

МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ
ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

На правах рукопису

ПІДЛІСНИЙ ВІТАЛІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ

УДК 621.798

**УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСІВ ТА
ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА СОЛОДУ**

Спеціальність 05.18.12 – процеси та обладнання
харчових, мікробіологічних та фармацевтичних
виробництв

ДИСЕРТАЦІЯ

на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Кам'янець-Подільський – 2009

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ.	4
РОЗДІЛ 1. Загальна характеристика технологій виробництва солоду.	10
1.1. Технологічні особливості процесів замочування зерна.	14
1.2. Технологічні особливості пророщування зерна.	21
1.3. Кондиціонування аераційного повітря.	22
1.4. Системи транспортування повітря.	34
Задачі досліджень.	38
РОЗДІЛ 2. Методики виконання наукових досліджень.	39
2.1. Особливості досліджень процесів замочування зерна.	39
2.2. Особливості досліджень тепло- і масообміну, пов'язаних з пророщуванням солоду.	51
2.3. Основні результати і висновки.	59
РОЗДІЛ 3. Особливості та інтенсифікація масообміну в процесах замочування зерна.	61
3.1. Фізико-хімічні явища в масообміні при зволоженні зерна.	63
3.2. Особливості газообміну і масопередачі в середовищі.	65
3.3. Визначення параметрів циркуляційних контурів.	76
3.4. Основні результати і висновки.	92
РОЗДІЛ 4. Кондиціонування повітря і аерація солоду в процесах пророщування.	94
4.1. Визначення теплових і матеріальних потоків у процесах пророщування солоду.	96

4.2. Удосконалення процесів кондиціонування і вилучення діоксиду вуглецю з рециркуляційної частини повітря.	100
4.3. Особливості кондиціонування повітря в зимовий час.	104
4.4. Визначення параметрів рециркуляційних режимів. . . .	110
4.5. Визначення теплотехнічних параметрів кондиціо- нування повітря.	113
4.6. Зволоження зернової маси в режимі душіювання.	121
4.7. Основні результати і висновки.	122
Висновки по дисертаційній роботі.	124
Список використаних джерел.	126
Додатки.	137

ВСТУП

Виробництво солоду і пива є традиційною галуззю АПК України, що має стародавню історію. Розвиток технології та обладнання пивзаводів має багато спільного з яскравими сторінками науки і техніки загалом. В сучасному баченні увага спеціалістів зосереджується на підвищенні якісних показників продукції, зниженні питомих енергетичних витрат, підвищенні стійкості продукції. Пивоварна галузь, у тому числі і у частині виробництва солоду, є енергонасиченою, тому кроки у напрямку обмеження енерговитрат підвищують конкурентну здатність, обмежують екологічний тиск, підвищують рентабельність виробництва.

У більшості випадків пивзаводи будувалися як підприємства, що мають завершений цикл, починаючи від заготовки і подробики зернової сировини, до виробництва солоду і, нарешті, пива. Характерною для останнього часу є реконструкція ділянок по виробництву пива, однак солодовні у більшості випадків устатковані обладнанням 50-60-тих років минулого сторіччя, що має високий рівень фізичного зношування і застарілу теоретичну базу.

Виробництво солоду передбачає такі стадії, як підготовка ячменю, його замочування, пророщування, сушіння і відлежування. При цьому використовуються механічні та гідродинамічні процеси, аерація зерно-водної суміші та зерна, кондиціонування повітря, зволоження зерна, біохімічні процеси, процеси сушіння, відокремлення ростків. До числа найбільш енергоємних відносяться процеси замочування зерна, кондиціонування повітря і аерації пророщуваного зерна та сушіння солоду. Температурний діапазон 12-17 °С, за якого відбувається пророщування, потребує суттєвих енергетичних витрат, пов'язаних з підготовкою аераційного повітря. В літній сезон ці витрати стосуються необхідності охолодження повітря, а взимку – нагрівання.

Оскільки аерація солоду здійснюється як безперервний процес, то на режими кондиціонування повітря впливають і добові зміни температур. Між тим, відхилення від номінальних температур замочуваного і пророщуваного

зерна пов'язані з порушеннями оптимальних біохімічних режимів і додатковими втратами сухих речовин.

Спрямованість біохімічних процесів тісно пов'язана з наявністю кисню, тому аерація супроводжує етапи замочування і пророщування. Доставка кисню в середовище замочувальних апаратів здійснюється в режимах барботажу повітря, яке також повинно проходити асептичну підготовку і механічне очищення. Сучасні методи інтенсифікації процесів масообміну в газорідних середовищах і, у тому числі, за присутності твердої фракції дозволяють позитивно вплинути на результативність використовуваних технологій. Створення теоретичної бази щодо гідродинаміки таких середовищ буде слугувати удосконаленню процесів і обладнання.

Аерація пророщуваного зерна вирішує задачі доставки кисню, одночасного охолодження зернової маси і відведення утворюваного у процесі дихання діоксиду вуглецю. При цьому дуже важливо підтримувати вологість зерна на рівні 46-48 %. Однак зволене до 100 % відносною вологістю повітря, сприймаючи теплоту солоду знижує вказаний показник до 94-96 % і починає підсушувати зернову масу. Ці взаємозв'язки між температурами і відносною вологістю добре відомі, як і нерівномірність температур в шарі зернової маси. Вказані недоліки перебігу процесів аерації пророщуваного солоду виглядають як "стабілізовані" на протязі значного періоду часу. Ні літературні джерела, ні вивчення досвіду промисловості не дають підстав стверджувати про наявність спроб вплинути на негативи цих процесів. Між тим розв'язання задач вирівнювання температур пов'язано: по-перше, з забезпеченням рівномірного розподілу повітря в підситовому просторі; по-друге, висотну температурну нерівномірність можливо обмежити величиною газового потоку; по-третє, можливим є використання аерації зворотного напрямку.

Обмеження енергетичних витрат на процеси аерації пов'язані з використанням рециркуляції повітряних потоків. При цьому на співвідношення свіжого і рециркуляційного повітря може суттєво вплинути десорбція CO₂ з останнього в камерах кондиціонування.

Актуальність теми. Зниження питомих енергетичних витрат, підвищення якісних показників солоду, забезпечення конкурентоспроможності продукції пивоварної галузі України на зовнішньому і внутрішньому ринках є невідкладним завданням, виконання якого базується на удосконаленні технологічного обладнання для замочування і пророщування солоду. Сучасні погляди на масообмін в трифазних середовищах, кондиціонування повітря, масообмін в процесах аерації зерна вказують на існування резервів, використання яких може суттєво вплинути на їх результати.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота за своєю тематикою відповідає Програмі Кабінету Міністрів України "Україна–2010" (проект 4 – "Технологічне та технічне оновлення виробництва") і виконувалася у відповідності з пріоритетним напрямком робіт Подільського державного аграрно-технічного університету.

Мета і задачі досліджень. Метою досліджень є розроблення теоретичної бази, що лежить в основі процесів замочування і пророщування зерна у виробництві солоду, та розробка пропозицій по удосконаленню технологічного обладнання.

Об'єктами досліджень є системи замочування зерна, кондиціонування повітря та аерації пророщуваного солоду.

Предметом досліджень є обладнання та окремі елементи систем.

Методи досліджень включають в себе аналітичне моделювання процесів барботажу повітря у зерно-водяну суміш, аерації зернової маси та кондиціонування повітря з експериментальною перевіркою окремих положень та використанням комп'ютерних технологій.

Наукова новизна одержаних результатів. На основі виконаних теоретичних та експериментальних досліджень науково обґрунтовано можливості удосконалення систем замочування і пророщування солоду та кондиціонування повітря.

Вперше запропоновано гіпотезу про наявність додаткової рушійної сили у процесі замочування на основі осмомолекулярної дифузії.

Показано, що кількість споживаного у процесі дихання зерна кисню співрозмірна з тією кількістю O_2 , яка транспортується у зернівку вологою. Однак, відсутність балансу вказує на існування дифузійного перенесення кисню через оболонки зернівок.

Показано, що стосовно зернівки існують спряжені матеріальні потоки води, кисню, діоксиду вуглецю і теплової енергії з нестационарним характером у зв'язку зі змінами рушійних факторів.

Розроблено теоретичні основи взаємодії повітряних або водоповітряних потоків з середовищем апарату і одержано розрахункові формули по визначенню кінематичних параметрів циркуляційних контурів.

Розроблено аналітичні основи щодо визначення співвідношень теплових і матеріальних потоків у процесах пророщування солоду, у тому числі і стосовно рециркуляційних режимів.

Одержано залежності по визначенню сталої насичення рідинної фази середовища киснем.

Встановлено причини виникнення градієнтів температур в зерновій масі. Розроблено аналітичний апарат по оцінці нерівномірності температурних полів і взаємозв'язків останніх з параметрами системи.

Практичне значення одержаних результатів. Результати досліджень реалізовані за такими напрямками.

Показано за доцільне використовувати в системах аерації замочувальних апаратів безмасляні компресори або ежекційні пристрої.

Обґрунтовано можливість використання пристрою для замочування зерна, до складу якого входить зовнішня частина циркуляційного контуру з насосом, ежекційним масообмінним апаратом, масообмінною ділянкою трубопроводу з замиканням його внутрішньою частиною через середовище в дифузори і апараті.

Показано доцільність використання масообмінних апаратів з повисотно роззосередженими аераторами.

Вперше показано можливість вилучення діоксиду вуглецю із рециркуляційної частини повітря.

Одержано оцінку енергетичних витрат, пов'язаних з кондиціонуванням повітря і рециркуляційними режимами.

Показано, що за низьких температур повітряного басейну в зимовий сезон догрівання повітря доцільно здійснювати відкритою парою з метою його одночасного зволоження.

Показано можливість обмеження температурних нестабільностей зернової маси за рахунок збільшення об'ємних витрат повітря на аерацію.

Особистий внесок здобувача полягає в критичному аналізі теорії та практики виробництва солоду, формулюванні задач досліджень та методів їх розв'язання, розробці теоретичних моделей, лабораторних установок та методик експериментальної перевірки теоретичних даних, проведенні досліджень та обробці їх результатів, розробці рекомендацій по впровадженню результатів досліджень.

За темою дисертаційної роботи здобувача надруковано наступні праці з вказаним внеском.

Апробація результатів дисертації. Основні положення роботи доповідалися на наукових конференціях Подільського державного аграрно-технологічного університету, I Всеукраїнської студентської науково-методичної конференції „Перші наукові кроки”, II Всеукраїнської студентської науково-методичної конференції „Перші наукові кроки”, 74 наукової конференції молодих вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті» Київ, Національний університет харчових технологій, на конференціях спеціалістів пивзаводів, семінарах кафедри механізації переробки та зберігання сільськогосподарської продукції.

Публікації. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 7 друкованих праць, отримано 6 патентів України.

Структура і обсяг роботи. Дисертаційна робота складається із вступу, 4-х розділів, висновків, списку використаних літературних джерел і додатків.

Робота виконана на 153 сторінках машинописного тексту, містить 35 рисунків, 23 таблиці та додатки.

ВИСНОВКИ ПО ДИСЕРТАЦІЙНІЙ РОБОТІ

Виконані теоретичні і експериментальні дослідження щодо особливостей процесів замочування і пророщування зерна у виробництві солоду дозволяють відмітити наступне.

1. Розширено теоретичні уявлення щодо механізму замочування зерна. На основі вивчення і співставлення матеріальних балансів вперше запропоновано гіпотезу про наявність додаткової рушійної сили на основі осмомолекулярної дифузії. Результатом висновку про роль осмомолекулярної дифузії є пропозиція щодо використання пом'якшеної води для замочування зернових культур.

2. Вперше показано відсутність балансу по кисню, що транспортується у зернівку вологою і загальною кількістю споживаного кисню, що свідчить про існування дифузійного перенесення O_2 через оболонки зернівки і необхідність регулярної доставки його в середовище за рахунок аерації.

3. Причиною виникнення гіпотези щодо наявності осмомолекулярної дифузії є нерівномірний розподіл вологи в зернівках, що знаходиться в протиріччі з принципом найбільш вірогідного стану.

4. Показано, що спряжені матеріальні потоки води, кисню, діоксиду вуглецю і тепловий потік мають нестационарний характер у зв'язку зі змінами рушійних факторів. Так концентрація CO_2 у рідинній фазі зростає від нуля на початковій фазі до стану насичення, що супроводжується зростанням осмотичного тиску, зміною також є концентрація розчиненого кисню.

5. Підтверджена доцільність використання в системах аерації замочувальних апаратів безмасляних компресорів або ежекційних пристроїв.

6. Вперше розроблено теорію взаємодії повітряних або водоповітряних потоків з середовищем замочувальних апаратів, одержано розрахункові формули по визначенню кінематичних параметрів циркуляційних контурів.

7. Розвинуто теорію співвідношень теплових і матеріальних потоків у процесах пророщування солоду.

8. Теоретично доведено з розробкою відповідної розрахункової бази можливість десорбції діоксиду вуглецю з рециркуляційної частини повітря.

Запропоновано апаратурне оформлення такого процесу.

9. Одержано оцінку енергетичних витрат, пов'язаних з кондиціонуванням повітря, з впливом на них показників рециркуляції.

10. Вперше розроблено теоретичні основи по визначенню співвідношень кисню і діоксиду вуглецю в рециркуляційних системах аерації пророщуваного солоду. Запропоновано моделі по визначенню рекуперативних коефіцієнтів в схемах з десорбованим CO_2 і стабілізованим вмістом кисню.

11. Вперше досліджено нерівномірність температурних полів в зерновій масі пророщуваного солоду. Встановлено взаємозв'язки між термодинамічними параметрами повітря і повисотною зміною температур. Розроблено рекомендації по обмеженню температурних нерівномірностей.

12. Розроблено рекомендації щодо економічно-доцільної підготовки повітря в різні сезони року. Запропоновано чотири конструкції нових апаратів на рівні винаходів.

13. Впровадження рекомендацій щодо рекуперативної аерації процесів пророщування солоду дало економічний ефект у сумі 111 тис. грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аввакумов Е.Г. Механические методы активации химических процессов. – Новосибирск: Наука, 1986. – 306 с.
2. Адамсон А. Физическая химия поверхностей: Пер. с англ. – М.: Мир, 1979. – 568 с.
3. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М.: Наука. – 1976. – 279 с.
4. Антонченко В.Я. Физика воды. – М.: Наука, 1985. – 162 с.
5. Арора С.К. Химия и биохимия бобовых растений. – М.: Агропромиздат, 1986. – 336 с.
6. Арсеньева Л.Ю., Борисенко О.В., Махинько В.М., Хіврич Б.І., Доценко В.Ф. Склад і перетравлюваність білкових речовин продуктів перероблення бобових // Наукові праці НУХТ. – К.: – 2004. – № 5. – С. 51-52.
7. Ахромеева Г.С., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г., Самарский А.А. Нестационарные структуры и диффузионный хаос. – М.: Наука, 1992. – 547 с.
8. Беккер М.Е. Введение в биотехнологию. – М.: Пищевая пром-сть. – 1978. – 231 с.
9. Белоглазов И.Н., Муравьев А.И. Интенсификация и повышение интенсивности химико-технологических процессов. – Л.: Химия, 1988. – 206 с.
10. Бессараб А.С. Разработка высокоэффективных тепловентиляционных систем для солодосушилок. Автореф. дисс...кан-та техн.наук. – Одесса: 1988. – 24 с.
11. Богатых С.А., Осипов А.Д., Савина А.Д. К определению гидродинамических сопротивлений аппаратов с циркуляционным контуром при движении газожидкостного потока. Вопросы химии и

- химической технологии. Харьков: Вища школа, 1974, вып. 34. – С. 131-136.
12. Воловик П.Н., Зубченко В.С., Исай В.Н. Влияние магнитного поля на продуктивность культуры *Corynebacterium glutanicum* // Изв. вузов. Пищевая технология, 1996. – № 9. – С. 41-42.
 13. Вылегжанин А.А. Разработка высокоэффективного процесса сушки пивоваренного солода. Автореф. дисс... кан-та техн.наук. – К.: 1987. – 22 с.
 14. Гандзюк М.П. Совершенствование процесса культивирования хлебопекарных дрожжей и его аппаратурного оформления. – Дисс... д-ра техн.наук. – К.: КТИПП. – 1972. – 20 с.
 15. Гинсбург А.С. Основы теории и техники сушки пищевых продуктов. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 528 с.
 16. Главачек Ф., Лхотский А. Пивоварение. М.: Пищевая пром-сть, 1977. – 623 с.
 17. Гладышев Г.П. Термодинамика и макрокинетика природных иерархических процессов. – М.: Наука, 1988. – 287 с.
 18. Гладышев Г.П. Термодинамика и микрокинетика природных иерархических процессов. – М.: Наука, 1988. – 287 с.
 19. Глухов Г.М. Підвищення ефективності апаратів з фортануючим шаром харчової зернової сирвоини. Автореф. дисс... кан-та техн.наук. – К.: НУХТ. – 1999. 20 с.
 20. Грабовська О.В., Івашкін С.П., Штангеева Н.І. Дослідження замочування зерна в технології кукурудзяного крохмалю // Харчова промисловість. К.: НУХТ. – 2003. – № 2. – С. 26-28.
 21. Гулюк Н.Г., Жушман А.И., Ладур Т.А., Штыркова Е.А. Крахмал и крахмалопродукты. – М.: Агропромиздат, 1985. – 238 с.
 22. Гулюк Н.Г., Захарченко Н.А., Лейберман Л.А. и др. Опыт непрерывного замачивания кукурузного зерна при производстве крахмала. М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1978. – 31 с.

23. Гуць В.С., Принік О.С., Коваль О.А. Комп'ютерні програми аналітичних розрахунків процесів харчових виробництв // Наукові праці УДУХТ. – 2001. – № 10. – С. 135.
24. Домарецкий В.А. Исследование процессов производства пивоваренного солода с целью их интенсификации и создания высокоэффективных аппаратов. Авторе. дисс... д-ра техн.наук. – К.: 1979. – 40 с.
25. Домарецкий В.А., Остапчук М.В., Українець А.І. Технологія харчових продуктів. – К.: НУХТ, 2003. – 570 с.
26. Домарецький В.А. Технологія солоду та пива. – К.: Урожай, 1999. – 537 с.
27. Домарецький В.А., Прибильский В.Л., Михайлов М.Г. Технологія естрактів, концентратів і напоїв із рослинної сировини. – Вінниця: Нова книга, 2005. – 408 с.
28. Домарецький В.А., Хіврич Б.І., Лопато Т.В. Дослідження впливу процесів солодування на показники якості ліпідів сої // Наукові праці УДУХТ, К.: 2000. – № 6. – С. 87-88.
29. Домарецький В.А., Хіврич Б.І., Лопато Т.В. Деструктивні перетворення галактосахаридів в процесі солодування сої // Наукові праці УДУХТ. К.: УДУХТ. – 2001. – № 9. – С. 67-68.
30. Дробот В.І. Технологія хлібопекарського виробництва. – К.: Логос, 2002. – 365 с.
31. Дробот В.І., Прокопченко А.Д., Ігнатенко Д.Ю. Дослідження впливу житнього солодового екстракту на якість пива і пряників // Наукові праці НУХТ. – К.: 2005. – № 16. – С. 28-29.
32. Дубінін О.О., Переяславцев О.М., Тахістова Г.О. Визначення швидкості внутрішньої циркуляції робочого середовища в ерліфтних апаратах // Харчова промисловість. – К.: НУХТ, 2003. – № 2. – С. 91-92.
33. Емельянова Н.А., Кошева В.К., Данилевская А.В. и др. Технология полисолодовых экстрактов в СССР и за рубежом. – К.: ІСЛО, 1990. – 24 с.

34. Ємельянова Н., Потапенко С., Мукоїд Р., Чумакова О., Бірюков І. Оптимальний режим солодорушення пшениці // Харчова і переробна промисловість. – 2007. – № 6. – С. 27-28.
35. Захарченко Н.А. Растворимость белков зерна в курузо-крахмальном производстве // Сахарная промышленность, 1975. № 1. – С. 58-59.
36. Калунянц К.А. Химия солода и пива. – М.: Агропромиздат, 1990. – 176 с.
37. Кардашев Г.А. Физические методы интенсификации процессов химической технологии. – М.: Химия, 1990. – 208 с.
38. Кафаров В.в. Основы массопередачи. – М.: Высшая школа, 1979. – 439 с.
39. Кафаров В.В., Дорохов И.Н. Системный анализ процессов химической технологии. – М.: Наука, 1976. – 500 с.
40. Кашурин А.Н. Разработка способов интенсификации, оптимизации, повышения эффективности процессов и аппаратов солодовенного производства. Автореф. дисс... д-ра техн.наук
41. Ковбаса В.М., Махинько Л.В., Герасименко О.В., Шаран К.В., Піддубний В.А. Розроблення екструдатів підвищеної біологічної цінності // Зернові продукти і комбикорми. – 2005. – № 1. – С. 29-31.
42. Колотуша П.В. Технологія виробництва пива. – К.: Ін-т системного дослідження освіти, 1993. – 235 с.
43. Колотуша П.В. Технологія солоду. – К.: Ін-т систем. дослідж. освіти, 1993. – 136 с.
44. Колотуша П.В., Домарецкий В.А. Интенсификация солодовенного производства. – К.: Техника, 1977. – 160 с.
45. Коробов М.М., Николайчук И.М. Опыт работы на барабанной солодовне Киевского пивоваренного завода № 2. – М.: Пищепромиздат, 1957. – 31 с.
46. Коснинский Г.И. Технология солода, пива и безалкогольных напитков (практикум). – Минск. Дизайн ПРО, 1998. – 352 с.

47. Кретович В.Л. Биохимия зерна. – М.: Наука, 1981. – 149 с.
48. Кунце В., Мит Г. Технология солода и пива: Пер. с нем. – СПб.: "Изд-во", 2003. – 912 с.
49. Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена. – Новосибирск: Наука, 1970. – 659 с.
50. Ладанюк А.П. Основи системного аналізу. – Вінниця: Нова книга, 2004. – 176 с.
51. Лапач С.Н., Радченко С.Г., Бабич П.Н. Планирование, регрессия и анализ моделей PRIAM, SCMC-90; 325; 660; 668 // Каталог: Программные продукты Украины / Catalog Software of Ukraine. – К.: СП "Текнор". – 1993. – С. 24-27.
52. Мальцев П.М. Технология солода и пива. – М.: Пищевая пром-сть, 1964. – 857 с.
53. Маргулис М.А. Звукохимические реакции и соколуминисценция. – М.: Химия, 1986. – 288 с.
54. Маринченко В.О., Домарецький В.А., Шиян П.Л., Швець В.М., Циганов П.С., Жолнер І.Д. Технологія спирту. – К.: – НУХТ. – 2003. – 496 с.
55. Марценюк Л.С., Майданюк С.П. Новые подходы к вопросу энергоинформационных явлений в живых структурах: Тезисы докл. 52-го международного совещания по ядерной спектроскопии структуры атомного ядра. – М.: МГУ. – С. 326.
56. Масліков М.М., Пахомов В.М., Прядко М.О. Математичне моделювання тепловологоперенесення в масиві цукру-піску під час тривалого зберігання // Наукові праці УДУХТ. – К.: 1998. – № 4. – С. 38-40.
57. Матвеенко П.С., Стабников В.Н. Струйные аппараты в пищевой промышленности. – М.: Пищ. пром-сть, 1980. – 224 с.
58. Махинько Л.В., Ковбаса В.М., Герасименко О.В., Ємельянова Н.О., Ковалевська Є.І., Піддубний В.А. Використання солодових екстрактів

- у продуктах ко-екструзії // Наукові праці НУХТ. – 2004. – № 5. – С. 68-70.
59. Методы исследования углеводов: Пер. с англ. / Под ред. А.Я. Хорлина. – М.: Мир, 1975. – 445 с.
60. Мінорова А.В., Ромоданова В.О., Смірнов В.С. та ін. Моделювання компресійних властивостей молочно-солодового десерту // Харчова промисловість. – 2003. – № 3. – С. 20-21.
61. Моделирование процессов разрушения биологической ткани при наличии процессов диффузионной миграции влаги / М.И. Бажал, И.С. Гулый, М.П. Купчик и др. // Электронная обработка материалов. – 1992. – № 2. – С. 72.
62. Москальова А.М., Домарецький В.А., Удодов С.О., Куц А.М. Технологія свіжопророслого солоду з нетрадиційної сировини – тритикале // Наукові праці УДУХТ. – К.: УДУХТ. – 2001. – № 10. – С. 11-12.
63. Нарцис Л. Технология солода. – М.: Пищевая пром-сть, 1980. – 503 с.
64. Нигматулин Р.И. Динамика многофазных сред. – М.: Наука, 1987. – Ч.1. – 464 с.
65. Овчарук В.О. Оптимізація процесу сушіння екстрактів із вмістом пектину. Автореф. дис... кан-та техн.наук. – К.: НУХТ. – 1998. – 25 с.
66. Олізаровський А.Б. Удосконалення процесів і пристроїв для зберігання і підготовки зерна до солодоращення. Автреф. дис... кан-та техн. наук. – К.: УДУХТ. – 1996. – 25 с.
67. Пасічний В.М., Кремешна І.В. Стабілізація технологічних властивостей ферментованого рису для виробництва м'ясопродуктів // Наукові праці НУХТ. – К.: – 2004. – № 15. – С. 49-50.
68. Пахомов В.М. Вдосконалення теорії та методики розрахунку тепломасопровідності вологих харчових структур // Наукові праці УДУХТ. – К.: 1993. – № 1. – С. 94-105.

69. Піддубний В.А. Інтенсифікація масообміну в умовах перехідних процесів. – К.: Люксар, 2006. – 248 с.
70. Піддубний В.А. Розробка методів розрахунку і удосконалення обладнання систем виробництва солоду. Автореф. дис... кан-та техн.наук. – К.: НУХТ. – 2003. – 17 с.
71. Піддубний В.А., Соколенко А.І., Шевченко О.Ю., Васильківський К.В. Інтенсифікація масообміну в системах сатурації напоїв // Харчова і переробна промисловість. – 2007. – № 2. – С. 18-20.
72. Піддубний В.А., Українець А.І., Соколенко А.І., Оцінка ефективності утилізації теплоти повітря в сушарках солоду // Наукові праці УДУХТ. – 2001. – № 9. – С. 121-122.
73. Прохоров О.М., Житнецький І.В. Мінімізація енергетичних витрат процесу зневоднення капілярно-пористих матеріалів // Харчова промисловість. К.: НУХТ, 2005. – № 4. – С. 127-128.
74. Процессы и аппараты химической технологии. Явления переноса, макрокинетика, подобие, моделирование, проектирование. В 5 т. Т.2: Механические и гидромеханические процессы / Под ред. А.М. Кутепова. – М.: Логос, 2001. – 600 с.
75. Ромоданова В.О., Костенко Т.П., Поліщук В.М. Дослідження піноутворювальних і піностабілізуючих властивостей солодових екстрактів у виробництві морозива // Наукові праці УДУХТ, К.: 2000. – № 6. – С. 75-77.
76. Систер В.Г., Мартынов Ю.В. Принципы повышения эффективности тепломассообменных процессов. Калуга: Изд-во Бочкаревой, 1998. – 508 с.
77. Снежкін Ю.Ф., Чалаєв Д.М., Хавін О.О., Шаврін В.С., Наумов С.Є. Підвищення ефективності теполнасосних конвективних сушарок // Наукові праці УДУХТ. – К.: УДУХТ. – 2001. – № 10. – С. 69-70.
78. Соколенко А., Шевченко О., Піддубний В., Підлісний В. Стабілізація напоїв // Харчова і переробна промисловість. – 2007. № 6. – С. 20-22.

79. Соколенко А.И. Исследование процессов аерации питательных сред и разработка новых конструкций дрожжерастильных аппаратов. Автореф. дисс... кан-та техн.наук. – К.: КТИПП. – 1972. – 20 с.
80. Соколенко А.И., Українець А.І., Яровой В.Л. и др. Справочник специалиста пищевых производств. Книга 2. Теплофизические процессы. Энергосбережение. К.: АртЭк. – 2003. – 432 с.
81. Соколенко А.І., Піддубний В.А., Українець А.І., Бут С.А. Використання потенціалу масових сил для інтенсифікації масообміну в рідинних і газових потоках // Харчова і переробна промисловість. – 2007. – № 3. – С. 15-17.
82. Соколенко А.І., Українець А.І., Піддубний В.А. Транспортно-технологічні системи пивзаводів. – К.: – АртЕк, 2002. – 304 с.
83. Соколенко А.І., Українець А.І., Піддубний В.А., Шевченко О.Ю. Апарат для замочування зерна. Деклараційний патент України № 56890 А кл. 7 С12С1/00, – Бюл. № 5. – 15.05.2003.
84. Соколенко А.І., Українець А.І., Піддубний В.А., Шевченко О.Ю. Пристрій для пророщування зерна ящикового типу, барабанний або у вигляді "пересувної грядки". Деклараційний патент України № 60499 А, кл. 7 С125С1/033, – Бюл. № 10. – 15.10.2003.
85. Соколенко А.І., Українець А.І., Яровой В.Л., Шевченко О.Ю., Піддубний В.А. Пристрій для пророщування зерна. Деклараційний патент України № 58827 А кл. 7 С12С1/00, – Бюл. № 10. – 15.08.2003.
86. Соколенко А.І., Хоменко М.Д., Піддубний В.А., Семенов О.М. Масообмін в процесах змішування рідинних і газових потоків // Цукор України. – 2006. – № 6. – С. 19-21.
87. Соколенко А.І., Шевченко О.Ю., Бут С.А., Піддубний В.А., Резнік В.Г. Система рекуперації енергетичних потоків у виробництві солоду. Деклараційний патент України № 15647 кл. F25В1/00, С12С7/00, – Бюл. № 7. – 17.07.2006.

88. Соколенко А.І., Шевченко О.Ю., Піддубний В.А., Варфоломєєв А.Й. Динаміка змінення вмісту діоксиду вуглецю у пакуваннях газованих напоїв // Харчова промисловість. – 2004. – № 3. – С. 138-140.
89. Соколенко А.І., Яровий В.Л., Піддубний В.А., Васильківський К.В., Шевченко О.Ю. Моделювання процесів пакування. Вінниця: Nova kniha. – 2004. – 272 с.
90. Соколов В.Н., Доманский И.В. Газожидкостные реакторы. Л.: Машиностроение, 1976. – 216 с.
91. Справочник пивовара / Пер. в фр. Д.П.Миротиной; Под ред. А. Руле. – М.: Пищевая пром-сть, 1969. – 544 с.
92. Справочник работника спиртовой промышленности под общ. ред. Рудницкого П.В. – К.: Техніка, 1972. – 377 с.
93. Справочник химика. Т. 3. Л.: Химия, 1965. – 1005 с.
94. Стабников В.Н., Лысянский В.М., Понов В.Д. Процессы и аппараты пищевых производств. – М.: Агропромиздат. – 1985. – 503 с.
95. Стенли Г. Фазовые переходы и критические явления. – М.: Мир, 1973. – 419 с.
96. Технология солода, пива и безалкогольных напитков / К.А. Калунянц, В.Л. Яровенко, В.А. Домарецкий, Р.А. Колчева. – М.: Колос, 1992. – 446 с.
97. Технологія солодових екстрактів, концентратів квасного сусла і квасу / Н.О. Ємельянова, Н.Я. Гречко, В.М. Кошова, В.Х. Суходол; За ред. Н.О. Ємельянової. – К.: ІСДО, 1994. – 1582 с.
98. Удодов С.А. Совершенствование аппаратуры и технологических процессов производства пивоваренного солода с целью повышения производительности солодовенных заводов. Автореф. дисс... кан-та техн.наук. – К. – 1987. – 18 с.
99. Удодов С.О. Удосконалення системи аерації в солодовнях типу "пересувна грядка" // Наукові праці УДУХТ. – К.: УДУХТ. – 2001. – № 10. – С. 119-120.

100. Українець А.І., Ємельянова Н.О., Потапенко С.І., Мукоїд Р.М. Змінення хімічного складу злаків як сировини для лікувально-оздоровчого харчування в процесі їх солодощення // Харчова промисловість. – К.: НУХТ. – 2005. – № 4. – С. 73-75.
101. Узбб Ф. Биохимическая технология и микробиологический синтез. М.: Медицина, 1969. – 560 с.
102. Федоренченко Л.О., Ковбаса В.М., Зарічанська О.П., Бажай С.А. Використання пророщеного зерна для відвищення біологічної цінності сухих сніданків // Наукові праці УДУХТ. – К.: УДУХТ. – 2001. – № 10. – С. 48-49.
103. Федоткин И.М. Интенсификация технологических процессов. – К.: Вища школа, 1979. – 343 с.
104. Федоткин И.М. Математическое моделирование технологических процессов. – К.: Вища школа, 1988. – 416 с.
105. Федоткин И.М., Гулый И.С., Боровский В.В. Интенсификация процессов смешения и диспергирования гидродинамической кавитацией. – К.: Арктур-А, 1998. – 128 с.
106. Фролова Н.Е., Домарецький В.А., Кошова В.М. Вплив протеолізу білків гороху на технологічні показники сусла // Наукові праці УДУХТ. – К.: 1998. – № 4. – С. 40-42.
107. Хакен Г. Синергетика. – М.: Мир, 1980. – 404 с.
108. Хіврич Б.І., Лопато Т.В., Домарецький В.А. та ін. Динаміка вуглеводів в процесі приготування солоду гороху // Харчова промисловість. – 1996. – Вип. 42. – С. 104.
109. Хіврич Б.І., Фролова Н.Е., Домарецький В.А. та ін. Інгібітори трипсину гороху та ступінь руйнування їх при вирощуванні солоду // Наукові праці УДУХТ. – К.: – 1993. – № 1. – С. 258-261.
110. Шевченко О.Ю. Наукові основи і апаратурне оформлення процесів довгострокового зберігання харчових продуктів. Автореф. дис...д-ра техн. наук. – К.: НУХТ. – 2006. – 43 с.

111. Шевченко О.Ю. Підготовка повітря в процесах виробництва солоду // Харчова промисловість. – К.: НУХТ, 2003. – № 2. – С. 66-69.
112. Шевченко О.Ю., Добровольська Н.Г. Технологічні аспекти процесів замочування зерна при виробництві солоду. – К.: НУХТ, 2003. – № 2. – С. 69-70.
113. Шевченко О.Ю., Соколенко А.І., Ковбаса В.М., Піддубний В.А. Нові можливості апаратурного забезпечення солодових виробництв // Хранение и переработка зерна. – 2005. – № 8 (74). – С. 32-34.
114. Шевченко О.Ю., Соколенко А.І., Ковбаса В.М., Піддубний В.А. Нові можливості апаратурного забезпечення солодових виробництв // Хранение и переработка зерна. – 2005. – № 8. – С. 32-34.
115. Шевченко О.Ю., Українець А.І., Соколенко А.І. Дослідження впливів осмотичних тисків на динаміку бродіння // Харчова промисловість. – К.: НУХТ, 2005. – № 4. – С. 136-140.
116. Яворский Б.М., Детлах А.А. Справочник по физике. – М.: Наука, 1977. – 944 с.
117. Jankiewicz M., Kedzior Z., Kiryluk J. Chemical-technological characteristics and baking applicability of protein preparations obtained from peas and faba beans using air classification method // Acta aliment Pol. – 1989. 15, № 4. P. 291-298.
118. Travagini M., Travagini D. Avaliacaoda qualidade proteica de cereals processados do tipo desjejum em combinacao com uma bebida tm po a base de extrato de soja // Bol. Just. Technol. Alim. – 1984. – 21, № 4. – P. 503-510.
119. Standart methods for examination of water and wastewater, 18-th adition // American public health association. – 1992. – P/ 3-90.