

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ПРОЦЕНКО ЛІДІЯ ВАСИЛІВНА

УДК 663.423:663.41: 633.791

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПИВА З ВИКОРИСТАННЯМ  
ХМЕЛЮ НОВИХ СОРТІВ**

05.18.07 – технологія продуктів бродіння

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня

кандидата технічних наук

Київ - 2002

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Національному університеті харчових технологій  
Міністерства освіти і науки України

**Науковий керівник:** доктор технічних наук, професор  
**Мелетьєв Анатолій Євгенович,**  
Національний університет харчових технологій,  
професор кафедри продуктів бродіння,  
екстрактів і напоїв

**Офіційні опоненти:** доктор технічних наук, професор  
**Нікітін Геннадій Олексійович,**  
Національний університет харчових технологій,  
професор кафедри біохімії і екології

доктор технічних наук, професор  
**Литовченко Олександр Михайлович,**  
Інститут садівництва Української Академії  
аграрних наук,  
завідуючий відділом зберігання плодів та ягід.

**Провідна установа:** Український науково-дослідний інститут  
спирту і біотехнології продовольчих продуктів  
Міністерства аграрної політики України, м. Київ

Захист відбудеться \_\_\_\_\_ о 14<sup>00</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.058.04 Національного університету харчових технологій за адресою: 01033 м. Київ-33, вул. Володимирська, 68, ауд. А-311.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного університету харчових технологій за адресою: 01033 м. Київ-33, вул. Володимирська, 68.

Автореферат розісланий \_\_\_\_\_ 2002 року.

Вчений секретар спеціалізованої  
вченої ради

О.В.Кобилінська

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Хміль є найбільш специфічним і тому незамінним видом сировини для виробництва різноманітних сортів пива. Унікальні гіркі речовини, ефірна олія та поліфенольні сполуки створюють неповторний букет ароматичних і смакових якостей цього продукту масового споживання. Хміль приймає участь і в освітленні пива та утворенні піни, тобто обумовлює більше половини балів органолептичної оцінки напою, а також підвищує його стійкість при зберіганні. Від раціонального використання хмелю залежить не тільки якість пива, але й ефективність пивоварного виробництва в цілому.

В сучасному пивоварному виробництві як при ціноутворенні, так і в технології, кількісно враховується тільки вміст гірких речовин хмелю, причому лише їх складова частина – альфа-кислоти. Через важливість гірких речовин і недостатній рівень знань іншим цінним для пивоваріння фенольним і ефірним речовинам приділяється недостатньо уваги, лише на рівні органолептики. Такий стан не забезпечує ні оптимального використання хмелю, ні виведення і культивування його нових типів і сортів з різним біохімічним складом і властивостями.

Дисертаційна робота присвячена актуальній темі удосконалення технології пива шляхом оптимізації використання хмелю різних типів (гіркою і ароматичною) із забезпеченням високої якості цільового продукту. Для вирішення цієї комплексної багатofакторної проблеми необхідною є об'єктивна узагальнена технологічна оцінка різних сортів хмелю, їх підготовка і відповідне оптимальне перероблення у виробництві пива.

### **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Робота виконувалась відповідно до програми "Хміль", тема 08, 1996 рік, № Держреєстрації 0198V004959 "Ідентифікувати селекційні сорти та номери хмелю відповідно вимогам оптимальної біохімічної моделі сорту для пивоваріння та вивчити їх вплив на якість пива" УААН та у відповідності з напрямами наукової діяльності кафедри біотехнології продуктів бродіння, екстрактів та напоїв НУХТ за темою: "Розробка технології і нормативно-технічної документації по використанню у пивоварінні хмелю з низьким вмістом альфа-кислот", № Держреєстрації 0196V001351, 1996 рік. За безпосередньою участю дисертанта розроблено методики визначення показників якості хмелю та пива, проведено лабораторні дослідження, апробовано результати досліджень у виробничих умовах, розроблено стандарти на хміль гіркий і хміль ароматичний.

**Мета і завдання дослідження.** Основна мета даної роботи – розробка об'єктивних критеріїв технологічної оцінки сучасних районованих і перспективних сортів хмелю і раціональне його використання із забезпеченням високої якості пива.

Для досягнення поставленої мети потрібно було вирішити такі задачі:

- провести аналіз і удосконалення методики технологічної оцінки різних типів хмелю з метою його раціонального використання,
- для максимально об'єктивної оцінки якості хмелю і оптимального використання його у виробництві пива розробити і виготовити міні-пивоварню як модель діючих пивзаводів,

- дослідити пивоварні якості нових сортів різних типів хмелю в процесі їх селекції і районування,
- дослідити комплексний вплив основних гірких, ефірних речовин і фенольних сполук хмелю на технологію і якість пива,
- визначити характер залежності стійкості пива від загальної кількості поліфенолів хмелю і їх окремих груп,
- провести технологічну оцінку нових районованих, а також перспективних сортів хмелю з різними біохімічними показниками, розробити рекомендації щодо їх раціонального перероблення у пивоварінні,
- на основі досліджень провести апробацію отриманих результатів у виробничих умовах пивоварних заводів із визначенням техніко-економічної доцільності вирощування і оптимального використання нових сортів хмелю.

*Об'єкти досліджень* – сучасні районовані та перспективні сорти хмелю в процесі їх перероблення в пивоварінні.

*Предметом дослідження* є технологія пивоваріння, її удосконалення з використанням хмелю нових сортів на основі дослідження та наукового обґрунтування впливу біохімічних сортових особливостей хмелю на якість виробничого процесу і готового продукту.

*Методи дослідження* – сучасні фізико-хімічні методи аналізу речовин хмелю та продуктів їх перетворення в процесі пивоваріння, а також контролю якості напівпродуктів та готового пива.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Розроблена методика комплексної технологічної оцінки хмелю та придатності його для перероблення в пивоварінні, яка передбачає поєднання органолептичного та біохімічного аналізу його з приготуванням та оцінкою пива на міні-пивоварні.

Встановлено закономірності впливу гірких, ефірних і поліфенольних сполук хмелю в комплексі на технологію та якість пива, а також характер взаємозалежності між цими речовинами. Співвідношення при нормуванні хмелю бета-кислот (БК) до альфа-кислот (АК) і поліфенолів (ПФ) до АК повинні бути більше або дорівнювати одиниці, тобто при розрахунку норми хмелю за вмістом АК ( $N_{xAK}$ ) і ПФ ( $N_{xПФ}$ ) повинна виконуватись умова  $N_{xAK} \geq N_{xПФ}$ . На основі наведених залежностей створені нові сорти хмелю гіркового типу "Промінь" (авторське свідоцтво №1139) і "Зміна" (авторське свідоцтво №1138) і розроблені оптимальні умови їх сумісного використання з хмелем ароматичного типу.

Науково обґрунтована залежність стійкості пива від вмісту в нормі хмелю загальної кількості ПФ і доведено, що вона повинна дорівнювати 100-140 мг на 1 літр сусла.

**Практична цінність отриманих результатів.** На основі проведених досліджень випробувана і доведена технологічна придатність до пивоваріння та районовані 7 сортів хмелю ароматичного і гіркового типів. Два сорти хмелю визнано перспективними і передано до Державного сортовипробування.

Розроблена технологія теплової обробки сусла з оптимізацією нормування хмелю різних типів з урахуванням біохімічних показників, яка застосо-

вується на ВАТ "Бердичівський пивзавод", що дає економічний ефект в розмірі 34,74 грн. на 1000 дал пива та забезпечує підвищення якості напою.

На основі результатів досліджень щодо доцільності і оптимізації умов використання хмелю з низьким вмістом АК внесені відповідні зміни до технічних вимог на хміль в створені Державні стандарти України на хміль ароматичний (ДСТУ 4098.1-2002, 4098.2-2002).

Розроблені оптимальні умови сумісного перероблення хмелю різних типів, що дало можливість удосконалити технологію та підвищити якість продукції на підприємствах України.

**Особистий внесок здобувача.** Дисертація є узагальненням досліджень, виконаних особисто автором в колективі співробітників відділу біохімії хмелю і пива Інституту сільського господарства Полісся УААН за методичним та консультативним керівництвом вчених НУХТ.

Особистий внесок здобувача полягає у виборі та формулюванні завдань досліджень, розробці методики та проведенні наукових експериментів, аналізу, обґрунтуванні та публікації одержаних результатів, участі у розробці нормативно-технічної документації.

**Апробація результатів дисертації.** Результати дисертації доповідались та обговорювались в Інституті сільського господарства Полісся УААН, на Міжнародній науково-технічній конференції "Розроблення та впровадження прогресивних ресурсощадних технологій та обладнання в харчову та переробну промисловість" (Київ, 1997 р.), 6-й Міжнародній науково-технічній конференції "Проблеми та перспективи створення і впровадження нових ресурсо- та енергоощадних технологій, обладнання в галузях харчової і переробної промисловості" (Київ, 1999р.), наукових конференціях, присвячених розробці нових стандартів на хміль, VII Міжнародній науково-технічній конференції "Пріоритетні напрями впровадження в харчову промисловість сучасних технологій, обладнання і нових видів продуктів оздоровчого та спеціального призначення" (Київ, 2001 рік).

**Публікації.** За матеріалами дисертації опубліковано 14 наукових робіт, з яких дві – тези доповідей на конференціях, два інформаційні листки, чотири ДСТ України, інші – статті в наукових фахових виданнях, перелік яких затверджено ВАК України. Одержано два авторські свідоцтва на сорти хмелю.

**Структура та обсяг роботи.** Дисертація викладена на 125 сторінках друкованого тексту, складається із вступу, 8 розділів, висновків, містить 43 таблиці, 5 рисунків, 6 додатків. Список використаних джерел включає 151 назву, в т.ч. 51 іноземних.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

У вступі обґрунтована актуальність роботи в комплексі для хмелярської галузі сільського господарства і пивоварного виробництва. Сформульована мета і основні задачі досліджень, визначені наукова новизна та практична цінність роботи. Наведені відомості про особистий внесок автора, апробацію результатів, структуру та обсяг роботи.

**У першому розділі "ХАРАКТЕРИСТИКА ХМЕЛЮ І СУЧАСНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИКОРИСТАННЯ ЙОГО У ПИВОВАРІННІ"** на основі аналізу хімічного складу окремих селекційних сортів хмелю та практики пивоваріння обґрунтовано специфічність і незамінність хмелю як основної сировини для виробництва пива. Дана техніко-економічна оцінка культивування цього найдорожчого виду сировини і сформульовані напрямки щодо його удосконалення з поєднанням понять залежностей між якістю різних типів хмелю, технологією його оброблення і якістю пива. При оцінці ароматичних і гірких сортів хмелю і визначенні технології його перероблення в пивоварінні необхідно встановити кількісний вміст і співвідношення гірких, фенольних і ефірних речовин. Такі вихідні положення дозволяють цілеспрямовано проводити селекційну роботу в хмелярстві та оптимізувати процеси комплексного використання хмелю різних типів у пивоварінні

**У другому розділі "ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ І МЕТОДИ АНАЛІЗУ"** наведено характеристику об'єктів та методів досліджень. Об'єктами досліджень були сучасні районовані ароматичні сорти хмелю Клон 18, Слов'янка, Заграва, Гайдамацький, Злато Полісся, гіркі сорти Поліський, Промінь, Зміна, Потіївський, Октава, а також перспективні сорти Серпневий та Ветеран, що проходять Державне сортовипробування.

Для об'єктивної оцінки хмелю, придатності його до перероблення в пивоварінні використовувалась спеціально розроблена методика, яка передбачає поєднання органолептичного та біохімічного аналізу різних зразків хмелю з приготуванням та оцінкою пива на модельній міні-пивоварні.

В роботі використовували методи досліджень та аналізів, які передбачені діючими нормативно-технічними документами, і такі, що використовуються в світі для більш глибокої оцінки процесів, об'єкту дослідження.

Основні показники якості хмелю визначали за ГОСТ 21948-76 "Хміль-сирець і хміль пресований. Методи аналізу". Кількість альфа- та бета-кислот в хмелі та їх склад – спектрофотометрично за допомогою тонкошарової паперової і високоефективної рідинної хроматографії за методом Ляшенка. Загальну кількість поліфенольних сполук та антоціаногенів в шишках хмелю визначали фотометричними модифікованими методами Фоліна, Свейна, Хілліса, Ляшенка, Солодюк.

Гіркоту сусла та пива аналізували спектрофотометрично міжнародним методом ЕВС. Загальні поліфеноли сусла та пива – за методом Єруманіса, а найбільш активну групу їх – антоціаногени визначали шляхом перетворення їх в антоціанідіни за методом Гарріса і Ріккетса.

В суслі та готовому пиві контролювали величину фракції високомолекулярних поліпептидів за методом ВНДПБП. Колоїдну стійкість готового пива оцінювали і прогнозували за показником "ступінь осадження сульфатом амонію" згідно методики Басаржової.

**У третьому розділі "УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ КОМПЛЕКСНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ПИВОВАРНИХ ЯКОСТЕЙ ХМЕЛЮ В УМОВАХ МІНІ-ПИВОВАРНІ"** вказано, що необхідною передумовою комплексної, макси-

мально об'єктивної оцінки хмелю є моделювання технології охмеління сусла і доведення його до готового пива. Аналіз ступеню хмелевої гіркоти сусла дає лише обмежене уявлення про якість і повноту його використання у виробництві пива, що зумовило потребу в міні-пивоварні із замкнутим циклом.

Сучасні міні-пивзаводи мають комерційне призначення, отже порівняно значну потужність, і потребують великої кількості проб дослідних зразків хмелю. Проведений нами аналіз показав, що придатним масштабом моделювання міні-пивоварні є 1 : 100, що достатньо адекватно відображає умови реальних підприємств усередненої потужності 3-3,5 млн дал пива на рік, які оснащені сусловарильним агрегатом на 3 тонни засипу.

При конструюванні модельної міні-пивоварні прийнята її продуктивність 100 л пива за цикл. В спеціальній літературі нами не знайдено відповідних аналогів за станом на 1994 р., коли була апробована наша установка в Інституті хмелярства, м. Житомир. Подібна міні-пивоварня на 200 л пива в Німеччині була створена лише в 1998 р.

В основу нашої міні-пивоварні покладено вітчизняне обладнання та матеріали, максимально спрощено енергетичне та інші засоби забезпечення виробництва пива. Технологія прийнята класична, але передбачена можливість варіантів, що було випробувано нами при експлуатації міні-пивоварні вже протягом майже 10 років.

На рис. 1 зображена апаратурно - технологічна схема розробленої міні-пивоварні. Вона включає сусловарильне відділення, відділення для охолодження сусла, камеру бродіння та дві камери доброджування. Встановлені дві фреонові холодильні установки. Одна з них забезпечує температуру в камері бродіння, друга – в камері доброджування.

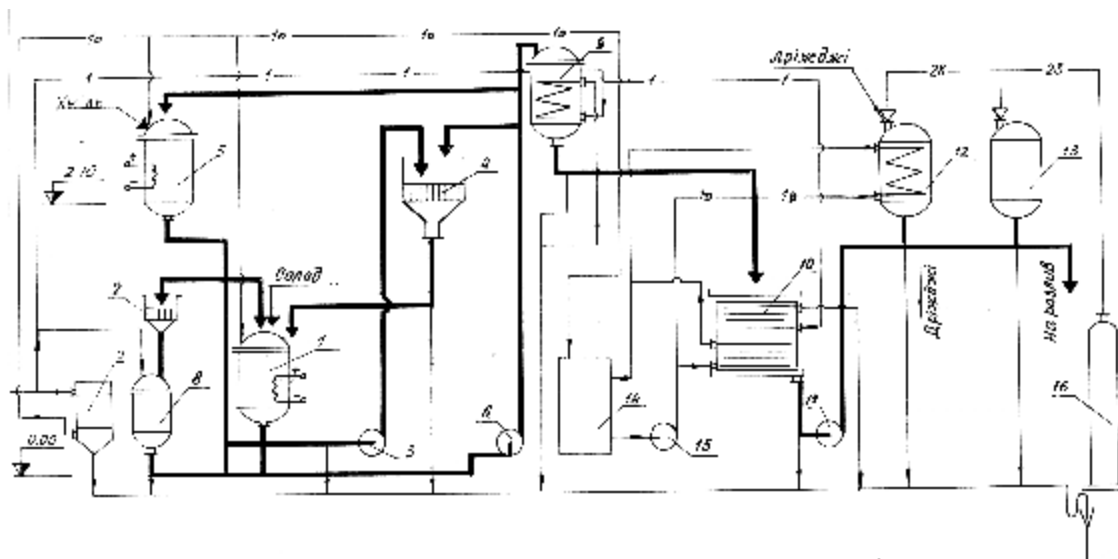


Рис. 1. Апаратурно-технологічна схема установки пивоваріння

- |                    |                      |        |                     |
|--------------------|----------------------|--------|---------------------|
| — 1 —              | - водопровідна вода; | — 28 — | - цільовий продукт; |
| — 1 <sub>0</sub> — | - очищена вода;      | — 29 — | - дріжджі.          |

В заторний апарат 1 надходить відфільтрована на фільтрі 2 вода. В цей же апарат закладають сухий подрібнений солод. При встановленому темпера-

турному режимі витримуються білкова і мальтозна паузи до повного оцукрювання. Оцукрений затор роторним насосом 3 подається до фільтраційного апарату 4. Фільтрація пивного сусла здійснюється самопливом у апарат 1. Дробина промивається гарячою водою, яка подається з апарату 5 до необхідної концентрації сухих речовин сусла. Перші порції мутного сусла з апарату 1 відцентровим насосом 6 повертається до фільтраційного апарату 4.

Кип'ятіння сусла з хмелем здійснюється в закритому суслотоварильному апараті 5. Охмелене сусло надходить самопливом на хмелевідокремлювач 7, а далі за допомогою відцентрового насосу 6 перекачується до відстійника сусла 9. Охолодження сусла проводиться в дві стадії: у відстійнику сусла 9 і на зрошувальному теплообміннику 10, який має дві секції охолодження. Охоложене і відділене від осаду сусло зброджується при встановленому температурному режимі із спеціальними пивними дріжджами в металевих ємкостях 12, встановлених в камері бродіння. Після досягнення необхідної величини видимого екстракту отримане молоде пиво відділяється від основної маси дріжджів. Дозрівання його проходить в герметично закритих апаратах 13 у камерах доброджування під тиском, який підтримується на певному рівні спеціальними приладами – шпунтапаратами.

Результати дослідних варок аналізуються за чинними інструкціями щодо оцінки хмелю, напівпродуктів, готового пива, а також сучасними більш складними методами і приладами.

Розроблені методика і міні-пивоварня рекомендуються для науково-дослідних установ, потужних пивоварних підприємств для оперативного управління і оптимізації технології пива з різними партіями хмелю, а також з іншими видами сировини.

**У четвертому розділі "ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ ТИПІВ ХМЕЛЮ В ПИВОВАРІННІ"** проведені дослід з хмелем різних типів і нормування його за вмістом альфа-кислот (АК) згідно галузевій Інструкції показують (табл. 1), що величина гіркоти сусла (ВГ) не є стабільно залежною тільки від кількості АК. Так, при використанні хмелю гірких сортів Поліський, Промінь, Октава в сусло вноситься розрахована кількість АК, але в 2-2,5 рази менше хмелю за масою, ніж з Клоном 18. При цьому належної ВГ в суслі не досягаємо, вона була на 23,3, 17,6 та 29,3% нижчою за норму для даного сусла. В той же час у разі охмеління сусла ароматичними сортами хмелю Серпневий, Слов'янка, Гайдамацький отримали навіть надмірну гіркоту.

Таблиця 1

Технологічна оцінка хмелю ароматичних і гірких сортів



Сорт хмелю	Показники хмелю, % СР			Показники сусла		
	АК	ПФ	$\frac{БК}{АК}$	Норма хмелю, г/л	Внесено ПФ, мг/л	Величина гіркоти, од. ЕВС
Ароматичні						
Клон 18	4,63	5,8	1,00	1,62	82,7	32,2
Серпневий	4,21	5,2	2,11	1,75	80,1	41,0
Гайдамацький	4,55	5,5	1,33	1,64	79,4	38,0
Слов'янка	5,25	7,0	1,82	1,46	90,2	40,0
Гірки						
Поліський	8,30	4,31	0,58	0,98	37,2	23,0
Промінь	9,82	6,32	0,62	0,84	46,7	24,8
Октава	12,20	2,70	0,40	0,69	16,4	21,2

Одержані дані свідчать, що величина гіркоти охмеленого сусла залежить не тільки від вмісту АК, а також від їх складу та кількості БК.

Із зменшенням норми хмелю, що зумовлено високим вмістом в ньому АК, до сусла вноситься мало таких цінних речовин хмелю, як поліфеноли (ПФ), які значно впливають на технологію та якість готового пива. У разі використання хмелю Клон 18 до сусла вноситься 82,7 мг/л ПФ, а це в 1,8 рази більше, ніж вноситься їх з хмелем Промінь, в 5 та в 2,2 рази відповідно більше порівняно з сортами хмелю Октава і Поліський.

Отже, за існуючого способу нормування з кожною одиницею АК ароматичного хмелю в сусло вноситься в 1,6-2,5 рази більше ПФ в порівнянні з гірким. Тому, використовуючи хміль в пивоварінні, потрібно нормувати його не тільки за вмістом АК, а й з урахуванням оптимального використання також ПФ, тобто комплексу всіх цінних речовин хмелю.

З метою удосконалення нормування і для одночасної оцінки нових селекційних сортів хмелю Слов'янка, Заграва, Серпневий, Промінь проведені досліді з приготуванням 12%-ного сусла за двома варіантами (табл. 2).

Таблиця 2

Величина гіркоти сусла в залежності від способу нормування хмелю

Сорти хмелю	Масова частка АК, % СР	Доза хмелю в варіанті, г/дал		Величина гіркоти у варіанті, од. ЕВС	
		I	II	I	II
Ароматичні					
1. Клон 18	4,63	16,2	15,1	32,2	30,2
2. Клон 18	1,83	32,1	22,4	40,3	33,6
3. Серпневий	4,21	17,5	12,8	41,0	32,2
4. Слов'янка	5,25	14,5	10,9	40,0	32,4
5. Заграва	7,80	10,3	8,1	38,4	31,8
Гірки					
6. Поліський	8,20	9,9	12,7	23,3	29,5
7. Промінь	9,82	8,4	10,2	24,8	30,5
8. Октава	12,20	6,9	9,8	21,2	29,8

Норма хмелю в I варіанті була розрахована за вмістом АК і не забезпечила рівномірне охмеління сусла. Для забезпечення стабільної ВГ, близької до

30 од. ЕВС, в II варіанті вона була відкоригована. Наприклад, для 1-го зразка норма була  $30 : 32,2 \times 16,2 = 15,1$  г/дал. В результаті досягнуто стабільність ВГ з коливанням для всіх зразків в межах 5,0%.

Запропонованим способом можливо підбирати оптимальний купаж різних типів хмелю і хмелевих препаратів при мінімізації норми для забезпечення головної мети – стабільної якості пива за показником хмелевої гіркоти.

Для виявлення глибинних причин нерівномірної ВГ при використанні різних типів хмелю і можливості нівелювання такого впливу сортових особливостей були проведені детальні дослідження з гірким сортом хмелю Промінь, що має високий вміст АК (8,4%) і кількісне відношення БК/АК < 1 і тонкоароматичним сортом Серпневий з високим вмістом бета-фракції (18,2%) та відношенням цих кислот набагато більшим одиниці (табл. 3).

Таблиця 3

Вплив співвідношення гіркого і ароматичного хмелю на якісні показники охмеленого сусла

№ ва-ріанту	Внесено хмелю, %		Маса хмелю для охмеління, г/л	Внесено до сусла, мг/л		Величина гіркоти сусла, од. ЕВС
	гіркого	ароматичного		альфа-кислот	гірких речовин за Салачем і Діром	
1	100	-	1,21	89,6	125,5	25,0
2	70	30	1,65	86,0	154,5	28,0
3	50	50	1,94	83,0	173,6	31,5
4	30	70	2,21	80,2	192,2	35,5
5	-	100	2,65	76,2	220,6	41,0

Проведені дослідження та аналіз зарубіжних даних (Вельмер, Салач та Дір) та вітчизняного досвіду щодо використання бета-фракції гірких речовин свідчать про значну роль її в утворенні величини гіркоти охмеленого сусла. Таким чином, нормування хмелю за показником АК шляхом розрахунків згідно чинних нормативних документів є недостатньо адекватним через суттєві особливості складу гірких речовин окремих генотипів хмелю. Більш об'єктивним показником є величина хмелевої гіркоти сусла.

Поряд з гіркими речовинами в наданні офіційно визначених балів за створення гіркоти, аромату та смаку пива приймають участь і поліфенольні сполуки (ПФ) хмелю. Проведені нами дослідження щодо оптимізації нормування хмелю з використанням показника вмісту ПФ, результати яких наведені в табл. 4 дозволяють зробити висновок, що якість пива суттєво залежить від співвідношення ПФ і АК.

Таблиця 4

Технологічна характеристика сортів хмелю різних типів

Назва сортів	Вологість, %	Вміст у хмелю, %		Відношення ПФ/АК	Маса хмелю, взята для охмеління, г/л	Кількість внесених в сусло ПФ, мг/л	Оцінка пива
		АК	ПФ				
Ароматичні							
1. Гайдамацький	11,6	4,6	5,5	1,2	2,02	98,2	відм.
2. Серпневий	10,6	3,7	4,8	1,3	2,38	102,1	відм.
3. Слов'янка	11,1	5,3	5,4	1,0	1,79	86,0	відм.
Гірки							
4. Ветеран	12,4	9,1	5,1	0,6	1,13	50,48	Добре
5 Промінь	12,0	7,7	5,5	0,7	1,31	63,4	Добре

Збільшення дози ПФ хмелю сприяє покращенню органолептичної оцінки пива, тобто ароматичні сорти сприяють стабільній якості пива, хоча й мають меншу кількість АК. Спеціальні експерименти (табл. 5) підтверджують таке наукове обґрунтування ролі поліфенольних сполук хмелю.

Таблиця 5

Технологічна та дегустаційна оцінка пива, виготовленого з різних сортів хмелю

Сорт хмелю	Внесено до сусла поліфенолів хмелю, мг/л	Вміст у пиві поліфенолів, мг/л	Оцінка в балах за показниками хмелевої гіркоти, аромату та смаку	Загальна оцінка в балах	Оцінка пива
Клон 18	121,4	180,7	11,4	22,4	Відмінно
Слов'янка	148,8	192,2	12,5	23,5	Відмінно
Злато Полісся	155,1	188,7	12,3	23,3	Відмінно
Заграва	115,1	176,3	11,6	22,0	Відмінно
Гайдамацький	147,0	190,3	11,0	22,1	Відмінно
Октава	22,1	127,3	10,3	19,8	Добре
Промінь	45,6	142,2	10,6	20,7	Добре
Зміна	40,6	139,4	10,5	21,0	Добре

Причому встановлено (рис.2) оптимальну дозу хмелевих ПФ в кількості 100-140 мг/л сусла для досягнення стійкості пива в процесі реалізації по показнику вмісту високомолекулярних поліпептидів – попередників помутніння пива. Дотримання встановленої нами умови  $N_{\text{хПФ}} \leq N_{\text{хАК}}$ , тобто норма хмелю, розрахована за ПФ менше норми по АК, забезпечить високу стійкість пива без спеціальних стабілізуючих добавок.

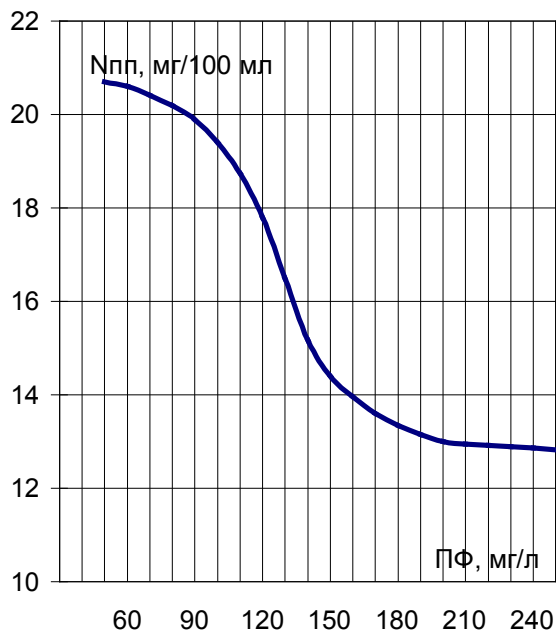


Рис. 2 Залежність між кількістю внесених в сушло поліфенолів (ПФ) та вмістом в ньому високомолекулярних поліпептидів (Нпп)

Проведений аналіз балансу поліфенолів хмелю при тепловій обробці сушла різними типами хмелю показав, що ступінь використання хмелевих поліфенолів складає 75-85% в залежності від сорту хмелю, антоціаногенів – 80-88%. Ступінь корисності хмелевих поліфенолів у формуванні стійкості пива для різних сортів хмелю становить 30-50%, антоціаногенів – 45-60%, і це свідчить про те, що антоціаногени є найбільш реакційно здатною складовою поліфенолів хмелю.

**У п'ятому розділі "УДОСКОНАЛЕННЯ КРИТЕРІЇВ ПИВОВАРНОЇ ОЦІНКИ ХМЕЛЮ"** нами встановлені нові оптимальні залежності якості пива від біохімічного складу хмелю та принципу його нормування. Вони дозволяють більш глибоко і об'єктивно оцінювати хміль в процесі його селекції і районування. В табл. 6 наведені відповідні дані, що характеризують найбільш перспективні сорти хмелю, отримані протягом семи років (1994-2001 р.р.). Вони підтверджують запропоновану нами класифікацію типів хмелю і доцільність їх використання як безпосередньо у пивоварінні, так і для виготовлення препаратів, в першу чергу з високим вмістом АК як основної ціноутворюючої одиниці.

Висновки були апробовані в Інституті хмелярства (нині Інститут сільськогосподарства Полісся УААН) разом зі спеціалістами ЗАТ "Оболонь", АТ "Укрпиво", пивзаводу "Рогань". На їх основі районувані нові ароматичні сорти хмелю Слов'янка, Заграва, Злато Полісся, Гайдамацький, які можна рекомендувати як для самостійного використання в пивоварінні, так і в поєднанні з іншими сортами для покращення смакових якостей пива, та гіркі - Промінь, Зміна, Потіївський. Також проходять Державні сортовипробування перспективні сорти Серпневий, Ветеран.

Таблиця 6.

## Біохімічна характеристика типів і сортів хмелю

Сорт хмелю	Тип	Вміст, % СР						Відношення БК до АК
		загальних смол	альфа- кислот	бета- кислот	поліфенолів	ефірної олії	когумулону в складі АК	
Клон 18	А	12,6-18,2	2,4-4,1	3,6-4,1	2,9-6,3	0,2-0,6	29,0-30,0	1,0-1,3
Слов'янка	А	22,0-28,0	4,7-6,7	6,1-11,8	4,5-5,7	1,9-2,9	27,0-29,5	1,2-2,2
Серпневий	А	21,7-27,0	3,2-5,8	4,2-10,6	3,5-5,4	0,9-1,4	24,0-28,0	1,3-2,4
Гайдамацький	А	17,4-23,8	4,4-7,0	5,4-7,0	4,5-9,5	1,0-1,2	30,7-32,5	1,1-1,6
Заграва	А	20,8-24,3	6,0-9,3	6,2-9,5	3,6-5,5	1,1-1,8	24,6-29,6	1,0-1,3
Злато Полісся	А	17,0-20,5	4,3-6,3	4,5-8,0	5,2-9,5	1,0-1,8	26,0-27,5	1,0-1,3
Поліський	Г	17,7-20,3	7,6-10,2	3,0-4,3	3,6-4,8	1,1-1,9	28,7-29,5	0,4-0,5
Зміна	Г	25,9-31,9	8,0-13,3	4,5-8,0	4,7-5,4	1,0-1,6	26,1-28,2	0,4-0,7
Промінь	Г	20,5-27,0	7,8-11,0	4,0-6,5	4,4-5,7	1,2-2,4	25,3-29,5	0,4-0,6
Потіївський	Г	19,4-24,0	8,4-11,5	3,5-4,0	3,7-4,0	1,0-1,5	23,0-27,0	0,4-0,6
Ветеран	Г	22,3-27,0	8,1-12,0	3,8-5,0	3,5-5,2	1,0-1,6	25,0-30,0	0,4-0,5

Результати досліджень використані для обґрунтування основних положень нових Державних стандартів України на хміль гіркий і хміль ароматичний.

У шостому розділі "РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ УМОВ СУМІСНОГО ПЕРЕРОБЛЕННЯ ХМЕЛЮ РІЗНИХ ТИПІВ У ВИРОБНИЦТВІ ПИВА" узагальнені результати актуальних досліджень, які зумовлені як сучасними, так і перспективними ринковими вимогами до виробництва хмелю і його препаратів. При цьому необхідним є врахування також об'єктивної потреби в урізноманітненні асортименту пива, його технології з стабільно високою якістю.

Для експериментів з усіх проаналізованих сортів хмелю вибрані найбільш типові гіркий сорт Промінь (АК = 5,33%) та ароматичний Клон 18 із нестандартним вмістом АК (2,02%). В табл. 7 наведені дані щодо цих зразків хмелю і результати охмеління сусла при різному співвідношенні їх (Г:А) у варіантах I - 100 : 0, II - 80 : 20, III - 60 : 40, IV - 50 : 50, V - 40 : 60, VI - 20 : 80, VII - 0 : 100.

Аналіз кінцевих результатів по ВГ, ПФ, ступеню осадження сульфатом амонію, що прогнозує стійкість пива, і органолептичної оцінки свідчить, що найкраще пиво було при використанні співвідношень Г : А як 50 : 50 і 40 : 60. Такі результати підтверджують попередні висновки, зокрема доза ПФ біля 140 мг/л сусла та інші.

Таблиця 7.

Показники сусла та пива при сумісному використанні низькосмольного і гірко-го хмелю

№ варіанту	Маса хмелю, внесена із зразками, г/л	Внесено до сусла із зразками хмелю, мг/л		ВГ сусла, од. ЕВС	Вміст в охмеленому суслі		Ступінь осадження (NH <sub>4</sub> ) SO <sub>4</sub> в пиві, мл/10 мл
		альфа-кислот	загальних поліфенолів		ПФ, мг/л	фракція А за Лундіним, мг/100 мл	
1	1,81	84,1	69,0	40,0	153,6	20,2	1,2
2	2,20	80,6	96,5	41,0	164,1	19,6	1,3
3	2,60	77,4	124,1	43,0	181,4	17,0	1,5
4	2,80	75,8	137,8	44,0	191,8	15,3	1,7
5	2,98	73,5	150,7	45,5	202,6	14,4	1,9
6	3,38	70,3	178,1	48,0	226,1	13,4	2,0
7	3,77	66,8	205,1	51,0	254,6	13,0	2,0

Хмелеві поліфеноли є також практично цінними при сумісному використанні ароматичного хмелю (АК = 2,02%) і хмелевих препаратів, зокрема, СО<sub>2</sub>-екстракту (АК = 53%) при співвідношенні екстракту до хмелю у варіантах: 100:0; 75:25; 50:50; 25:75; 0:100. Дані рис.3 свідчать, що із збільшенням кілько-

сті внесених з ароматичним хмелем ПФ і збільшенням бета-фракції у нормі хмелю зростає ВГ пива, зменшується вміст високомолекулярних поліпептидів в пиві ( $N_{пп}$ ) та зростає ступінь осадження сульфатом амонію (СО), що прогнозує стійкість пива при зберіганні.

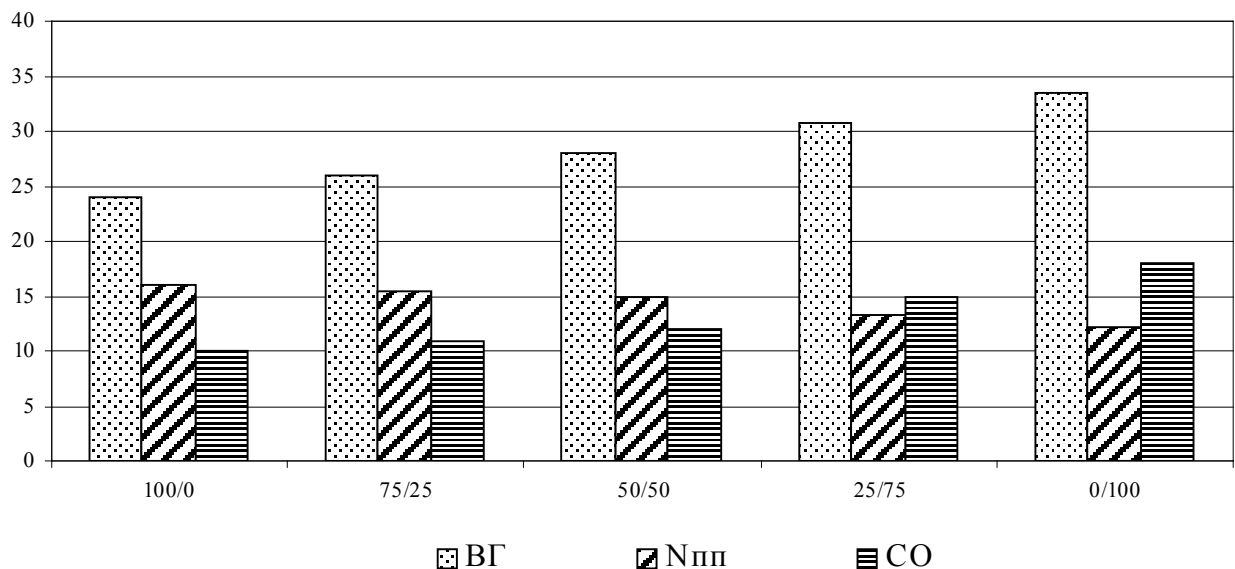


Рис. 3. Залежність показників якості пива від кількості внесених хмелевих поліфенолів

На осі Х зображено варіанти дослідів, а на осі Y – ВГ, од. ЕВС;  $N_{пп}$ , мг/100 мл пива і СО, мг/100 мл пива.

Отже, в пивоварінні можна використовувати хміль з низьким (менше 2,5%) вмістом АК, що не дозволялось чинними до 2002 року стандартами на хміль. На основі результатів досліджень щодо доцільності і оптимізації умов використання хмелю з низьким вмістом АК внесені відповідні зміни до технічних вимог на хміль в створені Державні стандарти України на хміль ароматичний (ДСТУ 4098.1-2002, 4098.2-2002).

Розроблені також способи оптимізації технології сумісного перероблення хмелю різних типів у виробництві пива, що дозволяє досягти суттєвої його економії та підвищити якість пива.

**В сьомому і восьмому розділах "ВИРОБНИЧІ ВИПРОБУВАННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПИВА", "РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ"** наведені результати виробничих випробувань та розрахунок економічної ефективності розробок.

Сорти хмелю різних типів селекції 1994-2001 років пройшли технологічні випробування на створеній нами міні-пивоварні Інституту сільського господарства Полісся УААН. Сім з них були районовані, а два як перспективні, передані до Держсортвипробування. Систематичні виробничі випробування проводились на Бердичівському пивзаводі (сорт "Заграва") та на Радомишльському пивзаводі (сорт "Злато Полісся"). При цьому застосована удосконалена технологія теплової обробки суслу з оптимізацією нормування хмелю різних

типів з урахуванням їх біохімічних показників і отримано економічний ефект в розмірі 98,40 грн. на 1000 дал пива.

Спосіб теплової обробки сусла з попереднім видаленням білково-поліфенольного осаду до внесення хмелю і уточненням його норми при охмелінні випробуваний на Новогуйвинському пивзаводі "Золотий кухоль" Житомирської області, що дозволяє досягти економії 34,74 грн. на 1000 дал пива.

### ВИСНОВКИ

1. Запропонована методика комплексної технологічної оцінки пивоварних якостей нових районованих і перспективних сортів хмелю, яка передбачає поєднання органолептичного та біохімічного аналізу даного хмелю з приготуванням пива на модельній міні-пивоварні з наступною його оцінкою по гіркоті сусла та по загальній якості пива.

2. На основі проведених досліджень з метою наукового обґрунтування технології перероблення хмелю у пивоварінні та підвищення якості пива сконструйована і виготовлена міні-пивоварня продуктивністю 100 літрів пива за цикл, яка моделює середній пивоварний завод в масштабі 1:100, випробувана і підтверджена її адекватність реальному пивзаводу.

3. Встановлено, що об'єктивним критерієм пивоварних якостей нових сортів хмелю в процесі селекції є проведення пробних варок пива. На цій основі районовані 7 сортів хмелю ароматичного і гіркого типу і 2 перспективних сорти передані на Державне сортовипробування.

4. Експериментально доведена взаємозалежність комплексу основних гірких, ефірних та фенольних сполук хмелю на формування смаку і аромату пива. Для досягнення високих смакових якостей пива поліфенолів хмелю повинно бути внесено 90-160 мг на 1 літр сусла. З метою підвищення колоїдної стійкості пива при використанні будь-якого сорту хмелю рекомендується розраховувати його норму як за вмістом альфа-кислот  $N_{\text{ХАК}}$ , так і поліфенолів –  $N_{\text{ХПФ}}$ . Для забезпечення стійкості пива повинна виконуватись така умова  $N_{\text{ХАК}} \geq N_{\text{ХПФ}}$ .

5. Проведено аналіз співвідношення показників активності і корисності загальних фенольних сполук хмелю і їх окремих груп у формуванні стійкості пива. Ступінь корисності хмелевих поліфенолів складає 30-50% від їх загальної кількості, а найбільш активною складовою їх є антоціаногени, корисність яких досягає 60% і є одним з основних факторів загального підвищення стійкості пива. Для колоїдної стійкості пива оптимальна доза хмелевих поліфенолів становить 100-140 мг/л.

6. Встановлено характер впливу технології теплової обробки сусла з хмелем на стійкість пива. Для її підвищення доцільно проводити видалення високомолекулярних білків до внесення хмелю. При цьому зростає ступінь використання його гірких речовин на 15%.

7. Рекомендовано при використанні нових сортів хмелю різного типу оптимізувати їх перероблення шляхом нормування за показниками як гіркоти хмелю, так і гіркоти сусла в комплексі. Основою нормування при цьому є співвідношення бета-кислот до альфа-кислот та поліфенолів до альфа-кислот, які



повинні бути більше або дорівнювати одиниці. Уточнення норми відбувається шляхом проведення пробних варок з аналізом величини гіркоти сусла. Експериментально доведено можливість і доцільність використання ароматичного хмелю з нестандартним (нижче 2,5%) вмістом альфа-кислот.

8. Використання рекомендованих нових сортів хмелю за удосконаленою технологією їх нормування і теплової обробки дозволяє отримати економічний ефект від 34,70 до 98,40 грн. на 1000 дал пива в залежності від сортових біохімічних показників.

### **Список праць, опублікованих за темою дисертації**

1. Рейтман Й.Г., Бармакова В.И., Проценко Л.В. О потерях и нормах предельно допустимых потерь альфа-кислот при хранении хмеля в складах с нерегулируемыми параметрами среды // Хмелеводство. – К.: Урожай. – 1988. вып. 10. – С.55-61.

*Особистий внесок:* приймала участь в проведенні досліджень, обробці експериментальних даних і написанні статті

2. Проценко Л.В., Мелетьев А.С. Удосконалення методики визначення пивоварних якостей хмелю в умовах міні-пивзаводів // Хмелярство. – К.: Аграрна наука. – 1999. – вип. 20. – С.68-76.

*Особистий внесок:* приймала участь у підборі і теоретичному аналізі літературних джерел, проведенні досліджень, оформленні статті.

3. Мелетьев А.С., Ляшенко М.І., Проценко Л.В. Удосконалення технології пива з використанням хмелю нових сортів // Наук. пр. Укр. Держ. ун-ту харч. технологій. К.: УДУХТ – 2000. - № 8. – С. 52-54.

*Особистий внесок:* приймала участь в організації та проведенні досліджень, обробці експериментальних даних і написанні статті.

4. Мелетьев А.С., Галак Г.М., Воронцова С.І., Ляшенко М.І., Проценко Л.В. Удосконалення методики нормування хмелю в пивоварінні// Наук. пр. Укр. Держ. ун-ту харч. технологій. – К.:УДУХТ - 2001. – №10. – Ч. 2. – С. 10.

*Особистий внесок:* брала участь в проведенні досліджень, узагальненні отриманих результатів та оформленні статті .

5. Авторське свідоцтво на сорт рослин № 1138. Сорт хмелю Зміна. / Заграфова М.Й., Ляшенко М.І., Поліщук І.Б., Куровська С.Д., Лайчук Н.П., Шабликін В.В., Штанько І.П., Проценко Л.В. / – Заявка № 90021003 від 22.06.1990;Зареєстровано в Реєстрі сортів України – 2001.

*Особистий внесок:* приймала участь у проведенні патентного пошуку, експериментальних досліджень, узагальненні їх результатів та підготовці матеріалів.

6. Авторське свідоцтво на сорт рослин № 1139. Сорт хмелю Промінь. /Заграфова М.Й., Ляшенко М.І., Шабликін В.В., Штанько І.П., Проценко Л.В. / – Заявка № 92021002 від 19.11.1993; Зареєстровано в Реєстрі сортів України – 2001.

*Особистий внесок:* провела патентний пошук, приймала участь в узагальненні експериментальних даних, підготовці матеріалів та написанні заявки свідоцтво.

7. Мелетьєв А.Є., Проценко Л.В. Міні-пивоварня як модельна установка для аналізів якості хмелю та оптимізації його використання у виробництві пива. Тези доповідей Міжнародної науково-технічної конференції "Розроблення та впровадження прогресивних ресурсоощадних технологій та обладнання в харчову та переробну промисловість": К.: УДУХТ – 1997. - С. 33.

*Особистий внесок:* брала участь у проведенні досліджень, обробці одержаних результатів і написанні тез доповіді.

8. Проценко Л.В., Мелетьєв А.Є. Удосконалення технології пива з використанням хмелю нових сортів // Матеріали 67 наукової конференції студентів, аспірантів і молодих вчених УДУХТ. – К.: УДУХТ. – 2001. – С.29.

*Особистий внесок:* приймала участь у плануванні та проведенні досліджень, обробці експериментальних даних та написанні тез доповіді.

9. ДСТУ 4098.1-2002 Хміль-сирець ароматичний. Технічні умови. – Замість ГОСТ 21946-76. – Введений 03 червня 2002 року № 326/ Й. Рейтман, М.Ляшенко, В.Вітковський, Л.Корчева, П.Кирильчук, М.Бармаков, А.Мелетьєв, А.Годований, М.Ковтун, В.Любченко, В.Федорець, В.Шабликін, О.Юрківська, Л.Проценко, Л.Таран.- К.: Держстандарт України, 2002. - 16 с.

*Особистий внесок:* приймала участь у обґрунтуванні показників якості хмелю для пивоваріння.

10. ДСТУ 4098.2-2002 Хміль ароматичний спресований. Технічні умови. – Замість ГОСТ 21947-76. – Введений 03 червня 2002 року № 326/ Й.Рейтман, М.Ляшенко, В.Вітковський, Л.Корчева, П.Кирильчук, М.Бармаков, А.Мелетьєв, А.Годований, М.Ковтун, В.Любченко, В.Федорець, В.Шабликін, О.Юрківська, Л.Проценко, Л.Таран. - К.: Держстандарт України, 2002. - 12 с.

*Особистий внесок:* приймала участь у обґрунтуванні показників якості хмелю для пивоваріння.

11. ДСТУ 4097.1-2002 Хміль-сирець гіркий. Технічні умови. – Замість ГОСТ 21946-76. – Введений 03 червня 2002 року № 326/ Й.Рейтман, М.Ляшенко, В.Вітковський, Л.Корчева, П.Кирильчук, М.Бармаков, А.Мелетьєв, А.Годований, М.Ковтун, В.Любченко, В.Федорець, В.Шабликін, О.Юрківська, Л.Проценко, Л.Таран. - К.: Держстандарт України, 2002. - 16 с.

*Особистий внесок:* приймала участь у обґрунтуванні показників якості хмелю для пивоваріння.

12. ДСТУ 4097.2-2002 Хміль гіркий спресований. Технічні умови. – Замість ГОСТ 21947-76. – Введений 03 червня 2002 року № 326/ Й.Рейтман, М.Ляшенко, В.Вітковський, Л.Корчева, П.Кирильчук, М.Бармаков, А.Мелетьєв, А.Годований, М.Ковтун, В.Любченко, В.Федорець, В.Шабликін, О.Юрківська, Л.Проценко, Л.Таран. - К.: Держстандарт України, 2002. - 12 с.

*Особистий внесок:* приймала участь у обґрунтуванні показників якості хмелю для пивоваріння.

13. Заграфова М.Й., Ляшенко Н.И., Полищук И.Б., Куровская С.Д., Лайчук Н.П., Шабликін В.В., Штанько И.П., Проценко Л.В.Сорт хмеля "Проминь", Информационный листок № 49. Житомир: ЦНТЭИ, 2000. – 4с.

*Особистий внесок:* провела технологічну оцінку сорту, проаналізувала результати, приймала участь в оформленні листку.

14. Заграфова М.Й., Ляшенко Н.И., Полищук И.Б., Куровская С.Д., Лайчук Н.П., Шабаликин В.В., Штанько И.П., Проценко Л.В. Сорт хмеля "Змина", Информационный листок № 50. Житомир: ЦНТЭИ, 2000. – 2с.

*Особистий внесок:* провела технологічну оцінку сорту, проаналізувала результати, приймала участь в оформленні листку.

**Проценко Л.В. Удосконалення технології пива з використанням хмелю нових сортів. – Рукопис.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.07 – технологія продуктів бродіння. - Національний університет харчових технологій, Київ, 2002.

Дисертація присвячена удосконаленню технології пива шляхом оптимізації використання хмелю різних типів (гіркого і ароматичного) із забезпеченням високої якості цільового продукту.

В роботі розроблена методика комплексної технологічної оцінки хмелю різних сортів щодо придатності та оптимального способу перероблення його в пивоварінні. Методика передбачає поєднання органолептичного та біохімічного аналізу хмелю, уточнення його нормування з урахуванням варіабельності показників, приготуванням та оцінкою пива на спеціально створеній міні-пивоварні. Встановлено характеристичні закономірності залежності якості пива від основних показників біохімічного складу хмелю. Експериментально обґрунтована необхідність при нормуванні хмелю враховувати вміст основних гірких, ефірних та фенольних сполук в комплексі

Визначено оптимальний біохімічний склад хмелю для пивоваріння, експериментально доведено залежність стійкості пива від вмісту в ньому хмелевих поліфенолів та встановлено їх оптимальну кількість. Доведена можливість використання хмелю з відносно низьким вмістом альфа-кислот як основного стандартного показника його якості. Запропоновано способи оптимізації технології сумісного перероблення хмелю різних типів у виробництві пива.

**Ключові слова:** *хміль ароматичний і гіркий, пиво, міні-пивоварня, нормування хмелю, гіркі речовини, альфа-кислоти, бета-кислоти, поліфеноли, стійкість пива.*

**Проценко Л.В. Усовершенствование технологии пива с использованием хмеля новых сортов. - Рукопись.**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.07 - технология продуктов брожения. - Национальный университет пищевых технологий, Киев, 2002.

Диссертация посвящена усовершенствованию технологии пива путем оптимизации использования хмеля разных типов (горького и ароматического) с обеспечением высокого качества целевого продукта.

В работе разработана методика комплексной технологической оценки хмеля относительно возможности и оптимального способа переработки его в пивоварении. Методика предусматривает объединение органолептического и биохимического анализа хмеля, уточнение его нормирования с учетом вари-

бельности показателей, приготовлением и оценкой пива на специально созданной мини-пивоварне.

Проведены испытания новых районированных и перспективных сортов хмеля. Доказано, что объективным критерием пивоваренных качеств новых сортов хмеля в процессе селекции является проведение пробных варок пива. На этом основании районировано и выращивается семь сортов хмеля: ароматического - Злато Полесья, Славянка, Заграва, Гайдамацкий и горького – Смена, Проминь, Потиевский.

Установлены характеристические зависимости качества пива от основных показателей биохимического состава хмеля. Экспериментально обоснована необходимость при нормировании хмеля учитывать содержание основных горьких, эфирных и фенольных соединений в комплексе.

Экспериментально доказано, что при использовании новых сортов хмеля разных типов необходимо оптимизировать их переработку путем нормирования по показателям как горечи хмеля, так и горечи сусла в комплексе. Основанием для нормирования при этом является соотношение бета-кислот (БК) к альфа-кислотам (АК) и полифенолов (ПФ) к альфа-кислотам, которое должно быть больше или равняться единице, то есть  $БК/АК \geq 1$  и  $ПФ/АК \geq 1$ . Разработаны соответствующие рекомендации по нормированию хмеля при тепловой обработке сусла.

В результате теоретических и экспериментальных исследований определен оптимальный биохимический состав хмеля для пивоварения, который используется в процессе его селекции и районирования. Экспериментально доказана взаимозависимость комплекса основных горьких, эфирных и фенольных соединений на формирование вкуса и аромата пива. Показано, что для достижения высоких вкусовых качеств пива в сусло необходимо внести на 1 литр его 90-160 мг хмелевых полифенолов. Установлены зависимость стойкости пива от содержания в нем хмелевых полифенолов и их оптимальное количество – 100-140 мг/л сусла. Для увеличения стойкости пива при нормировании любого сорта хмеля его норму целесообразно рассчитывать как по содержанию альфа-кислот  $N_{\text{хАК}}$ , так и полифенолов  $N_{\text{хПФ}}$  с выполнением следующего условия:  $N_{\text{хАК}} \geq N_{\text{хПФ}}$ . Установлен характер зависимости стойкости пива также от способов тепловой обработки сусла с хмелем, причем выделение высокомолекулярных белков до внесения хмеля дает возможность повысить стойкость пива, а степень использования горьких веществ хмеля увеличится на 10-15%. Доказана возможность использования хмеля с относительно низким содержанием альфа-кислот.

В результате проведенных исследований предложены способы оптимизации совместной переработки хмеля разных типов в производстве пива и проведены их испытания в промышленных условиях.

Разработки автора используются на Бердичевском, Радомышльском и других пивоваренных заводах Украины. Результаты исследований использова-

ны для обоснования основных положений новых Государственных стандартов Украины на хмель горький и ароматический.

Экономический эффект от внедрения рекомендованных в работе новых сортов хмеля при усовершенствовании технологии их нормирования и тепловой обработки составляет 34,74 – 98,40 гривен на 1000 дал пива в зависимости от сортовых биохимических показателей хмеля.

**Ключевые слова:** *хмель ароматический и горький, пиво, мини-пивоварня, нормирование хмеля, горькие вещества, альфа-кислоты, бета-кислоты, полифенолы, стойкость пива.*

**Prochenko L.W.. A sophistication of technology of beer with usage of hop of new sorts. - Manuscript.**

Thesis on competition of a scientific degree of the candidate of engineering science on a specialty 05.18.07. - process engineering of yields of fermentation. - National university of alimentary process engineering, Kiev, 2002.

The thesis is dedicated to a sophistication of technology of beer by optimization of usage of hop of miscellaneous types (bitter and aromatic) with security high quality of main product.

In operation a designed technique of a complex technological estimate of hop concerning a possibility and optimal mode of processing it in brewing. The technique envisions join of the organoleptic and biochemical analysis of hop, improvement of his} normalization with allowance for reading of indexes, preparation and estimate of beer on specially created mini-brewing. The characteristic regularities of association of quality of beer from main indexes of biochemical composition of hop are established. The experimentally justified necessity at a normalization to hop to take into account a content of main bitter, ethereal and phenolic junctions in a complex and the appropriate guidelines designed.

As a result of theoretical and experimental researches the optimal biochemical composition of hop for brewing is defined, which one will be utilized during his selection and zoning. Association of stability of beer on contents in a name of hop poly Phenol experimentally is proved and their optimal amount is established. The proved possibility of using of hop with rather low contents of alpha - acids as main reference index of his quality. The modes of optimization of a process engineering of collateral processing of hop of miscellaneous types in production of beer are offered.

**Keywords:** *hop aromatic and bitter, beer, mini-brewing, normalization of hop, bitter matters, alpha - acid, beta - acid, poly Phenol , stability of beer.*

**Подяка:** Автор висловлює глибоку вдячність кандидату технічних наук Рейтману Йосипу Григоровичу, завідувачу відділу біохімії хмелю і пива Інституту сільського господарства Полісся, доктору технічних наук Ляшенку Миколі Івановичу, старшому науковому співробітнику цього відділу кандидату технічних наук Бармакову Михайлу Сергійовичу та співробітникам відділу, а також кандидату сільськогосподарських наук Заграфовій Майї Йосипівні за консультативну допомогу при виконанні роботи