усіх пробах змінилася незначно. Взагалі показники ферментативної активності збагачених дріжджів знаходилися в межах, які допускаються ДСТУ 4812:2007 і відповідали показникам хлібопекарських дріжджів високої якості.

#### **4.4 Визначення зміни вмісту мікроелементів в дріжджах в процесі зберігання**

Зважаючи на те, що хлібопекарські дріжджі самі по собі в їжу не вживаються, а використовуються у виробничих цілях, представлялося важливим установити як зберігається КЗД на протязі всього терміну зберігання пресованих ХПД. Для цього були виготовлені наступні зразки: зразок №1 (ХПД + I), зразок №2 (ХПД + Se) та зразок №3 (ХПД + I + Se + молочна кислота). Концентрації йодиду калію, селеніту натрію та молочної кислоти, що додавались у зразки склали відповідно 7 мг/дм<sup>3</sup>, 2,5 мг/дм<sup>3</sup>, 1,1 %.



Авторами [164, 180], які досліджували окремий вплив йоду і селену на якість дріжджів, доведено, що втрати йоду та селену, які використовувалися в якості монодобавки, складають до 7%. Також ними відзначено, що найбільші втрати мікроелементів виникають у перші дні, до закінчення терміну зберігання вміст мікроелементів практично не змінюється.

Нами також досліджено втрати йоду та селену у складі комплексної добавки на протязі всього терміну зберігання (40 діб) пресованих дріжджів за допомогою РФА (рис. 4.6).

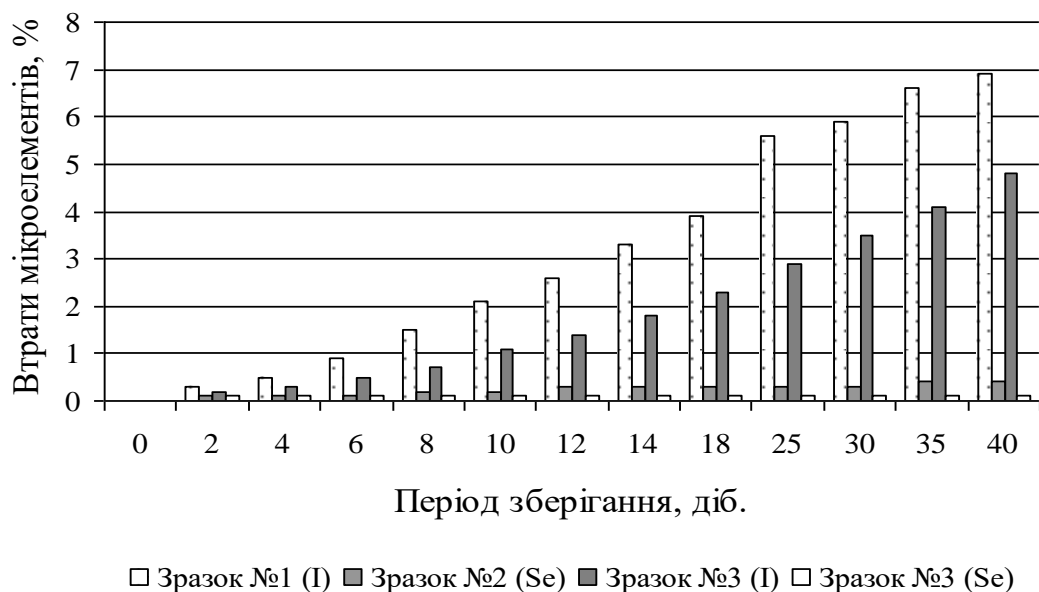


Рис. 4.6. Динаміка змін втрат йоду та селену при зберіганні ХПД

З даних рисунку 4.6 видно, що втрати йоду у якості монодобавки до закінчення терміну зберігання склали 6,9%., втрати селену – 0,4%. У перші дні спостерігаються найбільші втрати, потім вміст мікроелементів у дріжджах майже не змінюється. При внесенні в дріжджі йоду, селену та молочної кислоти (зразок №3) втрати мікроелементів зменшуються і складають 4,8% (0,6 мкг/1 г) та 0,1% (0,005 мкг/1 г) відповідно.

Враховуючи те, що промиті та згущені до 450...600 г/дм<sup>3</sup> дріжджі можуть деякий час зберігатися у вигляді дріжджового концентрату у збірниках при t=4...6 °С, були проведені додаткові дослідження для

визначення втрат КЗД при зберіганні хлібопекарських дріжджів у вигляді дріжджового молока у збірниках дріжджового концентрату. Зразки аналізувалися кожен день протягом тижня (рис. 4.7).

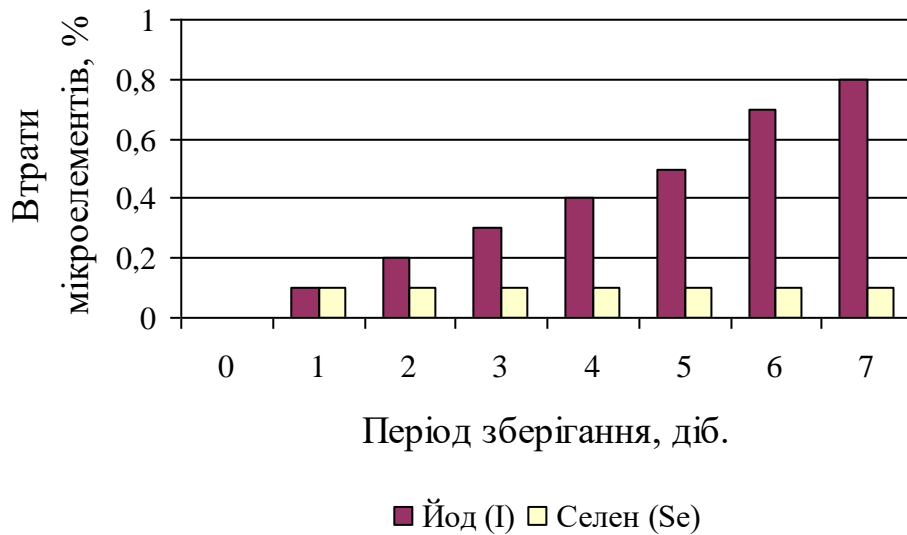


Рис. 4.7. Динаміка змін вмісту йоду та селену при зберіганні хлібопекарських дріжджів у вигляді дріжджового молока

Дослідження зміни вмісту мікроелементів у збагаченому дріжджовому молоці показало, що протягом всього терміну дослідження суттєвих змін вмісту селену не відмічено, однак спостерігається зменшення вмісту йоду на 7-у добу зберігання на 0,8 % (0,1 мкг/1 г), це пов'язано з тим, що цей мікроелемент поступово відлітає. Таким чином можна зробити висновок, що тривале зберігання збагачених дріжджів у вигляді дріжджового молока у збірниках дріжджового концентрату економічно не доцільне.

#### **4.5 Технологія виробництва пресованих хлібопекарських дріжджів, збагачених йодом і селеном**

Для виробництва збагачених ХПД нами запропонована технологія, яка принципово відрізняється від існуючих [179-182] додаванням операцій: приготування та внесення збагачуючих добавок у вигляді розчинів:

7,0 мг/дм<sup>3</sup> йодиду калію та 2,5 мг/дм<sup>3</sup> селеніту натрію в збірники дріжджового концентрату, внесення 1,1 % молочної кислоти, витримка протягом 1...1,5 годин при постійному перемішуванні.

На підставі вищенаведених змін була розроблена технологічна схема отримання пресованих хлібопекарських дріжджів, збагачених йодом і селеном (рис. 4.8).

Технологія отримання збагачених пресованих хлібопекарських дріжджів полягає у таких діях:

На перших етапах, таких як вирощування маткових дріжджів ЧК, виділення маткових дріжджів ЧК, вирощування маткових дріжджів ПЧК, виділення маткових дріжджів ПЧК, вирощування товарних дріжджів, сепарація, розроблена технологія не відрізняється від загальновідомої технології отримання пресованих хлібопекарських дріжджів.

На наступному етапі в промиті та згущені дріжджі у вигляді дріжджового молока додають свіжовиготовлені водні розчини йодиду калію та селеніту натрію. Збагачуючі добавки йодиду калію та селеніту натрію розчиняються у воді при  $t=18...20$  °С, температура обумовлена тим, що добавки швидко та повністю розчиняються, а також така температура співпадає з температурою для промивки дріжджів. Потім в дріжджове молоко подається 1,1 % 40 %-ї молочної кислоти, після цього збагачений дріжджовий концентрат ретельно перемішується 1...1,5 години. Операція перемішування необхідна для рівномірного розподілення збагачуючої добавки по всьому об'єму дріжджового молока.

На заключному етапі збагачені дріжджі фільтрують на вакуум-фільтрі, а потім передають на фасувальні і пакувальні автомати. Для відпуску дріжджів споживачу дріжджову масу формують у вигляді прямокутних брусків масою 1000, 500, 100 і 50 г і загортають у спеціальний папір.

Технічні умови та технологічна інструкція на розроблений продукт надані в Додатках А, В.

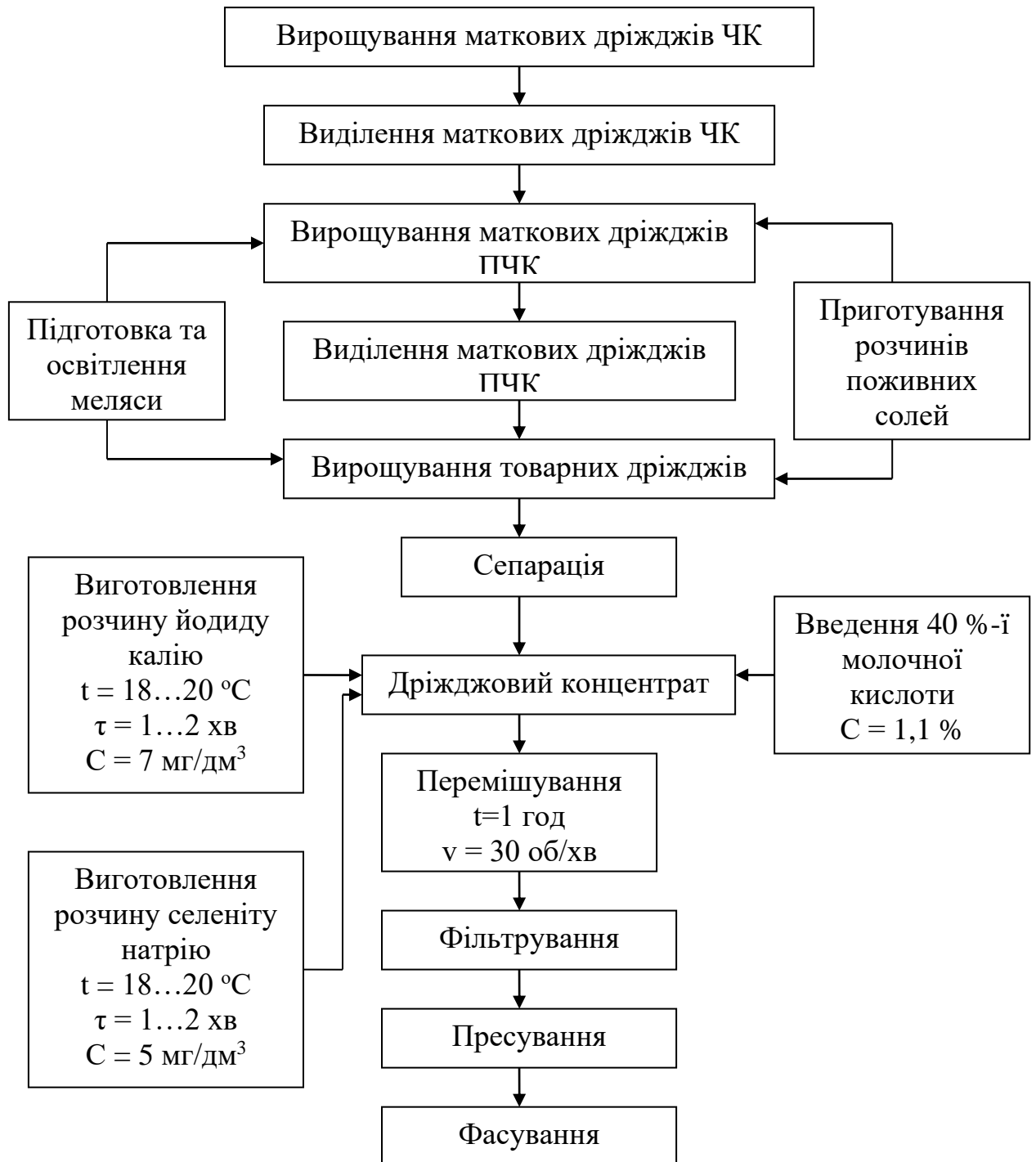


Рис. 4.8. Технологічна схема виробництва пресованих хлібопекарських дріжджів, збагачених йодом і селеном

#### 4.6 Розрахунок ціни 1 т дріжджів, збагачених мікроелементами

Перш ніж почати випускати новий продукт на ринок треба оцінити один з найважливіших факторів – його конкурентоспроможність. З аналізу літературних даних видно, що у теперішній час потребу організму в йоді та селені здатні задовольнити БАД, вітамінно-мінеральні комплекси. Враховуючи те, що деякі споживачі не приймають використання даних препаратів із за окремих негативних думок у відношенні їх. Тому можна з впевненістю стверджувати, що збагачені йодом і селеном хлібобулочні вироби перебувають поза конкуренцією, оскільки є продуктом масового споживання.

Також досить важливим факторів у забезпеченні позитивних відкликів споживачів і позиціонуванні продукту на ринку, є ціна продукту [221]. У зв'язку з тим, що харчові продукти оздоровчої дії, особливо збагачені есенціальними мікроелементами, є дорогими, то дана обставина стає чималою перешкодою в доведенні таких продуктів до споживача. Вартість продукту для більшості споживачів у теперішній час є визначальним чинником при його виборі.

Враховуючи все вищесказане, а так само для того, щоб розвіяти існуючу думку про високу ціну продукту оздоровчої дії, необхідно здійснити розрахунки вартості ХПД, збагачених йодом і селеном, і як результат, суму можливого подорожчання розроблених хлібобулочних виробів оздоровчої дії, тим самим довівши їх доступність для всіх споживачів.

Розрахунок вартості сировини і матеріалів для дріжджів, збагачених мікроелементами, з молочною кислотою приведено в таблиці 4.11.

Собівартість продукції (грн/т) за формулою (2.20):

$$C = 12\,359,2 / 0,8 = 15\,449,0 \text{ грн/т (15,45 грн/кг).}$$

Відпускна ціна (1т продукту) визначається за формулою (2.21):

$$P = C \cdot 0,25 = 15\,449,0 \cdot 0,25 = 3\,862,25 \text{ грн/т;}$$

$$Ц = (15\,449,0 + 3\,862,25) \cdot 1,2 = 23\,173,5 \text{ грн/т (23,17 грн/кг)}.$$

Таблиця 4.11

**Вартість сировини для дріжджів, збагачених КЗД**

Найменування компонента	Ціна, грн/кг	Потреба на 1т продукту, кг/т	Вартість на 1т продукту, грн
Дріжджі хлібопекарські	12,0	1000	12331,31
Калію йодид	506,0	0,007	3,54
Натрію селеніт	940,0	0,0025	2,35
Молочна кислота	20,0	1,1	22,0
Разом		1001,112	12359,2

Відпускна ціна звичайних дріжджів на грудень 2018 р. складає 23,2...23,5 грн/кг [222]. По даним закордонних і вітчизняних дослідників оптимальним вважається збільшення вартості збагаченого харчового продукту в межах 10 % від вартості звичайного [223]. Дані таблиці свідчать про порівняно невисоку собівартість збагачених ХПД. Частка добавки, що збагачує, в собівартості готового продукту становить 2,99 %. Зважаючи на те, що з 1 кг дріжджів можна зробити близько 130...140 кг хліба [224], а технологія виробництва збагачених хлібобулочних виробів не вимагає значних додаткових витрат, вартість готового хлібобулочного виробу зростає на 0,17...0,19 грн.

Тому можна зробити висновок про те, що розроблений спосіб збагачення хлібобулочних виробів йодом і селеном оптимальний, а готовий продукт представляє собою харчовий продукт оздоровчої дії, який може використовуватися для збагачення мікроелементами хлібобулочних виробів, які в свою чергу сприятимуть профілактиці захворювань, пов'язаних з нестачею цих мікроелементів.

## ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4

1. Досліджено динаміку змін концентрації мертвих клітин від концентрацій йодиду калію та селеніту натрію та часу йодування. Визначено, що краща збалансованість показників концентрації збагачуючих добавок з часом їх взаємодії з дріжджами спостерігається при внесенні  $7,0 \text{ мг/дм}^3$  йодиду калію та  $2,5 \text{ мг/дм}^3$  селеніту натрію протягом 1...1,5 годин часу обробки дріжджів КЗД.

2. Досліджено вплив комплексної збагачувальної добавки на морфологію дріжджових клітин. Визначено, що додавання КЗД у визначених концентраціях не викликало яких-небудь змін структури дріжджових клітин.

3. Досліджено вплив КЗД на життєздатність дріжджових клітин протягом всього терміну зберігання (40 діб). Експериментально доведено, що наростання кількості мертвих клітин починається на 10...14 добу зберігання, що пояснюється переходом стаціонарної фази у фазу відмирання, однак, наявність КЗД дозволяє поліпшити показники стійкості в цілому.

4. Досліджено вплив складових комплексної збагачувальної добавки на сторонню мікрофлору. Визначено, що наприкінці строку зберігання кількість бактерій (коки та палички) була на 35,0 % і 40,0 % менше, чим у контрольному зразку,

5. Вивчені органолептичні показники збагачених хлібопекарських дріжджів. Показано, що внесення селеніту натрію в дріжджове молоко в концентраціях вище  $5,0 \text{ мг/дм}^3$  змінило колір пресованих дріжджів, що може бути ідентифікаційною ознакою надлишкового збагачення селеном.

6. Досліджено стійкість дріжджів, показано, що КЗД (I + Se + молочна кислота) підвищує стійкість дріжджів на 18,5 % у порівнянні з контролем і на 35 % – з ДСТУ 4812:2007.

7. Досліджено вплив комплексної добавки на кислотність і піднімальну силу хлібопекарських дріжджів, а також зимазну та мальтазну активність.

Встановлено, що кислотність дріжджів повільно збільшувалася протягом всього терміну дослідження, але її значення на 40-у добу не перебільшувало значення кислотності, яке зазначене в ДСТУ на 12-у добу зберігання. Така ж тенденція відмічалася стососно показника піднімальної сили. З'ясовано, що КЗД практично не впливає на зимазну та мальтазну активність дріжджів.

8. Досліджено динаміку змін втрат йоду та селену при зберіганні пресованих хлібопекарських дріжджів. Визначено що втрати йоду у якості монодобавки к закінченню терміну зберігання (40 діб) склали 6,9 % (0,86 мкг/1 г), втрати селену – 0,4 % (0,02 мкг/1 г). При внесенні в дріжджі йоду та селену у складі КЗД втрати мікроелементів зменшуються і складають 4,8 % (0,6 мкг/1 г) та 0,1 % (0,005 мкг/1 г) відповідно.

Експериментально досліджені зміни вмісту мікроелементів у збагаченому дріжджовому концентраті, доведено, що на протязі всього терміну дослідження (7 діб) суттєвих змін вмісту селену не відмічено, однак спостерігається зменшення вмісту йоду на 0,8 %, Це доводить, що тривале зберігання збагачених дріжджів у вигляді дріжджового молока у збірниках дріжджового концентрату економічно не доцільно.

9. Розроблено технологію виробництва пресованих хлібопекарських дріжджів, збагачених йодом і селеном.

10. Розрахована ціна 1 т дріжджів, збагачених йодом і селеном, яка склала 12359,2 грн. Визначено, що частка добавки, що збагачує, в собівартості готових дріжджів становить 2,99 %. Використання КЗД у технології пресованих хлібопекарських дріжджів призводить до подорожчання хлібобулочних виробів на 0,17...0,19 грн.



## РОЗДІЛ 5

### ОЦІНКА ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ, ВИГОТОВЛЕНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРЕСОВАНИХ ХЛІБОПЕКАРСЬКИХ ДРІЖДЖІВ, ЗБАГАЧЕНИХ ЙОДОМ І СЕЛЕНОМ

Хлібопекарські дріжджі є біологічними розпушувачами і ним належить провідна роль у формуванні якості хліба. Завдяки комплексу вітамінів і мікроелементів, дріжджі є цінним продуктом для збагачення булочних, кондитерських і деяких кулінарних виробів.

#### 5.1 Технологія виробництва хлібобулочних виробів з використанням збагачених дріжджів

З асортименту хлібобулочних виробів були вибрані хліб з пшеничного борошна (ДСТУ 7517:2014) та батон нарізний (ДСТУ 4587:2006) з борошна вищого гатунку (ДСТУ 46.004-99), рецептура [225] і технологічні параметри представлені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

#### Рецептура і технологічні параметри хлібобулочних виробів з муки вищого сорту (кг/100 кг муки)

Сировина і показники процесу	Витрата сировини і параметри виробництва	
	Хліб з пшеничного борошна	Батон нарізний
Борошно пшеничне, кг	100	100
Дріжджі пресовані, кг	2,0	1,0
Сіль харчова, кг	1,3	1,5
Олія рослинна, кг	0,15	0,15
Маргарин, кг	-	3,5
Цукор-пісок, кг	-	6,0
Температура початкова, °С	30-32	28-32

Продовження таблиці 5.1

Час бродіння, год	2,5-3,0	2,5-3,0
Час розстійки, хв	40-50	35-70
Кислотність кінцева, град	не більш 3	не більш 2,5

Готовність тіста встановлювали за органолептичними показниками і по накопиченню певної кислотності. Після оброблення заготовки з тіста поміщали на розстійку, час якої для заготовок з тіста хліба з пшеничного борошна становило 50 хвилин, для батона нарізного — 40 хвилин. Заготовки з тіста хліба з пшеничного борошна поміщали у форми. Потім готові заготовки з тіста випікали при температурі 230...240 °С до золотавого кольору кірки.

## **5.2 Оцінка органолептичних і фізико-хімічних показників якості хлібобулочних виробів з використанням хлібопекарських пресованих дріжджів, збагачених йодом і селеном**

Вище вже говорилося про те, що хлібобулочні вироби є продуктами масового споживання, причому їх споживання не залежить від статі, віку, освіти та рівня доходу. Пропонований у теперішній час асортимент хлібобулочних виробів дуже широкий і при покупці того або іншого найменування споживач насамперед звертає увагу на органолептичні властивості. До того ж і засвоюваність хліба багато в чому залежить від його органолептичних властивостей — зовнішнього вигляду, структури, пористості, смаку і аромату. Тому при вивченні впливу збагачених хлібопекарських дріжджів на якість хлібобулочних виробів, особлива увага приділялася саме органолептичним характеристикам.

Збагачувати можна будь-які найменування хлібобулочних виробів шляхом заміни звичайних дріжджів на збагачені. В якості об'єкта для

збагачення були обрані хліб з пшеничного борошна (ДСТУ 7517:2014) та батон нарізний (ДСТУ 4587:2006) з пшеничного борошна вищого гатунку (ДСТУ 46.004-99).

Характеристика органолептичних показників хлібобулочних виробів, які виготовлені з використанням збагачених дріжджів наведена в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2

#### Органолептичні показники якості хлібобулочних виробів

Найменування показника	Характеристика			
	Хліб	Контроль	Батон	Контроль
Форма	Правильна, відповідає формі у який випікався		Довгасто-овальна, не розпливається, без притисків	
Поверхня	Глянцева, без пухирців, тріщин і підривів		З косими надрізами, глянцева	
Колір	Поверхня світло-коричнева, м'якушка світло-жовта		Поверхня світло-жовта, м'якушка світла	
Стан м'якушки: - пропеченість; - пористість; - проміс	Пропечений, еластичний. Рівномірна, без пустот і ущільнень Без грудочок і слідів непромісу			
Смак і запах	Характерний, без стороннього запаху та присмаку			

Аналіз таблиці показав, що внесення збагачених дріжджів не погіршило якість виробів, за всіма показниками збагачені вироби не поступаються показникам контрольних зразків.

Для оцінки фізико-хімічних показників хлібобулочних виробів (хліб білий, батон нарізний) визначали пористість, вологість, кислотність, отримані результати порівнювали з показниками ДСТУ 7517:2014 та ДСТУ 4587:2006. Результати експерименту представлені в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4

**Фізико-хімічні показники якості хлібобулочних виробів**

(n=5, p≤0,05)

Найменування хлібобулочних виробів		Пористість, %, не менш		Кислотність м'якушки, град., не більш		Вологість м'якушки, %, не більш	
		практично	ДСТУ	практично	ДСТУ	практично	ДСТУ
Хліб	контроль	74,5±6,1	74	1,80±0,1	3	39,4±3,3	44
	+ I, Se, E270	77,4±7,2		1,84±0,1		38,5±3,1	
Батон	контроль	73,2±7,1	73	2,10±0,1	2,5	39,3±2,6	42
	+ I, Se, E270	78,1±6,9		2,15±0,2		38,1±3,1	

Аналіз таблиці показує, що використання збагачених дріжджів замість звичайних практично не вплинуло на фізико-хімічні показники якості. Всі показники знаходяться в межах нормованих величин. У дослідних зразках відмічено незначне підвищення пористості на 2,9...4,9 % та зменшення вологості на 0,9...1,2 %, кислотність м'якушки суттєво не відрізнялася від контролю.

Це пов'язано з дією молочної кислоти, яка поліпшує газотвірні властивості тіста, інтенсифікує бродіння та скорочує технологічний період виготовлення хліба.

### **5.3 Дослідження динаміки змін концентрації збагачуючої добавки при випіканні і зберіганні хлібобулочних виробів**

Для випікання хліба і хлібобулочних виробів використовують пекарні камери різних конструкцій з температурою тепловіддаючих поверхонь 300...400 °С, пароповітряного середовища пекарної камери 200...280 °С.

У процесі випікання тісто в пекарній камері швидко збільшується в об'ємі. Через деякий час приріст його об'єму різко сповільнюється, а потім припиняється. Температура м'якушки наприкінці випікання не перевищує 100 °С, тоді як температура поверхні хліба швидко досягає 105 °С і під кінець випікання підвищується до 180 °С. Поверхня тіста інтенсивно прогрівається і через 1...2 хв втрачає майже всю вологу, досягаючи рівноважної вологості пекарної камери.

Тривалість випікання складає 8...12 хв для дрібноштучних виробів і до 80 хв для хліба масою 1 кг і більше. Залежно від виду хлібних виробів температура випікання становить 210...280 °С, у нашому випадку – 230...240 °С.

Момент готовності хліба встановлювали органолептично та визначали температуру центральної частини м'якушки, яка становила 96...97 °С. Температуру вимірювали термовимірювачем марки ТХ.

Перетворення тіста на хліб супроводжувалося витратою ним маси – упіканням. Відбувалося воно через часткове випаровування з тіста води і продуктів бродіння (етилового спирту, вуглекислого газу, легких кислот тощо). Величина упікання визначалася різницею між масою тіста перед посадкою в піч та масою готового гарячого хлібного виробу і склала 9...10 %.

Для встановлення впливу температури при випіканні на зміни концентрації мікроелементів у готових хлібобулочних виробках, досліджували вміст йоду і селену у тісті, м'якушці та кірці.

Для виготовлення зразків використовувалися збагачені пресовані хлібопекарські дріжджі з вологістю 75 % у кількостях згідно рецептурам хлібобулочних виробів (хліб з пшеничного борошна – 1 %, батон нарізний – 2 %). Концентрацію мікроелементів було визначено у тісті перед випіканням, а потім після випікання в м'якушках та кірках дослідних зразків (зразок №1 – хліб зі збагаченими ХПД, зразок №2 – батон зі збагаченими ХПД) за

допомогою рентгенофлюоресцентного аналізу визначили вміст йоду та селену. Результати дослідження представлені в табл. 5.5.

Таблиця 5.5

**Динаміка змін концентрації мікроелементів від температури при випічці  
хлібобулочних виробів**

(n=5, p≤0,05)

Зразок	Вміст мікроелементів, мкг %			
	Тісто			
	I		Se	
1	12,4±0,01		8,9±0,01	
2	24,8±0,02		17,8±0,01	
	М'якушка		Кірка	
	I	Se	I	Se
1	11,78±0,01	9,35 ±0,01	0211,28±0,01	9,7±0,01
2	23,56±0,03	18,69±0,01	22,56±0,	19,4±0,01

№1 – хліб зі збагаченими ХПД, №2 – батон зі збагаченими ХПД.

Проаналізувавши отримані результати, можна зробити висновок, що концентрація йоду в хлібі з пшеничного борошна та батоні нарізному при випіканні зменшилася на 5 % ( $0,62 \pm 0,01$  мкг%), це пов'язано з тим, що йод є летким і його частина випаровується разом з водою. Навпаки, селен не є летким мікроелементом, тому за рахунок упікання, вміст селену відносно маси хлібобулочного виробу при випіканні збільшується теж на 5 % ( $0,23 \pm 0,01$  мкг%).

Концентрація мікроелементів у м'якушці та кірці між собою відрізняється, це пов'язано з температурою на поверхні та в середині хлібобулочного виробу. Для обох мікроелементів цей показник становив 5 % та 9 % (для йоду – у бік зменшення, для селену – у бік збільшення). Таким чином, у кірці вміст йоду зменшився на 1,12 мкг%, селену – збільшився на 0,41 мкг%.

Визначення зміни вмісту збагачуючої добавки при зберіганні хлібобулочних виробів має важливе значення, тому що рух товарів (від виробника до споживача) припускає певний період часу.

Для цього проведено порівняльні дослідження контрольних і дослідних зразків, які зберігалися у харчовій плівці за температури 22...24 °С. Протязі 6 днів з періодичністю в 2 дні досліджувався вміст збагачуючої добавки у зразках хліба з пшеничного борошна та у батона нарізного. Результати експерименту показали, що на 6-у добу дослідження у дослідних зразках вміст йоду зменшився на 0,1 % , вміст селену збільшився на 0,1 %.

Враховуючи те, що строк реалізації хліба і хлібобулочних виробів становить від 16 до 48 годин, а строк вживання в середньому – до 120 годин, подальші дослідження були не доцільні.

#### **5.4 Дослідження впливу збагачуючої добавки на властивості м'якушки при зберіганні та на ураження хлібобулочних виробів картопляною хворобою**

Свіжовипеченим хлібобулочним виробам притаманні виражені смак і аромат, хрустка скоринка, еластична м'якушка. Під час зберігання вироби втрачають аромат, їх скоринка – крихкість, а м'якушка – еластичність [218]. Вирішення проблеми зберігання свіжості хлібобулочних виробів, в першу чергу, пов'язане з покращенням їх органолептичних та фізико-хімічних показників [226]. З цією метою в хлібопекарській промисловості широко використовують харчові добавки або комплексні хлібопекарські поліпшувачі. До складу комплексних хлібопекарських поліпшувачів включають харчові добавки відновної, окисної дії, структуроутворювачі, поверхнево-активні речовини та ферментні препарати [227]. Взагалі, черствіння хліба є результатом складних фізико-хімічних, колоїдних та біохімічних процесів. Вивченню цих процесів присвячені роботи багатьох дослідників [228-232].

Ми досліджували вплив КЗД у складі хлібопекарських дріжджів на властивості м'якушки при зберіганні (процес черствіння). Були виготовлені модельні зразки: зразок №1 (контроль), зразок №2 (збагачений хліб з пшеничного борошна), зразок №3 (збагачений батон нарізний). Вироби аналізували через 6, 12, 24, 48 та 72 години. Визначення ступеню черствіння проводили за здатністю м'якушки до набрякання в воді (метод Катца). Суттєвих відмінностей в швидкості черствіння контрольних проб і виробів, виготовлених зі збагаченими дріжджами не виявлено.

Відомо, що хворобою хліба прийнято вважати псування хлібобулочних виробів, яке викликане життєдіяльністю мікроорганізмів (бактерій, дріжджових і цвілевих грибів). З хвороб хліба найбільш часто спостерігається картопляна хвороба, яка викликається картопляною (*Bacillus mesentericus*) і сінною (*Bacillus subtilis*) паличками. Джерелом інфекції звичайно є борошно, вироблене з погано митого, засіяного спорами зерна, або крихти із хліба, що потрапили з торговельної мережі та забруднили хлібобулочні вироби зазначеними мікроорганізмами. Потрапляючи в тісто, спори залишаються життєздатними у випеченому хлібі. Оптимальними умовами для розвитку картопляної хвороби є вологе середовище, температура 37...40 °С и рН 7. У кислому середовищі (рН 4,5-4,8) бактерії не розмножуються.

Для визначення впливу збагачуючої добавки у складі дріжджів на бактерії, які викликають хворобу хліба, були проведені додаткові дослідження. У лабораторних умовах при замісі контрольних проб тіста зі звичайними дріжджами та тіста з додаванням збагачених дріжджів вводили суспензію чистої культури *Bac. subtilis*. Після випікання, відповідно до прийнятої методики, зразки витримували протягом 36 год при температурі 37 °С, потім зразки досліджували кожні 4 години. Результати дослідження наведені у таблиці 5.7.



Таблиця 5.7

**Вплив збагачуючих добавок у складі дріжджів на ураження хлібобулочних виробів пліснявою**

(n=5, p≤0,05)

Термін зберігання, год	Хлібобулочні вироби			
	Хліб		Батон нарізний	
	Контроль	1 % ХПД ( I – 12,4 мкг; Se – 4,45 мкг)	Контроль	2 % ХПД ( I – 24,8 мкг; Se – 8,9 мкг)
36	+++	++	+++	+
40	+++	+++	++++	++
44	++++	++++	++++	+++
48	++++	++++	++++	++++

«+» – наявність окремих колоній плісняви; «++» – наявність значних кількостей колоній; «+++» практично повне ураження поверхні виробів пліснявою; «++++» – повне ураження поверхні виробів пліснявою

Установлено, що через 36 годин дослідження поверхня обох контрольних зразків практично повністю була уражена пліснявою, ще через 12 годин – повністю уражена пліснявою. У збагаченому батоні нарізному через 36 годин з'явилися окремі колонії плісняви, через 40 годин від початку дослідження – кількість колоній значно збільшилася, через 44 години – поверхня була практично повністю уражена пліснявою, через 48 годин – поверхня виробу повністю уражена. Така ж тенденція спостерігалася при дослідженні ураження поверхні зразків хліба, однак у цих зразках процес пройшов швидче у порівнянні зі зразками збагаченого батона. Це пов'язано з наявністю меншої кількості йоду, який підвищує стійкість хлібобулочних виробів до ураження цвілевою мікрофлорою.

Строки зберігання хлібобулочних виробів обчислюються з часу виходу їх з печі. Проведено порівняльні дослідження контрольних і дослідних зразків до появи перших ознак псування при зберіганні у харчовій плівці за

температури 22...24 °С. Термін зберігання хліба пшеничного (контрольний зразок) склав 87 годин, хліба зі збагаченими ХПД – 156 год. Термін зберігання батона нарізного (контрольний зразок) – 82 годин, батона нарізного зі збагаченими ХПД – 139 год. Після цього з'являються ознаки псування – запах, цвіль.

Збільшення терміну зберігання хлібобулочних виробів пов'язано з наявністю селену з антиоксидантними властивостями, який зумовлює уповільнення окисних процесів, що відбуваються під час випікання та зберігання виробів. Йод та молочна кислота підвищує стійкість хлібобулочних виробів до ураження цвілевою мікрофлорою [233], що також збільшує термін зберігання.

Таким чином, при додаванні збагачених дріжджів до рецептури хліба пшеничного термін зберігання хліба збільшується у 1,8 раза, при додаванні збагачених дріжджів до рецептури батона нарізного – у 1,6 разів.

## ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 5

1. Обрана та описана рецептура виробництва хлібобулочних виробів з використанням збагачених дріжджів.

2. Досліджені та оцінені органолептичні і фізико-хімічні показники якості хлібобулочних виробів з використанням пресованих ХПД, збагачених йодом і селеном. У дослідних зразках відмічено підвищення пористості на 2,9...4,9 % та зменшення вологості на 0,9...1,2 %, кислотність м'якушки суттєво не відрізнялася від контролю.

3. На підставі експериментальних досліджень визначено, що збагачення хлібопекарських дріжджів йодидом калію в кількості 11,53 мкг% та селеніту натрію – 4,77 мкг% дозволяє забезпечити 23 % добової потреби в йоді, 26 % – в селені.

4. Досліджено зміни концентрації йоду та селену при випіканні хлібобулочних виробів. Визначено, що концентрація мікроелементів у м'якушці та кірці між собою відрізняється. Для обох мікроелементів цей показник становив відповідно 5 % та 9 % (для йоду – у бік зменшення, для селену – у бік збільшення).

5. Визначено зміни вмісту збагачуючої добавки при зберіганні хлібобулочних виробів. Дослідження проводилося на протязі 6 днів з періодичністю в 2 дні. Результати експерименту показали, що на 6-у добу дослідження у дослідних зразках вміст йоду зменшився на 0,1 % , вміст селену збільшився на 0,1 %.

6. Визначено негативний вплив КЗД у складі пресованих хлібопекарських дріжджів на розвиток мікрофлори, що викликає картопляну хворобу хліба. Установлено, що через 40 годин дослідження поверхня обох контрольних зразків повністю уражена пліснявою, через 44 години спостерігалось повне ураження зразку хліба з пшеничного борошна, через 48 годин – зразку батону нарізного.

7. Встановлено, що додаванні збагачених дріжджів до рецептури хліба пшеничного гарантійний термін зберігання хліба збільшується у 1,8 раза (до 156 год), при додаванні збагачених дріжджів до рецептури батона нарізного – у 1,6 разів (до 139 год).

Основні результати опубліковані в наукових працях [додаток К].

## ВИСНОВКИ

На основі проведених аналітичних та експериментальних досліджень розроблено технологію пресованих хлібопекарських дріжджів, збагачених йодом і селеном, за рахунок використання йодиду калію, селеніту натрію, молочної кислоти та сформульовано наступні висновки:

1. Проведений порівняльний аналіз властивостей різних рас дріжджів дозволив обґрунтувати вибір раси LK 14, порівняльний аналіз компонентів КЗД дозволив обґрунтувати вибір йодиду калію, селеніту натрію та молочної кислоти.

2. На підставі результатів експериментальних досліджень визначено рівень збагачення дріжджового молока мікроелементами, а саме: 7,0 мг/дм<sup>3</sup> йодидом калію, 2,5 мг/дм<sup>3</sup> селенітом натрію. Підтверджена доцільність внесення 1,1 % 40 %-ї молочної кислоти у дріжджове молоко, що дозволяє збільшити вміст мікроелементів у дріжджах на 64...66 % у порівнянні з контролем (24...25 %).

Встановлено, що для забезпечення функціонально-технологічних властивостей пресованих хлібопекарських дріжджів рекомендовано вносити КЗД у дріжджове концентрат, перемішування проводити 1...1,5 годин при 30 об/хв.

3. Застосування комплексної збагачуючої добавки позитивно впливає на стійкість дріжджів, яка збільшилася на 15,6 % (22 год) у порівнянні з контролем і на 42,9 % (81 год) – з ДСТУ.

Досліджено динаміку змін втрат мікроелементів при зберіганні пресованих ХПД на протязі всього терміну зберігання (40 діб), встановлено, що втрати йоду та селену на 40-у добу складають 4,8 % та 0,1 % відповідно.

4. На підставі проведених фізико-хімічних і мікробіологічних досліджень пресованих хлібопекарських дріжджів, встановлено, що за рахунок додавання до їх складу йодиду калію, селеніту натрію та молочної

кислоти, збільшується гарантійний термін їх зберігання до 40 діб. Підтверджена доцільність спільного використання йодиду калію та молочної кислоти, що дозволяє зменшити кількість сторонніх бактерій (коків та паличок) на 35,0 % і 40,0 % відповідно.

5. Доведено, що покращуються фізико-хімічні показники хлібобулочних виробів, виготовлених з використанням збагачених ХПД у якості рецептурного компонента: підвищується пористість на 2,9...4,9 %, вологість зменшується на 0,9...1,2 %.

6. Встановлено зміни вмісту мікроелементів в хлібобулочних виробках після випікання: концентрація мікроелементів у м'якушці та кірці між собою відрізняється. Для обох мікроелементів цей показник становив 5,0 % та 9,0 % (для йоду – у бік зменшення, для селену – у бік збільшення). Визначено, що на 6-у добу зберігання у дослідних зразках хлібобулочних виробів вміст йоду зменшився на 0,1 %, вміст селену збільшився на 0,1 %.

7. На підставі експериментальних досліджень визначено, що збагачення хлібопекарських дріжджів йодидом калію в кількості 11,53 мкг% та селеніту натрію – 4,77 мкг% дозволяє забезпечити 23 % добової потреби в йоді, 26 % – в селені.

8. Медико-біологічними дослідженнями хлібобулочних виробів, виготовлених з використання збагачених пресованих ХПД, встановлено їх вплив на організм тварини. Доведено, що додавання збагачених хлібобулочних виробів до раціону харчування щурів впливає на метаболічні процеси організму. Зокрема, зменшилася кількість малонового альдегіду та дієнових кон'югатів у сироватці крові щурів на 0,1 нмоль/мл і 0,15 нмоль/мл, відповідно, які є маркерами пероксидного окиснення ліпідів, а також зменшився відсоток гемолізу еритроцитів на 4,02 %, що свідчить про мембранопротекторні властивості збагаченого продукту.

9. Розроблено проекти технічних умов і технологічної інструкції на пресовані хлібопекарські дріжджі, збагачені йодом і селеном. Вироблені

дослідні партії хлібобулочних виробів з використанням збагачених ХПД та проведено їх апробацію в умовах ТОВ «Хлібозавод «Салтівський»», м. Харків. Отримано акт впровадження.

Розрахована ціна 1 т дріжджів, збагачених йодом і селеном, яка склала 12359,2 грн. Визначено, що частка добавки, що збагачує, в собівартості готових дріжджів становить 2,99 %. Використання КЗД у технології пресованих хлібопекарських дріжджів призводить до подорожчання хлібобулочних виробів на 0,17...0,19 грн.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Григоренко, О. (2010). *До питання моніторингу стану харчування населення України*. КНТЕУ: Товари і ринки.
2. Інформаційний сайт Всесвітньої організації охорони здоров'я (2015, березень 20). Взято з <http://www.who.int/en>.
3. Григоренко, О. (2009). *Наукові підходи до формування раціонів харчування студентів*. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі, 2 (10), 210-218.
4. Григоренко, О. (2010). *Якість харчування школярів у радіаційно забруднених регіонах України. Новітні технології оздоровчих продуктів харчування XXI століття*. Тези доп. міжнар. наук.-практ. конф. Харків: ХДУХТ.
5. Банковська, Н. (2008). *Гігієнічна оцінка стану фактичного харчування дорослого населення України та наукове обґрунтування шляхів його оптимізації*. (Дис. д-ра мед. наук). Національний медичний університет ім. О. О. Богомольця, Київ.
6. Матасар, І. (2001). *Гігієнічна оцінка стану харчування працездатного населення в сучасних екологічних умовах*. (Дис. д-ра мед. наук). Національний медичний університет ім. О.О. Богомольця, Київ.
7. Скурихин, И. М., Тутельян, В. А. (2002). *Химический состав российских пищевых продуктов*. Москва: ДеЛи принт.
8. Звіт. *Про національне дослідження вживання населенням харчових мікронутрієнтів*. (2004). Київ: Прем'єр Медіа.
9. *Про якість та безпеку харчових продуктів і продовольчої сировини зі змінами*. (2015). Взято з [www.zps.com.ua](http://www.zps.com.ua).
10. Постанова Кабінету Міністрів України. *Деякі питання продовольчої безпеки*. № 1379. (2007). Взято з <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=1379-2007-%EF>.

11. *Медико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов.* (1990). Москва: Изд-во стандартов, 1990. – 185 с.
12. Авцын, А.П., Жаворонков, А.А., Строчкова, А.С. (1991). *Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология.* Москва: Медицина.
13. Скальный, А. (2000). Микроэлементозы человека: гигиеническая диагностика и коррекция. *Микроэлементы в медицине*, 1, 2-8.
14. Волкотруб, Л.П., Андропова, Т.В. (2001). Роль селена в развитии и предупреждении заболеваний (обзор). *Гигиена и санитария*, 3, 57-61.
15. Сімахіна, Г.О. (2010). Концепція оздоровчого харчування та шляхи її реалізації. *Наукові праці НУХТ*, 33, 10-13.
16. Тутельян, В. А. (2003). Оптимальное питание как новая медицинская технология продления и повышения качества жизни. *Вопросы питания*, 1, 22-23.
17. Тутельян, В. А. (2005). Наука о питании: прошлое, настоящее, будущее. *Вопросы питания*, 6, 3-10.
18. Мазо, В. К. (2011). Функциональные пищевые продукты: современные подходы. *Хлебопекарное производство*, 3, 56-58.
19. Кочеткова, А.А., Тужилин, В. И. (2003). Функциональные пищевые продукты: некоторые технологические подробности в общем вопросе. *Пищевая промышленность*, 5, 25-26.
20. Маюрникова, Л.А., Давыденко, Н.И., Иванникова, Т.В. (2009). Роль функционального питания в коррекции йододефицитных состояний. *Пищевая промышленность*, 9, 66-68.
21. Кочеткова, А.А., Колеснов, А.Ю., Тужилкин, В.И. (1999). Современная теория позитивного питания и функциональные продукты. *Пищевая промышленность*, 4, 7-10.



22. Hasler, C.M. (1998). Functional foods their role in disease prevention and health promotion. *Food technology*, 52(11), 63-70.
23. Капрельянц, Л. В. (2004). Функциональные продукты питания: современное состояние и перспективы развития. *Продукты и ингредиенты*. 2004, 1, 22-24.
24. Richardson, D.P. (2002). Functional Food and Health Claims. *The world of Functional Ingredients*, 9, 12-20.
25. Kovacs, E., Mela, D. J. (2006). Metabolically active functional food ingredients for weight control. *Obesity Rev*, 7, 59-78.
26. Lachance, P. A., Bauernfeind, J.C. (1991). *Concepts and practices of nutrifying foods*. Connecticut: Food and Nutrition Press.
27. Bauernfeind, J.C., Lachance, P.A. (1991). *Foods considered for nutrient addition: condiments*. Connecticut: Food and Nutrition Press.
28. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations)/ILSI (International Life Sciences Institute). (1997). *Preventing Micronutrient Malnutrition: A Guide to Food-based Approaches*. ILSI Press, Washington, D.C., USA.
29. Ovesen, L. (1999). Functional food some relevant considerations. *British food Journal*, 101(9, 10), 809-817.
30. Нечаев, А. П. (2011). Физиологически функциональные ингредиенты при производстве традиционных продуктов питания – хлебобулочных изделий. *Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки*, 1, 44-46.
31. Гореликова, Г.А. (2008). *Научное обоснование и практические аспекты разработки и оценки потребительских свойств функциональных безалкогольных напитков*. (Дис. докт. техн. наук). Кемеровский технологический институт пищевых технологий, Кемерово.
32. Maksyutov, R., Solovieva, E., Mamtsev, A., Kozlov, V. (2013). Technology development of kumis functional drink. *Ukrainian Journal of Food*

*Science Ukrainian Journal of Food Science publishes original research articles*, 1(2), 175-180.

33. Суворов, И. (2006). Обогащение хлебобулочных изделий функционального назначения. *Хлебопродукты*, 8, 40-41.

34. Гоноцкий, В.А., Федина, Л.П., Гоноцкая, В.А., Голубкина, Н.А. (2002). Продукты профилактического назначения с повышенным содержанием селена. *Птица и ее переработка*, 2, 28-31.

35. Скрипченко, Н.Д., Шарафетдинов, Х.Х. (2003). Влияние диеты, обогащенной селеном, на активность перекисного окисления липидов у больных сахарным диабетом 2 типа. *Вопросы питания*, 1, 14-17.

36. Шнайдер, Н.А., Козулина, Е.А., Бутьянов, Р.А. (2008). Роль рационального питания в терапии дистрофической миотонии. *Международный неврологический журнал*, 1(17), 41-49.

37. Красношлык, Я.Е. (2016). *Диета и диета при заболеваниях*. Электронный научно-методический Омского ГАУ, 4(7). Взято з <http://e-journal.omgau.ru/index.php/2016-god/7/32-statia-2016-4/464-00209>. ISSN 2413-4066/

38. Конышев, В.А. (2016). *Питание и регулирующие системы организма*. Москва: Медицина.

39. Покровский А.А. (2016). *Метаболические аспекты фармакологии и токсикологии пищи*. Москва: Медицина.

40. Самсонов, М.А. (2014). Системный подход и системный анализ в диетологии. *Вопросы питания*, 73(1), 3-10.

41. Ткаченко, Е.И., Успенский, Р.П. (2016). *Питание, микробиоценоз и интеллект человека*. Спб.: СпецЛит.

42. Yagoob, P., Calder, P.C. (2013). *The Immune and Inflammatory Systems*. Blackwell Science NS: Nutrition and Metabolism.

43. Ribeiro, B.G., Braun, F. (2015). *The Prevalence of Metabolic Syndrome and its relationship with dietary antioxidants*. 18th International Congress of Nutrition. Durban, South Afrika.

44. *Дріжджі*. (2016). Взято з <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D1%80%D1%96%D0%B6%D0%B4%D0%B6%D1%96#.D0.86.D1.81.D1.82.D0.BE.D1.80.D1.96.D1.8F>

45. Семихатова, Н.М. (1980). *Хлебопекарные дрожжи*. Москва: Пищевая промышленность.

46. Мальцев, П.М. *Технология бродильных производств*. (1980). Москва: Пищевая промышленность, 1980.

47. Вербина, Н. М., Каптарева, Ю. В. (1988). *Микробиология пищевых производств*. Москва: Агропромиздат.

48. Егоров, Н.С. (под ред.) (1989). *Промышленная микробиология*. Москва: Высшая школа.

49. Morrow, C.A, Fraser, J.A. (2009, March, 9(2)). *Sexual reproduction and dimorphism in the pathogenic basidiomycetes*. doi: 10.1111/j.1567-1364.2008.00475.x.

50. Матвеева, И.В., Белявская, И.Г. (2001). *Биотехнологические основы приготовления хлеба*. Москва: Де Ли принт.

51. Лебеденко, Т. Є., Пшенишнюк, Г. Ф., Соколова, Н. Ю. (2014). *Технологія хлібопекарського виробництва*. Практикум. Одеса: Освіта України.

52. Лебеденко, Т. Є., Пшенишнюк, Г. Ф. (2009). *Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт по курсу «Технологія галузі» розділ «Технологія хлібопекарського виробництва»*. Одеса: ОНАХТ.

53. Новаковская, С.С., Шишацкий, Ю.И. (1990). *Справочник по производству хлебопекарных дрожжей*. Москва: Агропромиздат.

54. Семихатова, Н.М., Лозенко, М.Ф., Буканова, В.М. (1988). *Производство хлебопекарных дрожжей*. Москва: Пищевая промышленность.

55. Плевако, Е.А. (1998). *Технология дрожжей*. Москва: Пищевая промышленность.
56. Семенихина, П.М. (1987). *Производство хлебопекарных дрожжей*. Москва: Пищевая промышленность.
57. Китису, П., Буртасов, С., Лунин, В. (1999). Биотехнологические свойства дрожжей для производства изделий широкого ассортимента. *Хлебопечение России*, 4.
58. Лихтенберг, Л.А., Двадцатова, Е.А., Чередниченко, В.С. (1999) *Атлас производственных дрожжей Saccharomyces cerevisiae расы XII*. Москва: Пищепромиздат.
59. Паспорт ринку дріжджів в Україні. 2012. (2012, жовтень). Взято з <https://pro-consulting.ua/ua/issledovanie-rynka/Pasport-rynka-drozhzhei-v-Ukraine-2012-god1>.
60. Анализ рынка дрожжей Украины. (2011, декабрь, 27). Взято с [http://www.proinfo.com.ua/proizvodstvo/xlebopekarnaya\\_promyishlennost/ingredientyi/analiz\\_ryinka\\_drozhzhej\\_ukrainyi.html](http://www.proinfo.com.ua/proizvodstvo/xlebopekarnaya_promyishlennost/ingredientyi/analiz_ryinka_drozhzhej_ukrainyi.html)
61. Мазо, В. К., Скальный, А. В., Гмошинский, И. В. (2003). Эссенциальные микроэлементы в питании. *Врач*, 5, 34-36.
62. Балаболкин, М.И. (1998). *Эндокринология*. Москва: Универсум публицин.
63. Боднар, П. М. (2007). *Эндокринологія*. Вінниця: Нова книга.
64. Харченко, Т.А. (березень, 2012). *Диагностика, лечение и профилактика заболеваний щитовидной железы*. Український медичний часопис онлайн. Взято з <http://www.umj.com.ua/article/32067>.
65. Паньків В. І. (2002). Йододефіцитні захворювання: діагностика, профілактика, лікування. *Проблеми ендокринної патології*, 2, 75-86.
66. Инновационный йодсодержащий препарат пробиотик «Йодропионикс». Взято з <http://propionix.ru/yodpropioniks>.
67. Макаров В. Йод проявляет структуру мембранных белков. Взято з

<https://www.popmech.ru/science/news-363902-yod-proyavlyayet-strukturu-membrannyh-belkov-novoe-otkrytie/#part0>

68. Амонов, Е. Е. (2004). Микроэлементоз и анемия у беременных в очаге йодного дефицита. *Вопросы питания*, 1, 41-44.

69. Маменко, М.Є. (2008). Йододефіцитні захворювання дітей на сході України: сучасний стан проблеми та шляхи вирішення. *Міжнародний ендокринологічний журнал*, 3(15), 7-13.

70. Зелінська, Н.Б. (2009). Профілактика йододефіцитних захворювань у дітей. *Здоров'я України*, 4(1), 18-20.

71. Кравченко, В. И., Циммерманн, М., Ван дер Хаар, Ф. (2010). Проблема йододефицита в Украине: что мешает ее решению. *Здоров'я України*, 2, 65.

72. Зелинская, Н.Б., Масенко, М.Е. (2007). Йододефицитные заболевания в Украине: состояние проблемы и возможные пути решения. *Здоров'я України*, 22(1), 37.

73. Маменко, М.Є. (2008). Методи корекції йодного дефіциту: порівняльний аналіз ефективності. *Міжнародний ендокринологічний журнал*, 1(19), 33-39.

74. Боднар П. М. (2001). Йододефіцитні розлади – актуальна медико-соціальна проблема. *Лікарська справа*, 3, 8-10.

75. Edmonds, J., Dr. Ryan T. (2012, January). *Dietary iodine intake of New Zealand children following fortification of bread with iodine*. Wellington: MAF Technical Paper.

76. Боднар П. М. (2001). Йододефіцитні розлади – актуальна медико-соціальна проблема. *Лікарська справа*, 3, 8-10.

77. Передерий, В.Г., Соловьева, А.А. (1996). Йодная недостаточность – проблема государственная. *Проблемы питания и здоровье*, 34, 4-6.

78. Щеплягина, Л.А. (2000). В XX веке без йодного дефицита. Программа действий для правительственных и неправительственных организаций. *Здоровье для всех – Все для здоровья в России*, 6, 119-122.

79. Александров, Ю.К., Агапитов, Ю.Н., Кузнецов, М.М. (1997). Оценка эффективности йодной профилактики в Ярославле. *Проблемы эндокринологии*, 1, 11—13.

80. Zimmermann, M.B., Jooste, P.L., Pandav, C.S. (2009). Iodine Deficiency. *Endocrine Reviews*, 30(4), 376-408.

81. Zimmermann, M.B. (2008). Iodine-deficiency disorders. *Lancet.*, 372(9645), 1251-1262.

82. *Assessment of Iodine Deficiency Disorders and Monitoring Their Elimination: a guide for programme managers* (2007). World Health Organization (WHO): Geneva, Switzerland.

83. *Assessment of the Iodine Deficiency Disorders and Monitoring Their Elimination: a guide for programme managers* (2001). World Health Organization (WHO): Geneva, Switzerland.

84. Маменко, М.Е. (2010). Профилактика йодного дефицита (к вопросу о необходимости принятия национальной программы). *Современная педиатрия*, 2, 39-45.

85. *Етичні аспекти профілактики йодозалежних захворювань: Круглий стіл RT3*. (2007). Матеріали III Національного конгресу з біоетики. Київ.

86. Протокол надання допомоги дітям, хворим на зоб простий нетоксичний (ендемичний і спорадичний), № 254. (2006).

87. Про затвердження Державної програми профілактики йодної недостатності у населення на 2002–2005 роки, № 1418. (2002).

88. Ермаков, В.В. (1999). *Проблемы биогеохимии и геохимической экологии*. Москва: Наука.

89. Скальный, А.В., Кудрин, А.В. (2000). *Радиация, микроэлементы, антиоксиданты и иммунитет (микроэлементы и антиоксиданты в восстановлении здоровья ликвидаторов аварии на ЧАЭС)*. JVL: Мир Маркет.

90. Мищенко, В.М., Гуревич, Г.Л., Межвинская, Э.А. (1956). Содержание йода в пищевых продуктах Закарпатской области и его потери при хранении и кулинарной обработке. *Врачебное дело*, 6, 626-634.

91. Оцінювання йододефіцитних захворювань та моніторинг їх усунення. (Под ред. Кравченко В.І.). (2008). Київ: «К.І.С.».

92. Burgess, J.R., Seal, J.A., Stilwell, G.M., Reynolds, P.J., Taylor, E.R., Parameswaran, V. (2007). A case for universal salt iodisation to correct iodine deficiency in pregnancy: Another salutary lesson from Tasmania. *Med. J.*, 186, 574-576.

93. Герасимов, Г.А. (2001). Всеобщее йодирование пищевой поваренной соли для профилактики йоддефицитных заболеваний: преимущества значительно превышают риск. *Проблемы эндокринологии*, 3, 22-26.

94. Mannar, M. G. V. (1988). Salt iodisation. *IDD Newsletter*, 4:4, 11-16.

95. Chauhan, S.A., Bhatt, A.M., Bhatt, M.P. and Majeethia, K.M. (1992). Stability of Iodised salt with Respect to Iodine Content. *Research and Industry India*, 37(1), 38-41.

96. Leung, B. (2012). *3 in 1 Bread. Functional, Bioavailable and Meeting the Health Claims – How Difficult Can It Be?* Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet Swedish University of Agricultural Sciences.

97. Гмошинский, И.В., Мазо, В.К., Тутельян, В.А., Хотимченко, С.А. (2000). Микроэлемент селен: роль в процессах жизнедеятельности. *Экология моря*, 54, 5-19.

98. Тутельян, В.А., Княжев, Н.Е., Хотимченко, С.А. (2002). *Селен в организме человека: метаболизм, антиоксидантные свойства, роль в канцерогенезе*. Москва: Издательство РАМН.

99. Arthur, J.R., Beckett, G.J., Burk R.F. (1994). Selenium in biology and human health. *Verlag*, 141, 97-102.
100. Голубкина, Н.А., Скальный, А.В., Соколов, Я.Л., Щелкунов, Л.Ф. (2002). *Селен в медицине и экологии*. Москва: КМК.
101. Никитина, Л.П., Иванов, В.Н. (Ред.). (1995). *Селен в жизни человека и животных*. Москва: Росуниверсал: МП Калина.
102. Гмошинский, И. В., Мазо, В. К. (2006). Минеральные вещества в питании человека. Селен: всасывание и биодоступность. *Вопросы питания*, 5, 15-21.
103. Громова, О.А., Гоголева, И.В. (2010). Селен – впечатляющие итоги и перспективы применения. *Медицина неотложных состояний*, 6(31), 23-27.
104. Fairweather-Tait, S., Bao, Y., Broadley, M. R., Collings, R. (2011). Selenium in Human Health and Disease. *Antioxidants & Redox Signaling*, 14(7), 1337-1383.
105. Kohrle, J., Brigelius-Flohe, R., Bock, A., Gartner, R. (2000). Selenium in Biology: Facts and Medical Perspectives. *Biological Chemistry*, 381, 849-864.
106. Lyons, G, Stangoulis, J, Graham, R. (2003). High-Se wheat: biofortification for better health. *Nutr Res Rev.*, 16(45), 60.
107. Снітинський, В.В., Антоняк, Г.Л. (1994). Біохімічна роль селену. *Український біохімічний журнал*, 66(36), 3-9.
108. Зубаревич, Л. А. (2004). *Соединения селена и здоровье*. Москва: КолосС.
109. Волкотруб, Л. П., Андропова, Т. В. (2001). Роль селена в развитии и предупреждении заболеваний. *Гигиена и санитария*, 3, 57-61.
110. Голубкина, Н.А., Грум-Гржимайло, М.А. (1997). Биологическая роль селена и селен-обогащенных напитков. *Пиво и напитки*, 3, 32- 33.
111. Tanguy, S., Boucher, F., Besse, S., Ducrous, V., Favier, A., de Leiris, J. (1998). Trace elements and cardioprotection: increasing endogenous glutathione



peroxidase activity by oral selenium supplementation in rats limits reperfusion-induced arrhythmias. *J. Trace Elem. Med. Biol.*, 12(1), 28-38

112. Saito, Y., Hashimoto, T., Sasaki, M., Hanaoka, S., Sugai, K. (1998). Effect of selenium deficiency on cardiac function of individuals with severe disabilities under long-term tube feeding. *Dev. Med. Child Neurol.*, 40(11), 743-748.

113. Poltronieri, R., Cevese, A., Sbarbati, A. (1992). Protective effect of selenium in cardiac ischemia and reperfusion. *Cardioscience*, 3, 155-160.

114. Tanguy, S., Morel, S., Berthonneche, C., Toufektsian, M.C., de Lorgeril, M., Ducros, V. (2004). Preischemic selenium status as a major determinant of myocardial infarct size in vivo in rats. *Antioxid Redox Signal*, 6, 788-792.

115. Кулинич, В.С., Кулинич, Г.В. (2014). Эффективность селенита натрия у больных с хронической сердечной недостаточностью при ишемической болезни сердца и гипотиреозе на фоне действия ионизирующего излучения. *Семейная медицина*, 5, 53-57.

116. Кравченко, Ю.В., Рордюшина, И.З. (2004). Опыт применения селеносодержащей биологически активной добавки к пище в период реабилитации больных после перенесенного инфаркта миокарда. *Вопросы питания*, 2, 11-14.

117. Thruluvath, P.J., Triger, D.R. (1992). Selenium in chronic liver disease. *J. Hepatol.*, 14, 176-182;

118. Guarini, P., Stanzial, A.M., Olivieri, O., et al. (1998). Erythrocyte membrane lipids and selenium in post-viral and alcoholic cirrhosis. *Clin. Chim. Acta*, 270, 139-150.

119. Owen, J.S. Bruckdorfer, K.R., Day, R.S., McIntyre, N. (1982). Decreased erythrocyte membrane fluidity and altered lipid composition in human liver disease. *J. Lipid. Res.*, 23, 124-132.

120. Casaril, M., Stanzial A.M., Gabrielli G.B., et al. (1989). Serum selenium in liver cirrhosis: correlation with markers of fibrosis. *Clin. Chim. Acta*, 182, 221-228.

121. Фролова, Э.В., Манеров, Ф.К. (2004). Обеспеченность селеном детей с синдромом длительной диареи. *Вопросы питания*, 4, 32-35.

122. Матвеева, С.Л., Абдуллаев, Р.Я., Филлипова, О.Ю. (грудень, 2012). *Влияние селенодефицита на функциональное состояние щитовидной железы и исходы химиотерапии у больных туберкулезом*. Харьков: Харьковский медицинский университет. Взято з [http:// repo.knmu.edu.ua/bitstream](http://repo.knmu.edu.ua/bitstream).

123. Contempre, B., Dumont, J., Denef, J, Many, M. (1995). Effects of selenium deficiency on thyroid necrosis, fibrosis and proliferation: a possible role in myxoedematous cretinism. *Eur. J. Endocrinol.*, 133(1), 99-109.

124. Егорова, Е.А., Гмошинский, И.В. (2006). Изучение иммуномодулирующих свойств селеносодержащего фикоцианина. *Вопросы питания*, 2, 19-21.

125. Moncayo, R., Kroiss, A., Oberwinkler, M., Karakolcu, F. (2008). The role of selenium, vitamin C, and zinc in benign thyroid diseases and of selenium in malignant thyroid diseases: Low selenium levels are found in subacute and silent thyroiditis and in papillary and follicular carcinoma. *BMC Endocrine Disorders*, 8,

126. Ming-Whei, Yu, Ing-Sheng, Horng, Kuang-Hung, Hsu. (1998). Plasma selenium levels and risk of hepatocellular carcinoma among men with chronic hepatitis virus infection. *Am. J. of Epidemiol.*, 150(4), 367-374.

127. Combs, G.F, Clarke, L.C. (1999). *Selenium and cancer*. In: Heber D, Blackburn GL, editors. *Nutrition oncology*. New York: Academic Press.

128. Fex, G., Petterson, B., Åkesson B. (1997). Low plasma selenium as a risk factor for cancer death in middle-aged men. *Nutr Cancer*, 10(9), 221.

129. Бабенко, Г.А., Погрибный, И.П. (1986). Влияние различного содержания селена в пище на рост трансплантированных и химически индуцированных опухолей. *Вопросы питания*, 1, 65-70.

130. Озерова, В.М. (2005). *Сера и селен – микроэлементы против рака*. СПб: ИГ «Весть».
131. Сидельникова, В.Д. (1999). *Геохимия селена в биосфере*. *Наука*, 23, 81-99.
132. Neve, J. (1992). Historical perspective on the identification of type 1 iodothyronine deiodinase as the second mammalian selenoenzyme J.Trace Elem. *Electrolites Health Dis*, 6(2), 57-61.
133. Forceville, X. (2006). Seleno-enzymes and seleno-compounds: the two faces of selenium. *Critical Care*, 10, 180.
134. Галочкин, В.А., Блинохватов, А.Ф., Боряев, Г.И. (1998). *Селенопиран — новый высокоэффективный антиоксидант*. *Биоантиоксидант: 5-я Международная конференция*. Москва.
135. Fairweather-Tait, S.J., Bao, Y., Broadley, M.R., Collings, R., Ford, D., Hesketh, J.E., Hurst, R. (2011, Apr., 1). Selenium in human health and disease. *Antioxid Redox Signal.*, 14(7):1337-83. doi: 10.1089/ars.2010.3275.
136. Papp, L.V, Lu, J., Holmgren, A., Khanna, K.K. (2007). From selenium to selenoproteins: synthesis, identity, and their role in human health. *Antioxid Redox Signal.*, 9(7), 775-806. doi: 10.1089/ars.2007.1528.
137. Duntas, L.H. (2010, Dec.).<sup>1</sup>Selenium and the thyroid: a close-knit connection. *Clin. Endocrinol. Metab.*, 95(12):5180-8. doi: 10.1210/jc.2010-0191.
138. Toulis, K.A., Anastasilakis, A.D., Tzellos, T.G. Goulis, D.G., Kouvelas, D. (2010, Oct.). Selenium supplementation in the treatment of Hashimoto's thyroiditis: a systematic review and a meta-analysis. *Thyroid.*, 20(10):1163-73. doi: 10.1089/thy.2009.0351.
139. van Zuuren, E.J., Albusta, A.Y., Fedorowicz, Z., Carter, B., Pijl, H. (2013, Jun., 6). Selenium supplementation for Hashimoto's thyroiditis. *Cochrane Database Syst Rev*. doi: 10.1002/14651858.CD010223.pub2.
140. Eskes, S.A., Endert, E., Fliers, E., Birnie, E., Hollenbach, B., Schomburg, L., Köhrle, J., Wiersinga, W.M.. (2014, Mar.). Selenite

supplementation in euthyroid subjects with thyroid peroxidase antibodies. *Clin Endocrinol (Oxf)*, 80(3):444-51. doi: 10.1111/cen.12284.

141. Combs, G.F. (2001). Se in global food systems. *Br J Nutr.*, 85(517), 47.

142. Amouroux, D, Liss, P.S, Tessier, E, Hamren-Larsson, M, Donard, O.F.X. (2001). Role of oceans as biogenic sources of selenium. *Earth Planet Sci. Lett.*, 189(277), 83.

143. Караченцев, Ю.И., Гончарова, О.А., Подорога, Е.И., Ильина, И.М., Никишина, Л.Е. (2013). Обеспеченность селеном отдельных регионов сумской области и особенности частоты патологии щитовидной железы. *Международный эндокринологический журнал*, 5(53), 19-24.

144. Киселева, И.А., Каминский, А.В. (2015). Исследование влияния комбинированного применения йода и селена на течение наиболее частой патологии щитовидной железы. *Международный эндокринологический журнал*, 2(66), 6-10.

145. Корзун, В.Н., Сагло, В.И., Парац, А.Н. (2002). *Морские водоросли как средство профилактики и лечения патологии щитовидной железы*. Материалы Первой Международной научно-практической конференции "Морские прибрежные экосистемы: водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки", Москва-Голицино: ВНИИРО.

146. Битуева Э.Б. Биотехнология йодсодержащих БАД органической природы: теоретические основы получения и применения в технологии пищевых продуктов: дисс....докт. техн. наук. Воронеж, 2005. – 269 с.

147. Давыдова, А.П. (2000). *Обоснование способа получения и оценка эффективности биологически активных добавок к пище на основе селеносодержащих сазаромицетов*. (Дис. канд. мед. наук). Ростовский государственный медицинский университет, Ростов.

148. Цыганова, Т., Костюченко, М. (2001). Обогащение хлебобулочных изделий йодированной пищевой солью. *Хлебпродукты*, 3. 32-33.

149. Цыганова, Т.Б., Шатнюк, Л.Н., Костюченко, М.Н. (2001). Влияние йодированной соли на микрофлору хлеба из пшеничной муки. *Хлебопечение России*, 4, 24-25.
150. Гарбузова, Г. (2001). Новинка – лечебный хлеб. *Хлебопродукты*, 10. 4-5.
151. Лигновский, Р.И., Гарбузова, Б.Д. (1999). Лечебный хлеб калужского хлебокомбината. *Хлебопечение России*, 6, 20-21.
152. Герасимов, Г.А., Майорова, Н.М., Шишкина, А.А. (1997). Опыт использования йодированного хлеба для профилактики эндемического зоба в регионе с умеренным легким дефицитом йода. *Проблемы эндокринологии*, 2, 21-24.
153. Шишкина, А.А., Лобачева, В.А., Рожкова, Л.С. (1997). Йодированный хлеб. *Хлебопечение России*, 4, 18-21.
154. Арсеньева, Л.Ю., Герасименко, Л.О., Антонюк, М.М. (2007). Досвід і перспективи збагачення хліба йодом. *Хлебопекарная промисленность*, 6(37), 35-42.
155. Dunn, J.T., Thilly, C.H., Pretell, E. A., Daza, C.H., Viteri, F.E. (1986). *Iodised oil and other alternatives to iodised salt for the prophylaxis of endemic goitre and cretinism. In Towards the Eradication of Endemic Goitre, Cretinism and Iodine Deficiency.* РАНО: Scientific Publication.
156. Wirth, F. Keuhne, D. (1991). Manufacture of iodised meat products. *Fleischwirtschaft*, 71 (12), 1377-1380, 1382-1384, 1432.
157. Назаров, В.П. (2003). *Использование концентрата эламина для производства продуктов повышенной биологической ценности.* Матеріали науково-практичної конференції. Київ: Харчові добавки, інгредієнти, БАДи: їх властивості та використання у виробництві продуктів і напоїв.
158. Нікіпелова, О.М. (2003). *Розробка йодвміщуючих напоїв – один з напрямків подолання йодної недостатності.* Матеріали Міжнародної

науково-практичної конференції. Ужгород: Управління і первинна медико-санітарна допомога.

159. Суханов, Е., Шарова, Г., Верещак, В. (2000). Хлеб "Белгородский с морской капустой". *Хлебопродукты*, 10, 27-29.

160. Троицкий, Б.Н., Письменный, В.В., Черкашин, А.И. (2003). Хлеб "Казачий с морской капустой". *Хлебопечение России*, 1, 5-8.

161. Дробот, В.І., Ситник, І.П., Корзун, В.Н. (2000). Хліб з доданням водоростей. *Зерно і хліб*, 4, 24—25.

162. Павлова Н.М. Разработка технологий йодированной кулинарной продукции из мяса кур-несушек механической обвалки: автореф. дис. ...канд. техн. наук. Москва, 2008. – 25 с.

163. Лисицын, А.Б., Литвинова, Е.В., Коченкова, И.И., Большакова, Л.С., Павлова, Н.М. (2007). «Йод-альгинат» - структурированный наполнитель для мясных рубленых изделий. *Мясная индустрия*, 5, 18-21.

164. Горлов, И.Ф., Ранделин, Д.А., Шарова, М.В., Гиро, Т.М. (2012). Инновационные подходы к обогащению мясного сырья органическим йодом. *Мясная индустрия*, 2, 34-36.

165. Горлов, И.Ф., Короткова, А.А., Мосолова, Н.И., Храмова, В.Н. (2013). *Формирование функциональных свойств молочных продуктов при использовании в рационах лактирующих животных органических форм йода и селена*. Волгоград: Волгоградский государственный технический университет.

166. Давыденко, Н.И. (2003). *Разработка йодированных хлебопекарных прессованных дрожжей и их влияние на потребительские свойства хлебобулочных изделий*. (Дис. канд. техн. наук). Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, Кемерово.

167. Нестерова, В.А. (2012). *Разработка и товароведная оценка хлебобулочных изделий, обогащенных йодом и селеном*. (Дис. канд. техн.

наук). Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности.

168. Aspila, P. (2005). *History of selenium supplemented fertilization in Finland. Proceedings, Twenty Years of Selenium Fertilization*; Helsinki, Finland.

169. Горлов, И.Ф. (2005). *Использование селена при производстве продукции животноводства и БАДов*. Москва: Вести. РАСХН; ВолгГТУ.

170. Голубкина, Н.А., Соколов, Я.А., Хотименко, С.А. (1996). Селенобогатенные дрожжи *Saccaromyces cerevisiae*. *Биотехнология*, 75, 52-57.

171. Жильцова Т.С. (1995). *Рост дрожжей на селеносодержащих средах и накопление селена в биомассе*. (Дис. канд. биол. наук). Российский химико-технологический университет им. Д.И. Ломоносова, Москва.

172. Голубкина, Н.А., Рыфф, Л.Э., Крайнюк Е.С., Багрикова, Н.А. (2017). Особенности накопления селена некоторыми растениями южного побережья Крыма. *Успехи современной науки*, 2(9), 20-27.

173. Голубкина, Н. А., Хотимченко, С. А., Тутельян, В. А. (2003). К вопросу обогащения пищевых продуктов селеном. *Микроэлементы в медицине*, 4, 1-5.

174. Василькевич, И. Г. (2005). *Коррекция нарушений минерального обмена с помощью напитков, обогащенных селеном*. Материалы VIII Всероссийского конгресса. Москва: Оптимальное питание здоровье нации.

175. Surai, P.F., Papazyan, T.A., Karadas, F., Sparks, N.H.C. (2005). *Selenium-enriched eggs: from improvement of egg quality to improvement of human diet*. Proceedings, Twenty Years of Se Fertilization. Helsinki, Finland.

176. Хонихоева, С.В., Жамсаранова, С.Д., Сордонова, Е.В. (2011). Продукты птицеводства, обогащенные органической формой селена и йода. *Мясная индустрия*, 9, 58-61.

177. Шевченко, С. А., Глазунова, О. А. (2006). Повышение содержания селена и йода в мясе цыплят-бройлеров. *Птица и птицепродукты*, 3, 30-31.

178. Забашта, Н. Н., Головки, Е. Н., Патиева, С. В. (2015). Органическая свинина, обогащенная йодом и селеном. Северо-Кавказский научно-исследовательский институт животноводства.

179. Мосолова, Н.И., Короткова, А.А., Храмова, В.Н. (2012). Обогащение козьего молока и продуктов детского питания на его основе органическим йодом и селеном. *Хранение и переработка сельхоз сырья*, 3, 55-57.

180. Сиваков, В. М. (1997). *Научные и практические основы производства сливочного масла с селеном*. (Дис. канд. техн. наук). Кемеровский технологический институт пищевых технологий, Кемерово.

181. Дубцов, Г.Г., Михайлюкова, Е.В., Комалева, В.А. (1993). *Обогащение хлебных изделий селеном*. Экология человека: проблемы и состояние лечебно-профилактического питания: 2-й Международный семинар. Академия технологических наук России, Пятигорск.

182. Пермякова, А.В. (2011). *Формирование потребительских свойств функциональных хлебобулочных изделий с использованием селеносодержащих хлебопекарных дрожжей*. (Дис. канд. техн. наук). Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, Кемерово.

183. Наумова, Н.Л. (2008). *Разработка и товароведная оценка хлебобулочных изделий, обогащенных селеном*. (Дис. канд. техн. наук). Кемеровский технологический институт пищевых технологий, Кемерово.

184. Нестерова, В.А. (2012). *Разработка и товароведная оценка хлебобулочных изделий, обогащенных йодом и селеном*. (Дис. канд. техн. наук). Кемеровский технологический институт пищевых технологий, Кемерово.

185. Україна. (2009). *ДСТУ 4812:2007. Дріжджі хлібопекарські пресовані. Технічні умови*. (Введ. 2009–01–01). Київ: Держспоживстандарт.



186. Україна. (1999). *ДСТУ 46.004-99. Борошно пшеничне. Технічні умови.* (Введ. 1999-08-15). Київ: ДП «УкрНДНЦ».

187. Україна. (2015). *ДСТУ 8535:2015. Методи культивування мікроорганізмів.* (Введ. 2017-07-01). Київ: ДНДПКІ»Консервпромкомплекс».

188. Україна. (2006). *ДСТУ ISO 7954:2006. Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Загальні настанови з підрахунку дріжджів і мікроскопічних грибів. Техніка підрахунку колоній, культивованих за температури 25°C.* (Введ. 2007-10-01). Київ: ДП «УкрНДНЦ».

189. Украина. (1997). *ГОСТ 30518-97. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий).* Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и стандартизации.

190. Україна. (2004). *ДСТУ EN 12824:2004. Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення Salmonella.* (Введ. 2005-07-01 ). Київ: Держспоживстандарт.

191. Україна. (2015). *ДСТУ 8447:2015. Продукти харчові. Метод визначення дріжджів і плісневих грибів.* (Введ. 2017-07-01). Київ: ДНДПКІ «Консервпромкомплекс»

192. Україна. (2015). *ДСТУ 8446:2015. Продукти харчові. Методи визначення кількості мезофільних аеробних та факультативно-аеробних мікроорганізмів.* (Введ. 2015-08-28). Київ: ДП «УкрНДНЦ».

193. Україна. *ДСТУ ISO 4833:2006. Загальні настанови щодо визначення кількості мікроорганізмів. Метод підрахунку колоній за температури 30° C.* (Введ. 2007-10-01). Київ: ДП «УкрНДНЦ».

194. *Методика определения массовой доли йода в йодированных прессованных хлебопекарных дрожжах.* (1998). СТП 39096861-001. Ангарск.

195. Дорохова, Е.Н., Прохорова, Г.В. (1991). *Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа: учебник.* Москва: Высшая школа.

196. Российская Федерация. (2007). *ГОСТ 52689-2006. Продукты пищевые. Инверсионно-вольтамперометрический метод определения массовой концентрации йода.* (Введ. 2008-01-01). Москва: Стандартинформ.
197. Бозаджиев, Л.Л., Скрипник, Д.Г. (2000). Определение йода вольтамперометрическим методом. *Молочная промышленность*, 11, 40.
198. Будников, Г. К., Майстренок, В. Н., Вяселев, М. П. (2003). *Основы современного электрохимического анализа.* Москва: Мир.
199. Голубкина, Н.А. (1995). *Флуориметрический метод определения селена.* ЖАХ, 50(5), 492-497.
200. Україна. (2015). *ДСТУ-П 8536:2015. Вироби хлібобулочні. Органолептичне оцінювання показників якості.* (Введ. 2015-10-21 на заміну, ДСТУ 7044:2009 у частині методів визначання органолептичних показників). Київ: Держспоживстандарт.
201. Україна. (2009). *ДСТУ 7044:2009. Вироби хлібобулочні. Правила приймання, методи відбирання проб, методи визначання органолептичних показників і маси виробів.* (Введ. 2009-06-25). Київ: Держспоживстандарт.
202. Україна. (2014). *ДСТУ 7517:2014. Хліб із пшеничного борошна. Загальні технічні умови.* (Введ. 2015-02-01). Київ: Київський інститут хлібопродуктів.
203. Україна. (2009). *ДСТУ 7045:2009. Вироби хлібобулочні. Методи визначання фізико-хімічних показників.* (Введ. 2010-01-01). Київ: Держспоживстандарт.
204. Україна. (2006). *ДСТУ-П 4587:2006. Вироби булочні. Загальні технічні умови.* (Введ. 2007-07-01). Київ: Держстандарт.
205. Мартынов, М. А., Вылегжанина, К. А. (1972). *Рентгенография полимеров.* Ленинград: Химия.
206. Україна. (2004). *ДСТУ 4173:2003. Якість води. Визначення гострої летальної токсичності на *Daphnia magna* Straus та *Striodaphnia**

*affinis lilljeborg (cladocera, crustacean) (ISO 6341:1996, MOD)*. (Введ. 2004-07-01). Київ: Держспоживстандарт.

207. Егорова, Е.А., Гмошинский, И.В., Зорин, С.И., Мазо, В.К. (2006). Изучение биодоступности различных пищевых форм микроэлемента селена в эксперименте. *Вопросы питания*, 3, 45-49.

208. Pourbaix, M., de Zoubov, N., Van Muylder, J. (1963). *Atlas d'équilibres électrochimiques*. Paris: Gauthier-villars & Cie, Editeur-imprimeur-libraire.

209. *Предупреждение картофельной болезни хлеба*. (2015, грудень 15). Взято з <http://hlebobulochnye.ru/kachestvo-xleba/preduprezhdenie-kartofelnoj-bolezni-xleba.html>

210. *Консерванты*. (2017, травень). Взято з <http://ua-referat.com>.

211. Люк, Э., Ягер, М. (1998). *Консерванты в пищевой промышленности. Свойства и применение*. СПб.:ГИОРД.

212. *Болезни хлебобулочных изделий и пути их предотвращения*. (2017, червень). Взято з <http://hleb-produkt.ru/>.

213. Консервант E281 (Пропионат натрия). (2017, червень). Взято з <http://muvrasil.ru/konservanty-e/konservant-e281-propionat-natriya>.

214. Тулякова, Т.В., Джафаров, А.Ф., Куликов, А.В., Пасхин, А.В., Белов, А.П. (1998) Патент Российской Федерации 2119952. Москва: Государственное патентное ведомство Российской Федерации.

215. Поландова, Р.Д. Елецкий, И.К., Демидов, А.С. (1984). Способы активации прессованных и сушеных дрожжей на хлебопекарных предприятиях. *Хлебопекарная и кондитерская промышленность*, 11, 25-28.

216. Российская Федерация. (2006). *ГОСТ 177-88 Водорода перокись. Технические условия*. (Введ. 1989-07-01). Москва: Стандартинформ.

217. Старовойтова, О.В., Садриева, А.А., Мингалеева, З.Ш., Решетник, О.А. (2014). *Активация дрожжей Saccharomyces cerevisiae в*

*технологии приготовления хлеба*. Вестник Казанского технологического университета.

218. Пащенко, Л.П. (2002). *Биотехнологические основы производства хлебобулочных изделий*. Москва: Колос.

219. Савченко О.М., Челябієва В.М, Сиза О.І. (2014, жовтень). Розробка технологічних основ для підвищення підйомної сили хлібопекарських дріжджів. Взято з <http://www.sworld.education/index.php/ru/conference/the-content-of-conferences/archives-of-individual-conferences/oct-2014>.

220. Крамаренко, Д. П., Дуб, В. В. (2016). *Дослідження впливу добавок гідробіонтів на розмноження дріжджових клітин у тісті*. DOI: 10.15587/2313-8416.2016.86047.

221. Маюрникова, Л. А., Гореликова, Г. А., Давыденко, Н. И. (2003). Отношение потребителей к обогащенным продуктам. *Пищевая промышленность*, 12, 64-65.

222. *Дрожжи хлебопекарные: цена, где купить в Украине?* (2018, грудень, 3). Взято з [harkov.flagma.ua/s](http://harkov.flagma.ua/s).

223. Горфинкель, В.Я., Швандер, В.А. (2001). *Экономика предприятий*. Москва: ЮНИТИ-ДАНА.

224. *Инструкция по нормированию расхода муки (выхода хлеба) в хлебопекарной промышленности* (2016, вересень 20). Взято з [http://www.libussr.ru/doc\\_ussr/usr\\_12090.htm](http://www.libussr.ru/doc_ussr/usr_12090.htm).

225. *Сборник рецептур на хлеб и хлебобулочные изделий*. (2010). СПб: Профи.

226. Білик, О.А., Дробот, В.І., Бондаренко, Ю.В., Халікова, Е.Ф. (2017). Дослідження ефективності використання комплексного поліпшувача «Свіжість» для подовження свіжості хлібців висівкових. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. DOI:10.15587/1729-4061.2017.103860.

227. Байрамов, Э.Э. (2014). Улучшители, понижающие эластичность и повышающие растяжимость клейковины и теста. *Харчова наука и технологія*, 4(29), 70-76.
228. Семенец, О. (2010). Черствение хлеба и борьба с этим явлением. *Хлебопекарное и кондитерское дело*, 2, 12–13.
229. Корячкина, С. Я., Ахмедова, Д. К. (2013). Способ замедления черствения хлебобулочных изделий. *Хлебопродукты*, 3, 39-41.
230. Матвеева, И. В. (2012). Природное решение природной проблемы черствения хлебобулочных изделий. *Хлебопродукты*, 9, 26-28.
231. Sharp, T. (2010). The use of enzymes in bakery products. *Ingredients business*, 7(8), 6-7.
232. Besbes, E. (2016). Impact of baking conditions on bread staling. Взято з <http://www.icefl1.org/content/papers/fms/FMS771.pdf>.
233. Gerez, C.L., Torino, M.I., Rollan, G., Font de Valdez, G. (2009). Prevention of bread mould spoilage by using lactic acid bacteria with antifungal properties. *Food Control*, 20(2), 144-148. DOI: 10.1016/j.foodcont.2008.03.005.

## **ДОДАТКИ**

**ДОДАТОК А**  
**Проект технічних умов**  
**«Дріжджі хлібопекарські пресовані, збагачені йодом і селеном»**

---



**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Проректор з наукової роботи

НТУ «ХПІ»

А.П. Марченко

« 22 » листопада 2017 р.

ДРІЖДЖІ ХЛІБОПЕКАРСЬКІ ПРЕСОВАНІ, ЗБАГАЧЕНІ ЙОДОМ І  
СЕЛЕНОМ

**Технічні умови (проект)**

(Уведено вперше)

Дата надання чинності «    » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Чинний до «    » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**РОЗРОБЛЕНО**

Завідуючий кафедрою органічного

синтезу і нанотехнологій, д. б. н.

 Л.В. Кричовська

«    » \_\_\_\_\_ 2017 р.

Старший викладач кафедри

органічного синтезу і нанотехнологій

 Т.О. Овсяннікова

«    » \_\_\_\_\_ 2017 р.

## 1 ОБЛАСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ

Дані технічні умови поширюються на дріжджі хлібопекарські пресовані, збагачені йодом і селеном, оброблені молочною кислотою (далі дріжджі), збагачені йодом у вигляді йодиду калію та селеном у вигляді селеніту натрію, призначені для промислового й домашнього хлібопечення.

При замовленні й оформленні документації позначаються: «Дріжджі хлібопекарські пресовані з йодом і селеном. Технічні умови».

## 2 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

2.1 Дріжджі повинні бути виготовлені відповідно до вимог справжніх технічних умов по технологічній інструкції з дотриманням санітарних норм і правил, затверджених у встановленому порядку.

2.2 Основні параметри й характеристики

2.2.1 За органолептичними показниками дріжджі повинні відповідати вимогам, зазначеним у таблиці 1.

Таблиця 1

Органолептичні показники дріжджів

Найменування показника	Показник
Колір	Рівномірний без плям, допускається сіруватий або креманий відтінок
Консистенція	Щільна, дріжджі легко ламаються й не мажуть
Запах	Властивий дріжджам, без запаху цвілі й інших сторонніх запахів
Смак	Властивий дріжджам, без запаху цвілі й інших сторонніх запахів



2.2.2 За фізико-хімічними показниками дріжджі повинні відповідати вимогам, наведеним у таблиці 2.

Таблиця 2

Фізико-хімічні показники дріжджів, збагачених йодом і селеном

Найменування показника	Значення показника
Вологість, %, не більш	75
Підйомна сила, хв., не більш	45
Кислотність, мг оцтової кислоти на 100 г продукту на день випуску, не менш	85
Кислотність, мг оцтової кислоти на 100 г продукту на 12-ту добу зберігання при температурі від 0 до +4 <sup>0</sup> С, не менш	110
Кислотність, мг оцтової кислоти на 100 г продукту на 40-у добу зберігання при температурі від 0 до +4 <sup>0</sup> С, не менш	150
Стійкість, год, не менш	120
Кількість йоду, мг/кг дріжджів, не менш	12,0±0,1
Кількість селену, мг/кг дріжджів, не менш	4,0±0,1

### 2.3 Вимоги безпеки

2.3.1 Вміст токсичних елементів і радіонуклідів у дріжджах не повинен перевищувати припустимі рівні, установлені гігієнічними вимогами до якості й безпеки продовольчої сировини й харчових продуктів за СанПіН 2.3.2.1078-01 [1] і зазначені у таблиці 3.

Таблиця 3

Вміст токсичних елементів і радіонуклідів у збагачених дріжджах

Найменування показника	Значення показника
Токсичні елементи та важкі метали:	
Свинець, мг/кг, не більш	0,5
Миш'як, мг/кг, не більш	0,3
Кадмій, мг/кг, не більш	0,1
Ртуть, мг/кг, не більш	0,02
Радіонукліди:	
Цезій-137, Бк/кг, не більш	100
Стронцій-90, Бк/кг, не більш	80

2.3.2 За мікробіологічними показниками дріжджі повинні відповідати вимогам, установленим гігієнічними вимогами до якості й безпеки продовольчої сировини й харчових продуктів СанПіН 2.3.2.1078-01 [1], зазначеним у таблиці 4.

Таблиця 4

## Мікробіологічні показники дріжджів

Найменування показника	Значення показника
Сальмонели в 25 г продукту	Не допускається
St. aureus у 0,1 г продукту	Не допускається
Плісняви, КУО/см3	Не більш 100

2.3.3 Технологічний процес виробництва дріжджів не повинен забруднювати навколишнє середовище й шкідливо відбиватися на здоров'я людей. При виробництві дріжджів і утилізації відходів повинні дотримуватися вимоги охорони навколишнього середовища, санітарні правила для підприємств дріжджової промисловості [2].

Загальні вимоги по забезпеченню пожежної безпеки повинні відповідати ДБН В 1.1-7:2016 [3], електростатичної безпеки ДНАОП 0.00-1.29-97 [4], вимоги до освітлення – ДБН В.2.5-28-2006 [5], до виробничих приміщень – ДСН 3.3.6.042-99 [6, 7],

При виробництві дріжджів персонал повинен дотримувати правил особистої гігієни, періодично проходити медичний огляд в відповідності із чинними правилами.

2.4 Вимоги до сировини, матеріалів і покупним виробам [8, 9]. Для виробництва збагачених дріжджів відповідно до рецептури й нормами витрати застосовують сировину, що наведена нижче:

- бурякова меляса, нейтральна або лужна з масовою часткою цукру за прямою поляризацією не нижче 40,5 і не вище 50 %, сухих речовин не менш 74 %, азоту не нижче 1,4 %, доброякісністю не перевищуючої 65 % за ДСТУ 3696-98;

- йодид калію за ГОСТ 4232-74;
- селеніт натрію за ТУ 6-09-17-209-88;
- молочна кислота за ДСТУ 4621-2006;
- сульфат амонію за ГОСТ 3769;
- сульфат амонію технічний, отриманий при виробництві сірчистого ангідриду;
- амоній сірчаноокислий очищений за ГОСТ 10873-73;
- аміак водний технічний марки Б за ГОСТ 9-77;
- карбамід за ГОСТ 2081-75;
- діамонійфосфат технічний за ГОСТ 8515-75;
- вода питна за ГОСТ 2874-82;
- кислота ортофосфорна термічна за ГОСТ 10678-76;
- калій вуглекислий технічний (1 сорт) за ГОСТ 10690-73;
- калій хлористий (марки К) за ГОСТ 4568;
- магній сірчаноокислий за ГОСТ 4523-77;
- магній хлористий технічний за ГОСТ 7759-73;
- порошок каустичний з магнезиту за ГОСТ 1216-75;
- екстракт кукурудзяний згущений по ТУ 10-04-08-14-88;
- дестиобіотин по ТУ 6-09-3550-74;
- кислота сірчана технічна за ГОСТ 2184-77 або акумуляторна по ГОСТ 667-73;
- крейда хімічно осаджена за ГОСТ 8253-79;
- крохмаль картопляний за ГОСТ 7699-78;
- сіль поварена харчова за ГОСТ 13830-84;
- бельтинг бавовняний фільтрувальний за ГОСТ 332-69.

#### Піногасники:

- кислота олеїнова технічна (олеїн) за ГОСТ 7580-55;
- дистильовані жирні кислоти соняшnikової й соєвої олій;
- суміш дистильовані жирні кислот маслинової й гірчичної олій;

- масло бавовняне рафіноване за ГОСТ 1128-75;
- концентрат пекарський фосфатидний;
- масло соняшникове за ГОСТ 1129-73.

2.4.1 При виробництві дріжджів застосовують допоміжні матеріали, дозволені установами Держстандарту та Держсанепідслужби України до застосування в харчовій промисловості.

### 3 МАРКУВАННЯ

3.1 Маркування наносять способом тиснення безпосередньо на споживче впакування, будь-яким способом, що забезпечують чітке її позначення, у тому числі лазером. Допускається оформлення маркування споживчої тари паперовою етикеткою, виготовленої типографським способом.

3.2 На кожній пакувальній одиниці дріжджів повинна бути зазначена наступна інформація:

- найменування продукту;
- найменування й місцезнаходження (юридична адреса, включаючи країну виготовлювача);
- товарний знак виготовлювача (при наявності);
- маса нетто, г;
- склад продукту;
- харчова й енергетична цінності (додаток А.1);
- дата виготовлення;
- умови зберігання;
- строк придатності;
- інформації про сертифікацію;
- позначення справжніх ТУ.

Хлібопекарські дріжджі, збагачені йодом і селеном з подовженим терміном зберігання відносяться до продуктів функціонального призначення

й згідно з ГОСТ Р 55577-2013 їх маркування повинне містити наступні додаткові відомості:

- область застосування: у якості сировини для хлібопечення;
- найменування добавки: містить йод у вигляді йодиду калію в кількості  $12,0 \pm 0,1$  мг на 1 кг дріжджів; містить селен у вигляді селеніту натрію в кількості  $4,0 \pm 0,1$  мг на 1 кг дріжджів;
- рекомендації із застосування: використовувати як звичайні хлібопекарські пресовані дріжджі;
- державна реєстрація: Гігієнічний сертифікат № .

### 3.3 Транспортне маркування

На одну з торцевих сторін транспортної тари із продукцією, фасованої в споживчу тару, наносять чітке маркування незмивною фарбою, що немає запаху, або наклеюють наступні дані:

- найменування продукту;
- найменування, місцезнаходження (адреса) підприємства-виготовлювача, пакувальника;
- кількість споживчих пакувальних одиниць;
- дати виготовлення, номер зміни;
- умови зберігання;
- строк придатності;
- позначення справжніх ТУ;
- інформація про сертифікацію.

### 3.4 Вимоги до клею та фарби для етикеток

Клей, що застосовується для наклеювання етикеток і заклеювання пакувальних матеріалів, не повинен мати стороннього запаху й повинен бути виготовлений із крохмалю за ГОСТ 7699 або декстрину за ГОСТ 6034, полівінілацетатної дисперсії за ГОСТ 18992 без застосування консервантів. Фарби для етикеток повинні бути стійкими, не розмазуватися, без запаху и

відповідати вимогам затвердженими органами Держстандарту та Держсанепідслужби України.

#### **4 УПАКУВАННЯ**

4.1 Дріжджі формують у вигляді прямокутних брусків масою 50, 100 г (для роздрібної торговельної мережі) і 500 і 1000 г (для промислової переробки й громадського харчування).

Допускається відхилення від 5 одиниць фасування при масі 1000 г і від 10 одиниць фасування при масі 1000 г не повинні перевищувати  $\pm 1\%$  при вологості дріжджів 75%.

4.2 Бруски дріжджів загортають в етикеточний папір марки В за ГОСТ 7625 - 55; папір для письма № 1 і 2 за ГОСТ 18510-73; під пергамент за ГОСТ 1760-68; писальну кольорову марок А и Б за ГОСТ 6861-73.

Щільна поверхня 1 м паперу повинна становити від 40 до 70 г. Етикетка не повинна офарблювати дріжджі.

4.3 Фасована продукція повинна впаковуватися в полімерні ящики, картонні ящики, дощаті ящики за ГОСТ 1135-77, ГОСТ 13360-79 або в чисту відремонтовану інвентарну тару. У кожний ящик укладають бруски однакової маси. Маса пакувальної одиниці не повинна перевищувати 12 кг.

4.4 Для промисловості переробки допускається відвантаження дріжджів без формування й без обгортки в папір у будь-якій тарі по п.4.3, санітарно обробленої й вистеленої усередині папером.

#### **5 ПРАВИЛА ПРИЙМАННЯ**

5.1 Дріжджі ухвалюють партіями.

5.2 Партією вважають будь-яка кількість дріжджів однієї дати вироблення, супроводжуване документом про якість із вказівкою:

- найменування підприємства-виготовлювача і його місцезнаходження;
- товарного знака;

- найменування продукту;
- дати вироблення;
- маса нетто;
- позначення справжніх ТУ;
- піднімальної сили;
- кислотності;
- вологості;
- гарантійного строку зберігання.

5.3 Для контролю якості продукції від партії відбирають вибірку.

При наявності в партії до 4 ящиків перевірки піддають усі ящики, якщо в партії більш 4 ящиків — відбирають 5% ящиків, але не менш 4 і не більш 20.

5.4 При одержанні незадовільних результатів аналізу хоча б по одному з показників проводять повторні аналізи подвоєної вибірки при вибірковому контролі й подвоєної проби при суцільному контролі. Результати повторних аналізів поширюються на всю партію.

## **6 МЕТОДИ КОНТРОЛЮ**

6.1 Добір і підготовка проб проводять відповідно до ДСТУ 4812:2007.

6.2 Визначення органолептичних показників проводять згідно ДСТУ 4812:2007. Кількість зразків з дефектами по зовнішньому вигляду визначають по рахунку.

6.3 Фізико-хімічні показники згідно зі стандартами:

Визначення вологості – за ДСТУ 4812:2007.

Визначення піднімальної сили – за ДСТУ 4812:2007.

Визначення кислотності — за ДСТУ 4812:2007.

Визначення стійкості — за ДСТУ 4812:2007.

6.4 Підготовка проб для визначення токсичних елементів – за ГОСТ 26929.

Токсичні елементи визначають: миш'як — за ГОСТ 26930, ртуть - за ГОСТ 26927, свинець — за ГОСТ 26932, кадмій — за ГОСТ 26933.

6.5 Відбирання та підготовка проб для визначення мікробіологічних показників згідно з ГОСТ 26668, ГОСТ 26669, методи культивування мікроорганізмів проводять згідно з ДСТУ 8535:2015, ГОСТ 30518-97, ДСТУ EN 12824:2004, ДСТУ 8446:2015, ДСТУ 8447:2015, оброблення результатів згідно з ГОСТ 26670.

6.6 Радіологічні показники контролюють відповідно до вимог ДР «Допустимі рівні вмісту радіонуклідів Cs-137 і Sr-90 у продуктах харчування і питній воді» [10]. Контроль за вмістом радіонуклідів здійснюється згідно МВ 6.6.1-10.10.17.158-08 [11].

6.7 Контроль за залишковим вмістом пестицидів [12], мікотоксинів здійснюється згідно з ДСТУ EN 1528-1, МР 4.4.4-108, ДСанПін 8.8.1.2.3.4-000 та іншими нормативними документами, погодженими центральним органом виконавчої влади у сфері охорони здоров'я в Україні.

## **7 ПРАВИЛА ТРАНСПОРТУВАННЯ Й ЗБЕРІГАННЯ**

7.1 Дріжджі транспортують усіма видами транспорту в критих транспортних засобах відповідно до правил перевезень харчових вантажів, що діють на відповідному виді транспорту. Транспортування дріжджів залізничним транспортом здійснюється в ящиках або пакетах за ГОСТ 23285–78.

7.2 Транспортування дріжджів залізничним або водним транспортом повинне проводитися тільки після попереднього охолодження їх до температури від 0 до + 4<sup>0</sup> С.

7.3 При транспортуванні дріжджів на короткі відстані (до 200 км) повинні застосовуватися закриті автомашини або відкриті автомашини з покриттям вантажу чистим щільним брезентом.



При транспортуванні дріжджів на більші відстані (більш 200 км) повинні застосовуватися ізотермічні вагони, авторефрижератори або судна-рефрижератори з температурою від 0 до +4<sup>0</sup> С.

У літній час дріжджі перед транспортуванням повинні бути попередньо охолоджені до температури від 0 до плюс 6<sup>0</sup> С.

Допускається відправлення дрібних партій дріжджів багажем при строку транспортування не більш доби.

При навантаженні в один вагон партій різних дат вироблення транспортабельність усього повагонного відправлення визначається по найбільш ранній даті вироблення.

7.4 Зберігають продукцію в чистих, сухих, добре вентильованих складських приміщеннях при температурі від 0 до 4<sup>0</sup>С и відносної вологості повітря не більш 75%.

7.5 У випадку замерзання дріжджів у процесі їх транспортування перед вживанням заморожені дріжджі необхідно піддати поступової відтаванню при температурі від +4 до 6<sup>0</sup>С.

7.6 Гарантійний строк зберігання дріжджів — 40 діб від дня вироблення.

## **8 ПРАВИЛА ЗАСТОСУВАННЯ**

Дріжджі хлібопекарські пресовані, збагачені йодом і селеном, використовуються для домашнього та промислового хлібопечення з метою збагачення хлібобулочних виробів йодом і селеном.

Застосування здійснюється шляхом заміни в рецептурі хлібобулочних виробів звичайних хлібопекарських пресованих дріжджів на збагачені комплексною добавкою. Вносити зміни в технологічний процес виробництва хліба при цьому не потрібно.

Додаток А.1  
(Обов'язковий)

Харчова та енергетична цінність дріжджів, збагачених йодом і селеном,  
на 100 г дріжджів

Таблиця А.1 – Харчова та енергетична цінність дріжджів, збагачених  
йодом і селеном, на 100 г дріжджів

Білки, г	Жири, г	Вуглеводи, г	Йод, мкг%	Селен, мкг%	Енергетична цінність, ккал/кДж
12,7	2,7	1,9	12,0±0,1	4,0±0,1	75,0/313,5

Додаток А.2  
(Обов'язковий)

Нормативні документи

1. СанПиН 2.3.2.1078 – 01 "Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. СанПиН 2.3.2.1078 - 01".
2. ДСанПіН 2.2.7.029 – 99 Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення. Постанова Головного державного санітарного лікаря України від 01.07.1999. № 29.
3. ДБН В 1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. Діє з 01.06.2017.
4. ДНАОП 0.00 – 1.29 – 97. Правила захисту від статичної електрики. Від 22. 04. 97.
5. ДБН В.2.5-28-2006. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення. – Введені. 01.01.2007..
6. ДСН 3.3.6.042-99. Державні санітарні норми. Мікроклімат виробничих приміщень. – Введені. 01.01.2000.
7. НАП Б Б.03-002-2007. Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною набезпекою. Наказ МНС № 633 від 03.12.2007.
8. Наказ Міністерства охорони здоров'я України № 1140 від 29.12.2012 р. «Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Медичні вимоги до якості та безпечності харчових продуктів та продовольчої сировини».
9. МР 4.4.4 – 108 – 2004 Періодичність контролю продовольчої сировини та харчових продуктів за показниками безпеки, затверджено МОЗ України 07.02.2004 № 329

10. ГН.6.6.1.1-130-2006. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  у продуктах харчування та питній воді. Державні гігієнічні нормативи, затв. наказом МОЗ України від 03.05.2006 № 256, зареєст. Мінюст України 17.07.2006 р. за № 845/12719.

11. Відбір проб, первинна обробка та визначення вмісту  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  в харчових продуктах. МВ 6.6.1-10.10.17.158-08. Київ. – 2008. – 27 с.

12. ДСанПін 8.8.1.2.3.4 – 000 – 2001 Допустимі дози концентрації кількості та рівні вмісту пестицидів в сільськогосподарській сировині, харчових продуктах.

**ДОДАТОК Б**  
**Проект технологічної інструкції**  
**«Дріжджі хлібопекарські пресовані, збагачені йодом і селеном»**



**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Проректор з наукової роботи

НТУ «ХПІ»

А.П. Марченко

« 22 » листопада 2017 р.

ДРІЖДЖІ ХЛІБОПЕКАРСЬКІ ПРЕСОВАНІ, ЗБАГАЧЕНІ ЙОДОМ І  
 СЕЛЕНОМ

**Технологічна інструкція (проект)**

**по виробництву дріжджів хлібопекарських пресованих, збагачених йодом**

**і селеном**

(Уведено вперше)

Дата надання чинності «    » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Чинний до «    » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**РОЗРОБЛЕНО**

Завідуючий кафедрою органічного

синтезу і нанотехнологій, д. б. н.

\_\_\_\_\_ Л.В. Кричківська

«    » \_\_\_\_\_ 2017 р.

Старший викладач кафедри

органічного синтезу і нанотехнологій

\_\_\_\_\_ Т.О. Овсяннікова

«    » \_\_\_\_\_ 2017 р.

Дана технологічна інструкція поширюється на виробництво дріжджів хлібопекарських пресованих із йодом та селеном (далі – дріжджі).

## **1 Характеристика готового продукту**

За органолептичними та фізико-хімічними показниками, а також показниками безпеки дріжджі повинні задовольняти на вимоги, які зазначені в ТУ.

## **2 Характеристика сировини й матеріалів**

Для виробництва дріжджів повинна застосовуватися сировина, що відповідає вимогам відповідної нормативної документації, закладеної в ТУ.

2.1 При виробництві дріжджів застосовують допоміжні матеріали, дозволені установами Держстандарту та Держсанепідслужби України до застосування в харчовій промисловості.

## **3 Норми витрати сировини**

Витрата сировини на вироблення 1 тони дріжджів хлібопекарських пресованих, становить 0,007 кг йодиду калію (ТОВ Кодак-Реактив, чда), 0,0025 кг селеніту натрію (ТОВ НВП Хемел, хч), 1,1 л 40-% молочної кислоти (ТОВ Укрторгсировина, чда).

## **4 Опис технологічного процесу**

Виробництво дріжджів здійснюється за схемою, розробленою на підставі типового технологічного регламенту виробництва хлібопекарських дріжджів і затвердженою у відповідному порядку.

Технологічна схема містить у собі наступний порядок виробництва дріжджів.

1. Одержання й готування живильних середовищ;
2. Одержання засівних дріжджів;

3. Одержання товарних дріжджів;
4. Готування збагачуючих розчині йодиду калію та селеніту натрію, додавання їх і молочної кислоти в збірники дріжджового концентрату;
5. Фільтрування;
6. Фасування;
7. Маркування;
8. Упакування.

#### 1. Одержання й готування живильних середовищ

Сировина й матеріали надходять по залізничній вітці на територію заводу й розвантажуються або зливаються у відповідні ємності й склади по призначенню. Меляса подається насосом у напірну ємність, потім зважується на вагах і для готування живильного середовища в заторних апаратах  $V = 15,6 \text{ м}^3$  розводиться водою у співвідношенні 1:1. Для очищення підготовлена меляса пропускається через кларифікатор і стерилізується при температурі  $80-100^\circ\text{C}$ , охолоджується й розподіляється по притоковим апаратам стадій "ЧК", "Б", "В". Живильні сольові розчини сульфату амонію, діамоній-фосфату, хлористого калію готуються на складі розчинення солей і перекачуються насосом у накопичувальні ємності виробничого цеху.

#### 2. Одержання засівних дріжджів

Пробірки з певними штамами дріжджів, вирощені на косому агарі, проходять лабораторні стадії вирощування дріжджів на агаро-солодовому суслі в обсягах 50 мл, 100 мл і бутлях на 10 л.

Засівний матеріал із бутлів переводиться у проміжний апарат (виробнича стадія)  $V = 5,6 \text{ м}^3$ , витрата меляси складає 700 кг, солі задаються в сухому виді, біомаса накопичується 15 годин при аерації  $30-40 \text{ м}^3/\text{год}$  на  $1 \text{ м}^3$  середовища.

З проміжного апарата дріжджі передаються в апарат стадії "А"  $V = 25 \text{ м}^3$ , засівби – 3200 кг, розчини живильних солей – погодинне додавання всіх

живильних середовищ, бродіння 15 годин, вихід 2500-3000 кг засівних дріжджів. Дріжджі «ЧК» сепаруються, промиваються й зберігаються в збірнику при температурі не вище 6<sup>0</sup>С.

### 3. Одержання товарних дріжджів

Засівні дріжджі «ЧК» засіваються в апарат стадії «Б», де знаходиться заздалегідь приготовлене живильне середовище. Увесь вміст апарату стадії «Б» перекачується в апарат стадії «В», туди додається меляса й на протязі 17 годин проходить накопичення біомаси. Дріжджі сепаруються, промиваються на сепараторах і подаються в збірники дріжджового концентрату.

4. Готування збагачуючих розчині йодиду калію та селеніту натрію, додавання їх і молочної кислоти в збірники дріжджового концентрату

Розчин йодиду калію готується безпосередньо перед внесенням з розрахунку 0,3 кг йодиду калію на 1 т дріжджів і подається в збірники дріжджового концентрату.

Розчин селеніта натрію готується безпосередньо перед внесенням з розрахунку 0,04 кг селеніту натрію на 1 т дріжджів і подається в збірники дріжджового концентрату.

40 %-а молочна кислота подається в збірники дріжджового концентрату з розрахунку 1,1 л на 1 т дріжджів.

### 5-6. Фільтрування й фасування

Після ретельного перемішування на протязі години дріжджі фільтруються на вакуум-фільтрах і надходять на фасувальні й пакувальні автомати, формуються у вигляді брусків масою 50, 100, 500 і 1000 г.

### 7-8. Маркування й упакування

Упакування й маркування проводиться відповідно до ТУ.



## ДОДАТОК В

**Довідка про впровадження результатів дисертаційної роботи в  
навчальний процес кафедри органічного синтезу і нанотехнологій НТУ  
«ХП»**



**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Проректор з наукової роботи  
НТУ «ХП»  
А.П. Марченко  
\_\_\_\_\_ 2017 р.

## ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційної роботи  
старшого викладача Овсяннікової Тетяни Олександрівни  
«Розробка технології пресованих хлібопекарських дріжджів,  
збагачених йодом і селеном»  
в навчальний процес кафедри органічного синтезу та нанотехнологій  
НТУ «ХП»

Матеріали дисертаційної роботи Овсяннікової Т.О. використовуються у навчальному процесі кафедри органічного синтезу та нанотехнологій НТУ «ХП» при підготовці спеціалістів за напрямком «Хімічні технології та інженерія» зі спеціальності 7(8).05130111 – «Хімічні технології харчових добавок та косметичних засобів» під час викладання дисциплін «Технологія галузі» і «Технологія харчових виробництв», в курсовому та дипломному проектуванні, а також науково-дослідних роботах студентів.

Декан факультету  
технології органічних речовин  
к.т.н., проф.



Некрасов О.П.

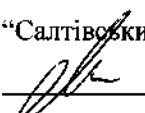
Завідувач кафедри  
органічного синтезу та нанотехнологій  
д.б.н., проф.

 Кричківська Л.Л.

## ДОДАТОК Д

**Акт промислової апробації пресованих хлібопекарських дріжджів,  
збагачених йодом і селеном**

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Директор ТОВ "Хлібо завод  
"Салтівський"  
А.М.Літовченко  
«16» листопада 2016 р.

## АКТ

промислової апробації пресованих хлібопекарських дріжджів, збагачених йодом і селеном з молочною кислотою на ТОВ "Хлібо завод "Салтівський".

Була проведена пробна випічка батонів "Слобожанських", де замість звичайних дріжджів використовувалися збагачені дріжджі, які містили в собі молочну кислоту, а також джерело йоду у вигляді йодиду калію в кількості  $700 \pm 5$  мкг на 1 кг дріжджів та джерело селену у вигляді селеніту натрію в кількості  $100 \pm 1$  мкг на 1 кг дріжджів.

Готова продукція мала органолептичні та фізико-хімічні показники якості, які відповідали вимогам нормативної документації. Вміст мікроелементів у готовому продукті склав: йоду – 78,6 мкг/100 г, селену – 11,7 мкг/100 г.

Головний технолог ХО

Начальник лабораторії з  
контролю виробництва

І.В. Євсікова

Н.В.Кударенко

# ДОДАТОК Ж

## Патент на винахід



УКРАЇНА

(19) UA (11) 75386 (13) C2  
 (51) МПК (2006)  
 C12N 1/18  
 C12N 1/16

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
 І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
 ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
 ВЛАСНОСТІ

### ОПИС

#### ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА ДРІЖДЖІВ

1

(21) 2003087965  
 (22) 26.08.2003  
 (24) 17.04.2006  
 (46) 17.04.2006, Бюл. № 4, 2006 р.  
 (72) Клещев Миколай Федосович, Кравчук Миколай Олександрович, Пинзар Валентина Костянтинівна, Сінкевич Ірина Валеріївна, Лагутіна Тетяна Олександрівна  
 (73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ", АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО ЗАКРИТОГО ТИПУ "ХАРКІВСЬКИЙ ДРІЖДЖОВИЙ ЗАВОД"  
 (56) RU C1 2119952, 10.10.1998  
 RU C1 2104302, 10.02.1998  
 RU C1 2165975, 27.04.2001

2

RU C2 2181145, 10.04.2002  
 "Біотехнологія", 1993, № 5, с.13-16  
 (57) Спосіб виробництва дріжджів, що передбачає їх багатостадійне культивування на живильному середовищі, яке містить джерела вуглецю, азоту, фосфору, мікро- і макроелементи, стимулятори росту, в умовах аерації з наступним відділенням біомаси від культуральної рідини, її промиванням з одержанням дріжджового молока, в яке вводять як джерело йоду - йодистий калій та антисептик, і зневоднюванням дріжджів, який відрізняється тим, що в дріжджове молоко як антисептик вводять молочну кислоту в кількості 2-6% до сухої речовини дріжджів.

Винахід відноситься до біотехнології і може бути використан при виробництві хлібопекарських дріжджів та лікарсько-профілактичних препаратів.

Відомі способи виробництва хлібопекарських дріжджів, які передбачають їх многостадійне культивування дріжджів на живильному середовищі, яка вмістить джерела вуглецю азоту, фосфору, мікро- і макроелементи, стимулятори росту та джерела мікроелементів, які збагачують кінцевий продукт фізіологічне активними речовинами [1].

Найбільш близьким по технічному рішенню є спосіб виробництва дріжджів, який передбачає їх багатостадійне культивування на живильному середовищі, утримуючої джерела вуглецю, азоту, фосфору, мікро- і макроелементи, стимулятори росту в умовах аерації з наступним відділенням біомаси від культуральної рідини, її промиванням з одержанням дріжджового молока і зневоднюванням дріжджів, у які вводять джерела йоду, вуглеводів і окислювач зокрема глюкозу в кількості 0,02-0,1%, окислювача перекису водню в кількості 2-6% до сухої речовини дріжджів і окислювача озону в кількості 0,8-2% до сухої речовини дріжджів [2].

Недоліком даного способу є низька ефективність процесу збагачення дріжджів йодом на клітинному рівні.

В основу винаходу поставлена задача підвищити ефективність процесу збагачення дріжджів йодом.

Технічний результат досягається тим, що в дріжджове молоко вводять джерела йоду, наприклад йодистий калій, як антисептик вводять молочну кислоту в кількості 2-6% до сухої речовини дріжджів. Як окислювач використовують медичний закис азоту в кількості 0,05-0,1% до сухої речовини дріжджів чи перекис водню в кількості 0,5-1,0% до сухої речовини дріжджів.

Відомо, що при внесенні джерел йоду в живильне середовище при культивуванні дріжджів зміст йоду в дріжджах 600 мкг/кг СВ дріжджів досягається при концентрації йоду в культуральної рідини 0,08%. З огляду, що джерела йоду - це дорогі препарати, собівартість дріжджів, збагачених йодом шляхом його введення в живильне середовище зростає.

Експериментальне було встановлено, що при впливі на сформовану дріжджову клітку сильним окислювачем (закисом азоту в кількості 0,05-1,0% до сухої речовини дріжджів) у присутності йоду, молочної кислоти в кількості 2-6% до сухої речовини дріжджів йод вбудовується в клітинну оболонку. Причому ступінь утилізації йоду різко зро-

(19) UA (11) 75386 (13) C2

3

75386

4

стає і перевищує показники, приведені в прототипі на 10-15%.

Приклад 1. Дріжджова біомаса, отримана в результаті культивування дріжджів на живильному середовищі в умовах аерації відокремлюється від культуральної рідини сепаруванням у виді дріжджового молока з концентрацією 550 г/л і подається в збірник з робочим обсягом 1,8 м<sup>3</sup>. При перемішуванні отриманої дріжджової маси в збірник подають йодистий калій 0,45кг, перекис водню в кількості 3,6 л. Після годинної обробки дріжджове молоко направляють на вакуум-фільтри, де збезводнюють до вологості 72%. Зміст йоду в дріжджах складає 46 мг/кг СВ, тобто ступінь утилізації складає 82%, що вище, ніж у прототипі.

Приклад 2. Дріжджова біомаса, отримана в результаті культивування в дріжджезростальному апараті відокремлюється від культуральної рідини сепаруванням і подається в збірник з мішалкою

робочим обсягом 1,8 м<sup>3</sup>. При перемішуванні дріжджового молока з концентрацією 550 г/л у збірник подають йодистий калій у кількості 0,45 кг і молочну кислоту в кількості 4,3 л. Після годинної обробки дріжджове молоко направляють на вакуум-фільтри, де одержують дріжджі вологістю 72%. Зміст йоду в дріжджах складає 52 мг/кг СВ, ступінь утилізації склала 89%.

Приклад 3. Дріжджова маса, отримана аналогічно прикладу 2, описаному вище, оброблялася йодистим калієм у якості 0,45 кг, глюкозою в кількості 0,45 кг і медичним закісом азоту в кількості 0,05-0,1% до сухої речовини дріжджів. Зміст йоду в дріжджах склало 40 мг/кг СВ. Ступінь утилізації склала 71%.

Джерела інформації:

1. "Біотехнологія", 1993, №5, с.13-16.

2. Патент РФ №2119952 "Спосіб виробництва дріжджів", 1998.

### ДОДАТОК 3

#### **Медико-біологічні дослідження хлібобулочних виробів, виготовлених з використанням пресованих хлібопекарських дріжджів, збагачених йодом і селеном**

До клініко-діагностичної лабораторії ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка НАМН України було доставлено сироватку крові білих щурів лінії Вістар – самців віком 12 місяців і вагою 270...300 г (сироватка від 5 тварин – контроль, сироватка від 5 тварин – експеримент). Через три тижні знову доставлена сироватка піддослідних щурів (5 – контроль, 5 – експеримент).

В раціон контрольних тварин вводили звичайний хліб; групу піддослідних тварин підгодовували хлібом, збагаченим йодом і селеном, який складав 25 % загального раціону. Для підгодовування були використані батон «Слобожанський», який представлений на ринку України (виробник – ТОВ «Хлібозавод «Салтівський») та батон білий, виготовлений ТОВ «Хлібозавод «Салтівський», з використанням пресованих хлібопекарських дріжджів, збагачених йодом і селеном (вироблених на АТЗТ «Харківський дріжджовий завод») за технологією, розробленою д.б.н., професором Кричківською Л.В. та старшим викладачем Овсянніковою Т.О. кафедри органічного синтезу та нанотехнології Національного Технічного Університету «Харківський Політехнічний Інститут». До складу батону, збагаченого йодом і селеном, входили наступні складові: мука пшенична, дріжджі пресовані хлібопекарські, збагачені йодом і селеном (в якості джерела мікроелементів були використані йодид калію та селеніт натрію), сіль поварена харчова, олія рослинна, маргарин, цукор пісок, вода. Уся сировина дозволена Мінздравом України для використання в харчуванні населення. На неї є нормативна документація.

У теперішній час доведено, що йод і селен тісно пов'язані між собою в метаболічних процесах організму і впливають на ендокринну, імунну, серцево-судинну, опорно-рухливу системи, а також репродукційну функцію.

Також відомо, що селен володіє антиоксидантними властивостями, тому дослідження процесів вільно-радикального та пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ) проводили шляхом визначення вмісту продуктів перекисного окиснення поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) – малонового діальдегіду (МДА) і вмісту дієнових кон'югатів (ДК) у сироватці крові тварин. Ефективність мембранопротекторних властивостей збагачуючої добавки оцінювали по ступеню відновлення мембран еритроцитів після впливу перекису водню (стійкість еритроцитів до перекисного гемолізу).

Для дослідження біохімічних показників використано наступні методи:

1. Вміст ТБК-продуктів (малоновий діальдегід) оцінювали за методом М. Міхара зі співавт. [1];
2. Вміст дієнових кон'югатів в сироватці оцінювали на основі класичного метода Z. Пласег в модифікації В.Б. Гаврилова, М.І. Мішкорудної [2, 3];
3. Відсоток гемолізу еритроцитів визначався за методом Л.І. Ідельсона [4, 5].

Статистичну обробку результатів виконували в програмі Statistica 6.0 з розрахунками значення середнього арифметичного й стандартної помилки. Вірогідність відмінностей між групами оцінювали з використанням t-критерію Ст'юденту. Відмінності вважали достовірними при  $p < 0,05$ .

З приведених даних видно, що зниження вмісту малонового альдегіду і дієнових кон'югатів свідчить про антиоксидантні властивості селену, який блокує пероксидні радикали.

Зменшення відсотків гемолізу еритроцитів у порівнянні з контрольною групою тварин, дозволяє зробити висновок про мембранопротекторні властивості добавки.

Таблиця 1

Вміст малонового діальдегіду, дієнових кон'югатів та відсоток гемолізу еритроцитів в сироватці крові щурів на початку досліджень (1 день)

Найменування показника	Група тварин			
	Контрольна		Піддослідна	
	n	M <sub>x</sub>	n	M <sub>x</sub>
МДА в сироватці крові, нмоль/мл	1,03±0,02	1,02 ± 0,05	1,02±0,01	1,02 ± 0,02
	1,02±0,04		1,02±0,02	
	1,04±0,03		1,03±0,03	
	1,01±0,06		1,01±0,02	
	1,01±0,05		1,02±0,02	
ДК в сироватці крові, нмоль/мл	0,78±0,02	0,79±0,02	0,77±0,01	0,78±0,03
	0,79±0,04		0,79±0,03	
	0,80±0,05		0,79±0,04	
	0,79±0,03		0,79±0,03	
	0,79±0,06		0,76±0,05	
Відсоток гемо-лізу еритроцитів	21,3±0,05	21,30±0,05	21,20±0,04	21,26±0,05
	21,5±0,06		21,27±0,02	
	21,4±0,04		21,26±0,06	
	21,2±0,05		21,28±0,05	
	21,1±0,05		21,24±0,03	

Таблиця 2

Вміст малонового діальдегіду, дієнових кон'югатів та відсоток гемолізу еритроцитів в сироватці крові щурів на 21 добу дослідження

Найменування показника	Група тварин			
	Контрольна		Піддослідна	
	n	M <sub>x</sub>	n	M <sub>x</sub>
МДА в сироватці крові, нмоль/мл	1,00±0,02	1,01±0,04	0,93±0,06	0,91±0,06
	1,01±0,04		0,91±0,04	
	1,00±0,03		0,90±0,07	
	1,01±0,06		0,90±0,07	
	1,01±0,05		0,91±0,06	
ДК в сироватці крові, нмоль/мл	0,78±0,05	0,80±0,05	0,77±0,03	0,65±0,02
	0,79±0,04		0,79±0,02	
	0,80±0,04		0,79±0,03	
	0,82±0,06		0,79±0,01	
	0,81±0,06		0,76±0,01	
Відсоток гемо-лізу еритроцитів	21,34±0,02	21,33±0,02	17,20±0,04	17,31±0,03
	21,32±0,02		17,27±0,02	
	21,35±0,01		17,26±0,03	
	21,33±0,02		17,28±0,04	
	21,31±0,03		17,24±0,02	

## Література:

1. Mihara M., Uchiyama M., Fukuzawa K. Thiobarbituric acid value on fresh homogenate of rat as a parameter of lipid peroxidation in aging, CCl<sub>4</sub> intoxication and vitamin E deficiency / M. Mihara // *Biochem. Med.*, 1980. – V. 23. – № 3. – P. 302–311.
2. Placer Z. Lip peroxidation systeme im biologischen material / Z.Placer // *Nahrung*, 1968. – Bd. 12. – S. 679.
3. Гаврилов В.Б., Мишкорудная М.И. Спектрофотометрическое определение содержания гидроперекисей липидов в плазме крови / Б.В. Гаврилов // *Лаб. дело*, 1983. – № 3. – С. 33–35.
4. Идельсон Л. И. В кн.: *Справочник по функциональной диагностике* / Под ред. И.А. Кассирского.— М.: Медицина, 1970.— 401 с.
5. *Медицинские лабораторные технологии: руководство по клинической лабораторной диагностике; в 2-х т.* / [В.А. Алексеев и др.]; под ред. А.И. Карпищенко. – 3-изд., перераб. и доп. – Т.2. – М.: ГЕОТАР-Медиа, 2013. – 792 с.



## ВИСНОВОК

по медико-біологічному дослідженню батона «Слобожанський», виготовленого з використанням пресованих дріжджів, збагачених йодом і селеном. Дослідження проводилися в відділі лабораторної діагностики та імунології з клініко-діагностичною лабораторією ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка НАМН України»

### Об'єкти дослідження

Як об'єкти дослідження були використані батон «Слобожанський», який представлений на ринку України (виробник - ТОВ «Хлібозавод «Салтівський») та батон білий, виготовлений ТОВ «Хлібозавод «Салтівський», з використанням пресованих хлібопекарських дріжджів, збагачених йодом і селеном (вироблених на АТЗТ «Харківський дріжджовий завод») за технологією, розробленою д.б.н., професором Кричківською Л.В. та старшим викладачем Овсянніковою Т.О. кафедри органічного синтезу та нанотехнології Національного Технічного Університету «Харківський Політехнічний Інститут». До складу батону, збагаченого йодом і селеном, входили наступні складові: мука пшенична, дріжджі пресовані хлібопекарські, сіль поварена харчова, олія рослинна, маргарин, цукор пісок, вода. Уся сировина дозволена Мінздравом України для використання в харчуванні населення. На неї є нормативна документація.

### Експериментальні дослідження

Медико-біологічні дослідження батона білого, виготовленого з використанням дріжджів, збагачених йодом і селеном були проведені на 20 білих щурах лінії Вістар — самцях віком 12 місяців і вагою 270...300 г. Всі тварини перебували на стандартному раціоні у віварії і протягом експерименту отримували корм з розрахунку добової потреби щурів (32 г).

Тварини були розділені на дві групи. Перша група (10 тварин) - контрольні тварини, в раціон яких вводили звичайний хліб; друга група (10 щурів) - піддослідна, в раціон яких вводили хліб, збагачений йодом і селеном, який складав 25 % загального раціону.

У теперішній час доведено, що йод і селен тісно пов'язані між собою в метаболічних процесах організму і впливають на ендокринну, імунну, серцево-судинну, опорно-рухливу системи, а також репродукційну функцію.

Відомо, що селен володіє антиоксидантними властивостями, тому дослідження процесів вільно-радикального та пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ) проводили шляхом визначення вмісту продуктів пероксидного окиснення поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) - малонового діальдегіду (МДА) і вмісту дієнових кон'югатів (ДК) у сироватці крові тварин.

Ефективність мембранопротекторних властивостей збагачуючої добавки оцінювали по ступеню відновлення мембран еритроцитів після впливу пероксиду водню (стійкість еритроцитів до перекісного гемолізу).

Досліджувані показники визначали на початку експерименту і через три

тижні.

Таблиця 1

Вміст малонового діальдегіду, дієнових кон'югатів в сироватці крові та відсоток гемолізу еритроцитів на початку досліджень і після - через 21 добу

Найменування показника	Група тварин			
	Контрольна		Піддослідна	
	1-й день	21-й день	1-й день	21-й день
МДА в сироватці крові, нмоль/мл	1,02 ± 0,05	1,02 ± 0,02	1,01 ± 0,04	0,91 ± 0,06
ДК в сироватці крові, нмоль/мл	0,79 ± 0,02	0,78 ± 0,03	0,80 ± 0,05	0,65 ± 0,02
Відсоток гемолізу еритроцитів, %	21,30 ± 0,05	21,26 ± 0,05	21,33 ± 0,02	17,31 ± 0,03

З приведених даних видно, що зниження вмісту малонового альдегіду і дієнових кон'югатів свідчить про антиоксидантні властивості селену, який блокує пероксидні радикали.

Зменшення відсотків гемолізу еритроцитів у порівнянні з контрольною групою тварин, дозволяє зробити висновок про мембранопротекторні властивості добавки.

За результатами проведених досліджень можна зробити висновок, що створення нових оздоровчих хлібобулочних виробів, в основі яких лежить корекція метаболічних процесів в організмі, у теперішній час є актуальним і перспективним. Вважаємо доцільним випуск дослідно-промислової партії хлібобулочних виробів, виготовлених з використанням збагачених дріжджів, та проведення їх випробувань в клінічних умовах з метою встановлення їх оздоровчої дії на організм людини.

Зав. відділом лабораторної діагностики  
та імунології  
з клініко-діагностичною лабораторією  
к. б.о.л. Н.



Ф.С. Леонтєва

**ДОДАТОК К**  
**СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

**Стаття у наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних науко метричних баз даних:**

1. **Овсянникова Т.А.**, Кричковская Л.В. Влияние молочной кислоты на качество хлебобулочных изделий и потери микроэлементов при выпекании и хранении. Харчова наука і технологія. Одеса, 2016. №10(2). С. 37-41. *Особистий внесок здобувача – експеримент, аналіз результатів дослідження, підготовка до друку.*

**Статті у наукових фахових виданнях України:**

2. **Овсяннікова Т.О.**, Кричковська Л.В. Вивчення впливу молочної кислоти на процес йодування дріжджів. Науковий вісник Національного Університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького. Технічні науки, серія «Харчові технології». Львів, 2014. Вип. 2 (59). Т. 16 (ч. 4). С. 137-142. *Особистий внесок здобувача – експеримент, обговорення результатів, підготовка до друку.*

3. Синкевич И.В., **Лагутина Т.А.** Изучение влияния различных химических соединений на процесс йодирования дрожжей. Вестник НТУ «ХПИ». Харьков, 2004. №15. С. 89-94. *Особистий внесок здобувача – експеримент та аналіз результатів.*

4. **Овсянникова Т.А.**, Кричковская Л.В. Исследование влияния молочной кислоты на качество хлебопекарных дрожжей, обогащенных микроэлементами. Харчова наука і технологія. Одеса, 2015. №1(30). С. 137-142. *Особистий внесок здобувача – експеримент, аналіз результатів дослідження, підготовка до друку.*

**Стаття у наукових періодичних виданнях інших держав:**

5. **Овсянникова Т.А.**, Кричковская Л.В., Дубоносов В.Л. Обогащение дрожжей микроэлементами. Пищевая промышленность: наука и технологии. Минск, 2014. №2(24). С. 56-59. *Особистий внесок здобувача – експеримент та обговорення результатів.*

**Стаття в інших наукових виданнях:**

6. **Овсяннікова Т.О.**, Кричківська Л.В., Дубоносов В.Л. Вплив молочної кислоти на морфологічні, культуральні та фізико-хімічні властивості хлібопекарських дріжджів, збагачених мікроелементами. Вісник НТУ «ХП». Харків, 2015. №50. С. 79-84. *Особистий внесок здобувача – експеримент та обговорення результатів.*

**Тези доповідей:**

7. **Лагутіна Т.О.**, Сінкевич І.В., Петров І.В. Вплив фізіологічно-активних речовин на якість дріжджової біомаси. Тези доповідей учасників 1 Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих учених «Біотехнологія. Освіта. Наука». Київ, 2003. С. 54-55. *Особистий внесок здобувача – проведення досліджень, обробка, обґрунтування та узагальнення отриманих результатів, підготовка матеріалів до друку.*

8. Клещев Н.Ф., **Лагутина Т.А.**, Клещев Н.Ф., Синкевич И.В., Петров—И.В. Электрохимический контроль содержания йода в йодированных дрожжах. Тезисы докладов участников 2 Московского международного Конгресса «Биотехнология: состояние и перспективы развития». Москва, 2003. Т. 2. С.114. *Особистий внесок здобувача – експеримент та аналіз результатів дослідження.*

9. **Лагутіна Т.О.**, Петров І.В. Визначення впливу фізіологічно-активних речовин на ферментативну активність дріжджової біомаси. Тези

доповідей учасників 2 Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих учених «Біотехнологія. Освіта. Наука». Львів, 2004. С. 135. *Особистий внесок здобувача – планування дослідження, експеримент та аналіз результатів дослідження.*

10. **Овсянникова Т.А.**, Кричковская Л.В., Дубоносов В.Л. Влияние микроэлементов на морфологические и ростовые свойства дрожжей. Сборник материалов I Международной научно-практической конференции «Химия, био- и нанотехнологии, экология и экономика в пищевой и косметической промышленности». Щёлкино, 2013. С. 56-59. *Особистий внесок здобувача – експеримент та обговорення результатів.*

11. Кричковская Л.В., **Овсянникова Т.А.** Нормирование микроэлементов в биотехнологии дрожжей Биогеохимия и биохимия микроэлементов в условиях техногенеза биосферы. Материалы VIII Международной Биогеохимической Школы, посвященной 150-летию со дня рождения академика В.И. Вернадского. Гродно, 2013. С. 492-494. *Особистий внесок здобувача – експеримент, обговорення результатів, підготовка до друку.*

12. **Овсянникова Т.А.** Применение молочной кислоты в технологии производства хлебопекарных дрожжей, обогащенных микроэлементами. Сборник материалов II Международной научно-практической конференции «Химия, био- и нанотехнологии, экология и экономика в пищевой и косметической промышленности». Харьков, 2014. С. 248-249. *Особистий внесок здобувача – планування дослідження, аналіз результатів, висновки за результатами експерименту, підготовка до друку.*

13 Кричковська Л.В., **Овсяннікова Т.О.** Вплив комплексного використання йоду і селену на морфологію і фізико-хімічні властивості хлібопекарських дріжджів. XXII Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта,

здоров'я» (ч. II). Харків, 2014. С. 318. *Особистий внесок здобувача – експеримент, обговорення результатів, підготовка до друку.*

14. Кричковська Л.В, **Овсяннікова Т.О.** Обґрунтування переваг застосування молочної кислоти в харчових виробництвах. XXIII Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я» (ч. II). Харків, 2015. С. 249. *Особистий внесок здобувача – експеримент, аналіз результатів дослідження.*

15. **Овсяннікова Т.А.**, Кулиничев Ю.Н. Потери мікроелементов при термічеської обробці і зберіганні хлібобулочних виробів, виготовлених з використанням дріжджів з молочної кислотою. Сборник матеріалів III Міжнародної науково-практичної конференції «Хімія, біо- і нанотехнології, екологія і економіка в харчовій і косметичній промисловості». Харків, 2015. С. 24. *Особистий внесок здобувача – планування дослідження експеримент, аналіз результатів дослідження.*

16. Кричковська Л.В., **Овсяннікова Т.О.** Вплив молочної кислоти у складі дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* на мікроорганізми, що викликають картопляну хворобу хліба. XXIV Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я» (ч. II). Харків, 2016. С. 264. *Особистий внесок здобувача – експеримент, обговорення результатів, підготовка до друку.*

17. **Овсяннікова Т.О.** Активація дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* молочною кислотою у хлібопекарному виробництві. Сборник матеріалів IV Міжнародної науково-практичної конференції «Хімія, біо- і нанотехнології, екологія і економіка в харчовій і косметичній промисловості». Харків, 2016. С. 187-188. *Особистий внесок здобувача – планування дослідження, аналіз результатів, висновки за результатами експерименту, підготовка до друку.*

**Патент**

18. Клещев М.Ф., Кравчук М.О. Пинзар В.К., Сінкевич І.В., **Лагутіна Т.О.** Пат. на винахід UA 75386C2, МПК (2006) C12N 1/18, C12N 1/16. Спосіб виробництва дріжджів. №2003087965; заявл. 26.08.2003; опубл. 17.04.2006, Бюл. №4. *Особистий внесок здобувача – запропоновано спосіб виробництва пресованих хлібопекарських дріжджів, збагачених йодом і селеном.*