



НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

19

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Харчова
ПРОМИСЛОВІСТЬ

Заснований у 1965 р.

Київ НУХТ 2016

УДК 664(04) (082)

Висвітлені результати науково-дослідних робіт з технології харчових продуктів, хімічних, біохімічних, мікробіологічних процесів, апаратів, обладнання, автоматизації харчових виробництв та економіки харчової промисловості.

Розрахований на наукових та інженерно-технічних працівників харчової промисловості.

Редакційна колегія:

А.І. Соколенко	доктор технічних наук, професор — головний редактор;
С.В. Токарчук	кандидат технічних наук, доцент — відповідальний секретар;
Л.Ю. Арсеньєва	доктор технічних наук, професор;
С.М. Василенко	доктор технічних наук, професор;
В.В. Дорохович	доктор технічних наук, професор;
В.І. Ємцев	доктор економічних наук, професор;
А.П. Ладанюк	доктор технічних наук, професор;
В.М. Логвін	доктор технічних наук, професор;
В.І. Оболкіна	доктор технічних наук, старший науковий співробітник;
Л.В. Пешук	доктор сільськогосподарських наук, професор;
Т.П. Пирог	доктор біологічних наук, професор;
В.А. Піддубний	доктор технічних наук, професор;
Г.Є. Поліщук	доктор технічних наук, професор;
В.Л. Прибильський	доктор технічних наук, професор;
Г.О. Сімахіна	доктор технічних наук, професор;
Н.С. Скопенко	доктор економічних наук, професор;
О.П. Сологуб	доктор економічних наук, професор;
О.Ю. Шевченко	доктор технічних наук, професор;
Є.В. Штефан	доктор технічних наук, професор;
В.Г. Юрчак	доктор технічних наук, професор.

Видання подається в авторській редакції

Схвалено вченою радою НУХТ, протокол № 14 від 23 червня 2016 р.

Адреса редакції: 01601 Київ-33, вул. Володимирська, 68

Тел.: (044) 287-92-45, 287-94-21

E-mail: tmipt_xp@ukr.net

Зміст

ТЕХНОЛОГІЯ

Сировина та матеріали

Лич І.В., Бородіна О.О. Біологічна роль абзимів в організмі людини	5
Кравченко М.Ф., Ярошенко Н.Ю. Підвищення харчової цінності пряників за рахунок внесення фіто порошоків	10
Пенкіна Н.М., Татар Л.В., Нєміріч О.В. Визначення антиоксидантної активності екстрактів із використанням хмелю, хвої сосни та ялівцю	15
Башта А.О., Мандзіроха Г.Я. Отримання халви оздоровчого призначення	19
Сімахіна Г.О., Халапсіна С.В. Біокомплекс дикорослої сировини як компонент функціональних продуктів для спецконтингентів	25
Сімахіна Г.О., Федоренко Т.І. Нові композиції на основі харчової клітковини дезінтоксикаційної та адаптогенної дії	31
Пасічний В.М., Полумбрик М.О., Полумбрик М.М. «Білкозин» — альтернативний інгредієнт в композиційних сумішах	36
Д'яконова А.К., Степанова В.С. Порівняльний аналіз біологічної цінності та здатності насіння чіа і льону до волого утримання	40
Технології: дослідження, застосування та впровадження	
Тогачинська О.В., Салавор О.М., Ященко О.В. Влив фузаріозних хвороб на розвиток зернових та дослідження їх біохімічних показників	46
Куник О.М., Семешко О.Я., Сарібекова Ю.Г. Іч-спектроскопічне дослідження якісного складу вовняного жиру	51
Радзієвська І.Г., Леник С.О., Максимкін П.В. Визначення ступеня окиснення пальмової олії спектроскопічним методом	57
Кирпіченкова О.М., Оболкіна В.І. Розроблення технології здобного печива з поліпшеними споживчими властивостями	62
Гуменюк О.Л., Ксенюк М.П., Зінченко Ю.С., Деркач Т.Л. Доцільність використання плодів горобини для попередження пліснявіння хліба	66

Оболкіна В.І., Скрипко А.П., Кияниця С.Г. Науковий підхід до створення технології здобного печива оздоровчого призначення з використанням борошна солоду вівса	73
---	----

Роман Т.О., Іванченко М.Г., Коломієць Д.П., Мазуренко О.Г., Долгоненко І.В., Соя Г.Р., Сидоренко О.Г. Харчова цінність та результати визначення енергетичної цінності гриба шампіньйона	79
--	----

ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ

Процеси харчових виробництв

Симоненко Ю.М., Ватренко О.В., Лучку І.М. Динаміка зміни концентрації діоксиду вуглецю в ємності при виноградному бродінні	87
---	----

Обладнання та устаткування

Соколенко А.І., Васильківський К.В., Костюк В.С. Про можливості рекуперації кінетичної енергії в машинах і механізмах	92
--	----

Пакування: розробки, дослідження, переробка

Кривопляс-Володіна Л.О., Токарчук С.В., Валиулін Г.Р. Оптимізація компоновки пакувальних технологічних ліній	100
---	-----

Горчакова О.М., Деренівська А.В., Якимчук М.В., Беспалько А.П. Методологія проектування пакувальних машин на основі мехатронних модулів	105
--	-----

Керування виробничими процесами

Кишенько В.Д., Гончаренко Б.М., Лобок О.П. Сценарний підхід до розроблення автоматизованої системи керування виробництвом хліба	113
--	-----

Школьна О.В., Ладанюк А.П., Кишенько В.Д. Мережеві моделі в задачах автоматизованого керування випарною станцією цукрового заводу	119
--	-----

Івашук В.В., Ладанюк А.П. Адаптивна оптимізація для задачі мінімізації витрат багатоасортиментного виробництва	125
---	-----

Самойленко Ю.О., Трегуб В.Г. Реалізація оптимальної системи керування апаратом для вирощування дріжджів	130
--	-----

ЕКОНОМІКА

Жужукіна Н.І. Сучасний стан сировинної бази плодоовочеконсервних підприємств	136
---	-----

BIOLOGICAL ROLE OF THE ABZYMES IN HUMAN ORGANISM

I.V. Lych, O.O. Borodina,
National University of Food Technologies

Key words:

abzymes,
catalytic antibodies,
catalytic center,
colostrum,
autoimmune diseases.

Article history:

Received 17.02.2016
Received in revised form
19.04.2016
Accepted 23.05.2016

Corresponding author:

olya_borodina@ukr.net

ABSTRACT

Today the direction of immunology, which rapidly developing is abzymology. In case of the body of bacteria, viruses, chemicals and toxins has a high content of antibodies, which play an important role in protecting the body from harmful factors. Antibodies, which contained in milk and colostrum due to the catalytic center can not only bind to pathogens, but also they can hydrolyze their DNA and RNA. Such antibodies are known to us as — abzymes. Abzymes are monoclonal antibodies that have catalytic activity. They can catalyze a lot of chemical reactions. There are two types of catalytic antibodies: 1) natural abzymes (they are contained in milk, blood serum of patients autoimmune diseases, hepatitis, AIDS), 2) artificial abzymes (hydrolyzed denitryfenol esters). The analyzed data a few years ago give impetus to the development of new medicines to combat incurable diseases, which are based bioengineering design with abzymes.

БІОЛОГІЧНА РОЛЬ АБЗИМІВ В ОРГАНІЗМІ ЛЮДИНИ

I.B. Лич, канд. біол. наук,
O.O. Бородіна, студ.
Національний університет харчових технологій

На сьогоднішній день напрямком імунології, що стрімко розвивається, є абзімологія. У разі потрапляння до організму бактерій, вірусів, хімічних речовин та токсинів спостерігається високий вміст антитіл, які відіграють важливу роль у захисті організму від шкідливих чинників. Зазвичай антитіла, що містяться в молоці та молозиві, завдяки каталітичному центру здатні не лише зв'язуватися з патогенними мікроорганізмами, а гідролізувати їх ДНК та РНК. Такі антитіла відомі нам як абзими. Проаналізовані дані останніх років сприяють розробленню нових медичних препаратів для боротьби із невиліковними захворюваннями, основою яких є біоінженерні конструкції з абзимів.

Ключові слова: абзими, каталітичні антитіла, каталітичний центр, молозиво, автоімунні захворювання.

Вступ. Після винайдення каталітично активних антитіл (абзимів) вважалося, що дані сполуки відіграють неабияку роль у підтриманні імунітету. Зазвичай каталітично активні антитіла поділяють на дві групи: штучні, яким властивий гідроліз ефірів динітрифенолу, та природні, які виділені із сироватки крові хворих на автоімунні захворювання та молока або молозива людини або навіть тварин.

Нові перспективи в області вивчення каталітично активних антитіл виникли з відкриттям у 1989 році природних абзимів: аутоантитіла виділені із крові хворих бронхіальною астмою взаємодіють з вазоактивним інтестинальним пептидом і здатні не лише зв'язувати, але й ефективно гідролізували даний пептид.

Пізніше в молоці здорових породіль були винайдені абзими, що володіли різними ферментативними активностями: протеолітичною, ДНК та РНК-гідролізувальною, амілолітичною, протеїназою, нуклеотид-гідролізувальною тощо.

На сьогоднішній день охарактеризовано декілька груп природних абзимів, серед яких медичний інтерес представляють природні автоантитіла з протеолітичної активністю, їх ще називають протабзидами, та ДНК-гідролізувальною активністю або ДНК-абзидами, які беруть участь в патогенезі захворювань автоімунної природи.

Антитіла, які взаємодіють з ДНК, являються характеризувальними маркерами автоімунних порушень і особливості їх взаємодії з молекулами ДНК різної структури докладно вивчені. Згідно зі специфічним зв'язуванням, вони поділяються на 3 основні групи: 1) антитіла, що взаємодіють з денатурованою ДНК; 2) антитіла, що розпізнають конформаційні епітопи подвійної спіралі і зв'язуються тільки з нативною ДНК та її фрагментами та 3) антитіла, що взаємодіють з детермінантами, характерними для обох форм ДНК.

Синтез каталітичних антитіл при автоімунних патологіях спостерігається саме на ті антигени, на які і формується специфічна автоімунна відповідь.

У своїх роботах С.В. Сучков підтверджує, що ДНК-абзидами найчастіше зустрічаються у хворих на ревматоїдний артрит (РА) або системний червоний вовчак (СКВ). Автор зазначає, що природні ДНК-абзидами володіють аналогічними властивостями нуклеаз. Каталітична активність ДНК-абзимів зосереджена у складі високоспеціалізованого Fab фрагменту, оскільки Fc фрагменту не притаманна ДНК-гідролізувальна активність. ДНК-абзидами володіють не лише каталітичною активністю, їм також притаманна цитотоксична дія. Процес взаємодії ДНК-абзимів з клітиною-мішенню є багатостадійним і включає в себе: 1) зв'язування автоантитіл із зовнішньою клітинною мембраною; 2) перенесення та проникнення антитіл в клітину і клітинне ядро за допомогою трансмембранної системи; 3) безпосередня участь ДНК-абзимів в загибелі ядерної ДНК та клітини-мішені в цілому.

Метою даної роботи є вивчення каталітичних властивостей абзимів молока, молозива та крові та їх вплив на організм людини в цілому.

Вплив абзимів на імунну систему. Науковим дослідником [1] із Норвегії було з'ясовано, що виділені абзидами IgG та slgA з молозива корів здатні не лише зв'язуватися з патогенними бактеріями та вірусами, а гідролізувати їх ДНК та РНК. Було встановлено, що гідроліз бактеріальних та вірусних ДНК, а також гомологічних олігорибонуклеотидів та олігodeзоксирибонуклеотидів відбувається за допомогою Fab фрагментів імуноглобулінів.

Д. В. Семеновим та його колегами було продемонстровано, що IgG молока клінічно здорових матерів здатні гідролізувати рибо- і дезокси-рибонуклеозид-5'-моно-, ди- і трифосфату. Ця нуклеотидгідролізувальна активність присутня в Fab фрагментах молекули IgG. У ході досліджень науковці дійшли висновку, що IgG, яким притаманна ДНК та РНК-гідролізувальна активність, є цитотоксичними і здатні знищувати пухлинні клітини різних ліній. Для забезпечення захисної функції молока та пасивного імунітету новонародженого дослідники виявили, що IgG та slgA притаманна протеїнкіназна активність та АТФ-гідролізувальна, тобто наявна здатність каталізувати фосфорилування білків, а також цим абзидам притаманний гідроліз олігосахаридів.

Російські вчені під час своїх досліджень з'ясували, що slgA і IgG, жіночого молока здатні каталізувати фосфорилування ліпідів та білків, тобто володіють ліпідкіназною та протеїнкіназною активностями відповідно. Кожна з цих активностей має велике значення у захисті дітей від бактеріальних та вірусних захворювань.

Ю.Я. Кіт [2] з колегами досліджував вплив анти-гістон H1 slgA-антитіл молока на ріст і життєздатність клітин лейкозу людини та меланоми людини, у ході досліджень було доведено, що анти-гістон H1 slgA здатні стимулюють проліферацію клітин лейкозу людини, а також клітин лінії меланоми людини *in vitro*. Дослідниками було встановлено, що секреторні анти-гістон H1 slgA проявляють спорідненість до різних білків лізатів клітин меланоми. Під час досліджень науковці дійшли висновку, що антитіла суттєво не впливають на життєздатність лімфоцитів крові людини *in vitro*, але стимулюють диференціацію ізольованих моноцитів у макрофаги за присутності форболміристил-ацетату.

Білоруські науковці [3] у процесі вивчення ДНК-гідролізувальної активності IgG хворих на бактеріальні інфекційні захворювання, таких як: хламідіоз, шигелльоз, уrogenітальний хламідіоз, гнійна хірургічна інфекція викликана золотистим і епідермальним стафілококами та інші, — дійшли висновку, що поява ДНК-абзимів стимулюється появою бактерій, де нуклеїновою кислотою є ДНК, адже каталітично активні антитіла здатні руйнувати бактеріальну нуклеїнову кислоту. За рахунок цього відбувається підвищення імунного захисту організму від інфекційних захворювань.

Цікавим дослідженням С.В. Баранової [4] та її колег було виявлення антитіл, які спричиняють гідроліз інтегрази вірусу імунодефіциту людини. У ході досліджень білоруськими вченими вперше було показано, що імуноглобуліни класу G володіють протеолітичною активністю, а саме здатні з високою ефективністю гідролізувати інтегразу ВІЛ, яка інтегрує вірусну ДНК в ДНК клітини-мішені.

Білоруськими вченими [5] І. В. Жильцовим, М.В. Семеновим та І.І. Генераловим, дослідження яких були направлені на виявлення абзимів з пеніцилілазною активністю у хворих шигельозами, було продемонстровано, що IgG володіють β-лактамазною активністю. Наявність β-лактамазної активності антитіл пов'язана з віком хворої людини, частотою випорожнень в перший тиждень захворювання та наявністю макроскопічних частин крові у випорожненнях. Пеніцилілазна активність антитіл підвищується по мірі збільшення віку людини та контакту організму з β-лактамазами бактерій (це пов'язано з потраплянням β-лактамаз шигел у кров хворого (ймовірно через деструкцію епітелію кишківника)). IgG з вищезазначеною активністю здатні руйнувати β-лактамні антибіотики (пеніциліни, цефалоспорины), але здатність абзимів гідролізувати антибіотики β-лактамного ряду можна ліквідувати клавулановою кислотою.

Є. В. Кундеров з колегами досліджував ДНКазу і оксидоредуктазу (каталазу, перексидазу та оксидисмугтазу) активності імуноглобулінів у хворих на серонегативну спондилоартропатію (псоріатичний артрит, анкілозуювальний спондилоартрит, реактивний уrogenний артрит) та у здорових людей. У ході дослідження вченими було виявлено, що зазвичай імуноглобуліни з ДНКазною активністю при серонегативній спондилоартропатії свідчать про належність вищезазначених захворювань до автоімунної патології. IgG, що володіють ДНКазною активністю при даному захворюванні, здатні уражати тканини, тим самим реалізуючи свій цитотоксичний ефект, а фрагменти антитіл можуть впливати на внутрішньоклітинний метаболізм. Автор зазначає, що утворення великої кількості метаболітів кисню під дією антитіл призводить до ураження тканин.

Канадські науковці [6] свої дослідження присвятили вивченню бактерицидної активності IgG проти *Pseudomonas aeruginosa* Obad, результати отриманих даних були вражаючими, оскільки, досліджувані дані імуноглобуліни мають здатність зв'язуватися з ЛПС бактерій, тим самим викликаючи порушення цілісності мембрани і, можливо, інгібування поділу клітин. IgG та його фрагменти (Fab та single-chain variable fragment (scFv) безпосередньо беруть участь у бактерицидному процесі не лише до *Pseudomonas aeruginosa* Obad, а й до інших видів бактерій, що викликають важкі інфекційні хвороби. Дане дослідження має значення для пацієнтів з ослабленим імунітетом, тому що в даний час немає вакцини проти інфекцій, які викликані бактеріями роду *Pseudomonas*.

П. Джр. Вентворс з колегами у процесі свого дослідження продемонстрував, що незалежно від АГ-специфічності антитіла здатні каталізувати перетворення синглетного кисню і води в перекис водню і озон. Дані сполуки володіють високою бактерицидною дією. В подальших дослідженнях швейцарських науковців [7] було доведено, що активний центр таких антитіл знаходиться в Fab фрагменті, де сполучаються варіабельний домен Н-ланцюга і константний домен L-ланцюга.

Вплив абзимів молока на серцево-судинні захворювання. Одними з дослідників, які вивчали проблему імунопатології міокардитів були російські вчені Р.Н. Палеев та Ф.Н. Палеев [8]. Наукова робота спрямована на пошук імуногенів, які здатні при міокардиті запускати імунологічний процес. Як відомо, це захворювання спричинене вірусами коксакі групи В, тому такими імуногенами слугували ДНК-гідролізувальні абзими, які здатні гідролізувати двоспиральну молекулу ДНК, розкручуючи її і перетворюючи із спіральної на лінійну форму. Під час своїх досліджень вчені дійшли висновку, що ДНК-абзими в організмі людини хворого на міокардит мають подвійне значення, а саме: вони здатні викликати апоптоз активованих клонів лімфоцитів, тим самим виконуючи роль одного із механізмів контролю за надмірною активацією імунної системи. З іншого боку, їх цитотоксичний вплив може бути спрямований на кардіоміоцити, викликаючи тим самим пошкодження міокарда. Але незважаючи на це, ДНК-гідролізувальні IgG можуть слугувати основою для розроблення нових методів діагностики і більш ефективного лікування автоімунних ускладнень у хворих на міокардит.

Цікавим фактом у дослідженнях білоруських вчених [9], які свою роботу спрямували на визначення каталітичних активностей IgA, які були виділені із слини у людей із хронічним періодонтитом (це запалення періодонта, тобто тканини, яка оточує корінь зуба і відповідає за утримання зуба на своєму місці в щелепі) є те, що IgA здатні здійснювати додатковий захист щодо патогенних мікроорганізмів. Але IgA, які володіють ДНКазною, протеолітичною та

оксидоредуктазною активністю, можуть стимулювати запалення і тим самим бути маркерами патологічного процесу.

Вплив абзимів на травну систему. У медичному університеті в Білорусії А.М. Моїсєєва [10] з колегами досліджувала каталітичні активності імуноглобулінів класу G, які були виділені з сироватки крові хворих на гострі кишкові захворювання (черевний тиф, сальмонельоз та шигельоз). У процесі дослідження науковці показали, що окисно-відновна активність IgG є природною властивістю і активується при проникненні до організму високоінвазивного збудника (наприклад, при черевному тифі чи шигельозах). При підвищенні оксидоредуктазної активності антитіл спостерігається більш ефективна елімінація збудників. Автори зазначають, що протеолітична активність відіграє захисну роль при кишкових інфекціях. Щодо ДНКазної активності можна сказати, що вона є маркером розвитку автоімунних захворювань.

Дослідники з Венесуели [11] свою роботу зосередили на вивченні протеазної активності sIgG. Спираючись на дані дослідження, вони з'ясували, що sIgA, які були виділені з молока людини, наділені серинпротеазоподібною гідролітичною активністю, за допомогою якої відбувається активація епітеліальних клітин кишківника через PAR-2, також довели, що у період грудного вигодовування відбувається експресія антимікробного пептиду бета-дефенсин-2, який безпосередньо впливає на вроджений імунітет немовляти.

Висновки. Отже, враховуючи дослідження щодо зазначеної проблеми, можна сказати, що каталітичні антитіла, що містяться в молозиві, відіграють позитивну роль в організмі людини, тобто забезпечують захист слизових оболонок людини від негативного впливу навколишньої мікрофлори і також беруть участь у регуляції біологічних функцій людини.

Абзими, що виділені з крові відіграють негативну роль, оскільки стають безпосередніми учасниками патологічних порушень.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Stepaniak L.* Isolation and partial characterization of catalytic antibodies with oligonuclease activity from bovine colostrums / L. Stepaniak // *Prep. Biochem. & Biotechnol.* — 2002. — № 32. — P. 17—28.
2. *Kit Yu.Ya.* Detection and Characterization of IgG and sIgA abzymes Capable of Hydrolyzing Histone H1 / Yu.Ya. Kit, M.A. Starykovych, V.A. Richter and R.S. Stoika // *Biochemistry.* — 2008. — V.73, №8. — P. 950—956.
3. *Одинцова Е.С.* ДНК-гидролизующие IgG антитела из крови больных бактериальными инфекционными заболеваниями / Е.С. Одинцова, Т.А.Пархоменко, Е.В. Кундерева и др. // *Имунопатология, аллергология, инфектология.* — 2006. — №2. — С. 23—31.
4. *Баранова С.В.* Гидролиз интегразы вируса иммунодефицита человека каталитическими антителами против вирусной интегразы / С.В. Баранова, Н.В. Бунева, Г.А. Невинский // *Вестник НГУ. Серия: Биология, клиническая медицина.* — 2007. — Т.5. №2. — С. 74—81.
5. *Жильцов И.В.* Выявление абзимов с пенициллиназной активностью в сыворотке крови больных шигеллёзами / И.В. Жильцов, М.В. Семёнов, И.И. Генералов // *Имунопатология, аллергология, инфектология.* — 2004. — №3. — С. 90—93.
6. *Xie X.* Antibody-Dependent Cell-Mediated Cytotoxicity- and Complement-Dependent Cytotoxicity-Independent Bactericidal Activity of an IgG against *Pseudomonas aeruginosa* O6ad // X. Xie, M.D. McLean, and C.J. Hall // *The Journal of Immunology.* — 2010. — №7. — P. 1—9.
7. *Zhu X.* Probing the antibody-catalyzed water-oxidation pathway at atomic resolution / X. Zhu, P.Jr. Wentworth, A.D. Wentworth, A. Eschenmoser, R.A. Lerner, and I.A. Wilson. // *PNAS.* — 2004. — V. 101, №8. — P. 2247—2252.
8. *Палеев Р.Н.* Иммунопатология миокардитов / Р.Н. Палеев и Ф.Н. Палеев // *Креативная кардиология.* — 2007. — № 1. — С. 46—55.
9. *Коротина О.Л.* Каталитическая активность IgA и ферментов ротовой жидкости у пациентов с хроническим периодонтитом / О.Л. Коротина, Н.В. Железняк, С.В. Жерулик, А.Г. Денисенко, А. Г. Генералова // *Вестник ВГМУ.* — 2015. — Т.14, №1. — С. 121—127.
10. *Моисеева А.М.* Каталитическая активность иммуноглобулинов класса G у больных острыми кишечными инфекциями / А.М. Моисеева, И.В. Жильцов, Д.В. Пискун, И.И. Генералов, В.М. Семенов // *Имунопатология, аллергология, инфектология.* — 2007. — №4. — С. 63—69.
11. *Barrera G.J.* Immunoglobulin A with protease activity secreted in human milk activates PAR-2 receptors, of intestinal epithelial cells HT-29, and promotes beta-defensin-2 expression / G.J. Barrera, R. Portillo, A. Mijares, M.A. Rocafull, J.R. del Castillo, L.E. Thomas. // *Immunology Letters.* — 2009. — № 123 — P. 52—59.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ АБЗИМОВ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА

И.В. Лыч, О.О. Бородина

Национальный университет пищевых технологий

На сегодняшний день направлением в иммунологии, которое стремительно развивается, есть абзимология. В случае проникновения в организм бактерий, вирусов, химических веществ и токсинов наблюдается высокое содержание антител, которые играют важную роль в защите организма от вредоносных веществ. Обычно антитела, которые имеются в молоке и молозиве, благодаря каталитическому центру, способны не только связываться с патогенными микроорганизмами, а гидролизировать их ДНК и РНК. Такие антитела известны нам как абзимы. Проанализированные данные последних годов дают толчок разработке новых медицинских препаратов для борьбы с неизлечимыми болезнями, основой которых есть биоинженерные конструкции из абзимов.

Ключевые слова: абзимы, каталитический антитела, каталитический центр, молозиво, аутоиммунные заболевания.

INCREASING THE NUTRITIONAL VALUE OF GINGERBREAD BY INTRODUCING VEGETABLE POWDERS

M.F. Kravchenko, N.Y. Yaroshenko

Kyiv National University of Trade and Economics

Key words:

gingerbreads,
sesame and cedar seed meal,
vegetable powders,
hillman serpentine,
nutritional value, nutrients

Article history:

Received 10.04.2016
Received in revised form
20.05.2016
Accepted 8.06.2016

Corresponding author:

ynatalya@mail.ua

ABSTRACT

This article is dedicated to the rationale of the concept of healthy eating, developing scientific bases, sales and consumption of health actions. In the article the directions of improving the nutritional value and reduced energy value of pastry products.

The results of studies of the chemical composition of cakes with sesame and cedar meal and Gorchakov snake and the changes occurring in the composition of these products. The optimal ratio of components as a result of the addition to the meal recipes pryanychnoho dough.

The effect of additives on the organoleptic quality of finished products. Ensuring full composition, safety and food quality should be assessed as the most important task of the current stage of development of the food industry.

ПІДВИЩЕННЯ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ ПРЯНИКІВ ЗА РАХУНОК ВНЕСЕННЯ ДОБАВОК З РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

М.Ф. Кравченко, д-р техн. наук

Н.Ю. Ярошенко, асп.

Київський національний торговельно-економічний університет

Статтю присвячено обґрунтуванню доцільності концепції здорового харчування, розроблення наукових основ, реалізації та споживання продуктів оздоровчої дії. У статті розглянуто напрямки підвищення харчової цінності та зниження енергетичної цінності борошняних кондитерських виробів. Наведено результати досліджень хімічного складу пряників із кунжутного, кедрового шроту і гірчака зміїного та зміни, що відбуваються у складі цих виробів. Досліджено вплив добавки на органолептичні показники якості готових виробів.

Ключові слова: пряники, кунжутний і кедровий шрот, фітопорошок з коріння гірчака зміїного, харчова цінність, нутрієнти.

Постановка проблеми в загальному вигляді. Одним з важливих напрямків вдосконалення технології борошняних кондитерських виробів є зниження їх калорійності за умови підвищення біологічної та харчової цінності. Борошняні кондитерські вироби відрізняються високою поживністю і засвоюваністю. Забезпечення конкретних особливостей хімічного складу, направлених на збереження здоров'я людини, з одночасним наданням споживчих і конкурентоспроможних ознак — складне і специфічне завдання.

Для збалансованості хімічного складу борошняних кондитерських виробів доцільно підвищити харчову цінність виробів, за вмістом вітамінів, мінеральних речовин і рослинних білків [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розвитку теоретичних основ і практичних аспектів розроблення та використання харчових продуктів присвячено праці вітчизняних і зарубіжних учених: А.Н. Дорохович, Г.Г. Гаппарова, К.Г. Іоргачової, Л.В. Капрельянца, В.Н. Корзуна, А.А. Кочеткової, М.І. Пересічного, М.Ф. Кравченко, Л.В. Пешук, Н.В. Притульської, Г.Б. Рудавської, Т.В. Савенкової, Г.О. Сімахіної, В.А. Тутельяна, Б.А. Шендерова, Л.М. Шатнюк, А.І. Українця, О.І. Черевка, К. Honikel, F. Jimenez-Colmenero, T. Mizota, D. Potter, M. Roberfroid та ін.

Перспективною сировиною для одержання природних інгібіторів окислювальних процесів є рослини. Аналіз патентно-інформаційних джерел показує, що в країнах СНД та розвинутих зарубіжних країнах здійснюється активний пошук способів одержання антиоксидантів з рослинної сировини [2].

Згідно з результатами проведених досліджень науковцями Київського національного торговельно-економічного університету були визначені як джерела одержання природних інгібіторів окислювальних процесів такі рослини: трави чебрецю та звіробою, листя мати-й-мачухи і плоди горобини червоної [1].

На основі лікарських рослин розроблені серії композицій лікувального та лікувально-профілактичного призначення. Новий продукт ФІІО-ЛПМ-1 у своєму складі містить: обліпиху, кульбабу, шипшину, солодець, полісахариди морських водоростей, мед [1].

Мета статті — наукове обґрунтування і дослідження харчової цінності борошняних кондитерських виробів.

Для досягнення заданої мети були поставлені наступні завдання:

- дослідити харчову і енергетичну цінність пряників;
- виявити шляхи зменшення енергетичної цінності пряників;
- визначити показники якості пряників з кедровим, кунжутним шротом і фітопорошком з гірчака зміїного;

Об'єкт дослідження — харчова та енергетична цінність пряників з рослинними добавками.

Предмет дослідження — кедровий і кунжутний шрот, фітопорошок з коріння гірчака зміїного.

Виклад основного матеріалу досліджень. Поліпшення структури харчування населення України передбачає збільшення виробництва харчових продуктів завдяки удосконаленню існуючих і створенню новітніх технологій, збагаченню продуктів біологічно цінними речовинами: білками, амінокислотами, вітамінами, мінеральними солями [3].

З метою підвищення харчової та біологічної цінності борошняних кондитерських виробів, зокрема поліпшення вітамінного й мінерального складу, вченими вважається за доцільне застосовування шротів олійних культур, які дають змогу не лише підвищити харчову цінність за рахунок наявності харчових волокон, пектину, β -каротину та інших біологічно активних речовин, а також подовжити термін зберігання борошняних кондитерських виробів [4].

Перспективним шляхом розроблення новітніх технологій борошняних кондитерських виробів є використання сировини рослинного походження, зокрема кедрового та кунжутного шроту, фітопорошку з коріння горця зміїного, які містять вітаміни С, К, провітамін А, групи В, лігнани (схизандрин, схизандрол), мінеральні речовини (селен, йод, кальцій, залізо, магній, кремній, фосфор, цинк) органічні кислоти, незамінні амінокислоти, сапоніни, флавоноїди, фітонциди та харчові волокна.

Використання сировини рослинного походження дозволяє оптимізувати хімічний склад продуктів, підвищити комплекс біологічно-активних речовин. Одним з джерел біологічно активних речовин є лікарські рослини та порошки з них. У них містяться природні комплекси макро — і мікроелементів в найбільш доступній і засвоюваній формі. Процес збагачення борошняних кондитерських виробів харчовими волокнами є результативним, якщо одночасно досягається зниження їх енергетичної цінності [5].

Зниження енергоємності кондитерської продукції, підвищення її харчової і біологічної цінності, розширення асортименту виробів, що виготовляються в закладах ресторанного господарства і харчової промисловості, визначають актуальність даної роботи.

Проведеними дослідженнями була визначена харчова цінність, мінеральний і вітамінний склад розроблених борошняних кондитерських виробів.

Результати досліджень за хімічним складом і харчової цінності розроблених пряників в порівнянні з контрольними зразками представлені в таблиці 1.

Таблиця 1. Харчова та енергетична цінність розроблених пряників

Назва показників	Пряник (контроль)	Пряник «Кедровий»	Пряник «Кунжутний»	Пряник «Рослинка»
Вологість, г	14,8	15,6	15,4	15,8
Білки, г	8,3	10,2	10,1	9,2
Жири, г	4,6	5,7	5,2	4,8
Вуглеводи, г	74,2	62,4	63,6	59,6
Масова частка загального цукру (за цукрозою) в перерахунку на суху речовину, %	31,4	38,6	35,4	31,8
Зола, г	0,5	0,92	0,98	0,89
Енергетична цінність ккал	349,0	323	322	300
Мінеральні речовини, мг/100 г				
Цинк	—	4,8	4,2	3,6
Марганець	—	6,2	0,8	4,8
Йод	—	0,9	0,21	0,06
Селен	—	—	—	1,2
Натрій	12,4	124,0	138,0	112,0
Калій	176,6	236,0	216,0	248,0
Кальцій	54,2	112,0	98,6	134,0
Магній	78,9	136,0	146,0	126,0
Фосфор	152,8	324,0	352,0	262,0
Залізо	5,5	9,3	7,6	6,2
Вітаміни, мг/100 г				
Вітамін Е	1,06	12,4	8,2	1,6
В ₁ (тіамін)	0,08	0,68	1,06	0,09
В ₂ (рибофлавін)	0,02	1,92	0,21	0,06
РР (нікотинова к-та)	0,6	14,8	9,5	0,7
Вітамін С	—	—	—	2,048

За даними таблиць видно, що з внесенням добавок, харчова цінність пряників підвищується за рахунок збільшення вмісту основних функціональних нутрієнтів.

Враховуючи, що мінеральні елементи активізують діяльність ферментів, беруть участь у підтримці іонної рівноваги в організмі, а також регуляції обміну вуглеводів і енергетичному обміні, дані про їх склад і зміст є дуже важливими [4].

Слід зазначити, що у дослідних зразках пряників зміст таких мінеральних елементів, як кальцій, калій, фосфор, натрій, магній, цинк, йод значно вище, ніж у контрольних зразках пряників. Тобто розроблені сорти серцевих пряників відрізняються наявністю магнію, який активізує діяльність ферментів в організмі і знижує ризик атеросклерозу. Дослідження показали, що пряники, отримані за розробленими рецептурами, містять у своєму складі значну кількість вітамінів. Введення в пряники добавок збагачує їх вітаміном С, необхідним для нормальної життєдіяльності людини, спостерігається значне збільшення вітамінів Е, В₁, В₂, РР.

Нами була визначена харчова та енергетична цінність розроблених пряників. Отримані дані представлені в таблиці 1.

Дані досліджень свідчать, що розроблені вироби містять підвищену порівняно з традиційною рецептурою мінеральні речовини. Так, значно зростає кількість фосфору, його вміст зріз у прянику «Кунжутний» 199,2 і «Кедровий» 171,2 рази. Вміст натрію збільшився в у прянику «Кунжутний» на 125,6 рази; у прянику «Кедровий» — на 124,0 рази. Істотно підвищується кількість кальцію в прянику «Рослинка» з гірчаком зміїним в 81,6 рази. А також підвищився вміст магнію в прянику «Кедровий» і «Кунжутний». За результатами досліджень було з'ясовано, що вміст вітамінів у пряниках більший, ніж у контрольних зразках Розроблені нами зразки пряників характеризуються зниженою енергетичною цінністю. Так, енергетична цінність пряника «Кедрові» знизилась на 7,4% порівняно з контролем. Найнижчою енергетичною цінністю відзначені зразки пряників «Кунжутні» 7,7% і «Рослинка» 14%, що зумовлено зниженням вмісту вуглеводів у виробах. Вміст білків збільшено у розроблених зразках порівняно з контролем (див. табл. 1).

За результатами проведених досліджень та розрахунків побудовано модель якості пряників з використанням добавок, подану на рисунку 1.

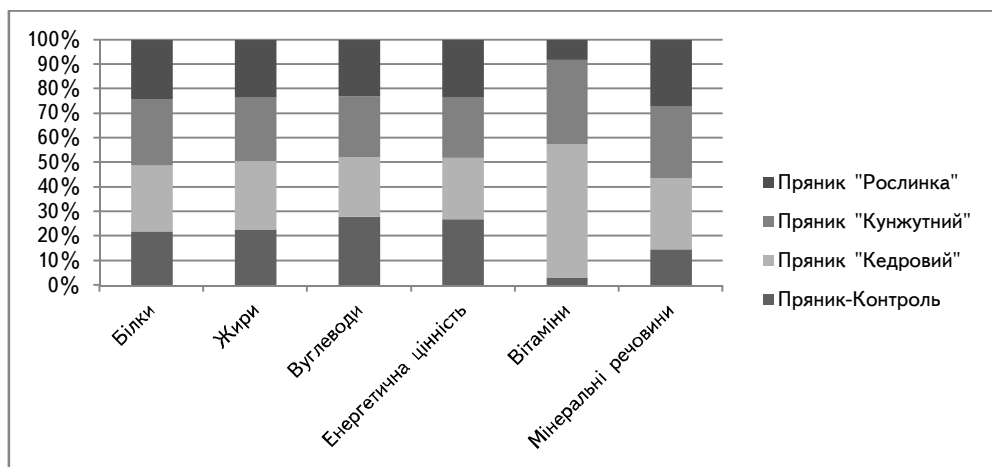


Рис. 1. Модель якості пряників

Комплексний показник якості розроблених пряничних виробів розраховано за даними хімічного складу та органолептичних показників. Використані показники якості: вміст білків, вуглеводів, мінеральних речовин, вітамінів і енергетична цінність.

Для уявлення про якість борошняних кондитерських виробів з додаванням БАД, результати досліджень доцільно звести у вигляді таблиці 2, де представлені — виготовлені за традиційною технологією борошняні кондитерські вироби, а саме пряник — Контроль; пряник «Кедровий»; пряник «Кунжутний»; та пряник «Рослинка» з додаванням БАД (дослід). А також органолептичні показники: зовнішній вигляд, смак, запах, колір, консистенція.

Таблиця 2. Органолептична оцінка розроблених пряників

Показники якості	Консистенція	Колір	Смак	Запах	Зовнішній вигляд	Середня оцінка
Пряник — контроль	4	5	5	5	4	4,6
Пряник «Кедровий»	5	5	5	5	5	5
Пряник «Кунжутний»	5	5	5	4	5	4,8
Пряник «Рослинка»	5	5	5	5	5	5

Проаналізувавши усі показники якості, дослідних і контрольних зразків, було визначено, що контрольні зразки, виготовлені за традиційною технологією мають менші показники, ніж дослідні.

Висновки. Таким чином, отримані дані дозволяють зробити висновок, що внесення добавок дозволяє не тільки поліпшити якість виробів, але й підвищити харчову та біологічну цінність, за рахунок збільшення вмісту вітамінів, харчових волокон, мінеральних речовин і значно зменшити енергетичну цінність пряників.

Отже, отримання борошняних кондитерських виробів з додаванням полікомпонентних БАД доведено, що розробка нових виробів з використанням порошків рослинної сировини і білків мікробіального та рослинного походження, дозволить отримати поліпшені продукти харчування, з введенням функціональних добавок, що мають не тільки харчові, але й пребіотичні та парафармацевтичні властивості.

Розроблені пряники можуть бути рекомендовані для профілактичного харчування осіб, зайнятих у шкідливих виробництвах, що проживають в екологічно несприятливих зонах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Мазараки А.А. Технологія харчових продуктів функціонального призначення: монографія. / А.А. Мазараки, М.І. Пересічний, М.Ф. Кравченко; за редакцією д-ра техн. наук, проф. М.І. Пересічного — 2-ге вид., переробл. та допов. — К.: Нац. торг.-екон. ун-т, 2012. — 1116 с.

2. Сирохман І.В. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення / І.В. Сирохман, В.М. Завгородня. — К.: Центр учбової літератури, 2009. — 544 с.

3. Пересічний М.І. Борошняні кондитерські вироби спеціального призначення / М.І. Пересічний, М.Ф. Кравченко, Д.В. Федорова / Продукты & ингредиенты, 2004. — № 4(5). — С. 34 — 35.

4. Пересічний М.І. Функціональне харчування: теорія та практика / М.І. Пересічний, Д.В. Федорова, О.В. Кандалей / Вісник КНТЕУ, — 2005. — № 2. — С 96 — 104.

5. Субботина, М.А. Биохимический состав и технологические свойства семян сосны сибирской / М.А. Субботина. — К.: 2005. — 140 с.

ПОВЫШЕНИЕ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ ПРЯНИКОВ ЗА СЧЕТ ВНЕСЕНИЯ ФИТОПОРОШКОВ

М.Ф. Кравченко, Н.Ю. Ярошенко

Київський національний торговельно-економічний університет

Статья посвящена обоснованию целесообразности концепции здорового питания, разработка научных основ, реализации и потребления продуктов оздоровительного действия. В статье рассмотрены направления повышения пищевой ценности и снижение энергетической ценности мучных кондитерских изделий. Приведены результаты исследований химического состава пряников с кунжутным, кедровым шротом и горцем змеиным, а также изменения, происходящие в составе этих изделий. Исследовано влияние добавки на органолептические показатели качества готовых изделий.

Ключевые слова: пряники, кунжутный и кедровый шрот, фитопорошок с горца змеиного, пищевая ценность, нутриенты.

DETERMINATION OF ANTIOXIDANT ACTIVITY OF EXTRACTS WITH THE USE OF HOPS, PINE NEEDLES AND JUNIPER

N. Penkina, L. Tatar

Kharkov State University of Food Technology and Trade

O. Nemirich

National University of Food Technologies

Key words:	ABSTRACT
antioxidant capacity, plant extracts, hops, pine, juniper	Proved the feasibility of using different types of extractants to maximize the extraction of antioxidants from plant material. The aim of the study was to study the antioxidant capacity of plant extracts, using as extractants water and whey. Considered organoleptic characteristics of extracts, presents the results of determination of antioxidant capacity of coulometric method. Newly developed extracts from vegetable raw materials provide an opportunity to get a drink with a pleasant, rich conifer aromatic and high antioxidant activity. Further work in the direction dunnam, state, the state will allow to solve problems of preservation of preventive, antioxidant and consumer properties of the extracts, to expand the range of soft drinks.
Article history: Received 20.10.2015 Received in revised form 27.04.2016 Accepted 5.06.2016	
Corresponding author: avnemirich@mail.ru	

ВИЗНАЧЕННЯ АНТИОКСИДАНТНОЇ АКТИВНОСТІ ЕКСТРАКТІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ХМЕЛЮ, ХВОЇ СОСНИ ТА ЯЛІВЦЮ

Н.М. Пенкіна, канд. техн. наук,

Л.В. Татар, асп.

Харківський державний університет харчування та торгівлі

О.В. Нєміріч, канд. техн. наук

Національний університет харчових технологій

Доведено доцільність використання різних видів екстрагентів для максимального вилучення антиоксидантів із рослинної сировини. Розглянуто органолептичні показники екстрактів із застосуванням різних екстрагентів. Викладено результати визначення антиоксидантної здатності в екстрактах із шишок хмелю сухого, хвої сосни звичайної, хвої ялівцю звичайного кулонометричним методом.

Ключові слова: антиоксидантна здатність, рослинні екстракти, хміль, сосна, ялівець.

Вступ. В умовах постійного стресу, погіршення екологічної обстановки, споживання неякісної їжі, зростання кількості соціальних захворювань організм людини зазнає руйнівного впливу вільних радикалів, що може призвести до розвитку окиснювального стресу. Антиоксиданти — це інгібітори окиснення, тобто природні або синтетичні речовини, здатні гальмувати окиснення.

Аналіз літературних даних і постановка проблеми. Сьогодні дослідженням антиоксидантних властивостей різних сполук та харчових продуктів займається багато вчених [1; 2]. Набуває актуальності створення напоїв, які у своєму складі мають біологічно активні речовини.

ни (БАР) антиоксидантної дії, такі як фенольні сполуки, вітаміни, протеїни, цукри, карбонові та амінокислоти [3; 4].

Однією з перспективних груп БАР, які є антиоксидантно активними, є рослинні фенольні сполуки. Активність антиоксидантів із рослинної сировини

обумовлена фенольними сполуками відповідних рослин, що мають різний їх кількісний та якісний склад. Антиоксиданти рослинної сировини впливають на процес бродіння, стійкість та смакові характеристики напоїв [5].

Слабоалкогольні напої (САН) — продукт прогресу хімічної промисловості. Вони повністю ненатуральні, містять етиловий спирт та інші речовини, регулярне споживання яких негативно впливає на організм людини. «Добавки», що збагачують САН, порушують обмін речовин і водно-сольовий баланс, підвищують навантаження на печінку і нирки, викликають набряклість і порушення серцевого ритму.

Отже, сьогодні актуальною є проблема виробництва САН із лікувально-профілактичними властивостями, тобто напоїв, які матимуть у своєму складі натуральні рослинні інгредієнти, багаті на поліфеноли, вітаміни, каротиноїди тощо.

Мета досліджень. Метою дослідження стало вивчення антиоксидантної здатності екстрактів шишок хмелю сухого, хвої сосни звичайної та ялівцю звичайного.

Матеріали і методи. За об'єкт дослідження обрано водні екстракти та екстракти на основі молочної сироватки (з під сиру кисломолочного) хмелю сухого, хвої сосни звичайної та хвої ялівцю звичайного.

На основі рослинних екстрактів пряно-ароматичної сировини можна отримати САН нового оригінального смаку. Нами обрано сировину, багату на водорозчинні антиоксиданти: шишки хмелю сухого, хвоя сосни звичайної, хвоя ялівцю звичайного.

Ефірні олії та поліфеноли, які містяться у хмелі, позитивно впливають на організм людини. Антиоксидант ксантогумол, — сполука, що є лише у складі хмелю, тому хміль — більш ефективний засіб проти раку, ніж червоне вино, зелений чай або соєві продукти [6].

Хвоя ялівцю має протизапальні, антибактерицидні та тонізуючі властивості. До її складу входить багато мікроелементів, необхідних організму для утворення антиоксидантів [7].

Ефірні олії, що містяться у хвої сосни, знищують мікроорганізми, які спричиняють в організмі людини запальні та інфекційні хвороби дихальних шляхів, у тому числі легенів. Хвоя сосни багата на вітамін С, який є потужним антиоксидантом та підсилювачем імунної системи організму. Не менш важливим антиоксидантом є вітамін А, який також міститься у хвої сосни в достатній кількості.

Екстракцію БАР із рослин здійснювали згідно з експериментально підібраними оптимальними умовами (гідромодуль, температура, час екстрагування).

Одним із екстрагентів була молочна сироватка (з під сиру кисломолочного), яка добре зарекомендувала себе як основа для профілактичного харчування, оскільки має у своєму складі 5,6% сухих речовин (у тому числі 0,8% повноцінних сироваткових білків, що мають пробіотичні властивості). Крім того, молочна кислота, яка міститься в цій сироватці, є гарним синергістом, тобто посилює вплив антиоксидантів [8].

Екстракцію здійснювали одноразово з вибраної рослинної сировини водою та молочною сироваткою (з під сиру кисломолочного) зі співвідношенням компонентів 1:10–1:40 за температури 65–90°C протягом 30–90 хв.

Методика експерименту з визначення антиоксидантної здатності заснована на кулонометричному титруванні бромом досліджуваного зразка. Вона полягає у наступному: до наважки продукту, у якому визначають антиоксидантну активність, додають дистильовану воду, потім проводять екстракцію розчинних речовин за допомогою магнітної мішалки. Отриманий розчин знову розводять дистильованою водою, фільтрують, відбирають аліквоту фільтрату і додають до неї 0,2М KBr в 0,5М H₂SO₄. Надалі титрують кулонометричним методом до зміни сили струму на амперметрі. Електрогенерацію броду проводять за допомогою потенціометру. Бромну антиоксидантну здатність (АОЗ) розраховують у кулонах на 100 г готового рослинного екстракту [2].

Результати досліджень. Першим етапом експериментальної роботи було дослідження органолептичних показників у екстрактах хмелю сухого, хвої сосни звичайної та хвої ялівцю звичайного. Отримані результати подано в табл. 1.

Результати досліджень показали, що всі екстракти характеризуються добрим, досить насиченим ароматом. Водний екстракт хмелю має більш виражений, освіжаючий аромат, ніж екстракт на основі молочної сироватки. Хвойні екстракти, навпаки, мали аромат, притаманний вихідній сировині на основі молочної сироватки. Результати досліджень пояснюються вмістом ефірної олії та пряно-ароматичних речовин вихідної сировини.

Таблиця 1. Органолептичні показники рослинних екстрактів

Показники	Назва сировини					
	Шишки хмелю сухого		Хвоя сосни звичайної		Хвоя ялівцю звичайного	
	Екстракт водний	Екстракт на основі мо- лочної сироватки (з під сиру кис- ломо- лочного)	Екстракт водний	Екстракт на основі мо- лочної сироватки (з під сиру кис- ломо- лочного)	Екстракт водний	Екстракт на основі мо- лочної сироватки (з під сиру кис- ломо- лочного)
Зовнішній вигляд, консистенція	Однорідна непрозора рідина з випаданням під час зберігання незначного осаду, який зникає після перемішування					
Смак і аромат	Чистий, освіжаючий із вираженим ароматом хмелю	Чистий, із вираженим ароматом хмелю	Чистий, із вираженим ароматом хвої	Чистий, освіжаючий із добре вираженим ароматом хвої	Чистий, із вираженим ароматом хвої	Чистий, освіжаючий із вираженим ароматом хвої
Колір	Світло- жовтий	Молочний	Світло- жовтий із зеленуватим відтінком	Насичений молочний із зеленуватим відтінком	Світло- жовтий із зеленува- тим відтін- ком	Насичений молочний із зеленуватим відтінком

В отриманих екстрактах хмелю, хвої сосни та ялівцю було досліджено їх антиоксидантну здатність (табл. 2).

Таблиця 2. Результати визначення антиоксидантної здатності рослинних екстрактів

Екстрагент	Бромна АОЗ, Кл/100 г екстракту на основі (n = 3, P = 0,95)		
	шишки хмелю сухого	хвоя сосни звичайної	хвоя ялівцю звичайного
Вода	126,9 ± 0,2	162,3 ± 0,2	180,1 ± 0,3
Молочна сироватка (з під сиру кис- ломолочного)	95,4 ± 0,3	219,6 ± 0,2	211,9 ± 0,2

Аналіз результатів отриманих, під час триразового проведення експерименту, свідчить, що в разі використання водного екстрагента отримані екстракти за показниками антиоксидантної активності розташовуються таким чином: екстракт хвої ялівцю звичайного > екстракт хвої сосни звичайної > екстракт хмелю сухого, тоді як для молочної сироватки встановлено такий ряд: екстракт хвої сосни звичайної > екстракт хвої ялівцю звичайного > екстракт хмелю сухого. Результати досліджень можна пояснити різницею природи і складу екстрагентів та сировини. Тому доцільно для отримання САН використовувати водний екстракт хмелю сухого й екстракти хвої сосни та ялівцю на основі молочної сироватки (з під сиру кисломолочного).

Особливістю отриманих екстрактів із застосуванням екстрагента молочної сироватки є вміст у її складі, окрім поліфенольних антиоксидантів, пребіотика лактулози в концентрації 2,4 г/дм³, що зумовлює біфідус-фактор, який сприяє формуванню нормальної мікрофлори та пригнічує ріст патогенних бактерій.

Отже, отримані екстракти мають відмінні антиоксидантні властивості завдяки вмісту флавоноїдів, дубильних речовин та вітамінів.

Уведення до рецептури САН рослинних екстрактів, які ми розглянули, дозволить забезпечити антиоксидантний вплив на організм людини в цілому та дасть можливість створювати напої з ідеальним поєднанням смакоароматичних складових і функціональних інгредієнтів.

Висновки. Наведені результати дослідження антиоксидантів у екстрактах хмелю, хвої сосни та ялівцю мають практичне значення. Вмісту у них природних антиоксидантів дозволяє

рекомендувати екстракти для створення нових слабоалкогольних напоїв і харчових продуктів із підвищеною антиоксидантною активністю.

Розроблені екстракти з рослинної сировини дають можливість максимально зберегти вітаміни та флавоноїди, що містяться в сировині, збагатити продукт новими БАР і отримати слабоалкогольні напої з сильною антиоксидантною дією.

Ураховуючи всі наведені показники, вміст компонентів екстрактів рослинної сировини обумовлює їх загальнозміцнюючу дію, сприяє стійкості організму до несприятливих чинників довкілля. Подальша робота в зазначеному напрямі дозволить вирішити проблеми збереження профілактичних, антиоксидантних та споживних властивостей екстрактів, розширити асортимент слабоалкогольних напоїв.

ЛІТЕРАТУРА

1. Федина П.А. Определение антиоксидантов в продуктах растительного происхождения амперометрическим методом / П.А. Федина, А.Ф. Яшин, Н.И. Черноусова // Химия растительного сырья. — 2010. — № 2. — С. 91–97.
2. Пенкіна, Н.М. Формування якості пасти зі столового буряку в процесі її виробництва та зберігання : дис....канд. техн. наук — 05.18.15 / Пенкіна Н.М. — Харків, 2009. — 3 47 с.
3. Пилипенко Н.Ю. Изучение антиоксидантных свойств напитков функционального назначения / Н.Ю. Пилипенко, А.В. Брыкалов // Материалы V международной научно-практической конференции «Молодежь и наука: реальность и будущее». — Невинномысск, 2012. — С. 56–58.
4. Косминский Г.И. Разработка технологии новых сортов пива на основе пряноароматического сырья / Г.И. Косминский, Е.А. Козлова, Н.Г. Царева // Пищевая промышленность: наука и технология. — 2011. — № 414. — С. 11–15.
5. Данилова Л.А. Вплив антиоксидантів рослинної сировини на процеси коагуляції білків у суслі [Текст] / Л.А. Данилова, В.А. Домарецький, Г.А. Амбарцумян // Харчова та переробна промисловість. — 2002. — № 12. — С. 15–16.
6. Электронный ресурс: <http://best-travnik.ru/Trava/H/Hmel.html>
7. Костюк В.А. Биорадикалы и биоантиоксиданты [Текст] / В.А. Костюк, А.И. Потапович // Монография. Минск. Изд-во БГУ. — 2004. — 179 с.
8. Храмов А.Г. Феномен молочной сыворотки / А.Г. Храмов. — СПб.: Профессия, 2011. — 804 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ ЭКСТРАКТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ХМЕЛЯ, ХВОИ СОСНЫ И МОЖЖЕВЕЛЬНИКА

Н.М. Пенкина, Л.В. Татар

Харьковский государственный университет питания и торговли

О.В. Неміріч

Национальный университет пищевых технологий

Доказана целесообразность использования разных видов экстрагентов для максимального извлечения антиоксидантов из растительного сырья. Целью исследования стало изучение антиоксидантной способности растительных экстрактов с использованием в качестве экстрагентов воды и молочной сыворотки. Рассмотрены органолептические показатели экстрактов, представлены результаты определения антиоксидантной способности в растительных экстрактах кулонометрическим методом. Новые разработанные экстракты из растительного сырья дают возможность получить на их основе напитки с приятным, насыщенным хвойным ароматом и высокой антиоксидантной активностью.

Ключевые слова: антиоксидантная способность, растительные экстракты, хмель, сосна, можжевельник.

OBTAINING HEALTH IMPROVEMENT HALVA

A. Bashta, G. Mandziroha*National University of Food Technologies***Key words:**

halva, sunflower seeds, flaxseed, pumpkin seed meal, cranberries, aronia berries, powder composition

Article history:

Received 24.03.2016

Received in revised form 21.04.2016

Accepted 15.05.2016

Corresponding author:

all_sher@mail.ru

ABSTRACT

The work confirmed the usefulness of flax seed, meal of pumpkin seeds and composition of powders from cranberry fruit and aronia berries in halva technology to reduce caloric content and improve the nutritive value of halva.

As a research result, the next combination of protein ingredients has been selected: 55% sunflower seed, 10% of flaxseed and 35% of pumpkin seed meal. To enrich with the BAS, content of which in traditional halva is negligible, in actual scientific work cranberry and aronia berry in the form of powders are used, they are characterized by a high content of polyphenolic compounds and other biologically active substances. It is reasonable addition of the berry powder mixture in the second step of mixing ($t = 65-70\text{ }^{\circ}\text{C}$) in quantity of 6% in the process of halvah with a health-improving action manufacturing.

Using of this raw material in the halva technology can further enrich it by large number of biologically active substances and create the finished product of health-improving purpose with good taste and appearance.

ОТРИМАННЯ ХАЛВИ ОЗДОРОВЧОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

А.О. Башта, канд. техн. наук,**Г.Я. Мандзіроха, магістр***Національний університет харчових технологій*

У роботі підтверджено доцільність використання у технології халви насіння льону, шроту з гарбузового насіння та копмозиції порошоків з плодів журавлини та чорноплідної горобини для зниження енергетичної та підвищення харчової цінності халви.

Застосування саме цієї сировини у технології халви дозволяє додатково збагатити її значною кількістю біологічно активних речовин та створити готовий продукт оздоровчого призначення з гарним смаком та зовнішнім виглядом.

Ключові слова: халва, насіння соняшника, лляне насіння, шрот з гарбузового насіння, ягоди журавлини, ягоди чорноплідної горобини, композиція порошоків.

Вступ. Останнім часом проблема відповідності якісного складу харчування, стану здоров'я і віку людини — одна з найбільш актуальних. Харчування безпосередньо забезпечує всі життєво важливі функції організму.

Вченими доведено, що біологічна роль окремих компонентів харчових продуктів не обмежується їх значенням для організму людини як пластичних і енергетичних ресурсів. Їжа є джерелом інгредієнтів, які виконують регуляторну і захисну функцію, необхідних для узгодження діяльності всіх органів і систем організму, пристосування його до різних умов зовнішнього середовища, підвищення стійкості організму до дії хвороботворних чинників. Тобто їжа із зовнішнього середовища перетворюється у внутрішнє.

Раціон харчування необхідно оптимізувати за рахунок розширення асортименту оздоровчих продуктів з підвищеною харчовою цінністю, з використанням нетрадиційної сировини. Такими продуктами можуть бути кондитерські вироби, зокрема халва, яка користується ши-

роким попитом у різних груп населення. Ринок кондитерських виробів — один з найбільш розвинутих у вітчизняній харчовій промисловості. В сучасних умовах важливого значення набувають проблеми розроблення технології виробів поліпшених споживчих властивостей, що передбачає зниження енергетичної і підвищення харчової цінності, збагачення їх складу біологічно активними компонентами, покращення органолептичних показників.

Халва є цінним харчовим продуктом завдяки великому вмісту вуглеводів 30-35% (окрім цукру), жиру 30-35%, повноцінних білкових речовин 13-20%, мінеральних речовин та вітамінів В₁ та Е. Калорійність халви в межах 500-560 ккал на 100 г, тому зниження енергетичної цінності і підвищення харчової цінності халви є актуальним завданням [1].

Метою даної роботи є обґрунтування та розроблення способу отримання халви оздоровчої дії з використанням насіння льону, шроту з гарбузового насіння та копмозиції порошоків з плодів журавлини та чорноплідної горобини.

Вибір саме цієї сировини обумовлений тим, що дана сировина є цінним джерелом БАР, а також широко розповсюджена в Україні.

Основними компонентами, що визначають біологічну цінність насіння льону, є: склад жирів (ПНЖК), білкові речовини, ферменти, вітаміни, слиз, вуглеводи, органічні кислоти та інші. Насіння льону попереджує та ефективно допомагає лікувати хвороби серця, судин, шкіри, волосся, шлунково-кишкового тракту, ожиріння, діабет, нормалізує обмін речовин [2, 3].

Шрот з гарбузового насіння поєднує в своєму складі велику кількість корисних компонентів: білок, зокрема незамінні амінокислоти (аргінін, валін, глутамін, фенілаланін, гліцин тощо), значна кількість органічних солей Са, Со, заліза, міді, цинку, які необхідні для нормального кровотворення і нормалізації ліпідного обміну речовин [2, 4].

Чорноплідна горобина містить багатий природний комплекс вітамінів (Р, С, Е, К, В₁, В₂, В₆, бета-каротин), макро- і мікроелементів (бор, залізо, марганець, мідь, молібден, фтор), цукрів (глюкоза, сахароза, фруктоза), поліфенольні сполуки (флавоноли, антоціани, катехіни), пектинові та дубильні речовини [2, 5].

У ягодах журавлини також містяться вітаміни Е, РР, групи В (тіамін, рибофлавін, пантотенова кислота, піридоксин). Плоди журавлини також містять біофлавоноїди, такі як лейкоантоціани, катехіни і фенолокислоти, а також бетаїн і важливі мікро- і макроелементи: калій, кальцій і фосфор. У журавлині порівняно багато марганцю, заліза, міді і молібдену, вона містить також магній, йод, барій, кобальт, бор, нікель, алюміній [2, 5].

Результати. Халва складається з білкової та карамельної мас. Частка білкової маси в халві може складати від 10 до 60% і відповідно карамельна від 20 до 80 %.

Білковими інгредієнтами для виробництва досліджуваної халви виступають: насіння соняшника, льону та шрот з гарбузового насіння.

З метою визначення оптимальної комбінації білкових інгредієнтів готували наступні зразки халви за рецептурного співвідношення насіння соняшника, льону та шроту з гарбузового насіння 100:0:0, 40:40:20, 40:30:30, 50:20:30, 50:15:35, 55:10:35. Визначали їх органолептичні, фізико-хімічні показники, а також розрахунковим методом досліджували хімічний склад білкових основ за даних співвідношень. Результати розрахунків хімічного складу білкових основ наведено у таблиці 1.

Таблиця 1. Хімічний склад білкової основи за різних співвідношень насіння льону, соняшника та шроту з гарбузового насіння

Найменування		Співвідношення масових часток білкових компонентів					
Соняшникове насіння		100	40	40	50	50	55
Лляне насіння		0	40	30	20	15	10
Гарбузовий шрот		0	20	30	30	35	35
Білки, г		20,70	25,53	27,73	27,65	28,75	28,72
Жири, г		52,90	41,04	36,46	36,91	34,62	34,85
Вуглеводи, г		11,40	9,43	11,39	12,38	13,36	13,85
Мінеральні речовини, мг	Na	8,6	95,8	102,7	115,7	119,15	125,65
	K	647,0	713,6	697,1	680,5	672,25	663,95
	Ca	367,0	259,6	239,5	250,7	240,65	246,25
	Mg	317,0	386,6	398,9	391,4	397,55	393,80
	P	530,0	619,8	631,1	619,9	625,55	619,95
	Fe	61,0	28,15	28,30	33,83	33,91	36,67

Найменування		Співвідношення масових часток білкових компонентів					
Клітковина, г		4,80	9,28	10,89	10,69	11,49	11,38
Вітаміни, мг	B1	1,84	1,43	1,29	1,31	1,23	1,24
	B2	0,18	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
	PP	10,12	7,97	7,52	7,73	7,51	7,61
АК, мг на 100 г продукту	валін	788,0	1724,2	2101,7	2071,5	2260,2	2245,1
	ізолейцин	668,0	1126,8	1271,9	1243,8	1316,3	1302,3
	лейцин	1525,0	2083,6	2428,6	2450,5	2623,0	2633,9
	лізін	782,0	1094,4	1228,4	1221,0	1288,0	1284,3
	метіонін	501,0	790,8	903,0	892,1	948,2	942,7
	треонін	999,0	1143,2	1253,7	1266,5	1321,7	1328,5
	триптофан	244,0	471,6	556,0	546,2	588,4	583,5
фенілаланін		1653,0	2288,4	2665,8	2685,7	2874,4	2884,3

При визначенні органолептичних показників враховували смак, запах, колір, консистенцію. При визначенні фізико-хімічних показників — масову частку води і жиру. Дані досліджень наведено у таблиці 2.

Таблиця 2. Органолептичні та фізико-хімічні показники комбінованої халви за різних співвідношень насіння льону, соняшника та шроту з гарбузового насіння у порівнянні з нормативами

Назва показника	Халва у співвідношеннях соняшникового, лляного насіння та шроту з гарбузового насіння					Згідно нормативам
	40:40:20	40:30:30	50:20:30	50:15:35	55:10:35	
Смак і запах	Соняшниковий, злегка рибний		Соняшниковий			Притаманний назві халви, без ознак прогірклості, стороннього присмаку та запаху
Колір	Сіруватий		Жовтувато-сірий			Власний цьому виду халви
Консистенція	Крихкувата, важко розрізається		Легко розрізається, крихкувата			Крихкувата, легко розрізається
Масова частка води, %	3,5	3,2	3,4	3,1	3,2	Не більше ніж 4,0
Масова частка жиру, %	24,7	21,1	21,7	20,5	20,3	18,0-34,0

З даних таблиць 1 та 2 спостерігаємо, що при внесенні насіння льону більше 30 % білкової маси зразки сірувато-коричневого кольору, у них присутній ледь чутний рибний запах та смак. При збільшенні частки шроту з гарбузового насіння зразки набувають більш приємного зовнішнього вигляду, смаку та аромату. За фізико-хімічними показниками всі зразки відповідають нормам, проте за внесення соняшникового насіння 50 % і більше консистенція у досліджених зразках є найкращою.

Тому для подальшої роботи ми обрали зразок, що містить 55 % соняшникового насіння, 10 % — лляного та 35 % шроту з гарбузового насіння.

За даного співвідношення компонентів зростає кількість білка з 20,7 г на 100 г до 28 г на 100 г білкової маси халви. А також вміст клітковини з 4,8 г до 11,38 г, та знижується енергетична цінність готового продукту.

Важливими БАР для організму людини є фенольні сполуки: антоціани, лейкоантоціани, катехіни, флавоноли, фенолокислоти. Ці сполуки містяться у значних кількостях в ягідній сировині. У виробництві халви згідно рецептурних обґрунтувань всі добавки вносяться на стадію вимішування і у вигляді сухих інгредієнтів. Зважаючи на це для збільшення харчової цінності халви в даній науковій роботі використовуємо ягоди журавлини та чорноплідної горобини у вигляді порошків, які характеризуються високим вмістом поліфенольних сполук й інших БАР. Отримували порошки журавлини та чорноплідної горобини за наступними основними технологічними стадіями: інспектування сировини, миття, стікання води, сушіння (температура 40—45 °С, вологість 14—15 %), подрібнення (дисперсність 1—2 мм).

Органолептичні показники порошків з ягід журавлини та чорноплідної горобини наведено у таблиці 3 та цінних БАР — таблиця 4.

Таблиця 3. Органолептичні показники порошків з ягід чорноплідної горобини та журавлини

Показник	Порошок ягід чорноплідної горобини	Порошок ягід журавлини
Колір	Фіолетовий, притаманний даному виду сировини	Малиновий, притаманний даному виду сировини
Смак	Властивий даній сировині	Властивий даній сировині
Запах	Характерний даному виду сировини, без сторонніх запахів	Характерний даному виду сировини, без сторонніх запахів
Зовнішній вигляд	Однорідна порошкоподібна маса без сторонніх домішок	Однорідна порошкоподібна маса без сторонніх домішок

Таблиця 4. Вміст БАР в порошках з ягід чорноплідної горобини та журавлини

Показник	Порошок ягід чорноплідної горобини	Порошок ягід журавлини
Вміст води, %	12	13
Вміст клітковини, %	6,48	5,7
Сума флавонолів, мг%	150	95
Сума фенольних сполук, мг%	1800	1230
Каротиноїди, мг%	8,75	5,65

Проаналізувавши дані можна сказати, що як порошок чорноплідної горобини так і порошок журавлини містять значну кількість фенольних сполук, клітковини, каротиноїдів, вміст яких в традиційній халві є не значним. А поєднання даних порошків забезпечує отримання халви з гарними смаковими властивостями.

Органолептичним аналізом оцінювали масове співвідношення суміші порошків журавлини до чорноплідної горобини як 2:1, 1:1 та 1:2. Зупинилися на другому зразку, оскільки спостерігаються найбільш оптимальні відчуття кислотності, терпкості та солодкості.

Наступним етапом було проведення досліджень щодо кількості внесення суміші ягідних порошків. Проводили органолептичні, фізико-хімічні дослідження із різною кількістю внесення ягідної добавки, дані наведено у таблиці 5.

Таблиця 5. Органолептичні та фізико-хімічні показники комбінованої халви з сумішшю ягідних порошків

Показник	Зразок халви з кількістю внесення суміші ягідних порошків		
	4 %	6 %	8 %
Смак і запах	Соняшниковий, з ледь відчутним смаком ягід	Соняшниковий, з легкою кислотиною ягід	Соняшниковий, добре відчутний смак ягід
Колір	Сірувато-кремовий	Сірувато-кремовий, із деяким вкрапленням ягід	Сірувато-кремовий з червоними вкрапленнями
Консистенція	Крихкувата, легко розрізається	Крихкувата, легко розрізається	Крихкувата, ламка
Масова частка води, %	3,5	3,5	3,7
Масова частка жиру, %	18,7	18,3	17,5

При додаванні суміші порошків у кількості 4 % консистенція халви крихкувата, легко розрізається, ламка, але досягнуто незначний ефект збагачення біологічно активними сполуками ягідної сировини. Внесення добавки у кількості 6 % консистенція халви крихкувата, легко розрізається, ламка та досягається достатнє збагачення функціональними інгредієнтами рослинної сировини. При внесенні добавки у кількості 8 % продукт при розрізанні утворює деяку кількість крихт та важко розрізається. Вміст жиру становить 17,5 %, що не відповідає діючим вимогам до виробу. Отже, аналізуючи усі отримані дані для отримання халви оздоровчої дії обираємо зразок із вмістом ягідних порошків 6 %.

Існує декілька технологічних рекомендацій щодо внесення добавок до складу халви: можливе введення добавок в розтерту білкову масу або додавання їх на одну зі стадій вимішування халви.

Вимішування халви за нашою рецептурою відбувається у три стадії. Оскільки, на першу стадію вимішування вносять карамельну масу температура якої сягає 100-110 °С, то є недоцільним введення вітамінно-мінеральних добавок, фруктових, ягідних порошоків на цю стадію. Адже такий температурний режим призводить до зниження біологічної цінності наших інгредієнтів.

При виготовленні халви оздоровчої дії доцільним буде внесення суміші ягідних порошоків на другу стадію вимішування ($t=65-70\text{ }^{\circ}\text{C}$), оскільки нижчі температурні режими сприятимуть збереженню більшої кількості біологічно активних речовин, а також тривалість двох стадій вимішування достатня для повного розподілення порошоків по всій масі халви. При внесенні порошоків на третю стадію вимішування спостерігається нерівномірне розподілення їх в продукті, що не відповідає прийнятним органолептичним показникам.

Рецептура халви комбінованого складу наведена у таблиці 6.

Таблиця 6. Рецепт халви комбінованого складу

Сировина та напівфабрикати	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини, кг			
		на 1 т напівфабрикату		на напівфабрикат для 1 т не загорнутої продукції	
		в натурі	в сухих речовинах	в натурі	в сухих речовинах
Варка карамельної маси на 470,3 кг					
Цукор пісок	99,85	388,20	387,60	182,60	182,30
Патока	78,00	732,10	571,00	344,30	268,60
Всього		1120,30	958,60	526,90	450,90
Вихід	95,00	1000,00	950,00	470,30	446,80
Збивання карамельної маси на 469,9 кг					
Карамельна маса	95,00	1000,90	950,90	470,30	446,80
Відвар мильного кореня (питома вага 1,05)	10,00	20,00	2,00	9,40	0,90
Всього		1020,90	952,90	479,70	447,70
Вихід	95,00	1000,00	950,00	469,90	446,40
Приготування білкової маси на 481,8 кг					
Соняшникова маса	99,00	550,00	544,50	264,99	262,35
Лляна маса	99,00	100,00	99,00	48,18	47,70
Шрот гарбузового насіння	99,00	350,00	346,50	168,63	166,95
Всього		1000,00	990,00	481,8	477,00
Вихід	99,00	1000,00	990,00	481,8	477,00
Вимішування халви на 1000,00 кг					
Карамельна маса		-	-	469,90	446,90
Білкова маса	99,00	-	-	481,80	477,00
Композиція порошків	86,00	-	-	60,00	51,60
Всього	-			1012,00	975,50
Вихід	96,30			1000,00	947,21

По розробленій рецептурі, обраних та досліджених технологічних режимах було виготовлено в лабораторних умовах зразки халви оздоровчої дії з використанням насіння льону, шроту з гарбузового насіння та ягідних порошоків. Дана халва характеризується підвищенням вмістом біологічно активних речовин та зниженою енергетичною цінністю. Порівняння харчової та енергетичної цінності традиційної та комбінованої халви показало збільшення білкового складу розробленої халви 14,15 г/100 г в порівнянні з традиційною — 11,60 г/100 г і зменшення частки жирів на 35 % (з 29,7 г/100 г до 18,07 г/100 г). Вміст клітковини збільшився з 2,28 г/50 г до 3,46 г/50 г, тобто при споживанні 50 г халви комбінованого складу добова потреба в клітковині буде задовольнятися на 13,84 %. Енергетична цінність традиційної халви складає 530 ккал/100 г, а розробленої 393,20 ккал/100 г, зниження енергетичної цінності на 26 %. За рахунок внесення суміші порошоків ягід вдалося збагатити склад халви фенольними сполуками (флавонолами, антоціанами), що не нормуються у харчових продуктах.

Визначено органолептичні та фізико-хімічні показники, що наведено у таблиці 7.

Таблиця 7. Органолептичні та фізико-хімічні показники розробленої халви

Показник	Розроблена халва	Згідно нормативам
Смак і запах	Соняшниковий, з легкою кислочною ягід	Притаманий назві халви, без ознак прогіркості, стороннього присмаку та запаху
Колір	Сіро-кремовий, із деяким вкрапленням ягід	Властивий цьому виду халви
Консистенція	Крихувата, легко розрізається	Крихувата, легко розрізається
Масова частка вологи, %	3,5	Не більше ніж 4,0
Масова частка жиру, %	18,30	18,00-34,00

Халва відповідає вимогам ДСТУ4188:2003 та може розповсюджуватися у торговій мережі як продукт оздоровчої дії зниженої енергетичної цінності.

Висновки. Доведено можливість використання комбінованої білкової основи (насіння соняшника, льону та шроту з насіння гарбуза) та композиції порошоків з чорноплідної горобини для зниження енергетичної та підвищення харчової цінності халви.

ЛІТЕРАТУРА

1. Калачев М.В. Снижаем калорийность халвы. / М.В. Калачев, Ю.В. Зуева // Кондитерское производство. — 2009. — №2. — С. 24—25.
2. Формазюк В.И. Энциклопедия пищевых лекарственных растений / В.И. Формазюк. — К.: А.С.К., 2003. — 792 с.
3. Мельник А.В. Рослинництво з основами технології переробки. / А.В. Мельник, В.І. Троценко, О.Г. Жатов та ін. — Навчальний посібник. — Суми: ВТД «Університетська книга», 2008. — 384 с.
4. Хусид С.Б. Изучение биологически активных соединений в семенах тыквы различных сортов / С.Б. Хусид, А.И. Петенко, И.С. Жолобова // Научный журнал КубГАУ. — 2014. — № 96(02). — С.36—44.
5. Ручьева О.И. Целебные ягоды. / О.И. Ручьева. — Изд.: Вече, 2007. — 192 с.

ПОЛУЧЕНИЕ ХАЛВЫ ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

А.А. Башта, А.Я. Мандзироха

Национальный университет пищевых технологий

В работе подтверждена целесообразность использования в технологии халвы семени льна, шрота из тыквенных семян и композиции порошков из плодов клюквы и черноплодной рябины для снижения энергетической и повышения пищевой ценности халвы. Применение именно этого сырья в технологии халвы позволяет дополнительно обогатить ее большим количеством биологически активных веществ и создать готовый продукт оздоровительного назначения с хорошим вкусом и внешним видом.

Ключевые слова: халва, семена подсолнечника, льняное семя, шрот из тыквенных семян, ягоды клюквы, ягоды черноплодной рябины, композиция порошков.

BIOLOGICAL COMPLEX OF WILD RAW MATERIAL AS THE COMPONENT OF FUNCTIONAL FOODSTUFFS FOR MILITARY PERSONNEL

G. Simakhina, S. Khalapsina

National University of Food Technologies

Key words:

wild berries,
biological value,
vitamins, polyphenolics,
military personnel,
functional intention

Article history:

Received 27.04.2016
Received in revised form
16.05.2016
Accepted 1.06.2016

Corresponding author:

lyutik.0101@gmail.com

ABSTRACT

The authors conducted an overview of the accessible literary data and analyzed the results of their own experiments over the chemical composition of wild berries (species *Viburnum opulus*, *Oxycoccus palustris*, *Rubus idaeus*, *Ribes nigrum*, *Vaccinium myrtillus*) in order to define the most prospective trends to the further studies of the mentioned berry species and their usage in food technologies (particularly, in production of functional foodstuffs for special contingents). There was confirmed that wild berries included into the recipes for functional foodstuffs would enrich the latter with natural complex of antioxidant vitamins; furthermore, this would slow down the processes of oxidation of non-saturated fatty acids, and destroy the toxic peroxides, and therefore protect the human organism from free-radical damages.

БЮКОМПЛЕКС ДИКОРΟΣЛОЇ СІРОВИНИ ЯК КОМПОНЕНТ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПРОДУКТІВ ДЛЯ СПЕЦКОНТИНГЕНТІВ

Г.О. Сімахіна, д-р техн. наук,

С.В. Халапсіна, асист.

Національний університет харчових технологій

Проведено огляд доступних літературних даних та аналіз результатів власних експериментальних досліджень хімічного складу дикорослих ягід *Viburnum opulus*, *Oxycoccus palustris*, *Rubus idaeus*, *Ribes nigrum*, *Vaccinium myrtillus* для визначення найбільш перспективних напрямів подальшого вивчення представників даних видів і їх використання у харчових технологіях, зокрема при виробництві харчових продуктів для спецконтингентів.

Ключові слова: дикорослі ягоди, біологічна цінність, вітаміни, поліфенольні сполуки, військовослужбовці, функціональна спрямованість.

Вступ. Аналіз даних ринку функціональних харчових продуктів в Україні показав, що досі до сфери харчових технологій практично не залучено дикорослу сировину, яка є важливим джерелом вітамінів-антиоксидантів, пектинових речовин, сполук радіопротекторної дії тощо, необхідних у раціонах осіб, які в силу виконання своїх професійних обов'язків піддаються постійним фізичним та психоемоційним перевантаженням. Це стосується передусім військовослужбовців [1].

Зважаючи на доведений доказовою медициною взаємозв'язок між структурою харчування та станом здоров'я людини і необхідність у короткі терміни розробити адекватне харчування для військових, не викликає сумніву актуальність розроблення рецептур і виробництва

харчових продуктів, збагачених вітамінами, пектиновими речовинами, мінеральними елементами та іншими нутрієнтами. Завдяки цьому продукти набувають нових властивостей, сприятливо впливають на різні функції організму, поліпшуючи стан здоров'я і запобігаючи різним захворюванням [2].

Необхідність розширення асортименту і збільшення обсягів виробництва функціональних продуктів має стати одним із пріоритетів державної політики уряду України в галузі здорового харчування.

Метою досліджень, виконаних на базі кафедри технології оздоровчих продуктів, стало вивчення доцільності використання місцевої дикорослої сировини з підвищеним вмістом функціональних інгредієнтів при розробленні нових харчових продуктів для спецконтингентів, у тому числі військовиків, призначених для нівелювання впливу агресивних умов зовнішнього середовища і підвищення стійкості організму до фізичних і психоемоційних перевантажень.

Матеріали і методи. Виходячи з даних хімічного складу, біологічної сумісності, функціональних властивостей, у якості місцевої дикорослої сировини використано такі ягоди: калина (*Viburnum opulus*), журавлина (*Oxycoccus palustris*), малина (*Rubus idaeus*), смородина (*Ribes nigrum*), чорниця (*Vaccinium myrtillus*). Для дослідження їхнього хімічного складу використано загальноприйняті методи. Відомо, що кожна рослина синтезує широкий спектр хімічних сполук залежно від багатьох чинників: температури, навколишнього середовища, світлового потоку, складу ґрунтів, відносної вологості повітря, окислювального стресу тощо. Завдяки цим чинникам рослина пристосовується до виживання, виробляє свій «імунітет». Обрані матеріали для досліджень є цьому яскравим прикладом — усі вони містять різноманітні біологічно активні сполуки, які дають можливість використовувати їх у якості вітамінних, загальнозміцнюючих, антиоксидантних, імуномодуючих засобів.

Результати досліджень. Організм людини є функціональною системою, всі елементи якої взаємодіють між собою, беруть участь у підтриманні гомеостазу при безперервному обміні речовин та енергії з навколишнім середовищем.

Установлено, що вплив таких негативних чинників, як підвищені нервово-емоційні та фізичні навантаження на тлі нестійких параметрів довкілля, призводять до посилення катаболізму білків, вітамінів та інших життєво важливих нутрієнтів. Така ситуація особливо характерна для спортсменів та військовослужбовців, передусім тих, які перебувають безпосередньо в зоні бойових дій.

У зв'язку з цим, **проблема** забезпечення таких контингентів раціонально збалансованим харчуванням **набирає особливої ваги і має стати актуальним предметом досліджень як науковців, так і практиків.**

Останнім часом теорія збалансованого харчування поповнена новими даними про потреби організму при різних захворюваннях і різних умовах проживання. Тому існуючий у нутриціології балансовий підхід до структури харчування, пов'язаний із нормативним забезпеченням у раціоні макро- та мікронутрієнтів відповідно до фізіологічних потреб людини, **потребує істотного корегування** при розробленні харчових раціонів осіб, що перебувають в екстремальних умовах життєдіяльності.

Підтвердженням цієї тези є результати досліджень [3], на підставі яких автор зробив висновок, що, наприклад, фактичний і нормативний раціони харчування військовослужбовців строкової служби Збройних Сил України не відповідають нормам фізіологічних потреб цієї категорії населення. Причому виявлено кількісний дисбаланс білків, жирів та вуглеводів; надлишок білків рослинного походження і нестача тваринних; незбалансованість амінокислотного та жирнокислотного складу харчових продуктів тощо.

На відміну від спортсменів, проблема забезпечення військових якісним харчуванням поки що не знайшла свого практичного вирішення, варто лише зазначити розробку Н.В. Притульської зі співавторами [4] зі створення продуктів для ентерального харчування, призначених для пацієнтів з травмами, пораненнями і ураженнями. В розвиток цих досліджень співробітники університету сформулювали наукові засади розроблення для військовослужбовців спеціальних харчових продуктів, адекватних умовам життєдіяльності [5].

Свого часу автор праці «Біохімія дикорослих плодово-ягідних рослин» Валентина Петрова зазначала, що із 17,5 тисяч видів вищих рослин флори СРСР на особливу увагу заслуговують дикорослі плоди, світовий фонд яких налічує 5320 видів [6].

Дикорослі плоди та ягоди — багате природне джерело вітамінів, мінеральних сполук, вуглеводів, органічних кислот, ароматичних та інших сполук. Їхня цінність визначається ком-

плексом біологічно активних речовин, зокрема якісним та кількісним складом поліфенолів і аскорбінової кислоти, що є синергістами у живому організмі; каротиноїдами, вітамінами групи В, пектиновими речовинами. Плоди багатьох дикорослих видів, завдяки природному збалансованому співвідношенню цукрів та органічних кислот, вирізняються чудовими харчовими якостями і є важливим резервом у вирішенні проблеми забезпечення населення України здоровим харчуванням.

Сфера використання дикорослих рослин була досить значною в другій половині XX століття. Саме на цей період припадає широкий спектр досліджень біохімічних та фармакологічних властивостей різних видів плодів та ягід, результати яких представлено в роботах В.П. Петрової, Ю.Г. Скорикової, Д.К. Шапіро, В.Ф. Щукіної, М. Бубича, Дж. Харборна.

Останні десятиліття характеризувались широкою експансією у харчову промисловість різноманітних дешевих штучних добавок, які давали можливість надати готовим продуктам бажаного зовнішнього вигляду, структури, подовжити термін їх зберігання тощо. Це зменшило інтерес до використання натуральних джерел вітамінів, барвників, ароматизаторів, інших цінних біокомпонентів рослинної сировини. І, як наслідок, — негативно вплинуло на стан здоров'я споживачів.

Сьогодні, із утвердженням у провідних країнах світу концепції здорового харчування (така тенденція зароджується і в Україні), знову зростає кількість теоретичних та практичних досліджень, присвячених вивченню рослинних матеріалів, у тому числі дикорослих, з метою їх застосування у різних галузях харчової промисловості. Дикоросла сировина є особливо привабливим об'єктом досліджень, зважаючи на її здатність накопичувати в процесах синтезу значно більші концентрації біологічно активних речовин, ніж це властиво їхнім культурним аналогам.

Дикорослі плоди, ягоди та трав'яні рослини насамперед є ефективним джерелом різноманітних вуглеводів, в числі яких — цукри, поліюли, пектинові речовини, клітковина, геміцелюлоза. Вуглеводи є найважливішою групою органічних сполук, що входять до складу рослинних організмів. Це основне джерело енергії і головний опорний матеріал рослинних клітин. Цукри у поєднанні з кислотами та іншими речовинами зумовлюють характерний смак плодів та ягід і їхні технологічні особливості.

У таблиці 1 наведено результати виконаних нами експериментальних досліджень вуглеводного складу досліджуваних дикорослих ягід.

Таблиця 1. Вуглеводний склад дикорослих ягід, %

Назва ягід	Цукри		Пектинові речовини	Поліюли	Клітковина
	Всього	Сахароза			
Калина	7,0...7,6	0,1	0,5...0,7	0,11	1,9
Журавлина	5,2...5,6	0,3	0,6...0,8	0,15	2,0
Малина	3,6...8,4	0,6	0,5...0,7	—	5,2
Смородина чорна	7,8...8,8	0,3	0,5...0,9	—	2,4...3,5
Чорниця	4,8...9,4	0,4	0,4...0,6	—	1,6...2,4

Отримані результати свідчать про цінний вуглеводний склад дикорослих ягід: із загальної маси цукрів понад 90 % припадає на суміш глюкози і фруктози, істотними концентраціями відзначається вміст клітковини. На сьогоднішній день незаперечним є факт надзвичайно великої ролі пектинових речовин у функціонуванні організму людини. Тому дикорослі ягоди, які доцільно залучати до сфери харчових технологій, оцінено також передусім за вмістом пектинових речовин, які складають від 0,5 до 0,9 %.

Автори статті дослідили вміст пектинових речовин у ряді дикорослих ягід, який наведено у таблиці 2.

Таблиця 2. Вміст пектинових речовин у дикорослих ягодах, г на 100 г продукту

Вид ягід	Протопектин	Пектин	Сума пектинових речовин	% протопектину
Журавлина	0,410	0,580	0,990	41,0
Калина	0,410	0,510	0,920	44,6
Смородина чорна	0,365	0,240	0,605	60,3
Малина	0,080	0,030	0,110	72,7
Чорниця	0,0	0,056	0,056	—

Аналіз табличних даних дає можливість зробити ряд висновків.

Загалом основні біохімічні процеси синтезу і взаємоперетворення вуглеводів (в даному випадку пектинових речовин) носять певною мірою універсальний характер — кожна із досліджених дикорослих культур містить у певних співвідношеннях протопектин і розчинний пектин. Вивчення ферментативних процесів перетворення пектинових речовин дало можливість дослідникам з'ясувати їхню роль у формуванні плоду, темпах його розвитку і дозрівання, у визначенні його консистенції.

З отриманих у таблиці 2 даних видно, що максимальну кількість пектинових речовин містять ягоди журавлини (1 % за масою продукту). Більш того, 59 % цієї кількості припадає на розчинний пектин, який відзначається високою біологічною активністю. З досліджених видів ягід за цими показниками до журавлини наближається лише калина.

Пектин сприяє лікуванню різних шлункових захворювань. Він не створює енергетичного запасу в організмі, нормалізує мікрофлору кишечника, виводить з організму холестерин, а головне — здатен утворювати нерозчинні комплекси з токсичними та радіоактивними металами і виводити їх з організму. Властивості пектинових речовин широко використовуються у виробництві дієтичних і профілактичних харчових продуктів зниженої калорійності, а також продуктів, призначених для працюючих в умовах свинцевої, ртутної та іншого виду інтоксикації.

Органічні кислоти посідають за розповсюдженістю в рослинах важливе місце безпосередньо після вуглеводів. Накопичується все більше даних про роль органічних кислот у рослинних організмах. Відомо, наприклад, що завдяки певному рН, створеному кислотами, пригнічується розвиток плісняви та інших мікроорганізмів. На сьогодні яблучну кислоту віднесено до специфічних радіопротекторних сполук. Перебуваючи в оптимальному співвідношенні з цукрами, органічні кислоти зумовлюють смакові якості сировини та готової продукції.

Найбільш поширеними кислотами дикорослих ягід є нелеткі: лимонна, яблучна, винна, щавлева, бурштинова. Локалізовані кислоти в клітинному соку вакуоль. Вміст кислот у дикорослих ягодах коливається в досить широких межах — від 0,6 до 6,0 %. Найбільш висока кислотність характерна для лимоннику, аличі, журавлини, обліпихи, калини.

За результатами експериментів встановлено вміст органічних кислот у досліджуваних ягодах (табл. 3).

Таблиця 3. Вміст органічних кислот та цукрів у дикорослих ягодах, %

Вид ягід	Сума цукрів, %	Сума органічних кислот, %
Журавлина	4,3...4,8	1,84...3,45
Калина	5,1...5,5	1,96...2,76
Смородина чорна	7,8...8,3	0,64...1,38
Малина	8,2...8,9	1,18...1,94
Чорниця	6,9...7,4	0,76...1,68

З даних таблиці 3 видно, що зі всіх досліджених дикорослих ягід журавлина і калина містять найбільше органічних кислот і, відповідно, найменше цукрів. Аналіз літературних даних свідчить про те, що культурні форми і сорти ягід містять набагато менше органічних кислот, ніж дикорослі. Очевидно, це пояснюється тим, що в процесах селекції орієнтуються передусім на органолептичні показники та розмір плода, і оскільки висока загальна кислотність ягід знижує їхні смакові якості, селекцією добивались зниження кислотності плодів культурних сортів. Це ще раз підкреслює обґрунтованість використання дикорослих ягід у харчових технологіях, зважаючи на сучасні знання про виняткову роль органічних кислот у функціонуванні організму людини, особливо в умовах несприятливого екологічного довкілля.

За літературними даними, журавлина містить також бензойну кислоту, котра має антисептичну дію і, вірогідно, захищає ягоди від плісняви [7]. Використання журавлини у харчових продуктах прогнозовано надаватиме їм також антисептичної дії, що є важливим чинником для збереження стану здоров'я військовослужбовців.

Харчова та біологічна цінність дикорослих ягід переважною мірою визначається наявністю в них вітамінів і вітаміноподібних речовин. Вітамін С, точніше, його відновлена форма — L-аскорбінова кислота — поширена в дикорослих ягодах. Більшість із них при регулярному вживанні можуть легко поповнити нашу добову потребу в аскорбіновій кислоті (200 мг на добу). Тим часом С-вітамінну недостатність відчуває 50 % населення України. Зважаючи на спільну присутність у рослинних матеріалах аскорбінової кислоти та поліфенолів, у ягодах

визначено вміст аскорбінової кислоти паралельно із результатами вмісту загальної кількості поліфенольних сполук (табл. 4).

Таблиця 4. Вміст аскорбінової кислоти та поліфенольних сполук у дикорослих ягодах, мг/100 г

Вид ягід	Сухі речовини, %	Аскорбінова кислота	Поліфенольні сполуки
Журавлина	21,4	705	1345,0
Калина	23,2	424	1215,0
Смородина чорна	19,8	551	1858,0
Малина	24,2	386	1344,0
Чорниця	22,6	276	2095,0

Із наведених даних видно, що дикорослі ягоди містять значні кількості аскорбінової кислоти. Критичний огляд великого числа даних дає підстави зробити висновок, що накопичення аскорбінової кислоти в процесі росту є специфічною особливістю кожного виду рослин і переважаючим чинником їхньої спадковості. Дані показують також, що немає певної закономірності у кількісних співвідношеннях аскорбінової кислоти і поліфенольних сполук; можна лише сказати, що у ягодах чорниці, порівняно з іншими, міститься найменше аскорбінової кислоти, зате максимальна кількість поліфенольних сполук. Як показали дослідження [8], відходи перероблення ягід журавлини можуть стати цінним джерелом отримання вільних фенольних сполук високої антиоксидантної активності, що є особливо важливим при створенні харчових продуктів для військовослужбовців.

Висновки. Незаперечним є факт, що нові харчові продукти, отримані з використанням напівфабрикатів дикорослих ягід, завдяки наявності різноманітних біологічно активних сполук матимуть високу харчову та біологічну цінність. Дикорослі ягоди, введені до рецептур функціональних продуктів для військовиків, збагачують їх природним комплексом вітамінів-антиоксидантів, що сповільнюють процеси окислення ненасичених жирних кислот шляхом взаємодії з киснем, руйнують утворені токсичні пероксиди, захищаючи організм від ушкоджуючої дії вільних радикалів. Констатація цього факту дуже важлива для підтримання здоров'я військовослужбовців, особливо в нинішній час, коли антропогенні, фізичні та психоемоційні навантаження виросли в декілька разів.

У дослідженій сировині виявлено ряд цінних біологічно активних речовин імуномодуючої, радіопротекторної, дезінтоксикаційної, загальнозміцнюючої дії, що підтверджує існуючі літературні дані щодо перспектив залучення до сфери харчових виробництв різних видів дикорослої сировини як одного з ефективних джерел створення нових поліфункціональних збагачувачів та дієтичних добавок профілактичного і оздоровчого призначення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Новиков В.С. Патогенетические механизмы развития экстремальных состояний / В.С. Новиков // Вестник Рос. ВМА. — 2004. — №1. — С. 57—64.
2. Сімахіна Г.О. Взаємозв'язок структури харчування і здоров'я — концептуальна основа розроблення продуктів для військовослужбовців // Г.О. Сімахіна, А.І. Українець // Наукові праці НУХТ. — 2016. — Том 22, №1. — С. 192—199.
3. Депутат Ю.М. Гігієнічне обґрунтування корекції загальновійськового добового раціону харчування військовослужбовців строкової служби Збройних Сил України: автореф. дис. на здобуття наукового ступеня кандидата мед. наук: спеціальність 14.02.01 / Ю.М. Депутат; ДУ «Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва НАН України». — К., 2010. — 19 с.
4. Притульська Н.В. Товарознавчі засади позиціонування продуктів для ентєрального харчування / Н. Притульська, Ю. Мотузка // Товари і ринки. — 2014. — №2. — С. 53-59.
5. Українець А.І. Наукові аспекти розроблення харчових раціонів для військовослужбовців / А.І. Українець, Г.О. Сімахіна, Н.В. Науменко // Наукові праці НУХТ. — 2015. — Т. 21, №3. — С. 205-211.
6. Петрова В.П. Биохимия дикорастущих плодово-ягодных растений / В.П. Петрова. — К.: Вища школа, 1986. — 287 с.

7. Pehkonen T. Artificial infection of *Vaccinium vitis-idaea* L. and defense responses to *Exobasidium* species / T. Pehkonen, J. Koskimäki, K. Riihinen et al. // *Physiological and Molecular Plant Pathology*. — 2008. — Vol. 72. — P. 146—150.

8. Zheng Z. Solid-state bioconversion of phenolics from cranberry pomace and role of *Lentinus edodes* β -glucosidase / Z. Zheng, K. Shetty // *J. Agric. Food Chem.* — 2000. — Vol. 48. — P. 895—900.

БИОКОМПЛЕКС ДИКОРАСТУЩЕГО СЫРЬЯ КАК КОМПОНЕНТ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ СПЕЦКОНТИНГЕНТОВ

Г.А. Симахина, С.В. Халапсина

Национальный университет пищевых технологий

*Проведен обзор доступных литературных данных и анализ результатов собственных экспериментальных исследований химического состава дикорастущих ягод *Viburnum opulus*, *Oxycoccus palustris*, *Rubus idaeus*, *Ribes nigrum*, *Vaccinium myrtillus* для определения наиболее перспективных направлений дальнейшего изучения представителей данных видов и их использования в пищевых технологиях — в частности, при производстве пищевых продуктов для спецконтингентов.*

Ключевые слова: дикорастущие ягоды, биологическая ценность, витамины, полифенольные соединения, военнослужащие, функциональная направленность.

NEW CELLULOSE-BASED COMPOSITIONS WITH DETOXIFYING AND ADAPTOGENIC EFFECTS

G. Simakhina, T. Fedorenko

National University of Food Technologies

Key words:

functional foodstuffs,
military personnel,
food cellulose,
fruit and vegetables,
safety indices

Article history:

Received 13.04.2016
Received in revised form
16.05.2016
Accepted 28.05.2016

Corresponding author:

lyutik.0101@gmail.com

ABSTRACT

The article represents an analysis of technological possibilities to perfect the qualitative characteristics of foodstuffs for Ukrainian Armed Forces personnel.

The best way to do it is the creation and usage of plant compositions whose components reveal their diverse effects on human organism (including detoxification and adaptogenic effect).

The authors of the article present the main characteristics of food cellulose, curative plants, and aquatic organisms as raw materials. There are also proposed the technologies to obtain the compositions, and conducted the analysis of quality and safety indices. The main conclusion is that combination of food cellulose obtained from cereals and seedy cultures, and also from fruit and vegetables, would allow producing the high-quality ready-to-eat foodstuffs with sufficient content of pectin, hemicelluloses, lignin and other biologically active substances.

НОВІ КОМПОЗИЦІЇ НА ОСНОВІ ХАРЧОВОЇ КЛІТКОВИНИ ДЕЗІНТОКСИКАЦІЙНОЇ ТА АДАПТОГЕННОЇ ДІЇ

Г.О. Сімахіна, д-р техн. наук,

Т.І. Федоренко, асист.

Національний університет харчових технологій

У статті розглянуто технологічні можливості вдосконалення якісних характеристик харчових продуктів для раціонів військовослужбовців Збройних Сил України шляхом створення і використання рослинних композицій, компоненти яких виявляють різнобічні фізіологічні ефекти на організм людини, в тому числі дезінтоксикаційні та адаптаційні. Наведено основні характеристики харчової клітковини, лікарських рослин, гідробіонтів як сировинних матеріалів. Запропоновано технології отримання композицій та проведено аналіз показників якості та безпеки.

Ключові слова: функціональні продукти, військовослужбовці, харчова клітковина, плодовоовочеві культури, показники безпеки.

Вступ. Нині проблема впливу на організм людини численних несприятливих чинників природного і соціального середовища стає дедалі актуальнішою у зв'язку зі збільшенням антропогенних екологічних навантажень, виснаженням адаптаційних та компенсаторних механізмів.

На жаль, питання впливу складних умов довкілля на організм військовиків на сьогодні мало вивчено. Звертає на себе увагу практична відсутність сучасних досліджень робочих можливостей організму солдатів в умовах, адекватних тим, яких зазнають у зоні АТО, особливо засобів підтримання та розширення цих можливостей.

Разом з тим, існують сучасні дані щодо закономірностей фізіологічних змін в організмі людини в екстремальних умовах і можливості цілеспрямованого впливу на нормалізацію його

функціонування, передусім засобами адекватного харчування. Так, автори [1] на основі принципів доказової медицини обґрунтували безпосередній зв'язок між харчуванням та станом здоров'я людини, її стійкістю до шкідливих чинників довкілля і соціального середовища.

Відомо, що однією з основних вимог до раціонального харчування XXI століття є відповідність його компонентного складу нутритивним потребам людини у певних умовах життєдіяльності, в даному разі — військових в умовах бойових дій. Раціональне харчування — надзвичайно важливий чинник збереження і зміцнення здоров'я, а також підтримання високої боєздатності солдатів як у мирних умовах, так і під час активної фази боїв.

Оскільки автори згаданої статті розглядають раціон як зумовлену зовнішніми чинниками взаємодією людини з довкіллям, необхідним є виробництво нових харчових продуктів із певними функціональними інгредієнтами.

У роботі [2] вперше сформульовано засадничі аспекти конструювання спеціальних харчових раціонів для військовослужбовців, в основу яких покладено принципи збалансованості раціонів за окремими групами нутрієнтів та їхньої адекватності фізичним і психоемоційним навантаженням у зоні бойових дій. Один із цих аспектів обґрунтовує необхідність введення до складу харчових продуктів для військовиків харчових волокон.

Харчові волокна, які є будівельним матеріалом для клітин та клітинних стінок, сприяють підтриманню постійних позитивних симбіотичних взаємостосунків між організмом людини та мікрофлорою її травного апарату. Протягом останніх 10 років харчові продукти, збагачені волокнами, рекомендовано для щоденного споживання з метою очищення організму від продуктів метаболізму та його дезінтоксикації [3].

Однак ці продукти не знайшли широкого використання. Харчові волокна, які рекомендовано для безпосереднього вжитку з метою очищення організму, можна використовувати не контрольовано не більше 3-х тижнів. Адже, не маючи селективної здатності щодо зв'язування металів в організмі людини, харчові волокна можуть призвести до демінералізації організму і принести йому більшої шкоди, ніж сполуки, від яких ми прагнемо очистити організм [4].

Тому подальший поступ у розробленні продуктів на основі харчової клітковини вбачається у створенні таких композицій, які містять, окрім целюлози, геміцелюлоз, пектинів також есенціальні мінеральні сполуки та вітаміни. Саме такі композиції дадуть змогу водночас і очистити організм від ксенобіотиків, і поповнити його незамінними біологічно активними речовинами.

Тому актуальним завданням і **метою** даної роботи є обґрунтування і створення збалансованих за хімічним складом багатокомпонентних композицій харчова клітковина : біологічно активні речовини рослин дезінтоксикаційної та адаптогенної дії для використання у раціонах харчування військовослужбовців.

Матеріали і методи досліджень. Аналіз літературних даних, результати власних досліджень, методологічні підходи, методи біохімічного аналізу, визначення складу сировини та готових композицій. Предмети досліджень: харчова клітковина злакових, насінневих, плодовоовочевих культур; екстракти лікарських трав; порошки з плодовоовочевої сировини та гідробіонтів.

Результати. Аналіз літературних джерел та результати власних експериментальних досліджень показали, що харчова клітковина плодовоовочевих культур в своєму складі має достатній вміст біологічно активних речовин, проте вона збіднена на сполуки функціонального спрямування (целюлозу, геміцелюлози, лігнін) [5]. Харчова клітковина злакових та насінневих культур, навпаки, має достатній вміст таких сполук, але збіднена мінеральними, вітамінними та провітамінними складовими. Тому саме ці два види клітковини ми обрали в якості предметів дослідження.

Поєднання поглинальної та іоноутримувальної здатності харчової клітковини пшеничних висівок (ХКПВ) дає можливість передбачити доцільність її використання як матриці при створенні збалансованого комплексу: харчова клітковина : біологічно активні речовини рослин. В якості біологічно активної складової використали екстракти лікарських рослин, гідробіонти, різноманітні порошкові плодовоовочеві наповнювачі [6].

Екстракти лікарських рослин завдяки вмісту у своєму складі активно діючих біологічних речовин можна використовувати як ефективну добавку до харчової клітковини при лікуванні та профілактиці багатьох хвороб.

Лікувальні властивості рослин залежать від наявності в них комплексу різноманітних за структурою і терапевтичною дією речовин, тому введення їх до складу композицій з харчою клітковиною дало можливість отримати широкий спектр нових видів клітковини.

Гідробіонти рослинного походження є джерелом вітамінів групи В, вітамінів С, Е, провітаміну А, мінеральних речовин тощо. Альгірати відзначаються ефективними сорбційними здатностями,

мають загальнозмичуючі, протиатеросклеротичні, гіпоглікемічні та регулюючі обмін речовин властивості. Йод у морській капусті міститься у вигляді йодорганічних сполук та йодидів, які активно впливають на функцію щитовидної залози та стимулюють клітинний імунітет [7].

З метою збереження вітамінів та біологічно активних сполук рослин найбільш доцільно застосовувати метод їх заморожування в атмосфері рідкого азоту чи інших холодоагентів з наступним сублімаційним сушінням, що є єдиним на сьогодні у світовій практиці методом отримання готових продуктів, у яких максимально збережено усі біологічно активні сполуки, синтезовані у сировині природою. Однак цей спосіб поки що мало використовується в Україні, зважаючи на проблеми з рідким азотом. Тому в роботі ми використали метод низькотемпературного сушіння (30...35 °С), який дає результати майже зіставні з отриманими при застосуванні сублімаційного сушіння.

Важливим чинником позитивного терапевтичного впливу на організм людини є не тільки кількісне та якісне співвідношення компонентів, що надходять в організм, а й ступінь їх засвоєння. Тому з метою підвищення біологічної доступності нових видів продуктів ми використали дезінтеграторне подрібнення, в процесі якого досягається і диспергування продукту, і його активування, що підвищує ефект дії таких композицій на організм людини.

Враховуючи наведені гіпотези та міркування, для отримання нових видів функціональних продуктів дезінтоксикаційної та адаптогенної дії запропоновано технологію низькотемпературного перероблення рослинної сировини для отримання комплексів харчова клітковина: біологічно активні речовини з подальшим дезінтеграторним механоактивуванням сухих матеріалів.

У якості вихідних складових композицій використано пшеничні висівки, ячмінні паростки, овочі (буряк, морква, гарбуз, топінамбур), фрукти (яблука, апельсини), ягоди (горобина звичайна, горобина чорноплідна, чорна смородина), екстракти лікарських рослин (софора японська, солодка гола), гідробіонти (ламінарія).

Пшеничні висівки — це вторинні сировинні матеріали борошномельних та круп'яних підприємств. **Ячмінні паростки** теж залишаються при виробництві пива та солодових екстрактів. Отже, вони не є дефіцитними та дорогими, а тому можуть бути використані при створенні нового покоління продуктів функціонального спрямування. Аналіз пшеничних висівок та ячмінних паростків на вміст ХК та її якісний склад наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Якісний склад пшеничних висівок та ячмінних паростків

№ п/п	Сировина	Вміст вологи, %	Вміст білку, %	Вміст жиру, %	Вміст вуглеводів, %	Вміст золи, %	Вміст клітковини	
							перетравлювана, %	неперетравлювана, %
1	Пшеничні висівки	14,0	15,5	-	12,2	3,3	2,1	63,9
2	Ячмінні висівки	14,5	30,8	2,0	26,6	6,4	1,6	17,1

За результатами досліджень можна зробити висновок, що пшеничні висівки та ячмінні паростки мають достатній вміст клітковини і можуть бути використані у якості матриці при створенні композицій харчова клітковина : біологічно активні речовини рослин дезінтоксикаційної дії.

Вибір джерел біологічно активних речовин теж обґрунтовано. Всі обрані нами фрукти, овочі та ягоди у достатній кількості вирощуються в Україні, а отже не є дефіцитними. Крім того, у своєму складі вони містять достатню кількість вітаміну С, β-каротину, сполук Р-вітамінної активності та інших речовин, які роблять значний внесок у надання готовим композиціям імуномодулюючої, загальнозмичуючої та адаптогенної дії.

Для створення комплексу харчова клітковина : біологічно активні речовини використовували 65...70% пшеничних висівок і 30...35% попередньо помитих та очищених ягід, фруктів або овочів. Компоненти змішували, подрібнювали і отриману масу висушували низькотемпературним способом, сухі матеріали подрібнювали в дезінтеграторі і пакували.

Якісний склад отриманих комплексів наведено в табл. 2. З представлених даних видно, що розроблені композиції мають достатній вміст сполук функціонального спрямування дезінтоксикаційної та адаптогенної дії.

За вмістом токсичних елементів (табл. 3) отримані біокомпозиції знаходяться в межах допустимих норм.

Таблиця 2. Біохімічний склад композицій на основі пшеничних висівків

№ п/п	Складова композиції	Вміст вологи, %	Вміст білку, %	Вміст клітковини, %	Вміст вуглеводів, %		Вміст вітамінів, мг %	
					моно-, олігосахариди	полісахариди	аскорбінова к-та	каротиноїди
1	Порошок столового буряка	12,70	3,50	23,78	0,26	46,76	26,42	0,03
2	Порошок моркви	11,25	14,20	16,2	0,46	54,62	11,6	20,88
3	Порошок топінамбуру	12,20	14,24	8,94	18,2	52,92	7,97	—
4	Порошок яблука	11,07	11,35	22,54	2,1	49,59	40,2	0,03
5	Порошок аронії	13,81	12,3	21,6	0,2	48,60	230,0	2,4
6	Порошок чорної смородини	14,21	12,56	12,34	1,23	55,86	412,2	0,2

Таблиця 3. Вміст важких металів і миш'яку в композиціях на основі пшеничних висівків

№ п/п	Складова композиції	Вміст свинцю, мг/кг	Вміст кадмію, мг/кг	Вміст миш'яку, мг/кг	Вміст ртуті, мг/кг	Вміст міді, мг/кг	Вміст цинку, мг/кг
1	Порошок чорної смородини	0,105	0,020	<0,08	<0,005	1,21	1,23
2	Порошок горобини чорноплодної	0,071	0,028	<0,08	<0,005	1,34	1,65
3	Порошок яблука	0,095	0,028	<0,08	<0,005	1,08	1,73
4	Порошок буряка столового	0,195	0,053	<0,08	<0,005	1,57	3,18
5	Порошок топінамбуру	0,25	0,056	<0,08	<0,005	1,74	4,35
6	Порошок моркви	0,21	0,051	<0,08	<0,005	1,93	4,92

Харчова клітковина у ячмінних паростках міститься в меншій кількості, ніж у пшеничних висівках, однак вони є джерелом не тільки клітковини, а й вітамінів (А, Е, D), амінокислот і ферментів. Для створення композицій біокомплексів брали 75...80 % ячмінних паростків і 20...25 % ягід, овочів або фруктів у вигляді порошоків. Якісний склад композицій на основі ячмінних паростків представлено в табл. 4.

Таблиця 4. Біохімічний склад композицій на основі ячмінних паростків

№ п/п	Складова композиції	Вміст вологи, %	Вміст білку, %	Вміст вуглеводів, %		Вміст клітковини, %	Вміст жиру, %	Вміст вітамінів, мг%	
				моно-, олігосахариди	полісахариди			вітамін С	каротиноїди
1	Порошок гарбуза	13,71	24,87	21,40	6,05	25,00	1,54	21,84	27,34
2	Порошок цедри апельсина	13,03	24,33	22,34	8,08	24,85	1,61	48,38	16,25
3	Порошок горобини звичайної	12,87	24,83	22,43	6,02	25,65	1,51	30,61	18,07

За вмістом токсичних елементів створені композиції також перебувають у допустимих нормах.

Висновки. Харчова клітковина рослин є потужним та ефективним засобом очищення організму людини від радіонуклідів, важких металів, продуктів метаболізму та інших ксенобіо-

тиків. Інноваційним підходом до використання харчової клітковини є розроблення нових композицій на її основі, збагачених комплексом біологічно активних речовин різних рослинних матеріалів. Такі композиції поповнюють організм людини необхідними компонентами імунomodуючої, сорбційної, адаптаційної дії.

Поєднання в одній композиції харчової клітковини злакових і насінневих культур, а також плодів та овочів забезпечує отримання готових продуктів з достатнім вмістом пектинових речовин, геміцелюлози, лігніну та широкого спектру біологічно активних речовин плодів, ягід, овочів, що відкриває перспективи вдосконалення структури харчових продуктів і їх використання у раціонах спецконтингентів, у тому числі військовослужбовців.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сімахіна Г.О. Взаємозв'язок структури харчування і здоров'я — концептуальна основа розроблення продуктів для військовослужбовців / Г.О. Сімахіна, А.І. Українець // Наукові праці НУХТ. — 2016. — Т. 22, №1. — С. 192-199.
2. Українець А.І. Наукові аспекти розроблення харчових раціонів для військовослужбовців / А.І. Українець, Г.О. Сімахіна, Н.В. Науменко // Наукові праці НУХТ. — 2015. — Т. 21, №3. — С. 209-215.
3. Казаков Е.Д. Польза и вред пищевых добавок / Е.Д. Казаков // Изв. вузов. Пищ. технология. — 1997. — №6. — С. 72-73.
4. Николаев В.Г. Теоретические основы и сферы практического применения энтеросорбции / В.Г. Николаев, В.В. Стрелко // Тез. докл. «Сорбционные методы детоксикации и иммунокоррекции в медицине», Харьков, 18-21 апр. 2002 г. — С. 112-114.
5. Дудкін М.С. Наукові основи використання білково-полісахаридно-лігнінних комплексів рослинної сировини, як протекторів радіонуклідів / М.С. Дудкін, Л.Ф. Щелкунов, О.І. Данилова // Наук. праці Одес. держ. акад. харч. технологій. — 1999. — Вип. 20. — С. 145—150.
6. Толстогузов В.Б. Роль химии в разработке перспективных методов получения пищевых продуктов / В.Б. Толстогузов. — М.: Знание, 1985. — 48 с.
7. Скурихин И.М. Расчетный метод определения пищевых волокон в продуктах питания / И.М. Скурихин, И.И. Паносян, Д.Ю. Жилинские // Вопр. питания. — 1995. — № 1. — С. 20-23.

НОВЫЕ КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ ПИЩЕВОЙ КЛЕТЧАТКИ ДЕЗИНТОКСИКАЦИОННОГО И АДАПТОГЕННОГО ДЕЙСТВИЯ

Г.А. Симахина, Т.И. Федоренко

Национальный университет пищевых технологий

В статье рассмотрены технологические возможности усовершенствования качественных характеристик пищевых продуктов для рационов военнослужащих Вооруженных Сил Украины путем создания и использования растительных композиций, компоненты которых проявляют разносторонние физиологические эффекты на организм человека, в том числе дезинтоксикационные и адаптационные. Наведены основные характеристики пищевой клетчатки, лекарственных растений, гидробионтов как сырьевых материалов. Предложены технологии получения композиций и проведен анализ показателей качества и безопасности.

Ключевые слова: функциональные продукты, военнослужащие, пищевая клетчатка, плодовоовощные культуры, показатели безопасности.

«BILKOZYNE» IS AN ALTERNATIVE INGREDIENT IN THE COMPOSITIONAL PREMIXES

V. Pasichniy, M. Polumbryk, M. Polumbryk

National University of Food Technologies

Key words:

collagenous protein,
bilkozyne,
premixes,
component,
secondary raw materials

Article history:

Received 29.04.2016
Received in revised form
18.05.2016
Accepted 28.05.2016

Corresponding author:

mx_pol@yahoo.com

ABSTRACT

A possibility of a novel beef collagenous protein «Bilkozyne» application in meat products as an alternative compositional ingredient has discussed in the article. It has shown that «Bilkozyne» inclusion in the compositional premixes can improve functional properties of the final products and decrease the manufacture cost. The experimental data, which is given in the article can be applied in sausages technologies in order to increase both product yield and sensory features of the final products. The functional and technological features of the model forcemeats with different collagen content were improved in compare with control forcemeat and were able to be controlled. Thus, the most effective composition, which will retain traditional sensory properties of meat products can be selected. Utilization of collagenous emulsions was applied as a mean meat products fortification by connective tissues and therefore give them healthy properties.

«БІЛКОЗИН» — АЛЬТЕРНАТИВНИЙ ІНГРЕДІЄНТ В КОМПОЗИЦІЙНИХ СУМІШАХ

В.М. Пасічний,
М.О. Полумбрик,
М.М. Полумбрик

Національний університет харчових технологій

В статті описана можливість застосування яловичого колагенового білка «Білкозин» в якості альтернативного компонента білковмісних сумішей з метою покращення їх функціональних властивостей та підвищення рентабельності виробництва м'ясних продуктів. Отримані результати можуть застосовуватися в технологіях ковбасних виробів для збільшення виходу продукції та підвищення показників якості.

Ключові слова: колагеновий білок, білкозин, суміші, компонент, вторинна сировина.

Вступ. В умовах дефіциту м'ясної сировини і, зважаючи на прагнення виробників до зниження собівартості продукції при збереженні високих якісних показників готових виробів, дослідження технологічних властивостей альтернативних джерел білка, й виготовлення з них продукції є вкрай актуальними для вітчизняного м'ясного ринку. Тому, пошук ефективних технологічних рішень щодо впровадження цих видів білку у виробництві м'ясних продуктів є предметом інтенсивних досліджень, які відбуваються в наш час [1].

Білкові композиції тваринного походження знайшли застосування в технології продуктів з м'яса завдяки своїй помірній вартості, доступності на ринку, високій емульгуючій та стабілізуючій дії в фаршевих системах. Завдяки підвищенню вмісту білку в готових виробках при забезпеченні необхідного рівня споживання незамінних амінокислот, продукти, виготовлені з використанням тваринних білків є більш збалансованими за вмістом макронутрієнтів, порівняно із звичайними продуктами. Незважаючи на переваги, якими володіють білкові композиції, які зараз впроваджені в технології м'ясних продуктів, вони не забезпечують вирішення комплексного завдання забезпечення необхідних структурно-механічних характеристик напівфабрикатів і готових виробів, забез-

печуючи при цьому високу харчову цінність продуктів. Тому, нами в якості об'єкта досліджень був обраний гідролізований яловичий білок «Білкозин», який володіє високим технологічним потенціалом. Слід зазначити, що колаген, надходячи з іжею, забезпечує здоровий стан хрящової і кісткової тканин, шкіри, сухожиль і суглобів. Особливо висока потреба в колагені виникає після травм і при інтенсивних спортивних навантаженнях.

Колагеновий протеїн не містить додаткових харчових добавок, не має Е-індексу й ГМО-змін. Процес його виготовлення підлягає суворому ветеринарному контролю, використовуючи при цьому стандарти НАССР. Такий білок характеризується високою розчинністю, високими вологозв'язуючою і вологоутримуючою здатностями і рекомендований для використання в якості функціонального білкового компонента при виробництві м'ясопродуктів з метою підвищення якості готової продукції, завдяки поліпшенню консистенції, і товарного вигляду [2].

Мета дослідження: покращення функціональних властивостей білоквмісних сумішей та підвищення рентабельності виробництва м'ясних продуктів з ними шляхом застосування яловичого колагенового білка «Білкозин», в якості альтернативного компонента.

Методи і методики. Визначення ефективної в'язкості гідратованих сумішей композицій «Промулін Б-30» і «Смолл-стаб 80» при різному ступені гідратації залежно від їх градієнта напруження на зріз.

Результати досліджень. Вітчизняний ринок представлений широким асортиментом білкових сумішей тваринного походження, зокрема торгівельними марками «Промулін», «Смолл-стаб», «Скан-Про» та іншими. Нами були проведені порівняльні дослідження застосування «Білкозину» в композиційних сумішах для виготовлення емульгованих ковбасних виробів. В якості контрольних зразків були обрані композиції «Промулін Б-30» і «Смолл-стаб 80». Ці суміші є ефективними емульгаторами та структуроутворювачами для виготовлення широкого ряду ковбасних виробів. В Таблиці 1 вказані компоненти, включені в рецептуру «Промуліну Б-30» (контрольний зразок) та розробленої суміші, в якій тваринний білок СканПро був повністю замінений на «Білкозин». «СканПро» — високофункціональний білок, виготовлений зі свинячої шкірки або тримінгу. Вміст білка в ньому становить 82-85% [4].

Таблиця 1. Рецептурний склад композиційних сумішей «Промулін Б-30»

Рецептура	Промулін Б-30, %	
	Контрольний зразок	Зразок №1
Фосфат харчовий	3,2	3,2
Карагенан	3,2	3,2
СканПро	6,4	—
Білкозин	—	6,4
Крохмаль модифікований	8,8	8,8
КМЦ	64,0	64,0
Моно- та дигліцерид	14,4	14,4
Всього	100,0	100,0

Заміна білкового компоненту СканПро на Білкозин в рецептурі ковбасних виробів дозволяє знизити собівартість продукції та підвищити вихід завдяки зниженню втрат при термічній обробці. Крім того, «Білкозин» володіє більшою емульгуючою та жирутримуючою здатністю, ніж «СканПро».

В рецептурі іншого структуроутворювача — «Смолл-стаб 80» (контрольний зразок), для зниження вартості суміші та покращення технологічного ефекту, було замінено по 2,4% ксантанової камеді та соєвої клітковини і 2% цукру на «Білкозин» (зразок №2). Рецептури розроблених композиційних сумішей наведено в Таблиці 2.

Таблиця 2. Рецептурний склад композиційних сумішей «Смолл-стаб 80»

Рецептура	Смолл-стаб 80, %	
	Контрольний зразок	Зразок №2
Караганан напівочищений	51,8	51,8
Ксантанова камідь	7,4	5,0
Мальтодекстрин	3,7	3,7
Хлорид калію	3,7	3,7
Білкозин	—	6,8
Соева клітковина	7,4	5,0
Цукор	26,0	24,0
Всього	100,0	100,0

Основним показником, який слугує для визначення ефективності використання білкових композицій вважається підвищення ефективної в'язкості при їх гідратації порівняно з контрольними зразками. Співвідношення при гідратації було обрано відповідно до рекомендацій виробників і становило 1:59 і 1:80.

Залежності ефективної в'язкості гідратованих сумішей від їх градієнта напруження на зріз приведені на Рис. 1 та Рис. 2.

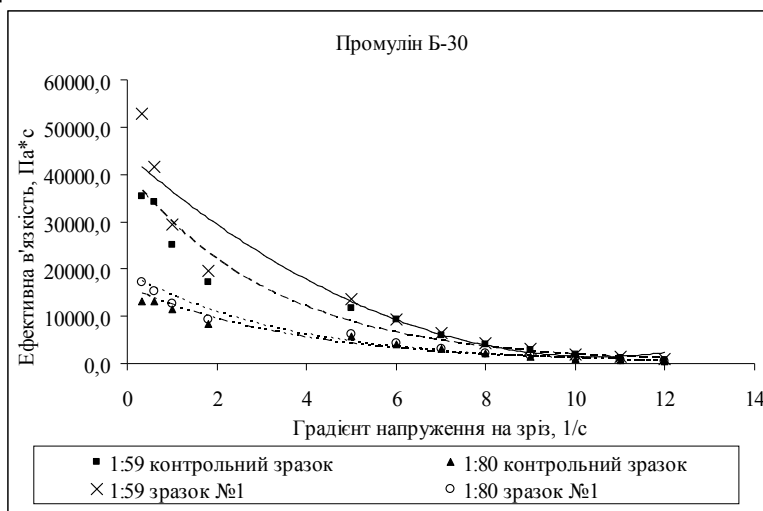


Рис.1. Залежність ефективної в'язкості «Промулін Б-30» від градієнту напруження на зріз

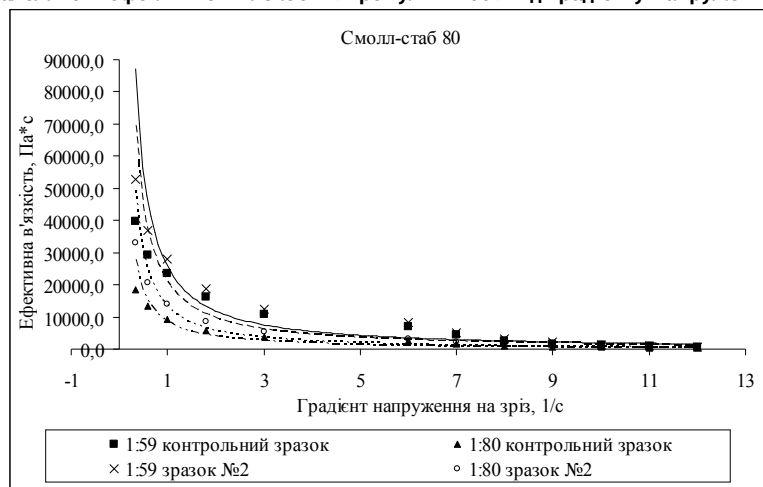


Рис.2. Залежність ефективної в'язкості «Смолл-стаб 80» від градієнту напруження на зріз

З Рис. 1 та Рис. 2. видно, що внесення в композиційні суміші «Промулін Б-30» і «Смолл-стаб 80» білка «Білкозин» значно покращує ефективну в'язкість. Термічна обробка, при цьому, збільшує в'язкісні характеристики колагенового білка.

Висновки. Оцінка реологічних характеристик свідчить про перспективність використання «Білкозину» для створення нових білоквісних сумішей, які володіють кращими показниками в'язкості, ніж аналогічні їм суміші з дороговартісними білками в їх складі. Проведені дослідження дозволили переконатися, що заміна «СканПро» на «Білкозин» та часткова заміна аналогічних компонентів сумішей створює композиції, які є ефективним білковим адгезивом і синергістом гелеутворення при реструктуризації м'ясної системи.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Neklyudov A.D.* Collagen fractions obtained by water—salt extraction from raw materials of animal origin / A.D. Neklyudov, A.V. Berdutina, A.N. Ivankin, S.I. Mitaleva, E.A. Evstafeva // *Applied Biochemistry and Microbiology*. V. 39. — 2003. Issue: 2. — P. 426—430.
2. *Vincenza F.* The «sisters» α -helices of collagen, elastin and keratin recovered from animal by-products: functionality, bioactivity and trends of application / F. Vincenza // *Trends Food Sci. Technol.* — 2016. — 287 P.
3. *Марташов Д.П.* Функциональные свойства препаратов животных белков [Текст] / Д.П. Марташов, А.И. Жаринов // *Все о мясе*. — 2002. — № 2. — С. 14—16.
4. *Салаватулина Р.М.* Рациональное использование сырья в колбасном производстве / Р.М. Салаватулина // *СПб.: ГИОРД*. — 2005. — 240 С.

«БЕЛКОЗИН» — АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ИНГРЕДИЕНТ В КОМПОЗИЦИОННЫХ СМЕСЯХ

В.Н. Пасичный, М.О. Полумбрик, М.Н. Полумбрик

Национальный университет пищевых технологий

В статье описана возможность применения говяжьего коллагенового белка «Белкозин» в качестве альтернативного компонента белоксодержащих смесей с целью улучшения их функциональных свойств и повышения рентабельности производства мясных продуктов. Полученные результаты могут применяться в технологиях колбасных изделий для увеличения выхода продукции и повышения показателей качества.

Ключевые слова: коллагеновый белок, белкозин, смеси, компонент, вторичное сырье.

COMPARATIVE ANALYSIS OF BIOLOGICAL VALUE AND WATER-HOLDING CAPACITY OF CHIA SEEDS AND FLAX

A. Dyakonova, V. Stepanova

Odessa National Academy of Food Technologies

Key words:

health foods,
chia seeds,
flax seeds,
swelling,
water-retaining capacity

Article history:

Received 24.05.2016
Received in revised form
30.05.2016
Accepted 5.06.2016

Corresponding author:

upiu@ukr.net

ABSTRACT

Chia seeds are extremely valuable crop with high content of biologically valuable substances. This is a highly nourishing crop, which includes complete proteins, balanced compound of essential amino acids, polyunsaturated fatty acids (PUFAs), soluble and insoluble dietary fiber, vitamins and minerals. Flax seeds are similar to this crop in chemical composition. The main distinctive feature of seeds of a chia from flax is bigger protein content, food fibers and a quality of the PUFAs. Research of seeds swelling and determination of the water-retaining capacity suggests that chia seeds are capable to absorb moisture up to 12 times more than their weight, while flax can absorb only 3-4 times more liquid. Preparation of mucus of chia seeds is carried out by swelling in water or other liquid with a neutral pH. Swelling of the seeds is carried out at room temperature. The chia seeds prepared using proposed method can be used as a functional ingredient in the manufacture of bakery products, dairy products, sauces, salad dressings, etc.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ ТА ЗДАТНОСТІ НАСІННЯ ЧІА І ЛЬОНУ ДО ВОЛОГОУТРИМАННЯ

А.К. Д'яконова, д-р техн. наук,

В.С. Степанова, асп.

Одеська національна академія харчових технологій

Насіння чіа є надзвичайно цінною культурою з високим вмістом необхідних організму людини харчових і біологічно цінних речовин. Це високопоживний продукт, до складу якого входять повноцінні білки, збалансовані за складом незамінних амінокислот, поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК), харчові розчинні і нерозчинні волокна, вітаміни і мінерали. У ході роботи проаналізовано фізико-хімічні властивості насіння чіа білої, від яких залежить його подальше використання у складі харчових продуктів. Близьким за хімічним складом до даної культури є насіння льону. Встановлено, що насіння чіа, на відміну від льону, містить більше білка, харчових волокон та ПНЖК.

Ключові слова: харчові продукти, насіння чіа, льон, набухання, водопоглинання.

Вступ. В Україні спостерігається постійне зростання попиту на продукти профілактичного та оздоровчого харчування, дія яких спрямована на попередження розвитку таких широко розповсюджених в наш час захворювань як цукровий діабет, серцево-судинні хвороби, ожиріння, новоутворення, атеросклероз тощо. Для надання продуктам оздоровчої, лікувальної та лікувально-профілактичної спрямованості у складі харчових продуктів використовується сировина з високим вмістом біологічно і фізіологічно цінних речовин.

Сьогодні на ринку продовольчих товарів з'являються продукти, що містять насіння чіа або шавлії іспанської (*лат. Salvia hispanica*), яке є традиційним харчовим продуктом для центральної і південної Америки, а також вживається вегетаріанцями нашої країни. Світова промисловість використовує насіння чіа при виробництві харчових добавок, сухих зернових сніданків, кондитерських виробів та напоїв, зокрема протеїнових коктейлів, які випускаються з певним рівнем білку та ПНЖК. Також чіа використовують в якості харчового інгредієнту при виробництві протеїнових батончиків, інстантних напоїв, а також як загусник. Борошно насіння чіа включають у хлібобулочні вироби, кондитерські начинки, глазури, желе тощо [1 — 5].

Проведений аналіз патентів свідчить, що насіння чіа забезпечує довготривалу якість продуктів з різним вмістом жиру у широкому діапазоні рН харчового середовища в процесі зберігання. За літературними даними кількість білка в насінні чіа коливається в межах 19—23 %, жиру — 32 — 39 %, вуглеводів — 38 %, до складу яких входить 30 % нерозчинних харчових волокон, 3 % — розчинних і майже 5 % цукрів [6]. Насіння чіа цінується як натуральний продукт, який має багатогранні цілющі властивості. Важливою особливістю хімічного складу чіа є повна відсутність глютену, що дозволяє його використовувати в продуктах харчування, призначених для людей хворих на целіакію [7].

Насіння чіа містить в кілька разів більше олії, ніж зернові культури, з найвищим рівнем омега-3 жирних кислот, до складу яких входить 41-59 % альфа-ліноленової (омега-3), 18-25 % лінолевої (омега-6) кислоти. У порівнянні з іншими продуктами, які вважаються багатими на вміст омега-3, кількість жирних кислот цього сімейства в насінні чіа майже в 2 рази більше, ніж в ікрі лосося, в 3 рази більше, ніж в печінці тріски і в 42 рази більше, ніж в оливковій олії. Вміст омега-3 жирних кислот в насінні чіа становить в середньому 21 %, в той час як у насінні льону — тільки 17 %. При цьому відзначається, що в насінні чіа жирні кислоти омега-3 і омега-6 знаходяться у співвідношенні 1:4-1:6, який є сприятливим для кращого засвоєння незамінних ПНЖК в організмі людини. Жирні кислоти омега-3 покращують роботу серцево-судинної системи, знижують ризик серцевих нападів і інфарктів, нормалізують кров'яний тиск, а омега-6 — покращує згортання крові, знижує рівень холестерину в крові, забезпечує здоровий стан шкіри тощо.

Особливо слід відзначити, що великий вміст природних високоактивних антиоксидантів, таких як кафеїнова і хлорогенова кислоти, мірицетин, кемпферол і флавоноли, забезпечує стійкість ПНЖК, які не окислюються навіть при багаторічному зберіганні у звичайних умовах, а також не змінюються під дією теплової кулінарної обробки. Антиоксиданти насіння чіа захищають організм від окислювального стресу, вільних радикалів, передчасного старіння. За вмістом антиоксидантів насіння шавлії іспанської випереджає навіть свіжі ягоди чорниці.

За результатами досліджень хімічного складу і біологічної цінності насіння чіа накопичено багато даних, розроблено ряд кулінарних рецептів, де насіння шавлії іспанської використовується у цілому, подрібненому або розмеленому вигляді. Дієтологи та науковці з технології харчування провели порівняльний аналіз хімічного складу насіння чіа за харчовою і біологічною цінністю з продуктами, які є найкращими постачальниками певних біологічно цінних речовин, і визначили, що за вмістом жирних кислот омега-3, білків і клітковини насіння чіа у багато разів випереджає деякі продукти рослинного і тваринного походження. Так, насіння чіа містить омега-3 в 8 разів більше, ніж лососеві; кальцію — в 6 разів більше, ніж молоко; селену — в 2 рази більше, ніж льон. За вмістом антиоксидантів — 25 г насіння чіа може замінити 900 г апельсинів або 150 г чорниці [8].

Лідерами з переробки насіння чіа є США, Канада, Австралія і Нова Зеландія. Слід зазначити, що в країнах Європи значно активніше використовують насіння льону. Науковцями досліджено харчову і біологічну цінність насіння льону та його використання в якості білкового збагачувача харчових продуктів. Відомі дослідження процесу екстрагування слизових оболонок із насіння льону різними екстрагентами і подальшим визначенням складу екстрактних речовин [9, 10]. Насіння чіа та льону дещо подібні, тому дослідження насіння чіа і розробка рекомендацій відносно їх використання для створення продуктів оздоровчого, дієтичного або лікувально-профілактичного спрямування є необхідним.

Світовими науковцями вже проведені клінічні та мікробіологічні дослідженням, визначено біологічну активність та безпечність споживання насіння чіа. Отримані результати досліджень засвідчили, що насіння, слиз та борошно з насіння чіа є біологічно цінними та безпечними для людини, тому їх можливо використовувати при виробництві продуктів масового і спеціалізованого призначення [11], але відсутність інформації відносно фізико-хімічних влас-

тивостей насіння чіа створює певні труднощі, пов'язані з їх використанням у складі харчових продуктів.

Метою даної роботи є порівняльний аналіз харчової і біологічної цінності насіння льону і чіа як нетрадиційної сировини для харчової промисловості України, дослідження їх фізико-хімічних властивостей, здатності до набухання і утримання вологи, що має важливе значення для створення необхідної структури продуктів харчування і засвоєння біологічно цінних речовин.

Насіння шавлії іспанської та льону є джерелом вітамінів та мінералів, які є важливими структурними елементами ферментів та гормонів, впливають на діяльність ендокринної системи в цілому. Порівняльний аналіз насіння чіа та льону за складом вітамінів і мінеральних речовин наведено у табл. 1 [12].

Таблиця 1. Склад вітамінів і мінеральних речовин у насінні чіа та льону (на 100 г)

Показники	Насіння чіа	Насіння льону
Зола, г	4,8	3,7
Вода, г	5,8	6,9
Вітаміни, мг		
Вітамін Е	1,16	0,31
Вітамін С	5,5	0,7
Вітамін В1	0,45	1,6
Вітамін РР	6,73	3,18
Вітамін В9, мкг	108	90
Мінеральні речовини		
Кальцій, мг	536	255
Фосфор, мг	760	640
Калій, мг	565	813
Натрій, мг	12	30
Залізо, мг	6,7	5,8
Селен, мкг	55,2	25,4
Мідь, мкг	1400	1200

До важливих фізико-хімічних характеристик насіння чіа і льону відноситься водопоглинаюча та водоутримуюча здатність. Насіння обох культур містить багато слизу — розчинної клітковини, яка добре набухає і желеє у воді. На молекулярному рівні у складі слизу завжди домінують такі прості цукри як ксилоза, арабіноза, галактоза, рамноза, глюкоза.

При замочуванні насіння чіа і льону у воді відбувається утворення однорідної гелеподібної маси. Такі властивості водорозчинної клітковини насіння дозволяють широко використовувати її у дієтичному харчуванні. Вживання такого слизу з насінням забезпечує фізичний бар'єр між травними ферментами та їжею, що сприяє більш повільному перетравленню вуглеводів, а отже підтримується низький рівень цукру у крові, що є дуже важливим для попередження розвитку цукрового діабету.

Методи досліджень. Нами проведено порівняльний аналіз здатності насіння чіа і льону до набухання і зміни їх міцності в процесі набухання.

Для дослідження ступеню набухання насіння використали методику, що заснована на визначенні збільшення маси насіння залежно від тривалості замочування [13,14]. Ступінь набухання φ виражають через збільшення маси у % до маси взятої наважки G_0 :

$$\varphi = \frac{G_t - G_0}{G_0} \cdot 100 \%, \quad (1)$$

де G_t — маса набухлої наважки у певний проміжок часу, г; G_0 — вихідна вага наважки, г.

Наважки насіння обох культур замочували у воді, при кімнатній температурі і витримували різні проміжки часу. Для кожного варіанта готували 6...10 наважок по 1 г, які поміщали у металеві перфоровані стаканчики і занурювали у воду. Через кожні 5 хв одну із наважок виймали, забирали зайву вологу і зважували. Результати вимірювань наведені в табл. 2.

Таблиця 2. Визначення ступеню набухання насіння чіа та льону

Тривалість замочування, хв.	Маса, г	Приріст маси, г	φ_t , %	$\varphi_{\max} - \varphi_t$	$\lg(\varphi_{\max} - \varphi_t)$	Маса, г	Приріст маси, г	φ_t , %	$\varphi_{\max} - \varphi_t$	$\lg(\varphi_{\max} - \varphi_t)$
Насіння чіа						Насіння льону				
0	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—
1	4,24	3,24	324	715	2,854	2,15	1,15	115	118	2,072
5	5,82	4,82	482	557	2,745	2,26	1,26	126	107	2,029
10	6,04	5,04	504	535	2,728	2,41	1,41	141	60	1,778
15	6,29	5,29	529	510	2,707	2,84	1,84	184	49	1,690
20	8,31	7,31	731	308	2,489	2,87	1,87	187	46	1,663
25	9,48	8,48	848	191	2,281	2,91	1,91	191	42	1,623
30	10,51	9,51	951	88	1,944	2,95	1,95	195	38	1,579
40	10,64	9,64	964	75	1,875	3,01	2,01	201	32	1,505
50	10,78	9,78	978	61	1,785	3,09	2,09	209	24	1,380
60	11,29	10,39	1039	—	—	3,33	2,33	233	—	—

Де: $\varphi_{\max}$ — ступінь граничного набухання; φ_t — ступінь набухання до певного моменту часу.

Результати досліджень. Після статистичної обробки, за даними табл. 2 побудовано графіки зміни ступеня набухання від часу, і зміни міцності насіння при замочуванні. Отримані дані свідчать, про зміну фізико-хімічних показників насіння льону та чіа. У складі насіння міститься значна кількість водорозчинних речовин вуглеводної природи, наявність яких обумовлює зміну ступеню набухання і приросту маси в обох культурах. Процес набухання насіння чіа відбувається більш інтенсивно, що свідчить про більший шар слизової оболонки порівняно з льоном. Найбільший приріст маси насіння чіа спостерігається в перші 30 хв замочування, у той час як процес набухання слизової оболонки льону майже закінчується через 15 хв, а далі відбувається незначне водопоглинання за рахунок хімічного складу самого зерна насіння.

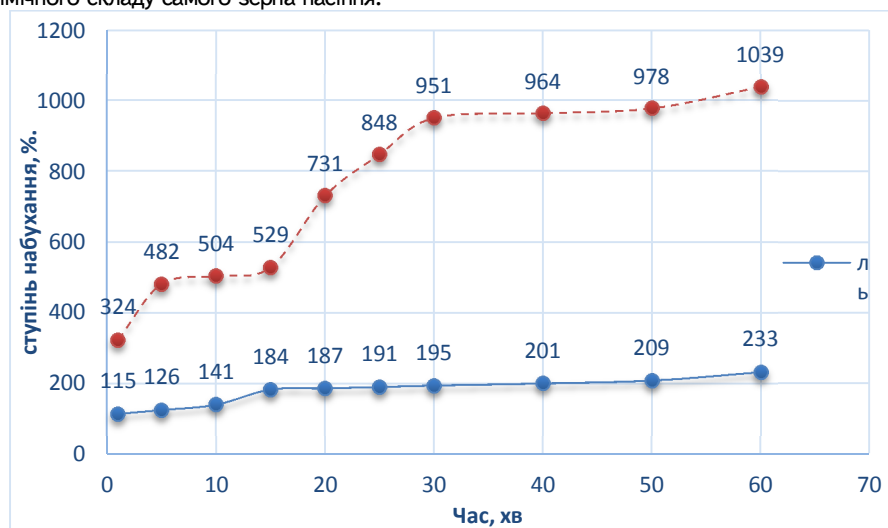


Рис. 1. Кінетика зміни ступеню набухання насіння залежно від тривалості

Як видно з графіку, зображеного на рис. 2, міцність насіння чіа та льону корелює зі ступенем набухання. Так зі збільшенням тривалості замочування зменшується міцність зерна насіння. Активне зниження міцності льону спостерігається у перші 15 хв замочування, після чого насіння льону стає крихким, а слиз легко переходить у воду, в той час як міцність насіння чіа починає зменшуватись починаючи з 20 хв замочування, після чого структура насіння не змінюється, а гелевий шар стає більш пружним.

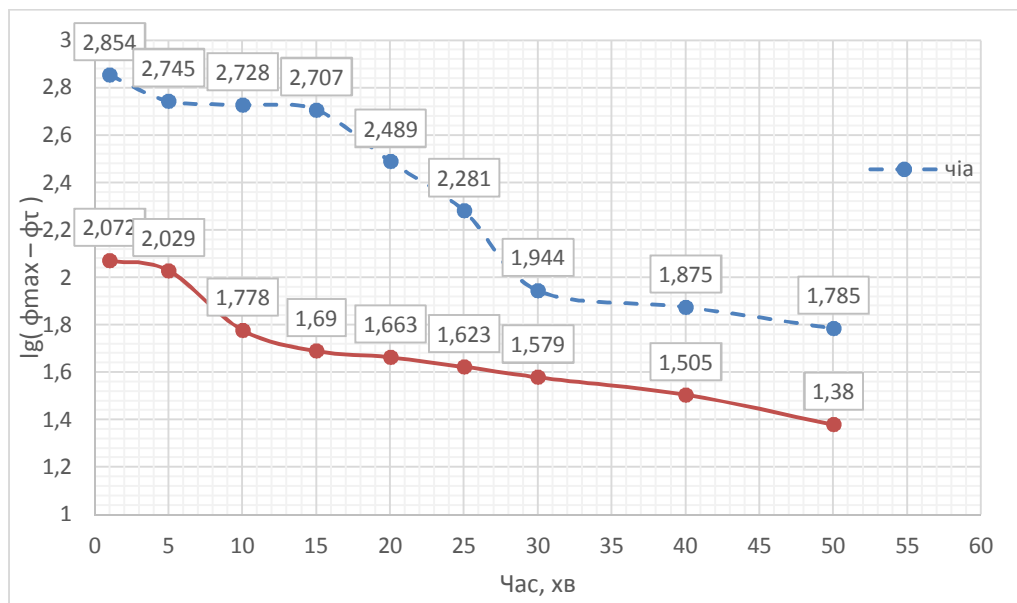


Рис. 2. Кінетика зміни міцності насіння при замочуванні

Висновки. Проведені дослідження свідчать, що насіння чіа, завдяки цінному хімічному складу і структурно-механічним властивостям є перспективною сировиною у виробництві харчових продуктів і його слід рекомендувати до вживання всіма верствами населення. Порівняльний аналіз насіння чіа білої та льону вказує на схожість культур за хімічним складом. Проаналізована нами здатність насіння до набухання і утримання вологи свідчить, що насіння чіа здатне набухати у 3 — 4 рази більше льону, та за більш короткий термін, з утворенням однорідного гелю. Використання чіа у складі харчових продуктів розріджує і пластифікує масу, покращуючи споживчі властивості. Насіння чіа можна використовувати в якості функціонального інгредієнту при виробництві різноманітних напоїв, хлібобулочних виробів, кисломолочних продуктів, соусів, салатних заправок тощо.

ЛІТЕРАТУРА

1. Пат. 20040137132 США. Procedure to obtain a product consisting in a partially low-fat flour with a high content of stabilized, PNFA, especially omega3 / Nunez Daniel Alfonso. Оpubл. 15. 07. 2004.
2. Пат. 8993012 США. Plant derived seed extract rich in essentially fatty acids derived from *Salvia hispanica* L. seed: composition of matter, manufacturing process and use / Nutraceuticals, LLC. Оpubл. 31. 03. 2015.
3. Пат. 9131726 США. Chia seed composition / Nutraceuticals, LLC. Оpubл. 15. 09. 2015.
4. Годуа, А. Ягоды годжи, семена чиа и зерна киноа для оздоровления и похудения / А. Годуа. — П: Питер, 2015. — 128 с.
5. Бернардино де Саагун Общая история о делах Новой Испании. Книги X-XI: Познания ацтеков в медицине и ботанике / Ред. и пер. С. А. Куприенко. — К.: Видавець Купрієнко С.А., 2013. — 218 с.
6. V.Y. Ixtaina. Physical properties of chia (*Salvia hispanica* L.) Seeds // Industrial Crops and Products, — 2008, — V. 28, no. 3, — P. 286-293.
7. M. Bueno Quality tests of *Salvia hispanica* L. / M. Bueno, O. di Sapio, M. Barolo, H. Busilacchi, M. Quiroga, C. Severin // Industrial Crops and Products. — 2010, — V. 9, no. 3, — P. 221-227.
8. Ayerza R. Dietary levels of chia: influence on hen weight, egg production and sensory quality // Br Poult Sci. — 2002, — V. 43, — P. 283-290.

9. Оленников Д.Н. Методика количественного определения группового состава углеводного комплекса растительных объектов / Оленников Д.Н. // Химия растительного сырья, — 2006, — №4, — с. 29–33.

10. Миневи́ч И.Э. Разработка технологических решений переработки семян льна для создания функциональных пищевых продуктов: автореф. дис. канд. техн. наук / Миневи́ч Ирина Эдуардовна. — М, 2009. — 27 с.

11. Конь И.Я. ω -3 полиненасыщенные жирные кислоты в профилактике и лечении болезней детей и взрослых / Конь И.Я., Шилина Н.М, Вольфсон С.Б. // Лечащий врач, — 2006, — №4, — с. 55-60.

12. Мартинчик А.Н. Пищевая ценность и функциональные свойства семян льна / Мартинчик А.Н., Батурин А.К., // Вопросы питания, — 2012, — № 3, — с. 4-10.

13. Кравченко М.Ф. Теоретичні основи харчових технологій: навч. посіб. / М.Ф. Кравченко, А.В. Антоненко. — К.: Київ. КНТЕУ — 2011. — 516 с.

14. Пивоваров П.П. Теоретичні основи харчових технологій: навч. посіб. / П.П. Пивоваров. — Х.: ДУХТ, 2010. — 410 с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ И ВОДОУДЕРЖИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СЕМЯН ЧИА И ЛЬНА.

А.К. Дьяконова, В.С. Степанова

Одесская национальная академия пищевых технологий

Семена чиа являются чрезвычайно ценным продуктом, с высоким содержанием необходимых организму человека пищевых и биологически ценных веществ. Это высокопитательная культура, в состав которой входят полноценные белки, сбалансированные по составу незаменимых аминокислот, ПНЖК, пищевые растворимые и нерастворимые волокна, витамины и минералы. В ходе работы проанализировано физико-химические свойства семян чиа белая. Близким по химическому составу к данной культуре являются семена льна. Исследование водопоглощающей способности семян свидетельствовали, что чиа способно поглощать влагу до 12 раз больше чем его вес, в то время, как лён способен удерживать только в 3-4 раз больше жидкости.

Ключевые слова: семена чиа, лён, набухание, водопоглощение.

EFFECT OF FUSARIUM DISEASES IN GRAIN DEVELOPMENT AND RESEARCH OF BIOCHEMICAL PARAMETERS

O.V. Togochinsky, O.M. Salavor, O.V. Yaschenko

National University of Food Technologies

Key words:

wheat winter,
chemical plant protection,
disease, pests,
Fusarium root rot,
environmental assessment,
the protein gluten

Article history:

Received 25.04.2016
Received in revised form
19.05.2016
Accepted 3.06.2016

Corresponding author:

tytyn29@ukr.net

ABSTRACT

The data on the phytosanitary condition of crops winter wheat varieties Lada Odessa complex mineral fertilizers and intensive system to protect crops from diseases, pests and weeds on the yield and quality of winter wheat. Determined the estimated costs harvest of Fusarium rot - 0.44%. The main technological operations in growing grain worsen biochemical indicators of quality. A comprehensive environmental assessment technologies of winter wheat. Determined the protein content of 13-14% and gluten 28 -30%. It was shown that alternative technologies that involve making by-products do not provide a highly wheat and in need of improvement. Established correlation between the quality of grain and Fusarium disease development.

ВЛИВ ФУЗАРІОЗНИХ ХВОРОБ НА РОЗВИТОК ЗЕРНОВИХ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЇХ БІОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

О.В. Тогачинська, канд. сіль.-госп. наук, доцент

О.М. Салавор канд. техн. наук, доцент

О.В. Яценко, магістр

Національний університет харчових технологій

Наведено дані про фітосанітарний стан посівів пшениці озимої сорту Лада Одеська комплексного внесення мінеральних добрив та інтенсивної системи захисту посівів від хвороб, шкідників та бур'янів на урожай і якість пшениці озимої. Визначено розрахункові витрати врожаю від фузаріозної гнилі — 0,44 %. Визначено основні технологічні операції, які при вирощуванні зернових погіршують біохімічні показники якості. Показано, що альтернативні технології, які передбачають внесення побічної продукції не забезпечують отримання високоякісного зерна пшениці і потребують вдосконалення. Встановлено кореляційний зв'язок між якістю зернових і розвитком фузваріохвороб.

Ключові слова: озима пшениця, хімічний захист рослин, хвороби, шкідники, фузаріозна коренева гниль, екологічне оцінювання, білок, клейковина.

Вступ. Україна характеризується високим рівнем забезпеченості сільськогосподарськими угіддями населення і поступається за цим показником тільки Канаді, Росії, Білорусії, США (за рівнем забезпеченості ріллі — тільки Канаді і Росії). За даними Учбово-наукового інституту економіки природних ресурсів і екології землекористування, українські аграрії отримують 79 % доходів за рахунок природної родючості ґрунту і тільки 21 % — як результат впровадження еколого-безпечних технологій [1, 2].

В останні роки через порушення системи сівозміни й перенасичення її злаковими культурами, впровадження різноманітних технологій мінімальної обробки ґрунтів та агрокліматичні умови спостерігаються значні зміни щодо розвитку, розповсюдження й шкідливості патогенних мікроорганізмів в агроценозах країни. У посівах різних злакових культур поширюється хвороба, яка у посівах озимої пшениці, поряд з багатьма іншими, уражує корені, стебло рослин, колос і зерно. Ця хвороба має назву «фузаріоз».

Фітопатологічний опис хвороби. Фузаріоз зерна — широко поширене в світі захворювання, яке знижує врожай і якість сільськогосподарської продукції.

Використання зараженого зерна в їжу і на корм викликає отруєння, перші симптоми якого нагадують сп'яніння. З цієї причини проблема отримала назву «П'яний хліб» [3].

Фузаріоз зерна з багатьох аспектів є унікальним захворюванням рослин, надзвичайно важким для вивчення. Одна з його відмінних рис — специфічна етіологія — участь у патогенному процесі комплексу різних видів грибів роду *Fusarium*. Враження ними рослин не тільки знижує врожай, а й значно погіршує його якість. Гриби роду *Fusarium* в процесі життєдіяльності продукуються токсичні вторинні метаболіти — мікотоксини (фузаріотоксини), в результаті чого зерно стає непридатним для використання в їжу і на корм [2, 3].

Метою роботи було визначення потенційної врожайності та втрат врожаю від кореневої гнилі фузаріозного типу. В стаціонарному досліді вивчали ефективність моделей інтенсивної технології, що передбачали комплексне внесення різних за рівнем доз добрив та інтенсивної системи захисту посівів від хвороб, шкідників та бур'янів.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження було проведено на базі Інституту агроєкології НААН та ННЦ «Інституту землеробства НААН» Польові дослідження було проведено в стаціонарному досліді ННЦ «Інституту землеробства», з вивченням технологій вирощування пшениці, який було закладено у типових для Правобережного Лісостепу України ґрунтово-кліматичних умовах.

Дослідження включали: фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин (фази розвитку і етапи органогенезу); морфологічні — за формуванням продуктивного стеблостою, морфо-фізіологічні — за динамікою розвитку елементів продуктивності, ураження рослин хворобами та пошкодження шкідниками, видовим та чисельним складом бур'янів озимого поля.

Предметом дослідження був вплив агроєкологічних чинників на біохімічні, технологічні і санітарно-гігієнічні показники якості зерна пшениці озимої та агрохімічний, фіто санітарний, екотоксикологічний стан агроєкосистем.

Сівозмінна у досліді — восьмипільна з наступним чергуванням сільськогосподарських культур: горох, пшениця озима, кукурудза на зерно, ячмінь ярий, соя, ріпак ярий, пшениця озима.

Сорт пшениці озимої — Лада Одеська, який знаходиться в реєстрі сортів України з 2000 року. Попередник — горох. Ґрунт дослідного поля — темно-сірий опідзолений легкосуглинковий на лесовидному суглинку з наступною характеристикою основних агрохімічних показників: $pH_{\text{сол}} - 5,2$, гідролітична кислотність — 39 мг-екв / кг ґрунту, вміст гумусу — 2,0 % (за Тюрнімом), рухомого фосфору — 160 мг/кг ґрунту (за Чириковим), обмінного калію — 140 мг/кг ґрунту (за Масловою).

Рослинні зразки відбирали у фазах цвітіння, воскової і повної стиглостей, аналізували надземні вегетативні органи (стебло, листя) і генеративні органи (зерно). Зразки ґрунту відбирали водночас з рослинними зразками з орного шару (0 — 20) і в шарі 0 — 100 см через кожні 20 см. Відбір ґрунту і визначення агрохімічних показників проводили відповідно до загальноприйнятих методик.

Першим етапом екологічної експертизи технологій вирощування пшениці було визначення технологічних операцій, які можуть бути причиною погіршення стану довкілля та якості продукції. Серед найнебезпечніших технологічних операцій було визначено системи удобрення та захисту рослин. Враховуючи зазначене нами дослідження були зосереджені на таких показниках і нормативах [4]: *родючість ґрунту, фітосанітарний стан посівів*.

Висновки екологічної експертизи формували за результатами оцінки кожного показника стану агроєкосистем [4] за таким принципом:

Екологічний стан	Відхилення від оптимуму в бік погіршення	Оцінка, бали
незадовільний	перевищує 25%	0
задовільний	понад 10%, але не перевищує 25%	1
нормальний	не перевищує 10%	2
оптимальний	не спостерігається	3

Екологічне оцінювання технологій вирощування за фітосанітарним станом посівів проводили згідно з методичними рекомендаціями [4].

Математичну обробку експериментальних матеріалів здійснювали методом дисперсійного аналізу за Б.О. Доспеховим [3].

Результати наукових досліджень. В результаті досліджень було з'ясовано, що в Північному Лісостепу домінувала фузаріозна коренева гниль, яка з'являється на посівах в середині фази виходу в трубку, а максимального розвитку досягає у фазі воскової стиглості. Виявлено, що розвиток хвороби був дещо вищим у варіантах з внесенням меншої дози добрив ($N_{60}N_{30}$, $N_{45}P_{45}K_{45}$). Фузаріоз колоса в найбільшій кількості був виявлений на посівах з інтенсивною системою захисту.

Дані про розвиток хвороби та втрати врожаю від фузаріозної кореневої гнилі пшениці озимої сорту Лада Одеська в Північному Лісостепу України наведено в таблиці 1.

Таблиця 1. Розвиток хвороб та втрати врожаю від фузаріозної кореневої гнилі пшениці озимої сорту Лада Одеська в Північному Лісостепу України

Варіант досліджу	Середня кількість, росл./м ²	Середня кількість, ст./м ²	Коефіцієнт куцистості	Фузаріозна коренева гниль, розв. хв., %	
ІЗ НААН Контроль без протруювання	15.07., фаза повної стиглості			06.06., фаза цвітіння	15.04., фаза повної стиглості
	75,0	140,0	1,9	2,8	2,9

Дані про комплексний захист посівів пшениці озимої сорту Лада Одеська за інтенсивної та мінімальної технології вирощування наведені в таблиці 2.

Таблиця 2. Комплексний захист посівів пшениці озимої сорту Лада Одеська за інтенсивної та мінімальної технології вирощування

Варіанти досліджу	Густота стояння продуктивних стебел перед збиранням урожаю, шт./м ²	Фузаріозна коренева гниль	
		пошир., хв.	розв., хв.
		Фаза повної стиглості (15.07.)	
	Інтенсивна технологія	%	%
1	442,2	38,6	3,8
2	428,9	33,7	5,7
3	364,4	29,8	2,9
4	409,1	31,7	3,4
5	351,1	25,2	3,1
6	455,5	17,7	5,1
	Мінімальна технологія	%	%
1	371,1	35,5	3,6
2	393,3	20,0	1,5
3	340,0	22,6	1,8
4	322,2	30,5	3,0
5	331,1	19,3	1,4
6	371,1	8,8	0,8
	НІР 0,05	7,5	14,2

Як відомо, більшість злакових рослин мають суцвіття колос, однак також зустрічаються суцвіття типу волоть (овес, рис, сорго, просо) і качан (кукурудза). Фузаріоз відображає, як правило, прояв симптомів, пов'язаних з формуванням масового спороношення на поверхні рослинної тканини. Але зараження зерна, навіть значне, може супроводжуватися повною відсутністю симптомів захворювання або слабким проявом на колоскових лусочках/качанах [5].

Типові симптоми захворювання на суцвіттях зернових колоскових культур виявляються у вигляді знебарвленні колоскових лусочок, добре помітного в початковий період дозрівання рослин на фоні ще зеленого забарвлення здорової тканини (рис. 1)

За сприятливих для розвитку захворювання умов на колоскових лусочках з'являється наліт міцелію і спороношення гриба, що має, залежно від вигляду збудника, рожево-оранжеве або червонувато-цегляне забарвлення (рис. 2) [1].



Рис. 1. Знебарвлення колоскових лусочок



Рис. 2. Наліт фузаріозу на хворих колосках

У процесі дозрівання генеративні органи зернових злакових культур в більшості випадків набувають світло-солом'яного кольору і ознаки ураження фузарієвими грибами, навіть за наявності спороношення на лусочках, стають невираженими. Тому найкращим періодом виявлення хворих рослин в полі є 18а — 24а доба після цвітіння, коли на тлі ще зеленої тканини добре помітно спороношення грибів [1].

Крім того, на симптоматику впливають вид рослини і його стійкість до захворювання.

Для зниження зараженості зерна та забруднення його мікотоксинами необхідно застосовувати систему заходів, які проводяться як в передпосівний, так і в вегетаційний і післязбиральний періоди [5].

Відповідно було проведено екологічне оцінювання технологій вирощування пшениці озимої за фіто санітарним станом (табл. 3)

Таблиця 3. Екологічне оцінювання технологій вирощування пшениці озимої сорту Лада одеська за показниками фітосанітарного стану посівів в Північному Лісостепу України

Фітосанітарний стан	Варіанти дослідів					
	$N_{60}N_{30}$	$P_{135}K_{135}+N_{80}+N_{55}$	$N_{45}P_{45}K_{45}$	побічна продукція	$P_{90}K_{90}+N_{60}+N_{30}$	контроль
	бали	бали	бали	бали	бали	бали
Поширення хвороб						
Фузаріозна коренева гниль	3/1	3/1	3/2	3/2	3/2	3/2
Фузаріоз колоса	2/2	3/3	3/2	3/2	3/2	2/2

Відомо, що показники якості зерна формуються під впливом багатьох чинників, до яких також належать агротехнічні заходи (табл. 4). Дослідження свідчать, що вміст білка та клейковини були найбільшими у варіантах $P_{90}K_{90}N_{60}+N_{30}$, $P_{135}K_{135}+N_{80}+N_{55}$ при інтенсивній системі захисту (табл. 4). Вміст сирової клейковини і білка змінювався щодо контролю не істотно у варіантах з внесенням побічної продукції.

Отже, застосування таких агротехнологій ($P_{135}K_{135}+N_{80}+N_{55}$, $P_{90}K_{90}+N_{60}+N_{30}$, $N_{60}N_{30}$) забезпечує одержання зерна високої якості.

Таблиця 4. Екологічне оцінювання технологій вирощування пшениці озимої на фоні інтенсивного захисту за вмістом білку і клейковини

Варіант	Вміст білка і клейковини, %	Екологічний стан	Оцінка, бали
$N_{60}N_{30}$	13,5/29,1	нормальний/нормальний	2/2
$P_{135}K_{135}+N_{80}+N_{55}$	13,7/30,0	нормальний/оптимальний	2/3
$N_{45}P_{45}K_{45}$ +препарати бістимулюючої дії	12,8/24,6	нормальний/задовільний	2/1
Побічна продукція	11,4/23,9	задовільний/незадовільний	1/0
$P_{90}K_{90}N_{60}+N_{30}$	13,0/27,5	нормальний/нормальний	2/2
Контроль	11,5/23,8	задовільний/задовільний	1/0

За проведенням екологічного оцінювання було встановлено, що розвиток фузаріозної кореневої гнилі добре проявився на варіантах досліду $P_{135}K_{135}+N_{80}+N_{55}$ і $N_{60}N_{30}$, який характеризувався незадовільним екологічним станом. Це пов'язано з тим, що внесення високих норм добрив призводить до вегетації зернових культур, але разом з тим може стати екологічним ризиком виникнення фузаріозних захворювань.

Висновки. У цілому результати комплексного екологічного оцінювання систем удобрення і захисту рослин, які було передбачені технологіями вирощування пшениці озимої сорту Лада Одеська в умовах Північного Лісостепу України дали змогу виявити варіанти, які потребують повного вдосконалення, оскільки не забезпечують повного використання біологічного потенціалу сорту за показниками якості зерна, але завжди гарантують дотримання вимог щодо охорони довкілля.

В Україні, зазвичай, це захворювання поширене переважно в західних областях Лісостепу й Полісся, дещо менше — на зрошенні в Степу. За результатами досліджень рівень розвитку фузаріозної кореневої гнилі був вище 5,7 %, при тому, що поріг шкідливості становив 10,0 — 15,0 %.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Атлас травянистых растений* / Л.Н. Верещагин — К.: Юнивест Маркетинг, 2002. — 384 с.
2. *Дерев'янка, А.М.* Погода и качество зерна озимых культур / Дерев'янка А.М. — Л.: Гидрометиздат, 1989. — 127 с.
3. *Доспехов, Б.А.* Методика полевого опыта / Доспехов Б.А. — М.: Колос, 1979. — 416 с.
4. *Екологічна експертиза технологій вирощування сільськогосподарських культур (методичні рекомендації)* / [Макаренко Н.А. Бондарь В.І., Макаренко В.В. та ін.]; за ред. Н.А. Макаренко, В.В. Макаренко. — К.: ТОВ «ДІА», 2008. — 84 с.
5. *Зерно. Контроль качества и безопасности по международным стандартам* / Фомина О.Н., Левин А.М., Нарсеев А.В. и др. — Москва, 2001. — 365 с.

ВЛИЯНИЕ ФУЗАРИОЗНЫХ БОЛЕЗНЕЙ НА РАЗВИТИЕ ЗЕРНОВЫХ И ИССЛЕДОВАНИЯ ИХ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

О.В. Тогачинская, О.М. Салавор, О.В. Яценко

Национальный университет пищевых технологий

Приведены данные о фитосанитарном состоянии посевов озимой пшеницы сорта Лада Одесская комплексного внесения минеральных удобрений и интенсивной системы защиты посевов от болезней, вредителей и сорняков на урожай и качество озимой пшеницы. Определены расчетные расходы урожая от фузаріозной гнили — 0,44%. Определены основные технологические операции, которые при выращивании зерновых ухудшают биохимические показатели качества. Показано, что альтернативные технологии, предусматривающие внесение побочной продукции не обеспечивают получения высококачественного зерна пшеницы и нуждаются в совершенствовании. Установлена корреляционная связь между качеством зерновых и развитием фузаріоз болезней.

Ключевые слова: озимая пшеница, химическая защита растений, болезни, вредители, фузаріозная корневая гниль, экологическое оценивания, белок, клейковина.

УДК 665.238

INFRARED SPECTROSCOPIC RESEARCH OF QUALITATIVE STRUCTURE OF WOOL FAT

A.N. Kunik, O.Ya. Semeshko, Yu.G. Saribyeikova*Kherson National Technical University***Key words:**

wool fat,
high-energy discrete processing,
qualitative structure,
IR-spectroscopy

Article history:

Received 10.04.2016
Received in revised form
20.05.2016
Accepted 15.06.2016

Corresponding author:

solgaya@gmail.com

ABSTRACT

IR-spectroscopic research of qualitative structure of the wool fat received by exhaustive extraction and acid way from untreated wool and wool after high-energy discrete processing is carried out on article. As object of research it was used unwashed semifine merino wool with the initial maintenance of fat of $20.7\% \pm 0.7\%$. high-energy discrete processing of fiber conducted in a laboratory setting «Vega-6». Research of qualitative structure of wool fat was spent on IR-Fourier spectrometer «Tensor-37» («Bruker Corporation», Germany).

As a result of the analysis of the received IR-spectra it is defined, that the fat taken from wool after high-energy discrete processing in 1.2-2 times less oxidized than the fat received from untreated wool. According to authors, the action of high-energy discrete processing like action of alkali refining in which result there is an allocation from fat of free fat acids and others hydrated (protein) substances in the form of soaps. This statement can be explained decrease of oxidation of wool fat as a result of the high-energy discrete processing.

ІЧ-СПЕКТРОСКОПІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКІСНОГО СКЛАДУ ВОВНЯНОГО ЖИРУ

О.М. Куник, канд. техн. наук,**О.Я. Семешко, канд. техн. наук,****Ю.Г. Сарібекова, д-р техн. наук.***Херсонський національний технічний університет*

У статті проведено ІЧ-спектроскопічне дослідження якісного складу вовняного жиру, отриманого методом вичерпної екстракції та кислотним способом жиродобування з необробленої вовни та вовни після високоенергетичної дискретної обробки. В якості об'єкта дослідження використана непромита напівтонка мериносова вовна з початковим вмістом жиру $20,7 \pm 0,7\%$. Дослідження якісного складу вовняного жиру проводилися на ІЧ-Фур'є спектрометрі «Tensor-37» («Bruker Corporation», Німеччина). В результаті аналізу отриманих ІЧ-спектрів визначено, що жир, вилучений з вовни після попередньої високоенергетичної дискретної обробки в 1,2-2 рази менш окислений ніж жир, вилучений з необробленої вовни.

Ключові слова: вовняний жир, високоенергетична дискретна обробка, якісний склад, ІЧ-спектроскопія.

Постановка проблеми дослідження. В даний час практично весь жиропіт, з якого можна було б виробляти цінний продукт — ланолін (харчова добавка E913), втрачається разом з промивними водами. Крім того, неочищена промивна вода завдає шкоди навколишньому середовищу, призводячи до екологічної проблеми. Відомі способи вилучення вовняного жиру характеризуються значними витратами допоміжних матеріалів і теплової енергії, і як наслідок, мають високу собівартість, а також є неекологічними [1]. Інноваційним напрямком є застосування високоенергетичної дискретної обробки (ВДО).

В раніше проведеній роботі [2] нами встановлено, що ВДО вовняного волокна призводить до покращання фізико-хімічних характеристик вовняного жиру та сприяє більш повному його вилученню.

Мета даного дослідження полягає у встановленні впливу ВДО на якісний склад вовняного жиру, отриманого способом вичерпної екстракції і кислотним способом жиродобування, шляхом застосування сучасного апаратного методу — молекулярно-абсорбційного аналізу в інфрачервоній (ІЧ) області спектра.

Метод молекулярної абсорбційної спектроскопії заснований на поглинанні електромагнітного випромінювання молекулами аналізованої речовини. Молекулярні спектри поглинання на відміну від атомних складаються з більш широких смуг, тому що являють собою суму різних типів переходів молекули з основного стану в збуджений [3]. Молекулярний абсорбційний аналіз в ІЧ області спектра принципово не відрізняється від аналізу в ультрафіолетовій і видимій областях. В основі його лежить взаємодія речовини з електромагнітним випромінюванням великих довжин хвиль. Випромінювання з довжиною хвилі від 2,5 до 500 мкм (ν — від 4000 до 200 см^{-1}) викликає зміну довжин зв'язків і валентних кутів. Таке випромінювання надає молекулі енергії, достатньої тільки для електронних переходів між обертовими і коливальними рівнями [4].

ІЧ-спектри є повним і однозначним джерелом інформації про склад і структуру молекул, завдяки чому ІЧ-спектроскопія широко використовується для ідентифікації та визначення будови складних органічних сполук в харчових продуктах. При проведенні якісного аналізу сумішей їх компоненти ідентифікують шляхом зіставлення ІЧ-спектрів досліджуваної речовини зі спектром еталона. Кількісні визначення ґрунтуються на вимірюванні інтенсивності поглинання, яка залежить від концентрації речовини, відповідно до закону Бугера-Ламберта-Бера [5]. Метод ІЧ-спектроскопії використовують для визначення жирно-кислотного складу молока і молочних продуктів та контролю вмісту пестицидів і гербіцидів в цих продуктах [6]. ІЧ-спектроскопію застосовують для визначення якості масла і жиру при зберіганні [7].

Методика проведення дослідження. Дослідження проводилися на ІЧ-Фур'є спектрометрі «Tensor-37» («Bruker Corporation», Німеччина), основні характеристики якого представлені в табл. 1.

Таблиця 1. Основні технічні характеристики спектрофотометра «Tensor-37»

Найменування параметра	Величина
Спектральний діапазон, см^{-1}	7500-375
Спектральний діапазон, можливе розширення, см^{-1}	15000-50
Максимальна спектральна роздільна здатність, см^{-1}	0,60
Максимальна спектральна роздільна здатність (опція) см^{-1}	0,30
Відтворюваність хвильового числа, см^{-1} (за парами води атмосфери)	0,01
Межі абсолютної похибки вимірювань за шкалою хвильових чисел, см^{-1} , за парами води атмосфери (за плівкою полістиролу)	$\pm 0,05$ ($\pm 0,50$)
Максимальна швидкість сканування, мм/с	1,40-25,50
Напруга живлення змінного струму, В	220 (+10/-15%)
Частота, Гц	50 $\pm$ 1
Споживана потужність, Вт	180

В якості об'єкта дослідження використовувалася непромита напівтонка мериносова вовна з початковим вмістом жиру $20,7 \pm 0,7\%$. Вовняний жир добувався двома способами: безпосередньо з вовни, а також з вовняної води.

Для вилучення вовняного жиру безпосередньо з вовни був обраний найбільш поширений метод вилучення тваринних жирів — метод вичерпної екстракції, згідно з яким вовняне волокно підлягало обробці розчинником (петролейний ефір) у приладі Сокслета протягом 3 год. (не менше 15 переливів). Перед екстракцією вовняне волокно промивалося в холодній воді для видалення поту, після чого звільнене від поту волокно піддавалося ВДО на установці «Вега-6» ($\tau=2$ хв., $T=20-25^\circ\text{C}$, $M=1:200$) [8]. Оброблене волокно висушувалося в термостаті при $T=60^\circ\text{C}$ протягом 20 хв.

Для вилучення жиру з промивної води вовняне волокно після попередньої замочки, промивалося за двохстадійною технологією, яка передбачає наступну послідовність технологічних етапів: попередньо очищена вовна надходить до ванни з ВДО ($\tau=3$ хв.,

$T=20-25^{\circ}\text{C}$, $M=1:200$), де відбувається видалення мінеральних і органічних забруднень, руйнування плівки жирових забруднень на поверхні волокна. Далі вовна надходить на промивання в розчин миючої композиції ($C=0,5$ г/л, $T=45^{\circ}\text{C}$), де відбувається остаточне очищення від мінеральних, органічних і жирових домішок. В якості миючого препарату використовувалася раніше розроблена авторами композиція Сульфід-МПШ, що включає сульфанол, рицинокс-80, Синтанол ДС-10 та диметилсульфоксид [9]. Залишковий вміст жиру вовни, очищеної за запропонованою технологією, становить — 1,63%.

Вовняний жир, що містився в отриманих промивних водах, добувався кислотним способом [1], для чого вовномийні води підкислялись сірчаною кислотою до $\text{pH}=3-3,5$ для руйнування мийної емульсії. Підкислена рідина підігрівалася до $60-70^{\circ}\text{C}$, при цьому вовняний жир виділявся на поверхні у вигляді коричневої маси. Шар розчину, що знаходився під жиром спускався, а жирова маса оброблялася в автоклаві, де від жиру відокремлювався бруд і частинки води.

Перед зняттям спектра на просвіт отримані зразки вовняного жиру піддавалися нагріванню ($T=40^{\circ}\text{C}$), після чого наносилися тонким шаром на скло натрій хлор.

Результати дослідження та їх обговорення. Згідно з даними, представленими на рис. 1, ІЧ-спектри зразків вовняного жиру, отриманих методом вичерпної екстракції з необробленої вовни (1) і вовни після ВДО (2), без якісних змін, профілі основних смуг поглинання характерні для жиру (воску) [10]. При більш детальному вивченні спектрів спостерігаються деякі зміни: у другому зразку жиру утворилася смуга 1716 см^{-1} ($\text{C}=\text{O}$ кислотна карбоксильна група), що свідчить про можливу зміну структури зразка після ВДО; розсіяність спектра стала набагато меншою і змінилися інтенсивності коливань деяких груп. Область $3500-3000\text{ см}^{-1}$ можна віднести до деформаційних коливань $-\text{OH}$ групи, причому в першому зразку жиру в порівнянні з другим $-\text{OH}$ груп явно більше.

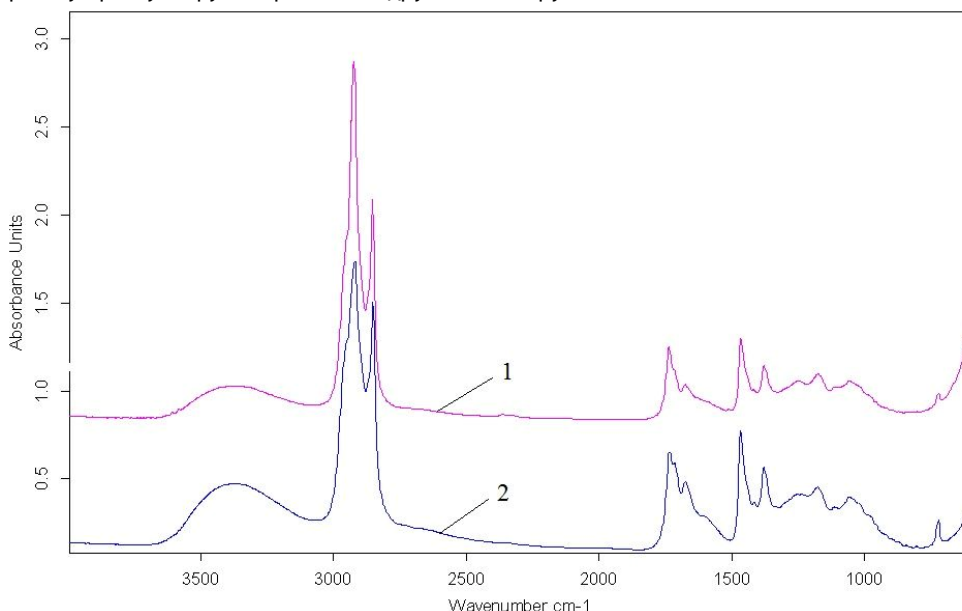


Рис. 1. ІЧ-спектри вовняного жиру, отриманого методом вичерпної екстракції:

1 — жир з необробленої вовни; 2 — жир після ВДО.

Згідно з даними, представленим на рис. 2, ІЧ-спектри зразків вовняного жиру, отриманого кислотним методом жиродобування з необробленої вовни (1) і вовни після ВДО (2), характеризуються відсутністю якісних змін.

У спектрах зразків вовняного жиру (рис. 2) в області $1000-1300\text{ см}^{-1}$ профіль смуг змінюється в порівнянні зі спектром вовняного жиру, отриманого методом вичерпної екстракції (рис. 1), з'являється нова смуга 1109 см^{-1} , характерна для $\text{C}-\text{O}-\text{C}$ і $\text{C}-\text{OH}$

третинної групи. Також з'являється широка смуга з максимумами при 3350 см^{-1} і 3382 см^{-1} в області $3000\text{--}3500\text{ см}^{-1}$ (відповідно збільшується смуга 1678 см^{-1} , яка відноситься до валентних коливань NH -груп).

Слід зазначити, що при порівнянні ІЧ-спектрів жиру, отриманого різними методами (рис. 1, 2), при кислотному способі вилучення з'являються смуги з максимумами (1553 см^{-1} , 1513 см^{-1}), які відносяться до аміногруп NH_2 (амідо-амінні угруповання, сечовинні, різні набори NH -груп), що також спостерігається і у валентній області $3000\text{--}3600\text{ см}^{-1}$ для NH -груп.

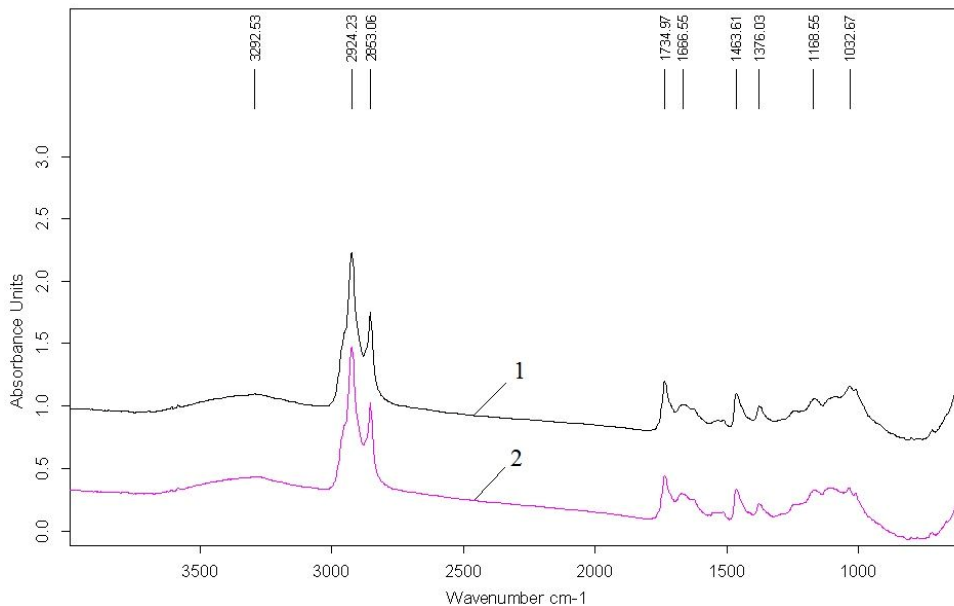


Рис. 2. ІЧ-спектри вовняного жиру, отриманого кислотним способом видобутку жиру:
1 — жир з необробленої вовни; 2 — жир після ВДО.

Далі у роботі отримані ІЧ-спектри використовувалися для визначення якості досліджуваних зразків вовняного жиру.

Відомо [11], що окислювальне псування жирів пов'язане з утворенням гідропероксидів і з'єднань, що містять карбонільну групу. В ІЧ-спектрі жирів і масел є характерні смуги поглинання, пов'язані з деформаційними коливаннями CH -групи (2900 , $1470\text{--}1390\text{ см}^{-1}$) і групи C=O ($1770\text{--}1730\text{ см}^{-1}$). Положення смуг в часі не змінюється. При цьому ступінь окислення жиру відбивається на інтенсивності поглинання смуги карбонільної групи, тоді як інтенсивність поглинання у області частот CH -групи залишається незмінною. В зв'язку з цим для кількісного визначення сполук, що містять карбонільну групу, можна застосувати метод внутрішнього стандарту з використанням у якості такої смуги поглинання CH -групи (2900 см^{-1}). Інтенсивність смуг поглинання груп CO і $-\text{CH}$, знайдених за спектром, виражають у одиницях оптичної щільності, а ступінь окислення (CO) жиру знаходять із співвідношення:

$$\text{CO} = \frac{D_{\text{C=O}}}{D_{\text{C-H}}} \quad (1)$$

де $D_{\text{C=O}}$ — оптична щільність на смузі групи C=O ; $D_{\text{C-H}}$ — оптична щільність на смузі групи C-H .

В табл. 2 наведені значення ступеня окислення досліджуваних зразків вовняного жиру, розраховані за рівнянням 1.

Аналіз даних, представлених у табл. 2, показав, що ступінь окислення жиру, отриманого способом вичерпної екстракції на 31% менше від ступеня окислення жиру, отриманого

кислотним способом, причому жир, отриманий з вовни після попередньої ВДО, у 1,2-2 рази менше окислений ніж жир, отриманий з необробленої вовни.

Таблиця 2. Вплив способу жиродобування на ступінь окислення вовняного жиру

Спосіб жиродобування	Ступінь окислення
Вичерпної екстракції	
з необробленої вовни	0,45
з вовни після ВДО	0,38
Кислотний	
з необробленої вовни	0,59
з вовни після ВДО	0,30

Автори статті згодні з тим, що розрахунок ступеня окиснення жиру, отриманого з необробленої вовни методом вичерпної екстракції, проведено неправильно і при правильному розрахунку ступінь окислення складає 0,45, замість 0,59. Однак автори не можуть погодитися з тим, що ступінь окиснення, жиру, отриманого з необробленої вовни методом вичерпної екстракції, складає 0,2. Для доказу свого твердження приводимо розрахунки:

жир отриманий з необробленої вовни методом екстракції (рис. 1, крива 1) $1,25:2,8=0,45$ (допущена помилка, яка була виправлена у статі та відмічена червоним);

жир отриманий з вовни після ВДО методом екстракції (рис. 1, крива 2) $0,65:1,7=0,38$ (розрахунок правильний);

жир отриманий з необробленої вовни кислотним методом (рис. 2, крива 1) $1,33:2,25=0,59$ (розрахунок правильний);

жир отриманий з вовни після ВДО кислотним методом (рис. 2, крива 2) $0,45:1,5=0,30$ (розрахунок правильний);

На думку авторів, дія ВДО подібна до дії лужної рафінації, в результаті якої відбувається виділення з жиру вільних жирних кислот та інших гідратованих (білкових) речовин у вигляді мил. Даним твердженням можна пояснити зменшення ступеня окислення вовняного жиру в результаті дії ВДО.

Висновки.

1. ІЧ-спектри зразків вовняного жиру, отриманого методом вичерпної екстракції і кислотним способом жиродобування з необробленої вовни і вовни після ВДО, без якісних змін, профілі основних смуг поглинання характерні для жиру (воску).

2. При порівнянні ІЧ-спектрів жиру, отриманого різними методами, встановлено, що при кислотному способі вилучення жиру з'являються смуги з максимумами (1553 см^{-1} , 1513 см^{-1}), які відносяться до аміногруп NH_2 (амідо-амінні угруповання, сечовинні, різні набори NH -груп), що також спостерігається і у валентній області $3000\text{--}3600\text{ см}^{-1}$ для NH -груп.

3. Жир, отриманий з вовни після ВДО, у 1,2-2 рази менше окислений ніж жир, отриманий з необробленої вовни.

ЛІТЕРАТУРА

1. Мороз А.Н. Анализ способов извлечения шерстного жира из сточных вод фабрик первичной обработки шерсти / А.Н. Мороз, А.Д. Черенков // Вісник НТУ «ХПІ». — 2011. — №12. — С. 146—151.
2. Семешко О.Я. Визначення впливу високо-дискретної обробки на якісні показники вовняного жиру / О.Я. Семешко, О.М. Куник, Ю.Г. Сарібекова // Харчова промисловість. — 2015. — №17. — С. 68—73.
3. Use of visible and near-infrared spectroscopy for predicting antioxidant compounds in summer squash (*Cucurbita pepo* spp.) // Food Chemistry. — 2014. — Vol. 164. — P. 301—308
4. Huck, C.W. Advances of infrared spectroscopy in natural product research // Phytochemistry Letters. — 2015. — Vol. 11. — P. 384—393.
5. Feng Xu. Qualitative and quantitative analysis of lignocellulosic biomass using infrared techniques: A mini-review / Feng Xu, Jianming Yu, Tesfaye Tesso, Floyd Dowell, Donghai Wang // Applied Energy. — 2013. — Vol. 104. — P. 801—809.
6. Picy Y. Pesticides and Herbicides: Residue Determination // Reference Module in Food Science, from Encyclopedia of Food and Health. — 2016. — P. 311—318.

7. Prieto N. Predicting fat quality from pigs fed reduced-oil corn dried distillers grains with solubles by nearinfrared reflectance spectroscopy: Fatty acid composition and iodine value / N. Prieto, B. Uttaro, C. Mapiye, T.D. Turner, M.E.R. Dugan, V. Zamora, M. Young, E. Beltranena // Meat Science. — 2014. — Vol. 98, Issue 4. — P. 585—590.

8. Kunik O. High-energy discrete processing in technology of extraction of wool grease / O. Kunik, O. Semeshko, J. Saribekova, S. Myasnikov // Ukrainian Food Journal. — 2014. — №3 — P. 381-388.

9. Сарибекова Ю.Г. Инновационная технология обработки шерстяного волокна / Ю.Г. Сарибекова, О.Я. Семешко, А.В. Ермолаева // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. — 2013. — №3. — С. 79-83.

10. Преч Э. Определение строения органических соединений. Таблицы спектральных данных / Преч Э., Бюльманн Ф., Аффольтер К. — М.: Мир; Бином. Лаборатория знаний, 2006. — 438 с.

11. Стеле Р. Срок годности пищевых продуктов: Расчет и испытание / [пер. с англ. В. Широкова, под общ. ред. Ю.Г. Базарной]. — СПб.: Профессия, 2006. — 480 с.

ИК-СПЕКТРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА ШЕРСТНОГО ЖИРА

А.Н. Куник, О.Я. Семешко, Ю.Г. Сарибекова

Херсонский национальный технический университет

В статье проведено ИК-спектроскопическое исследование качественного состава шерстного жира, полученного методом исчерпывающей экстракции и кислотным способом жиродобычи из необработанной шерсти и шерсти после высокоэнергетической дискретной обработки. В качестве объекта исследования использовалась непромытая полутонкая мериносовая шерсть с начальным содержанием жира $20,7 \pm 0,7\%$. Исследование качественного состава шерстного жира проводилось на ИК-Фурье спектрометре «Tensor-37» («Bruker Corporation», Германия). В результате анализа полученных ИК-спектров определено, что жир, извлеченный из шерсти после высокоэнергетической дискретной обработки, в 1,2-2 раза менее окислен чем жир, полученный из необработанной шерсти.

Ключевые слова: шерстный жир, высокоэнергетическая дискретная обработка, качественный состав, ИК-спектроскопия.

УДК 665.353.4: 543.422.3

DETERMINING THE DEGREE OF OXIDATION PALM OIL SPECTROSCOPIC METHODS

I.G. Radzievskii, S.A. Lenik, F.V. Maksimkin

National University of Food Technologies

Key words:quality of frying fat,
palm oil,
calibration model,
the accuracy of the analysis**Article history:**Received 15.04.2016
Received in revised form
9.05.2016
Accepted 9.06.2016**Corresponding author:**

logos2007@ukr.net

ABSTRACT

Spectral analysis methods are the most effective ways to study the structure and control of the substance. In this work the rapid instrumental method for determining the oxidation of palm oil used for frying foods in oil. While technological processing oil is a long time in the hot condition and continuously used for making large volumes of products. Therefore, the urgent task is to develop a rapid method of determining the degree of suitability of the oil-for-fried, as titrimetric method quite a long time. A calibration solutions palm oil in hexane concentration of 1 g / l at a wavelength of 232 nm relative values peroxide number in the range from 1.5 to 23.0 mmol/20/kg. The accuracy of the developed method puts a 0.95 error does not exceed 5%. Using the proposed method reduces to a minimum the analysis as fat products while maintaining the required accuracy of the analysis.

ВИЗНАЧЕННЯ СТУПЕНЯ ОКИСНЕННЯ ПАЛЬМОВОЇ ОЛІЇ СПЕКТРОСКОПІЧНИМ МЕТОДОМ

І.Г. Радзієвська, кандидат технічних наук,

С.О. Леник, студент

П.В. Максимкін, аспірант

Національний університет харчових технологій

Спектральні методи аналізу є одними з найбільш ефективних способів дослідження будови і контролю складу речовини. В даній роботі розроблено експресну методику визначення ступеня окиснення пальмової олії за величиною пероксидного числа в широкому діапазоні значень.

Використання запропонованої методики дозволяє скоротити до мінімуму час аналізу якості жирних продуктів при збереженні необхідної точності результатів аналізу.

Ключові слова: якість фритюрного жиру, пальмова олія, калібрувальна модель, точність аналізу.

Вступ. Останнім часом все більшої популярності набувають продукти, приготування яких пов'язано із застосуванням фритюру — це чіпси, пиріжки, пончики, картопля-фрі, різноманітна снекова продукція [1]. З точки зору харчової безпеки, процес обсмажування у фритюрі, коли продукти повністю занурюються в розплавлений жир за температури 130...180°C, є потенційно небезпечним. Під час технологічної обробки жир тривалий час перебуває у розігрітому стані та безперервно застосовується для приготування значних об'ємів продукції [2]. Найяскравішим прикладом є обсмажена у фритюрі картопля, яку готують у закладах швидкого харчування [3].

При цьому фритюрний жир піддається різним впливам, в результаті яких погіршуються колір, прозорість, запах, а також ряд фізико-хімічних властивостей. Під час смаження утворюються первинні і вторинні продукти окиснення. До первинних належать пероксида та

гідропероксида, їх вміст контролюють за величиною пероксидного числа. Жир з масовою часткою продуктів окиснення більше 1% вважається непридатним для подальшого застосування [4].

Для фритюру слід використовувати жири з мінімальним вмістом води, які здатні розігріватися до високої температури, не змінюючи свого смаку, не пригорають і не димлять. Нині величезний обсяг ринку жирів належить пальмовій олії, усі крупні виробники застосовують її через низьку вартість та порівняно вищу стабільність [5]. Тому актуальним завданням є розробка швидкого методу визначення ступеня придатності такого жиру для подальшого смаження, оскільки титриметричний метод достатньо тривалий у часі. Ряд робіт закордонних та вітчизняних вчених присвячено розробленню методів лабораторного контролю якості фритюрного жиру [6-10]. Зокрема, розроблено спектроскопічний метод контролю за накопиченням окисполімерів за величиною питомого поглинання, визначення вмісту H_2 та O_2 в леткій частині жиру методом газорідинної хроматографії [11].

Мета досліджень — вивчення процесу окиснення пальмової олії та розробка на основі одержаних даних простого і швидкого методу визначення ступеня окиснення жиру.

Методи і методики досліджень. Роботу виконано на рафінованій вибіленій дезодорованій пальмовій олії за ДСТУ 4306:2004 — «Олія пальмова. Загальні технічні умови». Процес окиснення контролювали за величиною пероксидного числа (ПЧ) за ДСТУ 4570:2006 — «Жири рослинні та олії. Метод визначення пероксидного числа». Спектральні дослідження виконані на спектрофотометрі СФ-26 шляхом вимірювання оптичної густини 1 см розчинів пальмової олії у гексані концентрацією 1 г/л на довжині хвилі 232 нм; розчин порівняння — гексан х.ч.

Результати досліджень. Інструментальні аналітичні методи дослідження мають ряд суттєвих переваг над класичними методами аналітичної хімії або так званої «мокрої хімії», що широко використовуються в наукових дослідженнях та при проведенні аналізу якості продуктів виробництва. Це експресність проведення аналізу, висока чутливість, відтворюваність результатів, їх достовірність та надійність, простота проведення вимірів за розробленими методикам.

Серед низки інструментальних методів найбільшу увагу привертають спектроскопічні методи досліджень, що ґрунтуються на вибірковій взаємодії електромагнітних хвиль з атомно-молекулярною будовою досліджуваних речовин [1]. Електромагнітні хвилі в кожній області спектра взаємодіють з коливальними рухами атомів та молекул у структурі реагентів. Максимум поглинання для деяких представників ліпідів в ультрафіолетовій і видимій областях наведений у табл. 1.

Таблиця 1. Максимум поглинання для деяких сполук в ультрафіолетовій і видимій областях

Вид спектру	Сполуки	Максимум поглинання, нм
ультрафіолетовий	первинні продукти окиснення	232
	вторинні продукти окиснення	250...300
	окиснення поліненасичені	230...233; 268...269
	кислоти токоферолі	256...298
видимий	каротиноїди	400...500
	α -каротин	477
	β -каротин	483

Для кількісного вимірювання користуються законом Бугера-Ламберта-Бера, який вказує на пряму пропорційність між концентрацією і оптичною густиною розчину. Тому вимірювання спектрів пропускання зразків пальмової олії з різними значеннями ПЧ дозволить побудувати калібрувальний графік. Точність такого методу буде залежати від кількості зразків і для його наступного застосування похибка не повинна перевищувати 5%. Для одержання достатньої кількості зразків пальмової олії, що знаходиться на різних стадіях псування було проведено її прискорене окиснення за тих умов, в яких вона знаходиться при застосуванні її в якості фритюрного жиру. Проби відбирали кожні 20 хв. і вимірювали ПЧ стандартним методом. Для збільшення кількості зразків з різним ПЧ та підвищення достовірності експерименту процес окиснення проведено в 3-х паралелях, тривалість кожної становила 120 хв.

Таблиця 2. Окиснення пальмової олії за температури 150°C

Тривалість дослід, хв.	Пероксидне число, ммоль ¹ /2O/кг		
	1 паралель	2 паралель	3 паралель
0	1,5	2,0	1,5
20	4,0	4,4	3
40	9,0	7,7	6
60	14,0	11,6	9
80	21	15,2	12,5
100	23	22,2	19,6
120	11	10,5	11

З результатів, наведених у таблиці видно, що данні одержано достатньо узгодженими. На початок дослідів величина пероксидного числа пальмової олії не перевищує значень, характерних для індукційного періоду. Протягом наступних 100 хв. ПЧ зростає до величини, що перевищує допустимі для харчових жиромістивних продуктів рівні. В усіх 3-х паралелях зафіксовано зниження ПЧ на 120 хв. дослідів, це можна пояснити перетворенням пероксидів на вторинні продукти окиснення. При величині ПЧ більше 10 ммоль¹/2O/кг фритюрний жир втрачає харчову цінність та повинен бути повністю або частково замінений на свіжий, тому після 120 хв. дослід було припинено. Оскільки дані одержано достатньо узгодженими, їх використано для проведення кількісного аналізу, який складається з наступних етапів:

- Підготовка калібрувальних стандартів;
- Вимірювання спектрів;
- Побудова, оптимізація і тестування калібрувальної моделі.

Для побудови калібрувальної моделі досліджено 28 зразків пальмової олії на різних стадіях окиснення з ПЧ від до 1,5 до 23,0 ммоль¹/2O/кг. На рис. показано кореляційну пряму залежності оптичної густини розчину пальмової олії у гексані концентрацією 1 г/л від ступеня її окисненості.

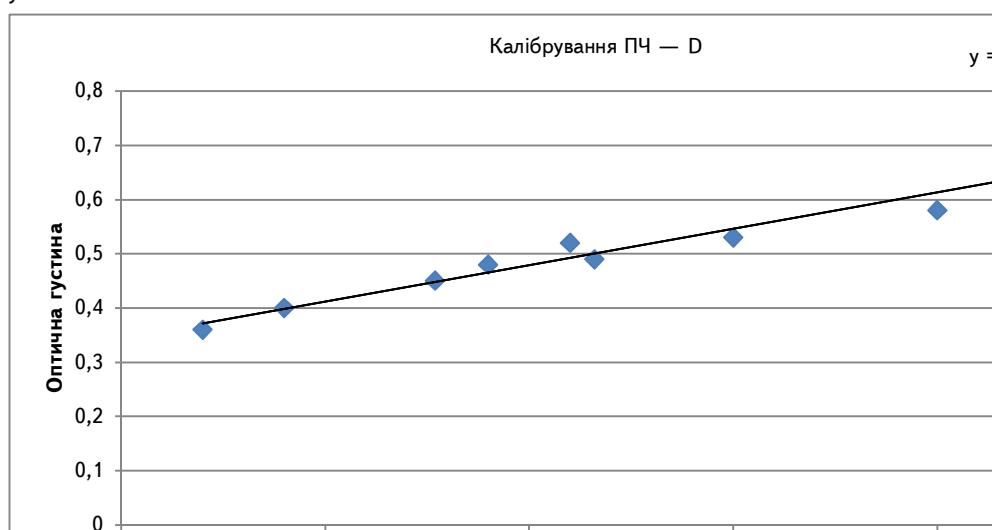


Рис.1 Залежність оптичної густини розчину пальмової олії у гексані концентрацією 1 г/л від ступеня її окисненості

На графіку показано математичне рівняння, що описує одержану пряму та збіжність, яка становить 95%. Отже, похибка методу не перевищує 5% і знаходиться в допустимих межах. За допомогою валідації здійснювали оптимізацію калібрувальної моделі та результати перевіряли на повторюваність. Точність методу перевіряли на зразках пальмової олії з різними значеннями ПЧ та визначили оптичну густина її 1% гексанових розчинів на довжині хвилі 232. Результати перевірки збіжності значень ПЧ, визначених за класичним методом та за допомогою розробленого інструментального методу наведено в табл. 3.

Таблиця 3. Результати перевірки на повторюваність

№ зразка	Істинне значення ПЧ, ммоль ¹ /2О/кг (ДСТУ 4570: 2006)	Передбачене значення ПЧ, ммоль ¹ /2О/кг	Відносна похибка, %
1	5,0	5,2	3,5
2	9,0	8,6	4,44
3	15,0	14,4	4,0
4	18,0	17,2	4,5

З даних, наведених в таблиці 3 видно, що розбіжність значень не перевищує 5%. Отже запропонований метод експресного аналізу ступеня окиснення пальмової можна застосовувати для визначення її харчової придатності в жорстких умовах фритюру. Використання запропонованої методики дозволяє скоротити до мінімуму час аналізу якості жирових продуктів при збереженні необхідної точності результатів аналізу.

Висновки. Спектральні методи аналізу є одними з найбільш ефективних способів дослідження будови і контролю складу речовини. До переваг спектрального аналізу можна віднести точність і однозначність характеристики речовини, високу вибірковість та універсальність. В даній роботі розроблено швидкий інструментальний метод визначення ступеня окиснення пальмової олії, що застосовується для обсмажування продуктів у фритюрі. Проведено калібрування розчинів пальмової олії у гексані концентрацією 1г/л на довжині хвилі 232 нм відносно величини пероксидного числа в межах від 1,5 до 23,0 ммоль¹/2О/кг. Точність розробленого методу ставить 0,95 а похибка не перевищує 5%.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Формування споживчих властивостей* продуктів, які містять тропічні олії [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: <http://dspace.oneu.edu.ua/jspui/bitstream/>.
2. *Антиоксидантная стабилизация фритюрных жиров* / И.А. Козлов, М.Н. Мануйлова, Ю.В. Николаева и др. // *Масложирная промышленность*. — 2012. — № 5. — С. 19-20.
3. *Исследование фритюрных жиров* в технологии картофеля фри / М.Л. Воронцова, Ю.В. Николаева, М.Ю. Рудакова и др. // *Масложирная промышленность*. — 2013. — № 3. — С. 18-19.
4. *Духу, Т.А.* Высокоолеиновое подсолнечное масло — основа для фритюрных масел и жиров / Т.А. Духу, Ю.А. Султанович // *Пищевая промышленность*. — 2012. — № 3. — С. 22—24.
5. *Експерт Агро* [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: <http://www.expert.agro.com/>.
6. *Беляева, М.А.* Автоматизация расчета качественных показателей фритюрных жиров с использованием современных программных средств в сфере общественного питания / М.А. Беляева, Я.И. Зубарева // *Пищевая промышленность*. — 2015 — № 9. — С. 20—23.
7. *Abdel-Razek, A.G.* Effect of pre-treatments and frying time on physical and chemical properties of cottonseed oil / A.G. Abdel-Razek, G.H. Ragab, H.S. Ali // *Journal of Applied Sciences Research*. — 2012. — No. 8 (11). — P. 5381—5387.
8. *Effect of deep-fat frying* on chemical properties of edible vegetable oils used by senegalese households / A. Diop, S.O. Sarr, N. Dao et all. // *African journal of food, agriculture, nutrition and development*. — 2014. — Vol.14. — No.6. — P. 9418—9438.
9. *Effect of vegetablebased oil blends* on physicochemical properties of oils during deep-fat frying / A. Serjouie, C.P. Tan, H. Mirhosseini et all. // *American Journal of Food and Technology*. — 2010. — No. 5 (5). — P. 310—323.
10. *El-Rahman, Abd.* Antiradical performance & physicochemical characteristics of vegetable oils upon frying of French fries: a preliminary comparative study / Abd. El-Rahman, A. El-Makhzangy, M.F. Ramadan // *Journal of Food Lipids*. — 2006. — No. 13. — P. 259—276.
11. *Демидов, И.Н.* Жиры, используемые для фритюра, проблемы качества и безопасности / И.Н. Демидов, Л.Н. Кузнецова // *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Нові рішення у сучасних технологіях. — 2011. — № 5. — С. 146—152.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ОКИСЛЕНИЯ ПАЛЬМОВОГО МАСЛА СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

И.Г. Радзиевская, С.А. Леник, Ф.В. Максимкин

Национальный университет пищевых технологий

Спектральные методы анализа являются одними из наиболее эффективных способов исследования строения и контроля состава вещества. В данной работе разработаны экспрессную методику определения ПЧ пальмового масла в широком диапазоне значений. Использование предлагаемой методики позволяет сократить до минимума время анализа качества жировых продуктов при сохранении требуемой точности результатов анализа.

Ключевые слова: *качество фритюрного жира, пальмовое масло, калибровочная модель, точность анализа.*

TECHNOLOGY DEVELOPMENT BUTTER COOKIES WITH IMPROVED CONSUMER PROPERTIES

O. Kirpichenkova, V. Obolkina

National university of food technologies

Key words:	ABSTRACT
biologically active substances, biscuit semi-finished product, butter biscuits, carrot puree hydrolyzed, fiber	The article presents the results of research impact hydrolyzed carrot puree on the structural and mechanical properties of biscuit dough for combined butter biscuits. The new technological solutions contributed to stabilizing the structure biscuit-butter semi-finished product and prevent the destruction of the structure spumy dough under the influence of mechanical stress in the formation on Jigging machines; can increase the bound moisture process number and finished products to reduce moisture during the storage of products, prolongation of shelf life and increased content of biologically active substances: vitamins, including β -carotene, water-soluble pectin, fibers, minerals was proven.
Article history: Received 27.04.2016 Received in revised form 28.05.2016 Accepted 6.06.2016	
Corresponding author: oksana-kirpichenkova@ukr.net	

РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЗДОБНОГО ПЕЧИВА З ПОЛІПШЕНИМИ СПОЖИВЧИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

О.М. Кирпіченкова, канд. техн. наук,

В.І. Оболкіна, д-р техн. наук,

Національний університет харчових технологій

В статті наведені результати дослідження впливу морквяного гідролізованого пюре на структурно-механічні властивості бісквітного тіста для комбінованого здобного печива. Встановлено, що введення у рецептурний склад морквяне пюре з підвищеним вмістом пектину сприяє стабілізації структури бісквітного напівфабрикату, зростанню кількості осмотично та адсорбційно зв'язаної води, підвищує харчову цінність готових виробів, подовжує термін їх придатності.

Ключові слова: біологічно-активні речовини, бісквітний напівфабрикат, здобне печиво, морквяне гідролізоване пюре, клітковина.

Вступ. Останні роки обсяг виробництва та споживання борошнених кондитерських виробів збільшується, отже ця група виробів займає важливе місце в структурі харчування населення України. Стабільним попитом на споживчому ринку користується комбіноване здобне печиво з начинками на основі бісквітного напівфабрикату. Слід зазначити, що бісквітний напівфабрикат містить значну кількість цукру (20—30 %), внаслідок цього високу енергетичну цінність, низький вміст біологічно-активних речовин (БАР) та швидке черствіння у процесі зберігання.

Перспективним напрямком при розробці борошнених кондитерських виробів підвищеної харчової цінності та зменшеної калорійності є використання рослинної сировини. Рослинні продукти посідають особливе місце в харчуванні людини, що зумовлене їх складом, різноманітними харчовими і смаковими властивостями, а також притаманними їм парафармакологічними властивостями.

В останній час у виробництві кондитерських виробів почали застосовувати овочеву сировину, зокрема продукти переробки моркви, які містять підвищену кількість клітковини, пектинові речовини, велику кількість мінеральних речовин і вітамінів. У Національному університеті харчових технологій був запропонований спосіб приготування морквяного гідролізованого пюре (МГП). Особливість його отримання полягає в проведенні процесу кислотного гідролізу овочевої сировини [1]. За рахунок гідролізу протопектину рослинних тканин у МГП збільшувалася кількість водорозчинного пектину майже в 2 рази та становила до 2,5 г у 100 г продукту. Було встановлено, що МГП містить пектин зі ступенем етерифікації 38-42 %, вміст клітковини в пюре — 1,9-2,2 г/100г.

Одним з важливих біологічно-активних компонентів, який присутній у морквяному пюре є β — каротин. Було встановлено, що у процесі гідролізу кількість β — каротину в МГП зменшувалася, але незначно — на 0,3-0,5 % та становила 5,3-5,5 мг/100г продукту. Таким чином, дослідження підтвердили доцільність додавання у рецептурний склад печива морквяного пюре з метою підвищення харчової цінності та стабілізації його структури.

Мета досліджень. Дослідити вплив морквяного гідролізованого пюре на структурно-механічні властивості емульсії та тіста для бісквітного напівфабрикату, на форми зв'язку вологи у бісквітному напівфабрикаті.

Методика досліджень. Реологічні властивості структурованих харчових мас визначали на ротаційному віскозиметрі типу «РЕОТЕСТ — 2». Форми зв'язку вологи у досліджуваних зразках визначали методом термогравіметричного аналізу на приладі „Дериватограф Q-1500”, за зміною швидкості видалення вологи та величин теплових ефектів аналізували характер процесів, які відбувалися при прогріві досліджуваних зразків. Для визначення кількості води з різними формами зв'язку, застосовували метод диференційованого термічного аналізу.

Технологічний процес приготування здобного печива полягає у приготуванні тіста, формуванні тістових заготовок, їх термообробці. Основні процеси, завдяки яким утворюється структура напівфабрикатів та готових виробів, відбуваються на стадії приготування тіста. Тому було проведено комплекс досліджень по впливу різних технологічних факторів на властивості тістових напівфабрикатів для здобного комбінованого печива з додаванням МГП та якості готових виробів.

Бісквітне тісто являє собою складну дисперсну систему, реологічні властивості якої визначаються властивостями дисперсійного середовища — емульсії та показників якості пшеничного борошна. Якість тістового напівфабрикату залежить від структурно-механічних властивостей емульсії — в'язкості, відносної густини та стійкості піни. Дослідженнями було встановлено, що при заміні від 5 до 10 % меланжу на МГП густина емульсії-піни збільшувалася (рис. 1), але стійкість піни емульсії підвищувалася (рис. 2).

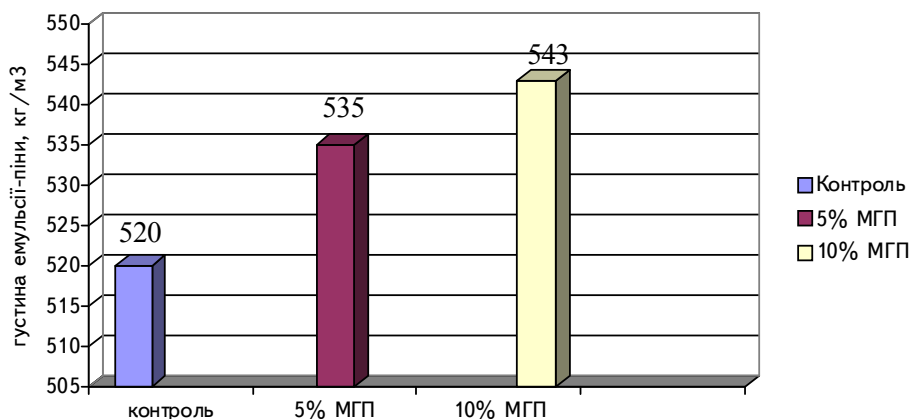


Рис.1. Вплив МГП на густину піноподібної емульсії

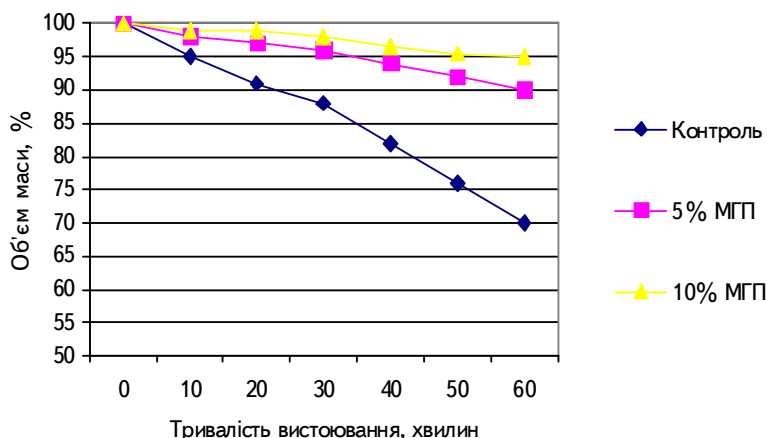


Рис. 2. Залежність стійкості піни емульсії від дозування МГП

Вірогідно, збільшення густини відбувається внаслідок збільшення її в'язкості завдяки зв'язуванню вільної води емульсії харчовими волокнами МГП — пектином та клітковиною. Стійкість піни визначається структурно-механічними властивостями адсорбційних шарів, що утворюються на поверхні їх пухирців. Імовірно, харчові волокна, що знаходяться у МГП, надають плівці піни підвищену структурну в'язкість і механічну міцність, тобто створюють пружний каркас.

Тістовий напівфабрикат для здобного комбінованого печива, що формується методом відсаджування, має зберігати структуру під дією механічних навантажень. Важливою технологічною властивістю для тіста є в'язкість, оскільки вона виконує роль структурно-механічного бар'єра при утворенні та руйнуванні піноподібної структури, зумовлює її стабільність. При недостатньо високій в'язкості, утворення пухирців повітря в об'ємі тіста при його збиванні відбувається швидко і при малих затратах енергії, однак при цьому плівки дисперсійного середовища легко руйнуються надлишковим тиском повітря. Реологічні характеристики знаходяться в тісній залежності від внутрішньої структури речовини. Зміни останньої при технологічному процесі тягне за собою зміни і реологічних параметрів. Збільшення дійсних напруг і відповідних градієнтів швидкості призводить до порушення сил зв'язку між частинами і послабленню структури. Тому були проведені дослідження залежності ефективної в'язкості здобного піноподібного тіста від швидкості зсуву на ротаційному віскозиметрі типу «Reotest-2» (табл. 1).

Таблиця 1. Реологічні характеристики тіста для бісквітного напівфабрикату без додавання та з додаванням МГП

Система	η , Па·с			Р, Па			P_{k2}/P_{k1}	P_{k2}/P_m
	η_0	η_m	$\eta_0 - \eta_m$	P_{k1}	P_{k2}	P_m		
Контрольний зразок тіста	145,0	6,75	138,25	300,0	750,0	800,0	2,5	0,94
Тісто з додаванням МГП	227,0	5,0	222,0	600,0	2300,0	1125,0	3,8	2,04

Аналіз експериментальних даних показав, що у зразку тіста за новою технологією процес руйнування структури відбувається повільніше, ніж у контрольному зразку. При градієнті швидкості зсуву $25,5 \text{ c}^{-1}$ (початок руйнування структури) у зразку тіста з додаванням МГП ефективна в'язкість у 1,6 рази вище. Величина аномалії в'язкості ($\eta_0 - \eta_m$) для тіста з додаванням 10 % МГП у 1,6 рази вище, ніж у контрольного зразку, що підтверджує утворення більш міцної коагуляційної структури. Показник відношення границь текучості (P_{k2}/P_{k1}) тіста з додаванням МГП у 1,5 рази перевищував аналогічний показник контрольного зразку тіста. Тобто завдяки внесенню харчових волокон значно підвищується міцність

структурних зв'язків в системі, це має запобігати руйнуванню піноподібної структури тістового напівфабрикату при його формуванні на відсаджувальних машинах.

Бісквітне печиво відноситься до групи кондитерських виробів з проміжною вологістю, для яких притаманні десорбційні процеси у процесі зберігання. Тому при створенні нової технології були застосовувані технологічні прийоми і сировинні компоненти, що сприяють утриманню вологи у зв'язаному стані у тістовому напівфабрикаті. На підставі досліджень доведено, що додавання МГП у склад бісквітного напівфабрикату сприяє збільшенню кількості осмотично і адсорбційно зв'язаної вологи та енергії її активації (табл. 2).

Таблиця 2. Вміст вільної і зв'язаної вологи в бісквітному печиві

Зразки печива	Вільна волога, %	Осмотично зв'язана волога, %	Адсорбційно зв'язана волога, %	Енергія активації, Дж/моль
Контрольний зразок	67,1	10,5	22,4	16,6
З додаванням МГП	60,7	15,1	24,2	18,8

У зразку з МГП осмотичної вологи більше ніж у контролі у 1,4 рази, адсорбційної вологи полімолекулярних шарів у 1,14 рази, збільшується енергія її активації у 1,13 рази.

Отже, аналіз дериватограм дає підстави зробити висновок, що використання морквяного гідролізованого пюре сприяє зростанню кількості більш міцно зв'язаної вологи у порівнянні з контролем, що дозволяє забезпечити якість виробів протягом зберігання.

Результати досліджень. Таким чином, введення у рецептурний склад МГП сприяє стабілізації структури бісквітного тіста, підвищує харчову цінність готових виробів та подовжує термін їх придатності. На підставі проведених досліджень була розроблена рецептура БМН для комбінованого здобного печива «Шантане» та обґрунтовані технологічні режими його приготування [2].

ЛІТЕРАТУРА

1. Патент 73050 Україна, МПК А 23L 1/06(2006.01). Способ производства пектиносодержащего овощного пюре / Крапивницкая И.А.; заявитель и патентодержатель Национальный университет пищевых технологий.— заявл. 24.02.2012; опубл. 10.09.2012, Бюл. № 17.
2. Патент №72163 UA, МПК A23G 3/00 (2012.01). Спосіб виробництва бісквітно-збивного здобного печива «Шантане» / Оболкіна В.І., Кирпиченкова О.М., Букшина Л.С., Крапивницкая И.О.; заявник Національний університет харчових технологій; заявл. 23.01.2012; опубл. 10.08.2012, Бюл. № 15, 2012 р.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СДОБНОГО ПЕЧЕНЬЯ С УЛУЧШЕННЫМ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИМ СВОЙСТВАМ

О.М. Кирпиченкова, В.І. Оболкіна

Национальный университет пищевых технологий

В статье приведены результаты исследования влияния морквяного гидролизованного пюре на структурно-механические свойства бисквитного теста для комбинированного здобного печенья. Установлено, что введение в рецептурный состав морквяного пюре с повышенным содержанием пектина способствует стабилизации структуры бисквитного полуфабриката, росту количества осмотически и адсорбционно связанной влаги, повышает пищевую ценность готовых изделий, продлевает срок их годности.

Ключевые слова: биологически активные вещества, бисквитный полуфабрикат, здобное печенье, морквяное гидролизованное пюре, клетчатка.

THE FEASIBILITY OF USING THE FRUITS OF ROWAN TO PREVENT BREAD MOLD

Oksana Gumeniuk, Maria Kseniuk, Yulia Zinchenko, Tetiana Derkach
Chernihiv National Technological University

Key words:

bread mold,
adding of the dried fruits of rowan,
stability of bread to mold

Article history:

Received 15.11.2015
Received in revised form
16.02.2016
Accepted 20.03.2016

Corresponding author:

gum_ok@ukr.net

ABSTRACT

The authors of this article attempted to use fruit of rowan (*Sorbus aucuparia*) as a preservative of wheat bread. It's known that different kinds of fruits of rowan (*Sorbus* L.) contain sugar (5%), malic, citric, tartaric, sorbic, parasorbic and succinic acid (2.5%), tannins (0.5%), pectin (0.5%) of the substance, sorbose and sorbitol, amino acids, essential oils, potassium, calcium, magnesium, sodium. For using fruits of rowan as a additive the ripe rowan berries have been dried and grinded. The ready powder of rowan fruit has been included in the recipe of wheat bread at dosage of 2.5 kg, 5.0 kg, 7.5 kg and 10.0 kg to 100 kg of meal. Then we have investigated the mold processes of wheat bread with the adding the dried fruits of rowan (*Sorbus aucuparia*). The results showed that the adding the rowan fruit powder slows the growth of bread mold. The use of adding of rowan fruits in dosage of 2.5 ... 10.0 kg to 100 kg of meal does not alter the physical and chemical indicators of the quality of the bread and while improve the taste and smell of finished products.

ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ПЛОДІВ ГОРОБИНИ ДЛЯ ПОПЕРЕДЖЕННЯ ПЛІСНЯВІННЯ ХЛІБ

О.Л. Гуменюк, канд. хім. наук,

М.П. Ксенюк, старш. викл.,

Ю.С. Зінченко, студ.,

Т.Л. Деркач, студ.

Чернігівський національний технологічний університет

В зв'язку з всезростаючим попитом споживачів на продукти без штучних хімічних добавок була зроблена спроба застосування сировини природного походження для підвищення стійкості хліба до цвілі. З цією метою був досліджений процес пліснявіння хліба з додаванням порошку сухих плодів горобини звичайної (*Sorbus aucuparia*). Одержані результати показали, що додавання порошку із сухих плодів горобини сповільнює процес пліснявіння хліба. Застосування порошку плодів горобини у дозуванні 2,5...10,0 кг на 100 кг борошна не змінює фізико-хімічні показники якості хліба, водночас покращує смак та запах готових виробів.

Ключові слова: пліснявіння хліба, порошок плодів горобини, стійкість хліба до плісняви.

Постановка проблеми. Піклування про власне здоров'я виходить на перше місце серед населення тих країн, які досягли певного економічного розвитку. Так як здоров'я людини напряму пов'язане з її харчуванням, то і питанням якості та корисності харчових продуктів починає приділятися значна увага. Посеред цієї уваги основною тенденцією у виборі харчових продуктів є надання переваги натуральним, без хімічних добавок продуктам. Інформаційний простір і друкованих, й Інтернет видань переповнений інформацією про шкідливість для

здоров'я людини багатьох із дозволених до використання Кодексом Аліментаріусом (Codex Alimentarius) харчових добавок. Є відомості [1], що у Сполучених Штатах використовуються близько 3000 речовин, в якості харчових добавок, що навмисно додаються в їжу в процесі виробництва харчових продуктів. І як зазначається [1], тільки невелика частина речовин, що додаються в продукти харчування в якості дозволених добавок, були протестовані на канцерогенність відповідно до протоколів, які вважаються прийнятними за сучасними стандартами. Крім цих речовин, за іншими оцінками, ще 12000 хімічних сполук (наприклад, вінілхлорид і акрилонітрил, що використовуються у виробництві упаковки харчових матеріалів), які класифікуються як непрямі (або ненавмисні) добавки, іноді виявляються в деяких харчових продуктах, хоча річна доза потрапляння більшості із цих речовин в їжу на душу населення становить незначні кількості.

Всезростаючий попит споживачів на натуральні продукти без добавок хімічного походження, спонукає до пошуку альтернативних добавок, вилучених із природних джерел.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомо [2, 3], що не обходиться без хімічних добавок і сучасне виробництво хлібобулочної продукції. Сьогодні споживачеві пропонується широкий асортимент хлібобулочних виробів, багатоманітність вибору яких зобов'язана різноманітним поліпшувачам і готовим хлібопекарським сумішам, речовинам, що сприяють збереженню свіжості та подовжують терміни зберігання продукції, а також підвищують її стійкість до мікробіологічного псування [2, 3].

Найбільш поширеною формою мікробіологічного псування хлібобулочних виробів є пліснявіння хліба, яке викликають в основному міцеліальні гриби роду *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor* [4]. Ферменти пліснявих грибів призводять до гідролізу крохмалю, білків, жирів в результаті чого утворюються продукти, що надають хлібу неприємного запаху та смаку. Крім того, деякі види грибів утворюють мікотоксини, що є шкідливими для здоров'я людини. Так, гриби роду *Aspergillus* можуть бути джерелом речовин, що є небезпечними для печінки, нирок, нервових центрів, а також для процесів травлення.

Для попередження пліснявіння хліба необхідно зберігати його в сухому приміщенні, що добре провітрюється за температури 10 — 12°C, з відносною вологістю повітря біля 70% [4]. Та в домашніх умовах не завжди і не кожен споживач може забезпечити такі умови зберігання хліба, тому так багато хліба перетворюється на відходи, опиняючись у сміттєвих контейнерах. Враховуючи що хлібобулочні вироби є продуктом щоденного споживання та беручи до уваги економічних чинник, пов'язаний зі зростанням цін на них можна з впевненістю стверджувати, що розробка нових методів підвищення стійкості хлібопекарської продукції до плісняви є актуальною задачею.

Для забезпечення мікробіологічної стійкості хлібобулочних виробів ефективним є використання синтетичних консервантів [2, 3, 5]. Побічний ефект внесення таких компонентів в рецептуру хліба — пригнічення життєдіяльності корисної мікрофлори тіста, сповільнення його дозрівання і збільшення тривалості виробничого циклу. Все це тягне за собою необхідність використання інших добавок — хімічних розпушувачів і т.д. Застосування синтетичних добавок у переважній кількості харчових продуктів промислового виробництва здатне негативно відобразитися на здоров'ї людини [6] і входить в протиріччя з основами одержання біологічних продуктів, які все більше закріплюють своє положення на сучасному ринку. То ж розробка методів підвищення мікробіологічної стійкості хлібобулочних виробів з використанням компонентів природного походження є дуже сучасною.

Враховуючи тенденції на попит харчових продуктів з натуральної сировини, авторами статті зроблена спроба дослідити можливість використання порошку із висушених плодів горобини в якості консерванту, що попереджує пліснявіння хлібобулочних виробів.

Відомо [7 — 11], що в плодах різних видів горобини (*Sorbus L.*) багато цукрів: від 5,6 до 24% в перерахунку на суху масу; велика кількість сорбіту — 19,6...30,5% від суми цукрів, в перерахунку на суху масу. Загальна кількість органічних кислот в ягодах досягає 3,6%. Із них 2,8% припадає на яблучну, решта — на винну, янтарну та сорбінову. Крім того плоди містять дубильні (0,5%) пектинові (0,5%) речовини, амінокислоти, ефірні олії, солі калію, кальцію, магнію, натрію.

Плоди використовують як полівітамінний засіб і каротиновмісну сировину. Наявність вітаміну Р ставить горобину на одне з перших місць серед інших плодових рослин. Препарати з плодів горобини знижують кількість жиру в печінці і холестерину в крові, а порошок з плодів горобини підвищує резистентність кровоносних судин. Багаті плоди горобини і на вітаміні С (до 160 мг%) та

каротин (до 56 мг%) [7, 8, 10]. Таким чином, додавання ягід горобини до хлібобулочних виробів має надати останнім і певних функціональних властивостей.

Плоди горобини містять також парасорбінову кислоту, яка знаходиться у плодах як у вільному стані, так і у вигляді моноглікозиду, який зумовлює гіркий смак плодів. Під час заморожування моноглікозид розпадається і гіркий смак ягід зникає, крім того зростає концентрація сорбінової кислоти в плодах [7, 8].

Парасорбінова і сорбінова кислоти горобини гальмують ріст мікроорганізмів, грибів і плісняви шляхом інгібування активності ферменту дегідрогенази, в результаті чого порушуються обмін речовин і затримується ріст цвілі [8]. На розвиток молочнокислих бактерій ці кислоти не впливають.

Постановка завдання. Дослідити вплив порошку висушених плодів горобини на процес пліснявіння хліба в процесі зберігання; оцінити органолептичні властивості хлібних виробів з додаванням плодів горобини.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для проведення досліджень щодо підвищення стійкості хліба пшеничного до процесів пліснявіння були вибрані плоди горобини звичайної (*Sorbus aucuparia*). Стиглі ягоди висушили в електричній сушарці за температури 50 °С. Вологість ягід після висушування визначили методом прискореного висушування в сушильній електричній шафі, вона становила 8,5%. Висушені ягоди перемололи до порошкоподібного стану в звичайному подрібнювачі до одержання частинок з розмірами 1,5...2 мм. Подрібнення відбувається протягом 120...150 с за температури 22 °С.

Наступним етапом досліджень було визначення дозування плодів горобини в якості компоненту пшеничного хліба, що сповільнює процеси пліснявіння і водночас не погіршує його органолептичних властивостей чи фізико-хімічних параметрів якості.

Аналіз численних літературних джерел та баз даних [7 — 11] дає приблизне значення вмісту парасорбінової та сорбінової кислоти у плодах горобини — 1,4% в перерахунку на суху масу. Відомо також, що сорбінова кислота гальмує розвиток пліснявих грибів в концентрації 0,025...0,075% [8].

Згідно з [12, 13] синтетична сорбінова кислота Е200 дозволена в якості консерванту в хлібі, хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів розфасованих, упакованих з тривалим терміном зберігання в кількості 100...200 г на 100 кг борошна. Крім того сорбінова кислота використовується для обробки поверхні готових продуктів або пакувального матеріалу в кількості 15 мг/кг [14].

На основі наведених вище даних, та враховуючи те, що концентрація сорбінової кислоти в процесі дозрівання хліба може зростати за рахунок розкладу відповідного моноглікозиду [6], найбільше дозування, яке було вибране для порошку ягід горобини 10 кг на 100 кг борошна, що за приблизними розрахунками може містити 140 г (або 0,14%) парасорбінової та сорбінової кислот. Найменше дозування 2,5 кг (0,035%); проміжні дозування — 7,5 кг (0,1%), та 5 кг (0,07%).

Якість хліба оцінювали шляхом проведення лабораторних пробних випічок, виготовлених із борошна пшеничного вищого ґатунку (100 кг), дріжджів хлібопекарських пресованих (2 кг), солі (1,3 кг), цукру-піску — 1 кг [15 — 17] з додаванням порошку плодів горобини, рецептурна кількість якого складала відповідно 2,5 кг (зразок 1); 5,0 кг (зразок 2); 7,5 кг (зразок 3) та 10 кг (зразок 4) безопарним способом.

Якість свіжого хліба вивчалася за допомогою органолептичних і фізико-хімічних методів аналізу. В результаті чого встановили, що за такими параметрами якості, як стан поверхні і колір скоринки, формою, пористістю і еластичністю м'якушки дані зразки хліба не відрізнялись між собою (табл., рис. 1).

Показники якості хліба білого з борошна пшеничного вищого ґатунку

Показники	Варіанти				
	контроль	1	2	3	4
Фізико-хімічні показники					
Вологість м'якушки, %	43,0	43,5	42,5	42,0	42,0
Кислотність, град.	3,0	3,0	3,5	3,5	3,5
Пористість, %	74,0	72,0	72,0	73,0	73,0

Показники	Варіанти				
	контроль	1	2	3	4
Органолептичні показники					
Зовнішній вигляд: форма	Відповідає формі у якій проводилося випікання				
Поверхня	Невеликий підрив	Без тріщин та підривів			
Колір	Світло-жовтий	Світло-жовтий	Світло-коричневий		
Стан м'якушки	Пропечена, не липка, не волога на дотик				
Смак	Без стороннього смаку	Мають більш приємний смак		Мають більш приємний, відчутний смак	
Запах	Без стороннього запаху				

Стан поверхні скоринки у всіх зразках — без тріщин, без підривів, гладка, глянцева; колір скоринки — світло-жовтий, дещо темніший у зразка 3 і 4; форма — куполоподібна; пористість — дрібна, тонкостінна, рівномірна; еластичність — еластичний, швидко відновлюється. Кислотність м'якушки зразків становила 3,0...3,5 град., масова частка води — не більше 43,5%, пористість м'якушки — не менше 72,0% (табл.).

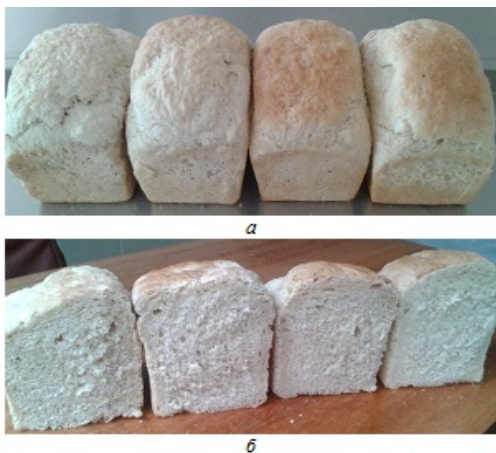


Рис. 1 Зовнішній вигляд (а) та вигляд на розрізі (б) зразків хліба, зліва направо: контрольний зразок, зразок 1; зразок 2; зразок 3

В той же час зразки 1..4 і контрольний відрізнялись за своїми органолептичними властивостями. Так контрольний зразок мав характерний запах і смак, притаманний даному виду виробу, тоді як зразки 1...4 відрізнялись більш приємним смаком і запахом в порівнянні з контрольним зразком, без будь-якої специфічності.

Таким чином, за результатами пробних випічок можна зробити висновок, що додавання порошку плодів горобини в рецептурній кількості 2,5...10,0 кг на 100 кг борошна не впливає на зовнішній вигляд та фізико-хімічні показники якості хліба, але покращує його органолептичні якості.

Для дослідження впливу додавання порошку плодів горобини на процеси пліснявіння хліба нарізані зразки хліба помістили в окремі поліетиленові пакети та витримували за температури 20...25 °С 21 добу. Такий термін був вибраний з урахуванням того, що хлібобулочні вироби з добавкою консервантів (сорбінової кислоти) мають подовжений термін зберігання (30 днів), спостереження за змінами (фото) робили через 7, 14 та 21 добу. Проводили два паралельні експерименти в різних приміщеннях, які відрізнялись температурою (відповідно 20 °С та 25 °С та відносною вологістю повітря — 70% і 60%).



Рис. 2 Фото зразків хліба, зроблені на 21 добу після початку експерименту:
зверху — зразки в приміщенні 1; знизу — в приміщенні 2:
а — контрольний зразок; *б, в, г* — відповідно зразок 1, 2, 3

Результати експерименту в обох випадках виявились однаковими (рис. 2). Перша поява плісняви спостерігалась у контрольного зразка на п'яту добу від початку експерименту; у зразків 1, 2 — на сьому; у зразка 3 — на восьму; у зразка 4 — на дев'яту. На 14 та 21 добу найбільша площа ураження хліба цвіллю була у контрольного зразка, в порівнянні зі зразками хліба з додаванням порошку плодів горобини. У зразків 1...4 зменшення площі ураження корелює зі збільшенням дозування компоненту від 2,5 до 10,0 кг (рис. 2, 3). Чорне забарвлення плісняви вказує на присутність грибів роду *Aspergillus* сизий і зелений різноманітних відтінків колір вказує на присутність роду *Penicillium*, помаранчевий колір завдячує грибам *Monilia sitophila*, відомим як «помаранчева пліснява хліба» або *Neurospora crassa* [18].



Рис. 3. Фото зразків хліба, зроблені на 9 добу після початку експерименту:
а — контрольний зразок; *б* — зразок 4

Мікробіологічні дослідження пліснявих грибів проводили за методикою згідно з [19] на зразку 4 та контрольному з використанням середовища Сабуро.

На четвертий день після посіву підраховували кількість колоній у контрольному зразку — 40; у зразку 4 — 8 (у другому розведенні), що в перерахунку на 1 г відповідно — 4000 та 800 КУО/г (рис. 4).

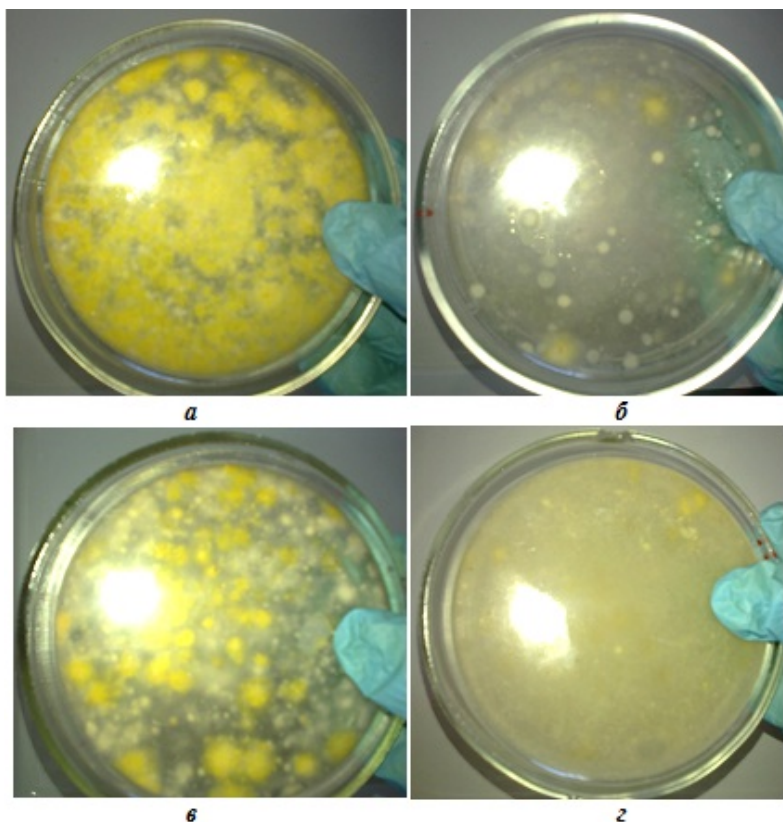


Рис. 4 Фото мікробіологічних посівів хліба, зроблені на 4 добу після початку експерименту:
а, б — контрольний зразок (відповідно у 1-му та 2-му розведеннях);
в, г — зразок 4 (у 1-му та 2-му розведеннях)

Висновки. В результаті проведених досліджень було встановлено наступне:

- додавання порошку плодів горобини підвищує стійкість хліба до плісняви;
- збільшення рецептурної кількості порошку плодів горобини сповільнює процес пліснявіння хліба;

- додавання порошку плодів горобини в кількості 2,5...10,0 кг на 100 кг борошна не впливає на фізико-хімічні показники якості хліба але покращує його органолептичні властивості.

В зв'язку з одержаними результатами були визначені перспективи подальших досліджень, пов'язаних з підбором такого дозування порошку плодів горобини, за якого процеси пліснявіння хліба були б мінімальними, водночас не погіршувались би показники якості хліба.

ЛІТЕРАТУРА

1. Diet, Nutrition, and Cancer / National Research Council (US) Committee on Diet, Nutrition, and Cancer. Washington (DC): National Academies Press (US); 1982. — 473 p.
2. ИРЕКС: мир хлебопечения. Практические рекомендации по технологии хлебопекарного производства. IRTKS GmbH, Kulmbach(Deutschland), 2008. — 216 с.
3. Голубев В.Н. Пищевые и биологически активные добавки: Учеб. для студ. высш. учеб. завед. / В.Н. Голубев, Л.В. Чичева-Филатова, Т.В. Шленская. — М.: Издательский центр «Академия», 2003. — 208 с.
4. Вербина Н.М. Микробиология пищевых производств / Н.М. Вербина, Ю.В. Каптерева. — М.: Агропромиздат, 1988. — 255 с.

5. Кветный Ф.М. Применение консервантов в хлебопечении / Ф. М. Кветный, Т.В. Шарова, Н.К. Кушнарева // Хлебопечение России. — 1999. — № 3. — С. 21.
6. Обучающий курс. Безопасность питания. — Режим доступа: <http://cph.org.ua>
7. Duke James A. Handbook of phytochemical constituents of GRAS herbs and other esonomic plants. Boca Raton, FL. CRC Press, 1992. — 882 p.
8. Зелепуха С.И. Антимикробные свойства растений, употребляемых в пищу. — Киев: «Наукова думка», 1973. — 193 с.
9. Чаховский А.А. Перспективные плодово-ягодные растения Белоруссии / Чаховский А.А., Шапиро Д.К., Чекалинская И.И. — Минск: Урожай, 1986. — 128 с.
10. Чопик В.И. «Дикорастущие полезные растения Украины». Справочник. / В.И. Чопик, Л.Г. Дудченко, А.Н. Краснова. — Київ: Наукова думка, 1983. — 400 с.
11. Електронний ресурс. — Режим доступа: <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin>
12. GENERAL STANDARD FOR FOOD ADDITIVES. CODEX STAN 192-1995 // http://www.codexalimentarius.org/standards/list-of-standards/en/?no_cache=1
13. GSFA Provisions for food category 07.1.1.2 // <http://www.codexalimentarius.net/gsfonline/foods/details.html?id=116>
14. Regolamento (UE) N. 1130/2011 della commissione dell'11 novembre 2011 // <http://www.cerere.vet.unipi.it/content/cerere/normativacerere/regolamento-ue-n-1130-del-11112011>
15. Дробот В.І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва / В.І. Дробот. — К.: Руслана, 1998. — 415 с.
16. Дробот В.І. Технологія хлібопекарського виробництва / В.І. Дробот. — К.: Логос, 2002. — 365 с.
17. Дробот В.І. Технологічні розрахунки у хлібопекарському виробництві (задачник): Навчально-методичний посібник / За ред.чл.кор. В.І. Дробот — К.: Кондор, 2010. — 440 с.
18. Food Spoilage Microorganisms / [ed. by A.C. De W. Blackburn]. — England, Cambridge: Woodhead Publishing Limited. — 2006. — 736 p.
19. ГОСТ 10.4444.12. Продукты пищевые. Методы определения дрожжей и плесневых грибов.

ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЛОДОВ РЯБИНЫ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПЛЕСЕНИ ХЛЕБА

О.Л. Гуменюк, М.П. Ксенюк, Ю.С. Зинченко, Т.Л. Деркач
Черниговский национальный технологический университет

*В связи с всевозрастающим спросом потребителей на продукты без штучных химических добавок была сделана попытка использования сырья природного происхождения для повышения стойкости хлеба к плесени. С этой целью был исследован процесс плесневения хлеба с добавлением сухих плодов рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia*). Полученные результаты показали, что добавка порошка ягод рябины замедляет процесс плесневения хлеба. Использование порошка плодов рябины в рецептурном количестве 2,5...10,0 кг на 100 кг муки не изменяет физико-химических показателей качества хлеба, в тоже время улучшает вкус и запах готовых изделий.*

Ключевые слова: плесневение хлеба, плоды рябины, стойкость хлеба против плесени.

УДК 664.682

THE SCIENTIFIC APPROACH TO THE CREATION OF TECHNOLOGIES PASTRY RECREATIONAL PURPOSES USING FLOUR WITH MALT OATS

V. Obolkina, A. Skrypko, S. Kyianytsia

National University of Food Technologies

Key words:

pastry, oat mal flout, gum-arabic, wellness purpose butter biscuits, technology, functional ingredients

Article history:

Received 24.05.2016
Received in revised form 30.05.2016
Accepted 5.06.2016

Corresponding author:

vobo1@yandex.ru

ABSTRACT

The article contains innovative technologies butter biscuits with increased food and biological value using oat malt flour and prebiotic gum-arabic «Fibregum». Determined the chemical composition and technological properties of oat malt flour, proved the feasibility of its use in the creation of functionality biscuits. It is proved that the content of essential amino acids, vitamins, macro- and microelements, polyunsaturated fatty acids, dietary fiber biscuits «Tsilyusche zerniatko», «Grain extravaganza» can be attributed to the flour pastry products for wellness purposes.

НАУКОВИЙ ПІДХІД ДО СТВОРЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЗДОБНОГО ПЕЧИВА ОЗДОРОВЧОГО ПРИЗНАЧЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ БОРОШНА СОЛОДУ ВІВСА

В.І. Оболкіна, д-р техн. наук,

А.П. Скрипко, канд. техн. наук,

С.Г. Кияниця, канд. техн. наук

Національний університет харчових технологій

У статті наведено результати досліджень з створення інноваційної технології здобного печива з підвищеної харчової та біологічної цінності шляхом використання борошна солоду вівса голозерного та пребіотика гуміарабіку «Fibregum». Визначено хімічний склад і технологічні властивості борошна солоду вівса, встановлено доцільність його використання у створенні здобного печива функціонального призначення. Доведено, що за вмістом вітамінів, макро та мікроелементів, поліненасичених жирних кислот, харчових волокон печиво «Цілюще зернятко», «Зернова феєрія» можна віднести до борошняних кондитерських виробів оздоровчого призначення.

Ключові слова: борошняні кондитерські вироби, борошно солоду вівса, гуміарабик, здобне печиво оздоровчого призначення, технологія, функціональні інгредієнти

Вступ. Пріоритетним напрямком розвитку кондитерської галузі є створення інноваційних технологій нового асортименту виробів з підвищеної харчової цінністю. Борошняні кондитерські вироби належать до висококалорійних харчових продуктів з низьким вмістом біологічно активних речовин. Дефіцит у продуктах есенціальних нутрієнтів спричиняє

поступовий розвиток обмінних порушень і хронічних захворювань в організмі людини. Зі зростанням споживання населенням кондитерських виробів пріоритетним стає створення виробів оздоровчого призначення, збагачених фізіологічно-функціональними інгредієнтами.

На споживчому ринку України група здобного печива користується підвищеним попитом завдяки різноманітній гамі органолептичних показників. Сучасне формувальне обладнання дозволяє отримувати вироби різних оригінальних форм, що теж приваблює споживачів. Але аналіз хімічного складу здобного печива показав, що більшість рецептур не відповідають вимогам нутриціології щодо співвідношення основних поживних речовин. Пшеничне борошно, яке є основною сировиною для здобного печива, характеризується невисоким вмістом білків не збалансованих за амінокислотним складом. Перспективним напрямком поліпшення хімічного складу виробів є використання нетрадиційних видів борошна.

До нетрадиційної сировини належать продукти переробки солоду зі злакових культур, які розроблені вченими НУХТ. У процесі пророщування зерна відбувається активація ферментів, під дією яких проходять процеси гідролізу запасних речовин. При цьому в зерні накопичуються низькомолекулярні водорозчинні білки, амінокислоти, цукри, вітаміни тощо. Особливий інтерес викликають продукти перероблення солоду з голозерного вівса [1, 2].

Метою роботи було визначення хімічного складу, фізико-хімічних і технологічних властивостей вівсяного борошна, отриманого із пророщеного зерна голозерного вівса та наукового обґрунтування технології нового асортименту здобного печива, збагаченого фізіологічно — функціональними сировинними інгредієнтами.

Матеріали та методи дослідження. Під час проведення досліджень використовували борошно пшеничне вищого сорту, борошно солоду вівса голозерного (БСВ), гуміарабік «Fibregum» (виробник компанія «Nexiga», Франція). Для проведення досліджень зерно вівса голозерного отримували в дослідному господарстві Інституту землеробства УААН. У роботі використано загальноприйняті та спеціальні методи досліджень. Вміст амінокислот у БСВ — на амінокислотному аналізаторі Т 339 «Мікротехна», Чехія; жирнокислотний склад БСВ — методом тонкошарової хроматографії, вміст глютену у БСВ — імуоферментним аналізом методом R5 Мендеса, фракційний склад білків у борошні — методом Леммлі; склад цукрів БСВ — методом паперової хроматографії, структурно-механічні властивості тіста — на фаринографі Брабендера, приладі «Структурометр». Математичну обробку експериментальних даних та оптимізацію рецептурного складу напівфабрикатів здійснювали за допомогою багатофакторного експерименту за методом Бокса—Уілсона.

Результати наукових досліджень. На підставі досліджень було встановлено, що у борошні солоду вівса (БСВ) загальна кількість амінокислот становила — 11591 мг/100 г, з них НАК — 3059 мг/100 г. Кількість вільних амінокислот збільшувалася в 2,1 раза порівняно з вівсяним борошном, з них незамінних — в 2,8 раза. Визначено, що у БСВ міститься амінокислот більше, ніж у пшеничному борошні, з них лейцину — у 1,3 раза, треоніну — у 1,47, валіну — у 1,44, аспарагінової кислоти — у 2,1, серину — у 2,3, гліцину — у 2,43, аланіну — у 1,88, цистеїну — у 4,1, лізину у 2 раза.

Встановлено, що борошно солоду вівса містить 7,8 % жиру. Співвідношення частини моно — та поліненасичених жирних кислот до загальної кількості жирних кислот становило 69,5 %, з них найбільший вміст олеїнової кислоти — 33,9 %, лінолевої — 30,9, пальмітинової — 26 %.

Біологічні властивості солоду злаків залежать від вмісту в них вітамінів і мінеральних речовин. У борошні солоду вівса вміст вітамінів В₁ і В₂ збільшився на 25 — 38 % порівняно з пшеничним і вівсяним борошном. Вміст вітаміну Е (токоферолу) у борошні з вівсяного солоду збільшився у 3 рази. Відомо, що вітамін В₁ (тіамін) регулює білковий, жировий, вуглеводний обмін, В₂ (рибофлавін) активізує обмінні процеси (вуглеводний і водно-сольовий обмін). Токоферолі виконують роль біологічних антиоксидантів, що інактивують вільні радикали та перешкоджають розвитку вільнорадикальних процесів перекисного окиснення ненасичених ліпідів. За нестачі в організмі вітаміну Е підвищується схильність до інфекційних захворювань, ризик розвитку серцево-судинних захворювань і запальних процесів [3].

Під час пророщування зерна відбуваються значні зміни вуглеводів. Солод злакових культур містить підвищену кількість продуктів гідролізу крохмалю, зокрема цукрів, які накопичуються під час пророщення зерна. Поряд з продуктами амілолізу крохмалю під час солодоращення утворюється (глюкоза, мальтотриоза, мальтодекстрини), а також значна кількість сахарози та інших цукрів, які складаються із залишків фруктози. При цьому

спочатку крохмаль під час гідролізу дає мальтозу та глюкозу, яка перетворюється у глюкозо-1-фосфат. Потім під впливом гексокинази він переходить у глюкозо-6-фосфат, який фосфогексокиназою перетворюється у фруктозо-6-фосфат, а він під дією фосфогексокинази переходить у фруктозо-1, 6 -дифосфат, з якого і утворюється сахароза [4].

Амілолітичну активність ферментів у борошні солоду вівса визначали на амілографі Брабендера ASG (табл. 1).

Таблиця 1. Показники амілограм суспензій борошна пшеничного, вівсяного та БСВ

Склад суспензії	Максимальна в'язкість суспензії, од. приладу	Температура початку клейстеризації, °С	Температура кінця клейстеризації, °С
Борошно пшеничне + вода	650	61,5	78
Борошно вівсяне + вода	280	74	95
БСВ + вода	65	62,5	65

У порівнянні параметрів клейстеризації різних видів борошна пшеничного, вівсяного, солоду вівса спостерігалася не тільки різна максимальна в'язкість борошнених суспензій, але й зміна температури клейстеризації крохмалю. Отже, результати досліджень показали високу активність амілолітичних ферментів у борошні з пророщених зерен вівса.

Оклеїстеризовані зерна крохмалю доступніші для дії амілолітичних ферментів, тому викликало інтерес визначення кількості цукрів у нативному борошні солоду вівса і клейстеризованому способом гідротермічного оброблення (ГТО). ГТО здійснювали під час заварювання борошна гарячою водою з температурою 64... 65°C. Кількість і склад цукрів визначали фериціанідним методом і методом хроматографії на папері (табл. 2).

Таблиця 2. Вміст цукрів у борошні з солоду вівса

Зразки	Вміст цукрів, г/100 г				
	Загальний вміст цукрів	мальтоза	глюкоза	фруктоза	сахароза
Пшеничне борошно	1,13± 0,01	0,14± 0,01	0,04± 0,01	0,05± 0,01	0,9± 0,01
БСВ	12,5± 0,1	1,2± 0,1	3,0± 0,1	4,4± 0,1	3,9± 0,1
БСВ після оцукрювання	19,9± 0,1	6,3± 0,1	5,2± 0,1	4,5± 0,1	3,9± 0,1

Визначено, що у БСВ загальний вміст цукрів був більше порівняно з пшеничним борошном у 11,2 раза і досягав 12,5 г/100 г продукту. Встановлено, що після оцукрювання загальний вміст цукрів у БСВ збільшувався у 1,6 раза порівняно з неоцукреним борошном і досягав 19,9 г/100 г продукту. При цьому вміст мальтози збільшувався у 5,2, вміст глюкози — у 4,2 раза.

Отже, гідротермічна обробка БСВ суттєво збільшує вміст цукрів у борошні, що враховували під час розроблення нової технології здобного печива. Враховуючи тенденцію до зменшення вмісту цукру білого у виробках, використання борошна з солоду злакових культур є дуже привабливим фактором як для споживача, так і для виробника. Додавання БСВ до пшеничного борошна чи повна заміна пшеничного борошна уможливить зменшення вмісту цукру у рецептурах здобного печива та зменшення його калорійності.

Було визначено, що вміст глютену у БСВ становить лише 17,5 ppm (мг/кг). Дослідження технологічних властивостей БСВ показали, що під час утворення тіста збільшується його розрідження та зменшується еластичність, тобто БСВ має дуже низькі технологічні властивості. Тому для створення технологій нового асортименту здобного печива з додаванням борошна з пророщених злаків потрібно шукати нові технологічні рішення та додаткові структуроутворювачі, які допомагали б корегувати структурні властивості тістового напівфабрикату.

Технологічний процес приготування здобного печива полягає у приготуванні емульсії, замішуванні тіста, формуванні тістових заготовок, їх термообробленні. Основні процеси, завдяки яким утворюється структура напівфабрикатів, відбуваються на стадії приготування тіста.

В'язко-пластичні властивості здобного тіста, яке формується методом відсаджування, створюються завдяки підвищеному вмісту жиру — від 30 до 35 %. Основними компонентами дисперсійного середовища є пластифікований жировий компонент, меланж, дрібнодисперсна

цукрова пудра. Тому здобне тісто, належить до змішаних коагуляційно-кристалізаційних структур, які є нестабільними внаслідок процесів рекристалізації або перекристалізації жирової фази дисперсійного середовища. З урахуванням цього, під час розроблення технології тістових напівфабрикатів для здобного печива зі зменшенням вмістом цукру та жиру з додаванням борошна з вівсяного солоду основна увага приділялася створенню та стабілізації їх структурних властивостей.

Для створення здобного печива з підвищеною харчовою цінністю ставилося завдання максимально замінити пшеничне борошно на БСВ. У процесі проведення досліджень від 30 до 100 % пшеничного борошна заміняли на БСВ. Згідно з вимогами до виробів з редукованою калорійністю кількість жиру зменшували на 30 %. Враховуючи те, що БСВ містить до 12,5 % власних цукрів, відповідно зменшували кількість цукру. Органолептичне оцінювання якості показало, що у разі заміни до 40 % пшеничного борошна на БСВ здобне печиво мало приємні смак та аромат, помірну солодкість, крихкувату структуру, але форма виробів була розпливчата. Зі збільшенням дозування БСВ збільшувалася крихкість печива, за повної заміни пшеничного борошна на БСВ печиво було дуже крихким. За результатами досліджень зроблено висновок про необхідність корегування рецептурного складу тіста для здобного печива введенням додаткового структуроутворювача та зміни технологічних режимів його приготування.

Тому, під час проведення експериментальних досліджень БСВ заварювали гарячою водою з температурою 64...65 °С, яка збігалася з температурою клейстеризації крохмалю борошна. Заварку охолоджували до температури 24...25 °С, змішували з емульсією та пшеничним борошном. Для регулювання структурно-механічних властивостей тіста додавали камедь акації — гуміарабік [5, 6]. Аналіз досліджень структурно-механічних властивостей тіста із застосуванням заварки з БСВ та з різної кількістю гуміарабіку (табл. 3) показав, що нові технологічні рішення дозволили суттєво збільшити загальну та пружну деформації, граничну напругу зсуву тіста.

Таблиця 3. Структурно-механічні властивості тіста для здобного печива з додаванням заварки з БСВ та гуміарабіку

Зразок тіста з додаванням заварки	Кількість гуміарабіку, %	$\Delta N_{\text{заг}}$ од. пр.	$\Delta N_{\text{пл.}}$ од. пр.	$\Delta N_{\text{пр.}}$ од. пр.	$\Delta N_{\text{відн. пл.}}$ %	$\Delta N_{\text{відн. пр.}}$ %	ГНЗ, кПа
40 % заварки з БСВ і 60 % борошно пшен.	1,0	5,2	4,7	0,5	90,4	10,6	2,4
	2,5	8,2	7,3	0,9	89,0	11,0	2,8
	5,0	14,8	12,9	1,9	87,2	12,8	3,4
40 % заварки з БСВ і 60 % БСВ	1,0	4,9	4,5	0,4	91,8	8,2	2,1
	2,5	6,4	5,8,0	0,6	90,6	9,4	2,3
	5,0	11,2	10,1	1,1	90,2	9,8	3,2
Умовні позначення: $\Delta N_{\text{заг}}$ — загальна деформація, $\Delta N_{\text{пл.}}$ — пластична деформація, $\Delta N_{\text{пр.}}$ — пружна деформація, $\Delta N_{\text{відн. пл.}}$ — відносна пластична деформація, $\Delta N_{\text{відн. пр.}}$ — відносна пружна деформація, ГНЗ — гранична напруга зсуву.							

Збільшення граничної напруги зсуву та пружної деформації тіста з додаванням гуміарабіку можна пояснити утворенням міцних структурних зв'язків у дисперсійному середовищі, що пов'язано зі зв'язуванням вільної води емульсії харчовими волокнами полісахариду. Крім того, молекула гуміарабіку має поліелектролітну природу та виявляє здатність до гідрофобних взаємодій з клейковинним комплексом з утворенням нековалентних зв'язків. Це, вірогідно, впливає на властивості клейковини пшеничного борошна та сприяє підвищенню пружно-пластичних властивостей тіста. На підставі оптимізації рецептурного складу встановлено, що рекомендоване граничне напруження зсуву за умови формування тістових заготовок на відсаджувальних машинах (2,8...2,9 кПа) досягається дозуванням гуміарабіку 1,0 % до маси тіста, БСВ 40 % до кількості пшеничного борошна. Для тістового напівфабрикату з повною заміною пшеничного борошна на БСВ кількість гуміарабіку становила 1,8% до маси тіста. Проведені дослідження та наукове обґрунтування оптимального рецептурного складу тіста для здобного печива з використанням БСВ і гуміарабіку дали можливість отримати тістові напівфабрикати зі стабільними структурними властивостями.

На підставі проведених досліджень науково обґрунтовано та розроблено технології здобного печива «Цілюще зернятко» і «Зернова феєрія» [7].

Визначено, що вміст цукру знижено у печиві «Цілюще зернятко» і «Зернова феєрія» — на 20 %, вміст жиру знижено на 29 % порівняно з контрольним зразком печива. Калорійність печива знижена у печиві «Цілюще зернятко» на 19 %, «Зернова феєрія» — на 23,5 %. Таким чином, розроблений асортимент здобного печива можна віднести до виробів з редукованою калорійністю.

Основними вимогами до борошняних кондитерських виробів оздоровчого (функціонального) призначення є збільшення кількості есенціальних нутрієнтів: незамінних амінокислот, поліненасичених жирних кислот, вітамінів, мікро та мікроелементів, введення у рецептурних склад пребіотиків [7]. При цьому кількість вітамінів і мінеральних речовин у 100 г продукту повинно бути не менше ніж 10 % норми добової фізіологічної потреби людини; розчинних харчових волокон не менше ніж 0,2 г/100г, нерозчинних — не менше ніж 2,0 г/100 г продукту.

Встановлено, що вміст вітамінів у печиві «Цілюще зернятко» збільшився у 2,1 раза, «Зернова феєрія» — у 3,6 раза. Вміст харчових волокон у печиві «Цілюще зернятко» збільшився у 4,7 раза, «Зернова феєрія» — у 8,7 раза. Задоволення у вітамінах та харчових волокон для печива «Зернова феєрія» становило 12,5 %, тобто більше, ніж 10 % від норми добової фізіологічної потреби людини (табл. 4).

Таблиця 4. Кількість вітамінів та харчових волокон у 100 г печива від норми добової фізіологічної потреби людини

Зразок печива	Кількість вітамінів і харчових волокон у 100 г печива від норми добової фізіологічної потреби людини, %						
	Е	В ₁	В ₂	В ₃	РР	Сума	ХВ
«Цілюще зернятко»	15,70	8	8,3	10,10	5,7	7,4	13,8
«Зернова феєрія»	28,00	13,3	12,7	18,50	8,00	12,5	25,5

Таким чином, розроблений асортимент здобного печива з повної або часткової заміною пшеничного борошна на борошно солоду вівса має підвищений вміст фізіологічно — функціональних інгредієнтів.

Висновки. На підставі досліджень науково обґрунтовано та розроблено технологію здобного печива зі зниженою калорійністю, підвищеним вмістом функціональних інгредієнтів: незамінних амінокислот, есенціальних жирних кислот, вітамінів, харчових волокон, завдяки використанню борошна солоду вівса голозерного і гуміарабіку «Fibregum». Доведено, що печиво «Цілюще зернятко», «Зернова феєрія» можна віднести до борошняних кондитерських виробів оздоровчого призначення.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Українець А.І.* Змінення хімічного складу злаків як сировини для лікувально — оздоровчого харчування в процесі їх солодощення / А.І. Українець, Н.О. Ємельянова, С.І. Потапенко, Р.М. Мукоїд // Харчова та переробна промисловість. — 2005. — № 4. — С. 73—75.
2. *Мукоїд Р.* Овес голозерний — сировина для лікувально — дієтичних продуктів / Р. Мукоїд, Н. Ємельянова, А. Українець, О. Чумакова, І. Свидинюк // Харчова і переробна промисловість. — 2010. — № 2. — С. 24—25.
3. *Капрельянц Л.В.* Функціональні продукти. / Л.В. Капрельянц, К.Г. Іорґачова. — Одеса.: Друк, 2003. — 334 с.
4. *Николаева М.Г.* Физиология и биохимия покоя и прорастания семян. / М.Г. Николаева. — М.: Колос, 1982. — 496 с.
5. *Плащина И.Г.* Гуммиарабик: функциональные свойства и области применения / И.Г. Плащина, М.А. Булатов, М.Ю. Игнатов, Д.М. Хаддад // Пищевая промышленность. — 2002. — № 6. — С. 54—55.
6. *Cherbut C.* Acacia gum is a bifidogenic dietary fiber with high digestive tolerance in healthy humans / C. Cherbut, C. Michel, V. Raison, T. Kravtchenko, S. Meanse // Microbial. Ecol. Health. Dis. — 2003. — № 15. — P. 43—50.
7. *Патент 105342 UA, МПК A21D 13/08 (2006.01).* Печиво «Цілюще зернятко» / Скрипко А. П., Оболкіна В. І., Кияниця С. Г.; заявник та патентовласник Національний університет харчових технологій. — № a201309448; заявл. 29.07.13; опубл. 25.04.14, Бюл. № 8, 2014 р.

8. *Вироби* кондитерські борошняні для спеціального дієтичного споживання. Загальні технічні умови: ДСТУ 7346:2013. — [Чинний від 01.01.2014]. — К.: Держспоживстандарт України, 2014. — 12 с. — (Національний стандарт України).

НАУЧНЫЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ ТЕХНОЛОГИ СДОБНОГО ПЕЧЕНЬЯ ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МУКИ СОЛОДА ОВСА

В.И. Оболкина, А.П. Скрипко,, С.Г. Кияница

Национальный университет пищевых технологий

В статье приведены результаты исследований для создания инновационной технологии сдобного печенья с повышенной пищевой и биологической ценностью путем использования муки из пророщенного зерна (солода) голозерного овса и пребиотика гуммиарабика «Fibregut». Определены химический состав и технологические свойства муки из солода овса, доказана целесообразность ее использования при создании печенья функционального назначения. Доказано, что по содержанию незаменимых аминокислот, витаминов, макро- и микроэлементов, полиненасыщенных жирных кислот, пищевых волокон печенье «Целительное зернышко», «Зерновая феерия» можно отнести к мучным кондитерским изделиям оздоровительного назначения.

Ключевые слова: мучные кондитерские изделия, мука из солода овса, гуммиарабик, сдобное печенье оздоровительного назначения, технология, функциональные ингредиенты.

УДК 536.62;662.758

NUTRITION FACTS AND RESULTS DEFINITIONS ENERGY VALUES CHAMPIGNONS

T. Roman, M. Ivanchenko, D. Kolomiets, A. Mazurenko,**I. Dolgonenko, G. Soya, A. Sydorenko***National university of food technologies***L. Vorobjov**, ph.d., senior researcher*Institute of Engineering Thermophysics of NASU***Key words:**food and energy value,
caloric value,
heat of combustion,
explosion hazard,
champignon**Article history:**

Received 18.03.2016

Received in revised form

27.04.2016

Accepted 5.05.2016

Corresponding author:

tasichkasonechko@gmail.com

ABSTRACT

The article presents the data of the combustion heat of the higher and lower research legs and caps of cultivated mushroom champignon, the results of moisture and ash content in analytical sample of the fungus and dry sample by scanning calorimetry. The analysis of the level of explosive and fire safety in the production of semi-dried mushroom. Described technique and experimental setup, which were measured — quasi-differential bomb calorimeter KTS-4. Been compared of food energy value of mushroom and the calorific value of the product in the dry state, reasons for the differences between these values are explained. Scientific novelty consists in determining the energy value of dried mushroom legs and caps. Obtained by the authors of results can be used to calculate the food value of the product, as well as for the protection of workers drying department.

ХАРЧОВА ЦІННІСТЬ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЦІННОСТІ ГРИБА ШАМПІНЬЙОНА

Т.О. Роман, асист.**М.Г. Іванченко**, асист.**Д.П. Коломієць**, старш. викл.**О.Г. Мазуренко**, д-р техн. наук,**І. В. Долгоненко**, студ.**Г.Р. Соє**, студ.**О.Г. Сидоренко**, студ.*Національний університет харчових технологій***Л.Й. Воробйов**, канд. техн. наук*Інститут технічної теплофізики НАН України*

В статті наведені результати визначення вищої та нижчої теплоти згоряння ніжки та шапинки культивованого гриба шампінйона, які необхідні для визначення енергетичної цінності, а також рівнів вибухової та пожежної безпеки виробництва сушеного грибного напівфабрикату. Вимірювання проведені з застосуванням квазидиференціального бомбового калориметру КТС-4. Проведене порівняння харчової енергетичної цінності шампінйона і теплоти згоряння продукту у сухому стані та пояснені причини відмінності цих величин.

Ключові слова: харчова та енергетична цінність, теплота згоряння, вибухова та пожежна небезпека, шампінйон.

Вступ. Культивовані гриби, особливо шампіньйони -поживний, смачний і корисний продукт. Його називають «рослинним м'ясом», адже в ньому міститься велика кількість білків, вуглеводів, клітковини, мінеральних речовин і вітамінів, що підвищують апетит, сприяють кращому обміну речовин, перетравлюванню і засвоєнню їжі, зміцненню нервової системи.

Таким чином гриби, зокрема культивовані шампіньйони, є доволі цінним і екологічно чистим продуктом. Для подовження терміну зберігання та створення напівфабрикату, з новими фізичними, ароматичними і смаковими властивостями найбільш розповсюдженим є спосіб консервації грибів шляхом сушіння. У порівнянні зі свіжим або консервованим іншими способами, у сушених грибах майже у 5 разів збільшується відносна маса білків. Крім цього, в результаті сушіння зменшується маса продукту, що дозволяє використовувати раціональну упаковку, спрощується транспортування та підвищується енергетична та харчова цінність грибового напівфабрикату.

У загальному випадку під харчовою цінністю того чи іншого продукту слід розуміти всю сукупність корисних властивостей продукту здатних забезпечити життєві потреби людини. Враховуючи різноманітність життєвих потреб людини харчова цінність продуктів коняре-тизують такими поняттями як:

- **енергетична цінність** — кількість енергії, яка виділяється у організмі людини в процесі біологічного окислення продукту;

- **біологічна цінність** — показник якості харчового білка який характеризує ступень відповідності його амінокислотного складу потребам організму людини в амінокислотах для синтезу власного білка;

- **біологічна ефективність** — показник якості жирових компонентів продукту, який характеризує кількісне співвідношення у продукті цінних для організму полінасичених жирних кислот;

- **фізіологічна цінність** — визначає здатність продукту впливати на систему травлення, нервову та серцево-судинну системи, а також імунні властивості організму;

- **емоційна цінність** — здатність продукту впливати на органи відчуттів людини;

- **органолептичні показники** — обумовлюють функціональне призначення ергономічних та естетичних властивостей продукту;

- **доброякісність продукту** — як комплекс показників його безпеки;

- **засвоєння** — сукупність властивостей продукту які визначаються вмістом харчових речовин, зовнішнього вигляду, смакових властивостей, складом та активністю ферментів і таке інше.

Разом з тим, не важко переконатися, що у кінцевому рахунку всі названі вище ознаки харчового продукту у більшому або меншому ступеню залежать від його хімічного складу. Тому за харчовою цінністю всі речовини, які містять продукти поділяють на дві групи — органічні речовини (білки, жири, вуглеводи, вітаміни, кислоти, ферменти) та мінеральні речовини (вода, макро- та мікроелементи).

Енергетичну цінність E одиниці маси продукту харчування звичайно розраховують за формулою:

$$E = m_6 K_6 + m_b K_b + m_{ж} K_{ж} + m_{ок} K_{ок}$$

де: m_6 , m_b , $m_{ж}$, $m_{ок}$ — масові частки (г), відповідно, білків, вуглеводів, жирів та органічних кислот у 100 грамах харчового продукту; $K_6 = 16,7$ кДж/г, $K_b = 15,7$ кДж/г, $K_{ж} = 37,7$ кДж/г, $K_{ок} = 12,6$ кДж/г — коефіцієнти енергетичної цінності, відповідно, білків, вуглеводів, жирів та органічних кислот, що містяться у харчовому продукті.

При цьому слід мати на увазі що наведені вище чисельні значення коефіцієнтів енергетичної цінності відповідають тій енергії, яка може виділитися у шлунково — кишковому тракті людини при повному окисленні органічних компонентів харчового продукту. Разом з тим, організм людини доволі рідко на всі 100% перетравлює продукти харчування. Так, білки, які містяться у продукті в середньому засвоюються на 84,5%, жири — на 94%, а вуглеводи — 95,6%. Таким чином, для того щоб розрахувати «реальну» енергетичну цінність продукту, у значення коефіцієнтів енергетичної цінності органічних складових слід вводити певні поправки стосовно засвоєння їх засвоєння організмом людини.

Принципово, що енергетична цінність харчового продукту може бути визначена за зміни енергії у ході хімічної реакції або підрахунком кількості молекул нуклеїду аденозин три-

фосфату, які транспортують хімічну енергію у клітини органічної речовини у ході метаболічних процесів, кіснєво-відновлювальних реакцій з використанням простих і складних цукрів (вуглеводів), або ліпідів (жирів) у якості джерела енергії.

Згідно з [6] до складу 100г шампінйонів входить 91г води, 0,1г вуглеводів, 1г жирів, 4,3г білків, 2,6г харчових волокон та 1г золи, а енергетична цінність 100г продукту складає 27ккал (113 кДж).

Іноді вважають, що енергетична цінність харчового продукту може бути визначена методом прямої калориметрії [1] як теплота згоряння продукту. Історично саме так і починали досліджувати енергетичну цінність продуктів, але подальші біохімічні та фізіологічні дослідження показали, що потрібно враховувати низку факторів. По-перше, як сказано вище, білки, вуглеводи та жири засвоюються в організмі не повністю. По-друге, до складу рослинних продуктів входять харчові волокна, які практично не перетравлюються ендogenousними секретами шлунково-кишкового тракту людини, але при згорянні додають відповідну енергію. По-третє, білки у шлунково-кишковому тракті повністю перетравлюються та окислюються тільки у разі повного виснаження організму людини [7], а у здоровому стані — окислення неповне, з білків утворюється сечовина $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$, яка виводиться з організму. За даними [6], теплота згоряння білків у калориметрі складає 5,65 ккал/г (23,65 кДж/г), а харчова енергетична цінність — 4 ккал/г (16,7 кДж/г).

Теплота згоряння — це кількість теплоти, яка виділяється при повному згорянні одиниці маси продукту, вимірюється в джоулях або калоріях. Спалювання проводять в атмосфері кисню у спеціальних герметичних сосудах високого тиску — калориметричних бомбах, а вимірювання теплоти здійснюють прилади, в яких ці бомби розташовують під час експерименту — калориметри [1]. При повному згорянні органічних речовин утворюються окиси складових хімічних елементів — вода H_2O , двоокис вуглецю CO_2 , окиси азоту та інші.

Розрізняють вищу та нижчу теплоти згоряння речовини. Під вищою теплою згоряння Q_v розуміють кількість теплоти, яка виділяється при повному згорянні речовини, включаючи теплоту конденсації водяної пари при охолодженні продуктів згоряння. Нижча теплота згоряння Q_n — це кількість теплоти, що виділяється при повному згорянні речовини, але без урахування теплоти конденсації водяної пари. Теплоту конденсації водяної пари також називають прихованою теплою згоряння.

Нижча Q_n і вища Q_v теплоти згоряння, кДж/кг, пов'язані між собою так:

$$Q_v = Q_n + k(W + 9H)$$

де k — коефіцієнт, що дорівнює 25 кДж/(%·кг) (6 ккал/(%·кг)); W — масова частка води в спалюваній речовині, %; H — масова частка водню в спалюваній речовині, %.

Мета дослідження. Визначення вищої та нижчої теплоти згоряння гриба шампінйон в квазидиференціальному бомбовому калориметрі КТС-4 [2] для отримання даних про енергетичну та харчову цінність гриба, вибухову та пожежну небезпеку при сушінні шампінйонів.

Об'єкти і методи дослідження. Для дослідження обрано штучно культивовані гриби шампінйон двоспоровий (*Agaricus bisporus*). [3] Зразки шапинок та ніжок шампінйонів були підсушені у потоці теплого повітря, після чого досушені сублімаційним методом у вакуумній камері. Зразки подрібнені до пиловидного стану (розмір часток 0,1...0,2 мм) та витримані в лабораторних умовах протягом щонайменше 3 діб для досягнення повітряно-сухого стану. З подрібненого та підсушеного матеріалу відібрані аналітичні проби для вимірювань теплоти згоряння та зольності, а залишок використовувався для визначення вологості аналітичної проби.

Методика визначення вологості полягає у зважуванні зразка досліджуваного матеріалу, сушінні його при температурі $(105 \pm 2)^\circ\text{C}$ до постійної маси та у зважуванні сухого зразка. За знайденими масами вологого та абсолютно сухого зразка визначають відносну вологість. Методика загалом відповідає вимогам ДСТУ EN 14774-2:2012 «Тверде біопаливо. Визначення вмісту води. Метод висушування в сушильній шафі. Частина 2. Загальна вода. Спрощений метод (EN 14774-2:2009, IDT)».

Зольність зразка визначена методом повільного озолення шляхом витримки на протязі 60 хвилин при температурі 250°C , а потім на протязі 120 хвилин при температурі 550°C згідно з вимогами ДСТУ-П CEN/TS 14775:2012 «Біопаливо тверде. Метод визначання вмісту золи (CEN/TS 14775:2004, IDT)».

Методика визначення теплоти згоряння загалом відповідає стандартним методикам для твердих видів палива ГОСТ 147-95 (ИСО 1928-76) «Межгосударственный стандарт. Топливо твердое минеральное. Определение высшей теплоты сгорания и вычисление низшей теплоты сгорания». Згідно цього стандарту проводять щонайменше два досліді вимірювання теплоти згоряння і якщо розбіжність результатів дослідів перевищує заданий рівень, проводять третій дослід, а за результат приймають середнє по двом найближчим вимірюванням. Значення вмісту водню та азоту для визначення поправок при обробці експериментальних даних використовувалися такі, як рекомендовано ГОСТ 147-95, технічною літературою та у додатку Н Європейського стандарту EN 14918:2009 «Solid Biofuels — Method for the determination of calorific value». Всі прилади, що застосовувалися для досліджень пройшли метрологічну повірку.

Теплоту згоряння зразків досліджено за допомогою калориметра для вимірювання теплоти згоряння палива моделі КТС-4 (рис. 1), до складу якого входить калориметрична бомба БКУ-2.

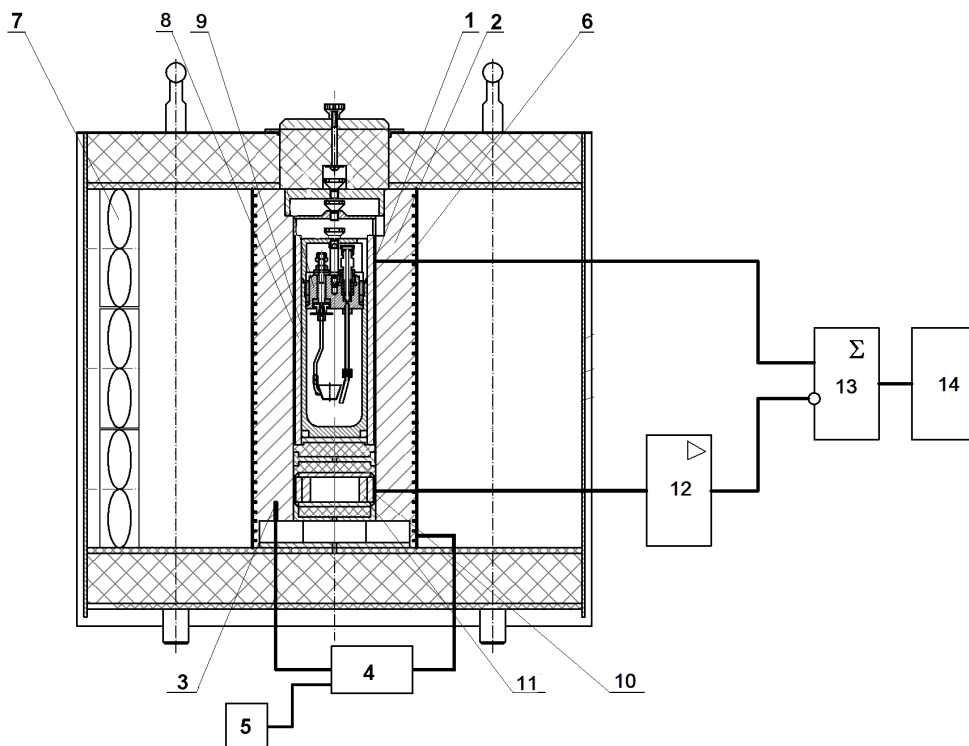


Рис. 1. Загальна структура квазидиференціального бомбового калориметра

Тепловий блок приладу має калориметричну чутливу оболонку 1, яка вмонтована в термостатований блок 2. Система термостатування блоку 2 складається з вмонтованого у блок перетворювача 3 температури, електронного терморегулятора 4 з задавачем значення температури 5. Виконавчими елементами системи термостатування є електричний нагрівник 6, що розташований на зовнішній поверхні блоку 2 і який підключений до виходу регулятора 5, та блок вентиляторів 7, який утворює потік охолоджувального повітря в каналі, що оточує блок 2. В калориметричній оболонці 1 розташована комірка 8 та калориметрична бомба 9, що складається зі стакану та кришки з вентилями. Під основною калориметричною оболонкою 1, співвісно з нею розташована додаткова компенсаційна оболонка 10, яка має той же самий діаметр, конструкцію та щільність термоелементів, що й в основній оболонці, а висоту — приблизно у 10 разів меншу. У компенсаційній оболонці 10 розміщено імітатор 11

комірки та реакційної посудини, що має питому теплоємність на одиницю площі поверхні оболонки таку ж саму, як і вміст основної оболонки. Імітатор комірки і реакційної посудини виконаний складеним з двох або більшої кількості частин, причому між цими частинами, що складають імітатор, розташовані регульовані теплові опори. Така конструкція дозволяє шляхом підбору теплових опорів між частинами імітатора при настроюванні калориметра отримувати таку ж саму динаміку зміни сигналу компенсаційної оболонки при впливі зовнішнього збурення, як і динаміка зміни сигналу основної оболонки при впливі того ж збурення.

Вихід компенсаційної оболонки 10 з'єднаний зі входом підсилювача 12, вихід якого з'єднаний з інвертувальним входом суматора 13, до неінвертувального входу якого приєднаний вихід основної калориметричної оболонки 1. Вихід суматора 13 з'єднаний зі входом вимірювально-обчислювальної системи 14.

Між основною калориметричною оболонкою 1 та компенсаційною оболонкою 16 розташовано тепловий екран з високотеплопровідного матеріалу, який має тепловий контакт з термостатованим блоком 2. Така конструкція забезпечує теплову розв'язку між основною та компенсаційною калориметричними оболонками. Теплові ефекти, що виникають в реакційній посудині в основній калориметричній оболонці, безпосередньо не впливають на сигнал компенсаційної оболонки.

Масу зразків для калориметричних вимірювань теплоти згоряння та запального дроту визначено за допомогою ваг ВЛР-20.

При визначенні зольності та вологості зразків використовувалися ваги А500 фірми AXIS, шафа сушильна лабораторна СНОЛ-3,5 та піч муфельна.

Для оцінки точності методики визначення енергетичної цінності харчового продукту за допомогою калориметра КТС-4 була проведена серія дослідів з визначення теплоти згоряння цукру-рафінаду, виробленого на різних підприємствах країни і який можна вважати «чистим» вуглеводом. При цьому отримали, що теплота згоряння цукру-рафінаду максимум на 3% менша від відомої енергетичної цінності вуглеводів. Ми пояснюємо це технологічними особливостями виробництва цукру на різних підприємствах.

Результати. Результати вимірювання масової відносної вологості аналітичних проб у повітряно-сухому стані W_a наведені в таблиці 1.

Таблиця 1. Відносна вологість зразків у стані поставки та в аналітичному стані.

Зразок	Вологість, %	
	шапинок	ніжок
Гриби шампінйони	7,9	8,0

Результати вимірювання зольності зразків аналітичних проб у повітряно-сухому стані Z_a та розрахунку зольності у сухому стані Z_c наведені в таблиці 2.

Таблиця 2. Відносна зольність зразків у стані поставки та в аналітичному стані.

Зразок	Z_a , %	Z_c , %
Шапинки	9,15	9,93
Ніжки	9,14	9,94

При визначенні теплоти згоряння проби спалювалися в упаковці з паперу з відомою теплоотою згоряння. Результати вимірювань та розрахунків наведені в таблиці 3.

Питома теплота згоряння палива в бомбі q_6 розраховується за формулою:

$$q_6 = [Q_{пр} - q_n m_n - q_d (m_{дп} - m_{дк})] / m_{зр} \quad (1)$$

де $Q_{пр}$ — покази приладу; $q_d = 2510$ Дж/г та $q_n = 15044$ Дж/г — відповідно, питома теплота згоряння запального дроту та питома теплота згоряння паперової упаковки; m_n , m_d , $m_{дп}$, $m_{дк}$ та $m_{зр}$ — відповідно, маси паперової упаковки, дроту до і після експерименту та дослідного зразка.

Таблиця 3. Результати вимірювань та розрахунків дослідних зразків

Зразок	$m_{зр}, \text{мг}$	$m_n, \text{мг}$	$m_{дп}, \text{мг}$	$m_{дк}, \text{мг}$	$Q_n, \text{Дж}$	$q_6, \text{кДж/кг}$
Шляпки	343,65	137,59	15,7	4,94	7765	16495
	323,115	136,26	15,44	4,51	7428	16560
	Середнє значення q_6					16528
Ніжки	531,675	139,35	15,525	4,65	10808	16334
	466,42	140,14	15,53	4,72	9720	16262
	Середнє значення q_6					16298

Середнє значення теплоти згоряння аналітичних проб у бомбі визначене по двом вимірюванням, розбіжність між якими не перевищує заданого стандартом рівня.

Вищу теплоту згоряння аналітичної проби q_b^a , кДж/кг, з врахуванням поправок на створення та розчинення кислот розраховують за формулою:

$$q_b^a = q_6 - (94S + \alpha q_6), \quad (2)$$

де 94 — коефіцієнт, що враховує теплоту утворення сірчаної кислоти з діоксиду сірки та розчинення сірчаної кислоти у воді на 1% сірки, що перейшла при згорянні палива в сірчану кислоту, кДж/кг; S — масова доля сірки в паливі, %; $\alpha \cdot q_6$ — добуток, що враховує теплоту утворення та розчинення в воді азотної кислоти, для продукту біологічного походження приймаємо значення встановлене ГОСТ 147-95 для торфу $\alpha \cdot q_6 = 29$ кДж/кг.

Вміст сірки та водню у грибах приймаємо як середнє значення з наведених у літературі даних — вміст сірки S_c прийнятий 0,1% на суху масу, а вміст водню складає $H_c = 7\%$, на суху масу. При вологості W_a , вміст сірки та водню розраховується за формулами:

$$S_a = S_c \frac{100 - W_a}{100}, \quad H_a = H_c \frac{100 - W_a}{100}. \quad (3)$$

Нижча теплота згоряння q_n^a , кДж/кг, аналітичної проби розраховується за формулою:

$$q_n^a = q_b^a - 24,42 \cdot (8,94 \cdot H_a + W_a) \quad (4)$$

В абсолютно сухому стані вища теплота згоряння складає:

$$q_b^c = q_b^a \times \frac{100}{100 - W_a} \quad (5)$$

В абсолютно сухому стані нижча теплота згоряння складає:

$$q_n^c = q_b^c - 24,42 \cdot 8,94 \cdot H_c \quad (6)$$

При довільній робочій вологості W_p , розрахунки проводяться за формулами:

— вища теплота згоряння, кДж/кг:

$$q_b^p = q_b^c \times \frac{100 - W_p}{100} \quad (7)$$

— вміст водню, %:

$$H_p = H_c \times \frac{100 - W_p}{100} \quad (8)$$

— нижча теплота згоряння, кДж/кг:

$$q_n^p = q_b^p - 24,42 \cdot (8,94 \cdot H_p + W_p) \quad (9)$$

В таблиці 4 наведені результати розрахунків вмісту води W_a , та водню H_a у аналітичній пробі, вищої q_b^a та нижчої q_n^a теплоти згоряння аналітичних проб, вищої q_b^c та нижчої q_n^c теплоти згоряння абсолютно сухих зразків шляпок та ніжок шампінйонів згідно формул (2)...(6).

Таблиця 4. Загальні результати дослідження.

Зразок	Вміст у пробі, %		Теплота згоряння, кДж/кг				
	W_a	H_a	q_b	q_b^a	q_n^c	q_b^c	q_n^c
Шляпки	7,9	6,45	16528	16490	14889	17907	16379
Ніжки	8,0	6,44	16298	16261	14659	17672	16144

При довільній вологості W_p теплота згоряння може бути визначена за формулами (7)...(9).

Результати вимірювань та розрахунків частин гриба у аналітичному повітряно-сухому стані та у сухому стані наведені в таблиці 5.

Таблиця 5. Зведена таблиця загальних характеристик

Характеристика проби	Шляпка		Ніжка	
Вологість аналітичної проби, %	7,9		8,0	
Зольність аналітичної проби, %	9,15		9,14	
Зольність у сухому стані, %	9,93		9,94	
Теплота згоряння	МДж/кг	ккал/кг	МДж/кг	ккал/кг
Вища аналітичної проби	16,49	3939	16,26	3884
Вища у сухому стані	17,91	4278	17,67	4222
Нижча аналітичної проби	14,89	3557	14,66	3502
Нижча у сухому стані	16,38	3913	16,14	3857

Як зазначено вище, енергетична цінність 100г шампінйонів при вологості 91% складає 27 ккал, тобто 3000 ккал/кг для сухого продукту, що на 43% менше, ніж отримано прямим калориметричним вимірюванням. Така різниця пояснюється тим, що в шампінйонах міститься значна доля не повністю перетравлюваних в організмі білків та харчових волокон.

Нижча теплота згоряння шампінйонів у сухому стані достатньо велика і перевищує умовне значення нижчої теплоти згоряння деревини, яке використовують для оцінки пожежної безпеки — 14,8 МДж/кг. При подрібненні грибів утворюється дрібна пиловидна фракція, яка підвищує пожежну та вибухову небезпеку. Таким чином, приміщення в якому проходить сушка та подрібнення грибного напівфабрикату відноситься до категорії Б [4] — вибухопожежнебезпечна.

Висновки. 1. Експериментально визначена енергетична цінність сухих ніжки та шляпки культивованого гриба шампінйон складає близько 400 ккал на 100г продукту.

2. Визначено вміст золи в шляпці та ніжці досліджуваного продукту, що складає приблизно 10г на 100г сухого продукту.

3. Приміщення в якому проходить сушка та подрібнення грибного напівфабрикату відноситься до вибухопожежної небезпечної категорії Б.

ЛІТЕРАТУРА

1. Воробьев Л.И. Бомбовые калориметры для определения теплоты сгорания топлива / Воробьев Л.И., Грищенко Т.Г., Декуша Л.В. // Инженерно-физический журнал. — 1997. — Т.70, № 5. — С. 828—839.

2. *Патент* України на винахід № 101716. Калориметр теплового потоку/ Грищенко Т.Г., Декуша Л.В., Бурова З.А., Назаренко О.О., Воробйов Л.Й.; заявник і власник патенту ІТТФ НАНУ; опубліковано: 25.04.2013.

3. *Роман Т.О.* Дослідження випаровування води із тканини гриба печериця в процесі сушіння / Роман Т.О., Мазуренко О.Г., Дмитренко Н.В., Декуша Л.В. // Журнал Наукові праці НУХТ 2014 р. Том 20 №2. 208—213ст.

4. *Норми* визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежної та пожежної небезпеки. НАПБ Б.03.002-2007.

5. *Електронний ресурс.* — Режим доступу: <http://www.intelmeal.ru/nutrition/foodinfo-mushrooms-champignons-ru.php>

6. *Електронний ресурс.* — Режим доступу: <http://medinteres.ru/interesnyie-faktyi/edinstvennyi-istochnik-energii.html>

7. *Електронний ресурс.* — Режим доступу: <http://www.neboleem.net/stati-o-zdorovom-pitanii/5382-kalorijnost-produktov.php>

ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ И РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ГРИБА ШАМПИНЬОНА

**Т.А. Роман, М.Г. Иванченко, Д.П. Коломиец, А.Г. Мазуренко,
И.В. Долгоненко, Г.Р. Сося, А.Г. Сидоренко**

Национальный университет пищевых технологий

Л.И. Воробьев

Институт технической теплофизики НАН Украины

В статье приведены результаты исследования содержания золы, высшей и низшей теплоты сгорания ножки и шляпки сушеного культивируемого гриба шампиньон, которые необходимы для определения энергетической ценности. Проведен анализ уровня взрывной и пожарной безопасности при производстве сушеного грибного полуфабриката. Описаны методика и экспериментальная установка на которой были проведены измерения — квазидифференциальный бомбовый калориметр КТС-4. Проведено сравнение пищевой энергетической ценности шампиньона и теплоты сгорания продукта в сухом состоянии и объяснены причины отличия этих величин между собой.

Ключевые слова: пищевая и энергетическая ценность, калорийность, теплота сгорания, взрывопожарная опасность, шампиньон.

DYNAMICS OF CHANGE OF CARBON DIOXIDE CONCENTRATION IN VESSEL AT GRAPE FERMENTATION

U. Simonenko, A. Vatrenko, I. Luchku

Odessa National Academy of Food Technologies

Key words:

carbon dioxide,
fermentation, wort,
concentration, gas

Article history:

Received 4.05.2016
Received in revised form
25.05.2016
Accepted 3.06.2016

Corresponding author:

alexvatrenko@gmail.com

ABSTRACT

The wine industry is a consumer of carbon dioxide. At the same time, the work of fermentation compartments wineries accompanied by a significant CO₂ emissions, which is released into the atmosphere, polluting it. The article deals with the initial stage of obtaining carbon dioxide from the grape must. We analyze the motion of gas flows in the ullage tank fermentation in the production of wine factories of primary winemaking. It is prepared material balance of traffic flows CO₂ gas atmospheres in the fermentation tank ullage. With the resulting analysis of the mathematical relationship, obtained characteristics of the changes in the concentration of the gas mixture in the fermentation fermentation tank ullage. They have concluded that the selection of starting gas mixture to obtain from its carbon dioxide fermentation of grape, in which there is a need for plants primary wine can have the initial fermentation step without waiting for the beginning of the active fermentation. To clarify the start of the selection of the gas mixture it is advisable to take into account the sugar content of the wort.

ДИНАМІКА ЗМІНИ КОНЦЕНТРАЦІЇ ДІОКСИДУ ВУГЛЕЦЮ В ЄМНОСТІ ПРИ ВІНОГРАДНОМУ БРОДІННІ

Ю.М. Симоненко, докт. техн. наук,

О.В. Ватренко, докт. техн. наук,

І.М. Лучку, аспірант

Одеська національна академія харчових технологій

Стаття присвячена початковій стадії отримання діоксиду вуглецю з виноградного суслу. Аналізується рух газових потоків в незаповненому об'ємі бродильної ємності при виробництві виноматеріалів на заводах первинного виноробства. За допомогою отриманої в результаті аналізу математичної залежності, отримано характеристики зміни концентрації газової суміші бродіння в незаповненому об'ємі бродильної ємності. Отримані на різних стадіях процесу бродіння характеристики дозволили зробити висновки щодо початку відбору газової суміші для отримання з неї діоксиду вуглецю виноградного бродіння, потреба в якому є на заводах первинного виноробства.

Ключові слова: діоксид вуглецю, бродіння, сусло, концентрація, газ.

Вступ. Одним з найбільших споживачів діоксиду вуглецю є харчова промисловість, в якій він традиційно масово використовується для сатурації напоїв, створення модифікованих газових середовищ для зберігання харчових продуктів та ряду інших технологічних потреб. У той же час робота цілого ряду харчових виробництв супроводжується чималою емісією діоксиду вуглецю. Такі виробництва існують в спиртовій, пивоварній та виноробній галузях.

Подібний стан речей існує на тлі того, що більша частина потреб України в CO_2 задовольняється за рахунок імпорту. Крім того викиди CO_2 в атмосферу завдають екологічної шкоди навколишньому середовищу.

З перелічених харчових галузей, емітентів CO_2 , в нашій країні його уловлювання з подальшим скрапленням досить ефективно здійснюється в пивоварній галузі [1]. Хоча раніше аналогічні роботи проводилися і в спиртовій галузі [2]. В виноробній галузі уловлювання CO_2 не здійснюється. Причини цього в сезонності виробництва, невивченості питання, відсутності відповідних технологій. У той же час традиційно головним виробником CO_2 є хімічна промисловість [3, 4].

В роботі по отриманню рідкісних газів [5] розглянуті питання динаміки зміни концентрації ізотопного компонента в контурі холодильного циклу. Отримано характеристики змін ізотопної концентрації в контурі холодильного циклу при його підживленні віддувочним потоком колони.

Мета дослідження. У разі подачі парогазової суміші бродіння з бродильної ємності з виноградним суслом на подальшу обробку для отримання скрапленого CO_2 потрібно знати час, через який можна проводити відбір. Такі роботи з урахуванням специфіки виробництва виноматеріалів і роботи виноробних підприємств не проводилися. Метою дослідження є визначення динаміки зміни і часу стабілізації складу газової суміші в незаповненому об'ємі бродильної ємності.

Методи і методики. На виноробних підприємствах в сезон збору винограду і виробництва виноматеріалів бродіння виноградного сусла може відбуватися за двома способами: періодичному і безперервному. За обома способами бродіння відбувається в бродильних ємностях об'ємом як правило 20, 25, 30 м^3 . Ємність заповнюється суслом на 80 % об'єму. В якості буферного газу в ємностях перед заповненням суслом використовуються інертні гази, як правило азот рідше CO_2 . Таким чином будемо вважати, що в незаповненому просторі ємності знаходиться азот.

В процесі бродіння виноградного сусла в результаті зброджування цукру утворюється етиловий спирт, діоксид вуглецю і виділяється певна кількість тепла. У верхній частині ємності є віддушину через яку парогазова суміш при періодичному способі бродіння викидається в атмосферу. Розглянемо завдання прогнозування газового складу незаповненого об'єму бродильної ємності для подачі CO_2 , що утвориться на компримування (рис. 1).

Бродильні ємності забезпечені охолоджуючими сорочками і температура бродіння підтримується на рівні $+16...+18^\circ\text{C}$. У цьому випадку, як показано на малюнку 1, в верхню незаповнену частину бродильної ємності об'ємом W і початковим складом y_0 (100 % азот) постійно вводиться (виділяється з сусла) парогазова суміш з постійним складом X і витратами v . Реальний склад суміші неоднорідний і з урахуванням попередніх досліджень складу суміші його можна прийняти як 73 % CO_2 , 21 % азоту і деяку невелику кількість водно-спиртової суміші (ароматного спирту). Для розрахунків враховуватимемо сумарну концентрацію газів цільового компонента і азоту — X (94 %). Одночасно з незаповненого об'єму бродильної ємності з таким же витратами v виводиться в атмосферу потік зі змінною концентрацією $y = f(\tau)$.

Для отримання універсальних розрахункових співвідношень не будемо обговорювати, до якого з компонентів (діоксиду вуглецю або азоту) відносяться концентрації. Це дозволить прогнозувати в часі τ склад парогазової суміші, який відповідає концентрації виведеного з ємності продукту.

Складемо рівняння матеріального балансу за CO_2 з урахуванням потоків газових середовищ з дзеркала сусла і на виході з незаповненого об'єму (з віддушини ємності), тобто на границях контуру для елементарного часу $d\tau$. Надходження в незаповнений об'єм $[v X d\tau]$. Відбирається потік $[v y d\tau]$. Зміна кількості суміші бродіння (і відповідно CO_2) в незаповненому об'ємі $[W dy]$. В цілому отримаємо:

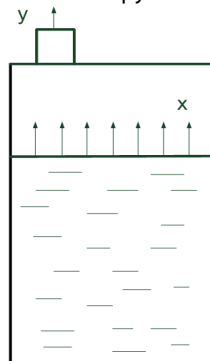


Рис. 1. До розрахунку концентрації в незаповненому об'ємі ємності при бродінні виноградного сусла

$$v(X - y) d\tau = W \cdot dy. \quad (1)$$

Розділимо рівняння на W :

$$\frac{v}{W} \cdot d\tau = \frac{dy}{X - y} \quad (2)$$

і інтегруємо в межах від 0 до τ і відповідно від y_0 до y . Для цього проведемо заміну змінної інтегрування. Вважаючи, що $X = \text{const}$, вводимо лінійну функцію $[X - y]$ під знак диференціала і виносимо за знак інтеграла похідну даної функції, тобто множимо праву частину на (-1) . Тоді:

$$\frac{v}{W} \int_0^{\tau} d\tau = - \int_{y_0}^y \frac{d(X - y)}{X - y}. \quad (3)$$

В результаті отримаємо

$$\frac{v}{W} \tau = -\ln(X - y) + C. \quad (4)$$

Постійну інтегрування знаходимо з умови $y = y_0$ при $\tau = 0$

$$C = \ln(X - y_0). \quad (5)$$

Ведемо значення постійної C в співвідношення (4) і перетворимо рівняння відповідно до правил перетворення логарифмів

$$\frac{v}{W} \tau = [\ln(X - y_0) - \ln(X - y)] = \ln\left(\frac{X - y_0}{X - y}\right). \quad (6)$$

Відповідно до визначення логарифма

$$\frac{X - y_0}{X - y} = e^{\left(\frac{v}{W} \tau\right)}. \quad (7)$$

Звідки

$$y = X - \frac{X - y_0}{e^{\left(\frac{v}{W} \tau\right)}} = X - (X - y_0) \cdot e^{\left(-\frac{v}{W} \tau\right)}. \quad (8)$$

З використанням формули (8) визначено концентрації $y = f(\tau)$ в незаповненому об'ємі при його підживленні потоком з постійним складом X і концентрацією CO_2 в ньому. При виборі величини витрати газів бродіння бралися до уваги наступні міркування. Весь цикл бродіння в окремій ємності складається з трьох стадій: розброджування, активного бродіння і доброджування. Кожна стадія характеризується своїми показниками витрати газів. Під час розброджування витрата газу мінімальна, оскільки йде адаптація дріжджів в суслі. Тривалість цієї стадії 1—2 доби. Під час активного бродіння витрата газу висока і тривалість стадії значно більша. Порівняємо динаміку зміни концентрації на перших двох стадіях для вибору найбільш сприятливого моменту для початку відбору парогазової суміші.

Крім того витрата газу залежить від кількості цукру в суслі. Цукристість сусла залежить від погодних умов в конкретному році, географічного розташування виноградників і ряду інших факторів. Розрахункова витрата газу: при розброджуванні для цукристості 18 %, 20 % і 22 % відповідно $v_{18} = 1,6 \text{ норм.м}^3/\text{год}$, $v_{20} = 1,8 \text{ норм.м}^3/\text{год}$ і $v_{22} = 2,0 \text{ норм.м}^3/\text{год}$; при

активному бродінні для цукристості 18 %, 20 % і 22 % відповідно $v_{18} = 5,6$ норм.м³/год, $v_{20} = 6,2$ норм.м³/год та $v_{22} = 6,8$ норм.м³/год. Результати обчислень представлені у вигляді графіків на малюнку 2. При виборі умов для розрахункових досліджень динаміки зміни прийнятні параметри, характерні для бродильних ємностей «Фаббрі-інокс» (Італія) обсягом 25 м³.

Результати досліджень. Таким чином маємо два режими стабілізації газового складу в незаповненому об'ємі ємності при введенні в нього потоку CO₂ — режим розброджування і режим активного бродіння. З аналізу графіків (рис. 2, а) випливає, що для режиму розброджування стабілізація газового складу в незаповненому об'ємі ємності при введенні в нього потоку, в залежності від цукристості сусла, настає через $\tau = 15$ —20 годин. Тобто тривалість цієї стадії перевищує час стабілізації складу. Починаючи з цього моменту можна здійснювати подачу газової суміші на компресор безпосередньо з бродильної ємності.

З графіків (рис. 2, б) випливає, що для режиму активного бродіння стабілізація газового складу в незаповненому об'ємі ємності настає значно швидше, через $\tau = 4$ —5 годин. В цілому можна констатувати, що незважаючи на значно більш низькі темпи заміщення в режимі розброджування, подачу парогазової суміші на переробку доцільно починати вже на цій стадії.

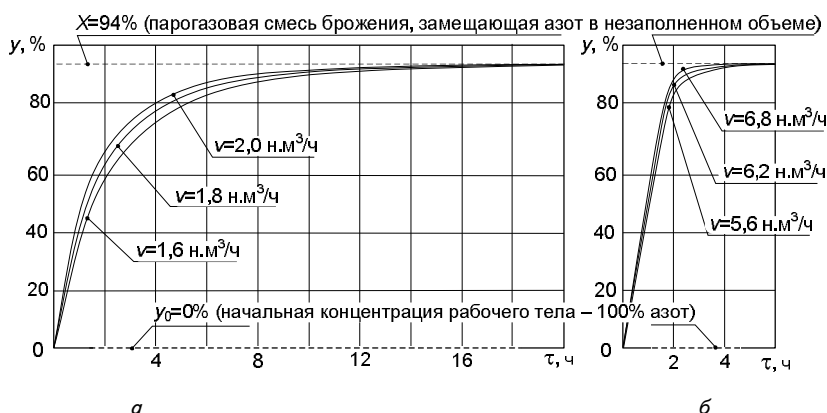


Рис. 2. Зміна концентрації газової суміші в незаповненому об'ємі при його підживленні газами бродіння зі складом $X = 94\%$ (73% CO₂ і 21% азоту) і різних витратах газів бродіння для незаповнених обсягів $W = 4,6$ норм.м³: а) для режиму розброджування; б) для режиму активного бродіння

Слід зазначити, що зі зміною об'єму бродильної ємності при сталій цукристості сусла і частці незаповненого об'єму ємності, час стабілізації газового складу не зміниться. Схема, в якій реалізовано поступове заміщення азоту парогазової сумішшю бродіння показана на рис. 1.

Висновки.

1. Відбір парогазової суміші з бродильних ємностей для подальшого очищення і компримування можна здійснювати вже на стадії розброджування не чекаючи початку активного бродіння, що дозволить скоротити втрати і викиди до мінімуму.
2. Для уточнення часу початку відбору парогазової суміші доцільно враховувати цукристість сусла, що дозволить полегшити і прискорити подальше очищення суміші для отримання товарного CO₂.
3. Кількість цукру в суслі має істотне, близько п'яти годин, значення саме на стадії розброджування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Лаврченко Г.К. Повышение энерготехнологической эффективности производства и использования диоксида углерода [Текст] / Г.К. Лаврченко, А.В. Копытин // Технические газы. — 2009. — № 3. — С. 2—10.
2. Герасименко В.В. Производство диоксида углерода на спиртовых заводах / — В.В. Герасименко — М.: Пищевая промышленность, 1980. — 272 с.

3. Лаврченко Г.К. Энерготехнологические многоцелевые комплексы на природном газе, содержащие углекислотную станцию, когенерационную и воздухораспределительную установки / Г.К. Лаврченко, А.В. Копытин // Технические газы. — 2008. — №1. — С. 18—22.

4. Лаврченко Г.К. Современные технологии извлечения CO₂ из дымовых тепловых электрических станций / Г.К. Лаврченко, А.В. Копытин // Технические газы. — 2013. — №1. — С. 40—51.

5. Бондаренко В.Л. Криогенное обеспечение ректификационных колонн для получения неона и его стабильных изотопов / В.Л. Бондаренко, Э.В. Матвеев, Ю.М. Симоненко, В.Н. Рура // Технические газы. — 2015. — №5. — С. 36—47.

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА В ЕМКОСТИ ПРИ ВИНОГРАДНОМ БРОЖЕНИИ

Ю.М. Симоненко, А.В. Ватренко, И.М. Лучку

Одесская национальная академия пищевых технологий

В статье рассматривается начальная стадия получения диоксида углерода из виноградного сусла. Составлен материальный баланс по CO₂ движения потоков газовых сред в незаполненном объеме бродильной емкости. Характеристики получены на разных стадиях процесса брожения. Они позволили сделать вывод о том, что начинать отбор газовой смеси для получения из нее диоксида углерода виноградного брожения, потребность в котором существует на заводах первичного виноделия, можно уже на стадии разбраживания не дожидаясь начала активного брожения. При этом для уточнения времени начала отбора газовой смеси целесообразно учитывать сахаристость сусла.

Ключевые слова: диоксид углерода, брожение, сусло, концентрация, газ.

ABOUT THE POSSIBILITY OF RESOURCE RECOVERY OF KINETIC ENERGY IN MACHINES AND MECHANISMS

A. Sokolenko, K. Vasilkovskiy, V. Kostyuk

National University of Food Technologies

Key words:

recovery,
kinetic energy,
machine, mechanism,
dispersal, ran,
kinematics

Article history:

Received 18.04.2016
Received in revised form
29.05.2016
Accepted 2.06.2016

Corresponding author:

vasilkivski@voliacable.com

ABSTRACT

Among the tasks synthesis mechanisms and technological machines include achieving a given performance-based selection of geometric and kinematic parameters of possible minimizing dynamic loads. The list of tasks is complemented by demand recovery of mechanical energy in cars cyclic action on the basis that the driving forces work against the forces of inertia equal to the kinetic energy of moving masses.

The study shows that the simple use of inertial coasting phases in most cases unsuitable due to the lack of guarantees according to the sequence diagram options. Determined that the counter provided two masses, one of which is under acceleration, and the second - during coasting, recovery will limit the equality of kinematic energy. Especially high energy cost efficiency of recovery work must accompany doubled mechanisms (machines) retroactive effect.

ПРО МОЖЛИВОСТІ РЕКУПЕРАЦІЇ КІНЕТИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В МАШИНАХ І МЕХАНІЗМАХ

A.I. Соколенко, д-р техн. наук,
К.В. Васильківський, канд. техн. наук,
В.С. Костюк, канд. техн. наук

Національний університет харчових технологій

До числа задач синтезу механізмів і технологічних машин відносяться досягнення заданої продуктивності на основі вибору геометричних і кінематичних параметрів з можливою мінімізацією динамічних навантажень. Цей перелік завдань доповнюється вимогою рекуперації механічної енергії в машинах циклічної дії на тій основі, що робота рушійних сил проти сил інерції дорівнює кінетичній енергії рухомих мас. В дослідженні показано, що просте використання фаз інерційного вибігу у більшості випадків непридатне через відсутність гарантій відповідності до параметрів циклограм. Визначено, що за умови протидії двох мас, одна з яких знаходиться на етапі розгону, а друга — на етапі вибігу, межею рекуперації буде рівність їх кінематичних енергій. Особливо велика енергоекономічна ефективність рекуперації має супроводжувати роботу подвоєних механізмів (машин) зворотної дії.

Ключові слова: рекуперація, кінетична енергія, машина, механізм, розгін, вибіг, кінематика.

Вступ. Енергетичні потоки в технологічних машинах взагалі і зокрема в машинах харчової промисловості представлені роботами сил рушійних і сил корисного та шкідливого опорів. Вказані потоки існують у формі кінетичної енергії рухомих мас та потенціальної

енергії тих же мас, що змінюють свої положення в гравітаційному полі. Одночасно потенціальна енергія присутня у формі енергії деформації пружних зв'язків і мас. При цьому очевидно, що і кінетична і потенціальна енергії є змінними у зв'язку зі змінними кінематичними параметрами як в перехідних процесах, так і в усталених режимах. Останнє є характерним у обладнанні періодичної дії, коли існують робочі і холості ходи, які можуть доповнюватися фазами вистоїв, а реалізація заданих законів руху досягається набором різних механізмів, наприклад, кулачкових, мальтійських, важільних, гідравлічних, пневматичних тощо [1, 2]. Присутність змінних кінематичних параметрів в русі робочих органів, рушійних сил або сил корисних опорів приводить до нерівномірності ходу вхідних ведучих ланок та до додаткових динамічних навантажень і деформацій, порушень законів руху, точності переміщень і додаткових енергетичних витрат.

Метою цього дослідження є аналіз і розроблення пропозицій щодо синтезу механічних систем з рекуперацією кінетичної енергії та обмеженнями нерівномірності ходу ведучих ланок.

Методика досліджень обрана у формі поглибленого вивчення перехідних процесів в машинах і механізмах з врахуванням енергетичних трансформацій.

Результати досліджень. Перехідні процеси в технологічних машинах супроводжуються динамічними явищами і додатковими навантаженнями.

Традиційним рішенням щодо останніх є встановлення маховикових мас або зрівноваження ланок, що приймають участь в обертальних, коливальних або складних переміщеннях. Проте нагромадження додаткових мас в складі передавально-перетворювальних механізмів є не найкращим рішенням проблем і подальші пошуки нетрадиційних рішень є актуальними.

Робочі органи машин-автоматів можуть виконувати рухи поступальні, зворотно-поступальні, обертальні, коливальні, зворотно-обертальні, складні тощо. Проте в побудові машин в різних випадках передбачається наявність робочого ходу з різними законами, який складається з двох частин. На першій з них переміщення робочого органа є прискореним, а на другій — сповільненим. Вказане стосується як поступальних, так і обертальних крокових переміщень.

У більшості випадків досліджень динаміки механічних систем вирішуються задачі визначення співвідношень між кінематичними і динамічними параметрами взаємодіючих мас. І хоча порівняно з силовими параметрами оцінки енергетичних витрат є еквівалентними у своїх значеннях, однак, у більшості задач можливості рекуперації кінетичної енергії не розглядаються.

До числа припущень у цих дослідженнях приймемо те, що точками прикладання силових факторів приймаються центри мас ланок.

Подвоєний інтерес до перехідних процесів пов'язаний, по-перше, з динамічними складовими навантажень, які є реакціями систем на прискорений або сповільнений рух мас, а, по-друге, зміна швидкостей, означає наявність енергетичних трансформацій. Очевидно, що такі показники між собою взаємопов'язані, оскільки величина кінетичної енергії $mV_{\max}^2/2$ визначає енергетичні витрати на розгін системи з приведеною масою m . Це приводить до можливості порівняльної оцінки систем з різними законами на основі швидкостей або аналогів швидкостей. Одночасно динамічні складові навантажень відображаються амплітудами в залежностях, що відповідають прискоренням [3, 4].

Для попередньої оцінки можливості рекуперації кінетичної енергії в механізмах зі зворотно-поступальним рухом вихідної ланки звернемося до прикладу кривошипно-повзунного механізму (рис. 1.), хоча це не принципово і стосується різних інших випадків. Важливо лише, щоб приведена або фізична маса m виконувала б зворотно-поступальний рух. Останнє означає, що на момент початку і завершення робочого ходу швидкості її дорівнюють нулю [5]. При цьому закони руху маси m мають значення з точки зору оцінки інерційних навантажень, однак їх різні форми на можливість вказаної рекуперації принципово не впливають. Покажемо це на обраному прикладі (рис. 1.). Робочому ходу вихідної ланки відповідають переміщення кривошипа з положенням OA_0 до положення OA_4 і положення точок B_0 і B_4 вихідної ланки. Очевидно, що кут повороту кривошипа при цьому складає 180° , а першій частині переміщення повзуна відповідають кут повороту $\varphi = 90^\circ$ і позитивні значення прискорення маси m на ділянці $B_0 - B_2$. На ділянці кута повороту кривошипа від $\varphi = 90^\circ$ до $\varphi = 180^\circ$ рух маси m буде сповільненим. Це означає, що на першій частині робочого ходу сила інерції P_i вихідної ланки буде спрямована проти рушійної сили у формі реакції з боку шатуна (або у формі рушійного моменту M_p , прикладеного до кривошипа).

Проте на другій частині переміщення від $\varphi = 90^\circ$ до $\varphi = 180^\circ$ (від B_2 до B_4 вихідної ланки) сила інерції співпадає з напрямком дії рушійної сили (рушійного моменту) і виконує роль якоїсь частки рушійної сили. Оскільки кінематика механізму побудована на основі жорстких зв'язків між ланками і сила інерції P_i обов'язково реалізується на обох ділянках робочого ходу зі змінними напрямками, то це за інших рівних умов викликає нерівномірність ходу ведучої ланки з відповідними наслідками.

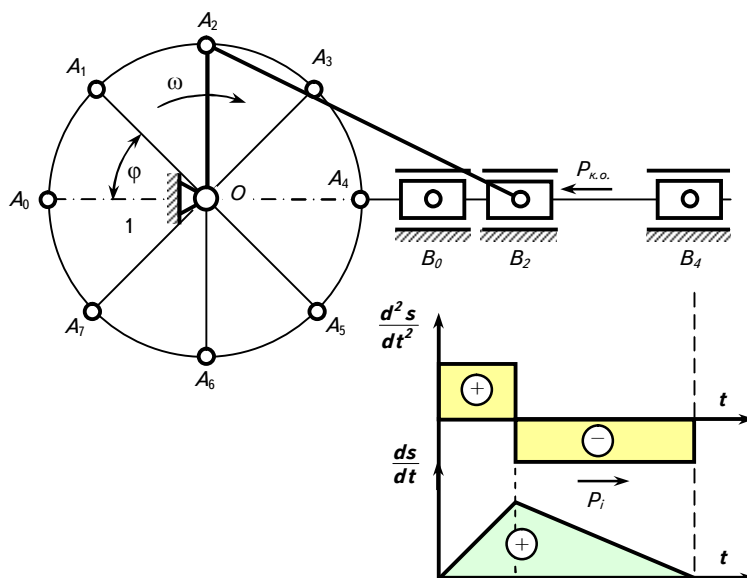


Рис. 1. Схема кривошипно-повзунного механізму з діаграмами прискорення і швидкості робочого ходу повзуна

На ділянці зворотного ходу повзуна за кута повороту кривошипа в межах $\varphi = 180^\circ - 270^\circ$ сила інерції вихідної ланки спрямована проти рушійної сили, а на ділянці $\varphi = 270^\circ - 360^\circ$ сила інерції співпадає за напрямком з рушійною силою.

В режимах робочого ходу окрім приведених мас механізмів можуть приймати участь різні вантажі на відміну від режимів холостого ходу. Вибір кінематичних параметрів при цьому здійснюється з врахуванням пропускної здатності системи з врахуванням динамічних явищ. Додаткові маси вантажів можуть переміщуватися за законами руху робочих органів або в окремих випадках їх переміщення на других частинах робочих ходів можуть супроводжуватися додатковими вибгами. Вибір тієї або іншої схеми доцільно здійснювати на досягнення зовнішніх вимог.

Аналітичні моделі переміщень приведених мас на першій і другій частинах робочих ходів відображаються умовами (1) та (2) відповідно:

$$P_p^I(t) = m\ddot{x}(t) + P_{on}(t) \quad (1)$$

та

$$P_p^{II}(t) = P_{on}(t) - m\ddot{x}(t) \quad (2)$$

де $P_{on}(t)$ є сумою сил корисного $P_{\kappa.o.}(t)$ і шкідливого $P_{ш.о.}(t)$ опорів.

Очевидно, що вказані силові параметри можуть бути функціями часу, узагальнених координат, швидкостей або бути сталими. Проте у всіх випадках названі стани у формі перших і других частин робочих ходів обов'язково присутні.

Зміна рушійних факторів у зв'язку з переходом від першої до другої частин відображується залежністю:

$$\Delta P_p = P_{p \max} - P_{p \min} = 2m\ddot{x} \quad (3)$$

за умови сталих законів $P_{p \max}$ і $P_{p \min}$, а за змінних симетричних законів маємо:

$$\Delta P_p(t) = P_p'(t) - P_p''(t) \quad (4)$$

Відомо, що графіки прискорень дають можливість аналізу динамічних явищ, а залежності графіків швидкості відображають кінетичну енергію рухомих мас або приведеної маси машини. Цьому твердженню відповідає правило визначення приведеної маси, відоме як принцип еквівалентності кінетичних енергій у формі:

$$\frac{m_{np} V_{np}^2}{2} = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{m_i V_i^2}{2} + \sum_{k=1}^{k=n} \frac{I_k \omega_k^2}{2}, \quad (5)$$

де V_{np} — швидкість точки прикладання приведеної маси, м/с; V_i — швидкість точки центра мас i -тої маси m_i , м/с; ω_k — кутова швидкість ланки з моментом інерції I_k , c^{-1} .

Таким чином, зростання лінійних швидкостей центрів мас ланок і кутових швидкостей ланок однозначно відображають їх кінетичні енергії рівно як і приведена маса. Звідси витікає, що на першому етапі робочого ходу рівно як і на першому етапі холостого ходу кінетична енергія механічних систем зростає, а на їх других етапах кінетична енергія зменшується. Синхронно з цими енергетичними змінами змінюється робота рушійних сил. В залежності від характеристик двигунів така енергетична трансформація може здійснюватись за рахунок сталих або змінних швидкостей ведучих ланок. Відгуком асинхронного електричного двигуна на перші етапи є певне зменшення кутової швидкості ротора і зростання його моменту $M_{дв}$, а за синхронного двигуна кутова швидкість ротора залишається сталою.

Проте в обох випадках за переходів від одного етапу до іншого або навіть в середині етапів системи генерують змінні ΔP_p , що формулює вимогу пошуку умов рекуперації кінетичної енергії. Важливо, що така рекуперація може супроводжуватися обмеженнями нерівномірностей ходу ведучих ланок.

Напрямок синтезу подвоєних механізмів знайшов поширене використання в кількациліндрових двигунах, компресорах, насосах тощо. З метою повного або часткового зрівноваження використовують відповідно з'єднані між собою однакові кривошипно-повзунні механізми за певного розташування кривошипів, заклиненних на одному валу. В таких випадках пристрої виконуються як однорідні з однаковими розмірами і масами повзунів (поршнів) і шатунів. На рис. 2, 3 і 4 наведені схеми відповідно подвоєного кривошипно-повзунного механізму, повністю зрівноваженого двоциліндрового механізму та механізму чотирициліндрового двигуна.

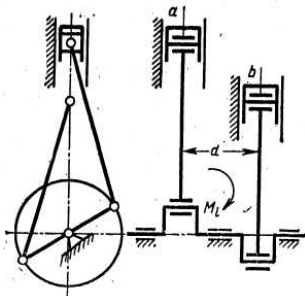


Рис. 2. Подвоєний кривошипно-повзунний механізм

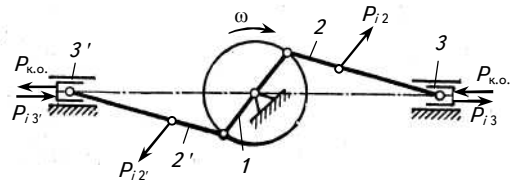


Рис. 3. Повністю зрівноважений двоциліндровий механізм

За виконання механізму двоциліндрового двигуна по схемі рис. 2 зрівноважуються сили інерції першого порядку, а всі інші залишаються незрівноваженими. За зміщення циліндрів в напрямку осі вала на величину d з'являється незрівноважена пара сил інерції $M_i = P_i d$. Повне зрівноваження досягається за з'єднання кривошипів по схемі рис. 3, за якого сили інерції зрівноважуються завдяки симетричності. Однак таке зрівноваження не означає відсутність сил і моментів сил інерції і їх подолання пов'язане з відповідними енергетичними витратами. В механізмі по рис. 4 окрім сил інерції першого порядку зрівноважується момент $M_i = P_i d$, який відповідає двоциліндровому двигуну.

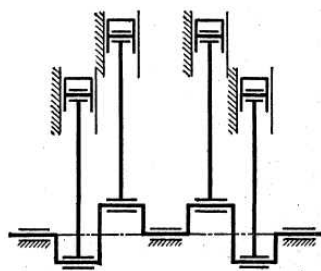


Рис. 4. Механізм чотирициліндрового двигуна

З наведених прикладів видно, що заклинювання кривошипів під кутом 180° на колінчастих валах дозволяє в певній мірі вирішувати завдання зрівноваження механізмів, однак це не вирішує задач енергетичної рекуперації, оскільки за таких умов їх робочі і холості ходи чергуються послідовно або співпадають. На рис. 5 наведені діаграми швидкостей вихідних ланок механізмів з різним чергуванням. Наведені варіанти чергувань робочих і холостих ходів можуть стосуватися компресорів або технологічних машин. Важливо, що за обох варіантів енергетичні витрати на подолання сил інерції, пов'язаних з кінематикою механізмів, визначаються сумою для обох механізмів. Це означає, що на перших етапах робочого і холостого ходів енергетичні витрати, пов'язані з подоланням сил інерції складуть подвійну величину:

$$E = E'_1 + E'_2 = m_1 \frac{V_{\max}^2}{2} + m_2 \frac{V_{\max}^2}{2} = m V_{\max}^2, \quad (6)$$

якщо приведені маси першого m_1 і другого m_2 механізмів між собою рівні, де $V_{\max}$ — максимальні швидкості приведених мас.

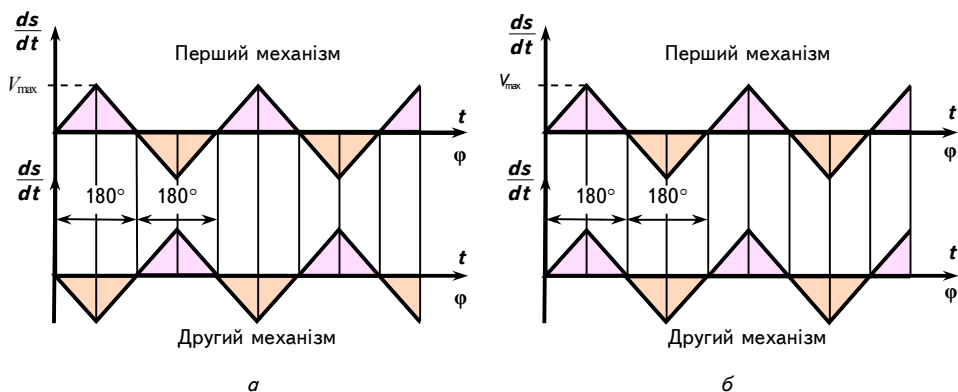


Рис. 5. Діаграми швидкостей вихідних ланок за умови заклинювання кривошипів під кутом 180° : а — перший варіант; б — другий варіант

Розглянемо особливості навантажень вихідних ланок і переміщуваних вантажів силами інерції. Механізм (рис. 6) виконано як двокривошипний і роль кривошипів виконують кінематично зв'язані зубчасті колеса з однаковими числами зубців і геометричними параметрами, які забезпечують жорсткі кінематичні зв'язки.

Робочим ходам відповідають переміщення повзунів на ділянках $B_1 - B_5$ і $D_1 - D_5$. При цьому першим етапам відповідають ділянки $B_1 - B_3$ та $D_1 - D_3$ та положення уявних кривошипів лівого і правого механізмів в зазначених перших квадрантах. Однак взаємне положення кривошипів є різним, оскільки в лівому механізмі воно відповідає початку робочого ходу. Це означає, що кут зсуву у взаємних положеннях складає 90° . За повороту

від $t(n) = 0$ на 90° має місце прискорений рух вихідної ланки лівого механізму і сповільнений — правого. За таких прискорень сили інерції на повзунах протидіють по різному. На лівому вона спрямована проти швидкості руху, а на правому сила інерції з напрямком руху співпадає. Це одночасно означає, що на лівому механізмі за положень кривошипа в квадранті I сила інерції протидіє рушійному моменту $M_{p,1}$, а на правому за положень кривошипа в квадраті II сила інерції сприяє дії $M_{p,2}$. На рис. 6 позначено квадранти I, II, III та IV. Їх нумерація позначена від початку і в напрямку робочого ходу і в кожному з них присутня позначка + або —. Знак + означає, що за перебування кривошипа в цьому квадранті сила інерції виступає рушійною, а від'ємний знак — що сила інерції протидіє рушійній. За початкового зміщення кривошипа правого механізму по напрямку руху на 90° одночасні положення кривошипів мають місце в квадрантах за табл. 1, наведеною нижче.

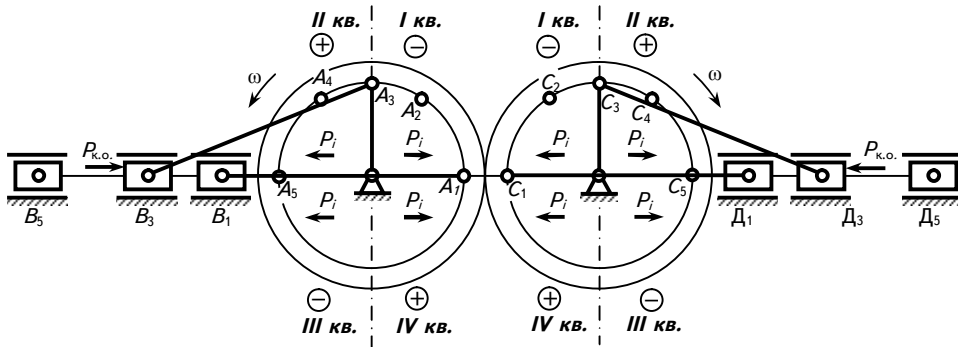


Рис. 6. Подвоєний важільно-зубчатий механізм

Таблиця 1. Дані щодо перебування кривошипів подвоєних механізмів в квадрантах I—IV з інформацією про знаки прискорень.

Механізм	Квадрант і знак прискорення			
Лівий	I — мінус	II — плюс	III — мінус	IV — плюс
Правий	II — плюс	III — мінус	IV — плюс	I — мінус
Рекуперація присутня				

Послідовність перебування кривошипів у вказаних квадрантах, що стосується першого і другого етапів за їх синхронізованих переміщень, вказує на присутність рекуперації кінетичної енергії.

Розглянемо інший випадок, коли напрямки обертання кривошипів будуть однаковими з кутом защемлення 180° (рис. 7).

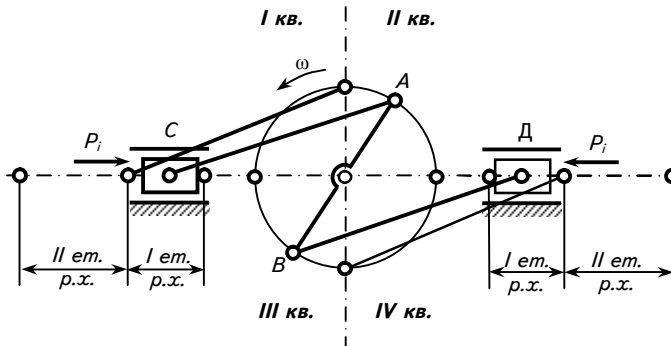


Рис. 7. Подвоєний кривошипно-повзунний механізм

Як було показано, перевагою механізму за такою схемою є зрівноваженість сил інерції: Однак при цьому перші і другі етапи робочих і холостих ходів співпадають, що знайшло своє відображення в табл. 2.

За сполучень положень кривошипів в квадрантах I—II і III—I енергетична рекуперація відсутня і протидія рушійним силам досягає максимальних значень. Хоча в цьому випадку у зв'язку зі специфічною геометрією зв'язків сили інерції в загальній оцінці компенсуються, однак в лівому і правому механізмах вони існують і рушійний фактор мусить їх долати.

Таблиця 2. Дані щодо оцінки можливості рекуперації кінетичної енергії в механізмі за схемою по рис.7

Механізм	Квадрант і знак прискорення			
Лівий	I — мінус	II — плюс	III — мінус	IV — плюс
Правий	II — мінус	III — плюс	IV — мінус	I — плюс
Рекуперація відсутня				

Якщо за положень кривошипа ОА в першому квадранті кривошип ОВ змістити в четвертий квадрант, то їх взаємні положення будуть відображені табл. 3.

Таблиця 3. Дані щодо можливості рекуперації кінетичної енергії в механізмі за схемою по рис.7 з заклинюванням кривошипів під кутом 90°

Механізм	Квадрант і знак прискорення			
Лівий	I — мінус	II — плюс	III — мінус	IV — плюс
Правий	II — плюс	III — мінус	IV — плюс	I — мінус
Рекуперація присутня				

За зміщенням кривошипа ОВ в другий квадрант за інших рівних умов результат відображується табл. 4.

В цьому випадку рекуперація кінетичної енергії в машинах циклічної дії також є можливою.

Таблиця 4. Дані щодо оцінки можливості рекуперації кінетичної енергії за заклинювання кривошипів під кутом 90° в першому і другому квадрантах

Механізм	Квадрант і знак прискорення			
Лівий	I — мінус	II — плюс	III — мінус	IV — плюс
Правий	II — плюс	III — мінус	IV — плюс	I — мінус
Рекуперація присутня				

Висновки. Виконаний аналіз циклічно діючих машин і механізмів дозволив сформулювати наступне.

Рекуперація кінетичної енергії в циклічно діючих машинах і механізмах стосується періодів, в яких швидкості їх приведених мас зменшуються. При цьому враховується положення про те, що робота сил рушійних проти сил інерції дорівнює кінетичній енергії рухомих мас у зв'язку з перехідним режимом розгону. Останнє дозволяє оцінювати енергетичний потенціал можливої рекуперації.

Запропонований варіант рекуперації кінетичної енергії має перспективи застосування для випадків циклічних рухів робочих органів і вантажів в лінійних, обертальних і коливальних переміщеннях. Умовою рекуперації є використання подвоєних робочих органів в машинах або подвоєних машин з синхронізацією переміщень на основі жорстких кінематичних зв'язків або за використання елементів механотроніки.

Просте використання фаз інерційного вибігу, на яких виключається дія рушійних сил, у більшості випадків непридатне через відсутність гарантій щодо забезпечення умов циклограм і заданої продуктивності. По мірі вибігу приведеної маси на елементарному часі dt одночасно зменшується енергетичний потенціал і рушійна сила. За умови, що має місце протидія двох мас, одна з яких знаходиться на етапі розгону а друга — на етапі вибігу, межею рекуперації буде рівність їх кінетичних енергій. За рівності обох мас такій ситуації відповідає рівність їх швидкостей і їй відповідає умовний аналог другого закону термодинаміки, за яким теплову енергію від нагрітого тіла до менш нагрітого не можливо передати самопливом без компенсаційного процесу.

Кількість кінетичної енергії в системі з двох взаємодіючих мас має визначатися за принципом суперпозиції і роль «компенсаційного механізму» мають відігравати кінематичні зв'язки, які дозволяють здійснення рекуперації кінетичної енергії за умови $E_2 > E_1$, $E_2 < E_1$.

Особливо збільшена енергоекономічна ефективність має супроводжувати роботу подвоєних машин (механізмів) зворотної дії.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Теория механизмов и машин* / К.В. Фролов, С.А. Попов, А.К. Мусатов и др. — М.: Высшая школа, 1987. — 496 с.
2. *Пальчевський Б.О.* Дослідження технологічних систем. Моделювання, проектування, оптимізація: навч. посіб. для студ. техн. спец. вищ. навч. закл. / Б.О. Пальчевський. — Львів: «Світ», 2001. — 231 с.
3. *Моделювання процесів пакування: підруч.* / А.І. Соколенко, В.Л. Яровий, В.А. Піддубний та ін. — Вінниця: Нова книга, 2004. — 272 с.
4. *Механічні процеси і обладнання переробного і харчового виробництва. Частина 1* / П.С. Берник, З.А. Стоцько, І.П. Паламарчук та ін. — Львів: «Львівська політехніка», 2004. — 336 с.
5. *Бурдо О.Г.* Прикладное моделирование процессов переноса в технологических системах / О.Г. Бурдо, Л.Г. Калинин. — Одесса: Друк, 2008. — 348 с.

О ВОЗМОЖНОСТЯХ РЕКУПЕРАЦИИ КИНЕТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В МАШИНАХ И МЕХАНИЗМАХ

А.И. Соколенко, К.В. Васильковський, В.С. Костюк

Национальный университет пищевых технологий

К числу задач синтеза механизмов и технологических машин относятся достижение заданной производительности на основе выбора геометрических и кинематических параметров с возможной минимизацией динамических нагрузок. Этот перечень задач дополняется требованием рекуперации механической энергии в машинах циклического действия на том основании, что работа движущих сил против сил инерции равна кинетической энергии движущихся масс.

В исследовании показано, что простое использование фаз инерционного выбега в большинстве случаев непригодно из-за отсутствия гарантий соответствия с параметрами циклограмм. Определено, что при противодействии двух масс, одна из которых находится на этапе разгона, а вторая — на этапе выбега, пределом рекуперации будет равенство их кинематических энергий. Особенно большая энергоэкономическая эффективность рекуперации должна сопровождать работу удвоенных механизмов (машин) обратного действия.

Ключевые слова: рекуперація, кінетическа енергія, машина, механізм, разгон, вибег, кінематика.

OPTIMIZATION OF CONFIGURATION OF PACKING TECHNOLOGICAL LINES

L. Krivoplyas-Volodina*, S. Tokarchuk**, G. Valiulin,
National university of food technologies

Key words:

optimization,
design, packing,
mathematical model, efficiency

Article history:

Received 15.04.2016
Received in revised form
9.05.2016
Accepted 9.06.2016

Corresponding author:

tmpt_xp@ukr.net
*ORCID: 0000-0003-1516-6153
*ORCID: 0000-0002-8187-0854

ABSTRACT

Article is devoted to the solution of an important problem concerning configuration of the automated packaging processing lines. Configuration optimization — an important factor of the solution of tasks power — and resource-saving, the mistakes made at this design stage lead to difficult consequences as from the point of view of excessive costs of energy, materials and products, and from the point of view of losses of appliances. Authors have considered the main aspects and benefits of use of mathematical modeling when designing packaging processing lines. The algorithm of optimization is presented in the form of four-level hierarchical structure. The task of modeling and designing of the formalized volume and spatial technological system is solved.

ОПТИМІЗАЦІЯ КОМПОНОВКИ ПАКУВАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЛІНІЙ

Л.О. Кривопляс-Володіна, канд.техн.наук,
С.В. Токарчук, канд.техн.наук,
Г.Р. Валиулін, канд.техн.наук
Національний університет харчових технологій

Стаття присвячена вирішенню важливої проблеми щодо компонування автоматизованих пакувальних технологічних ліній. Проектування та компонування пакувальних технологічних ліній є найбільш складним і визначальним етапом забезпечення їх ефективності.

Авторами розглянуто основні аспекти та переваги використання математичного моделювання при проектуванні пакувальних технологічних ліній.

Ключові слова: оптимізація, проектування, пакування, математична модель, ефективність.

Вступ. Застосування математичних моделей, а також принципів і методів синтезу, аналізу та оптимізації компоновочних рішень є розповсюдженими методами при вирішенні задач проектування та експлуатації пакувальних технологічних ліній (ПТЛ).

Алгоритм оптимізації умовно можна представити у вигляді чотирирівневої ієрархічної структури (рис. 1). Метод математичного моделювання (ММ) ґрунтується на використанні деякої гомоморфної математичної моделі, яка дає можливість при заданих значеннях векторів вхідних змінних (X), параметрів елементів ПТЛ (K), параметрів навколишнього середовища (V), заданої технологічної топології системи (G) і обраному критерію ефективності технологічної лінії (KE) із заданою точністю знайти значення векторів вихідних змінних ПТЛ (Y), оцінок властивостей (S) і величину KE функціонування ПТЛ (ψ_0).

Мета досліджень. Розглянемо порівняльну характеристику задач проектування і експлуатації ПТЛ, особливо виділяючи специфіку використання ММ принципів і методів синтезу, аналізу та оптимізації ХТМ при пошуку вирішення цих завдань:

1) задача проектування ПТЛ являє собою крайову задачу, в результаті вирішення якої визначаються технологічна топологія (G) і параметри елементів (K) ПТЛ, оптимально

здійснюється (у відповідності з яким-небудь КЕ) перетворення заданих матеріальних потоків (вектор X), задані потоки упакованих продуктів (вектор Y);

2) завдання експлуатації ПТЛ складається: із вирішення задачі з початковими умовами, що дозволяє визначити вектор вихідних (Y) і внутрішніх змінних ПТЛ (Z); а також зміни значень вектора технологічних параметрів елементів (K') [в ряді випадків, і вектора конструкційних параметрів елементів (K'')], що забезпечує інтенсифікацію ПТЛ і оптимізацію режимів функціонування діючої ПТЛ;

3) рівень складності науково-технічних операцій, що виникають при вирішенні задачі проектування ХТМ, набагато вище, ніж при рішенні задачі експлуатації ПТЛ;

4) при вирішенні задач проектування і експлуатації ПТЛ, поряд з математичним моделюванням, широко застосовується фізичне моделювання.

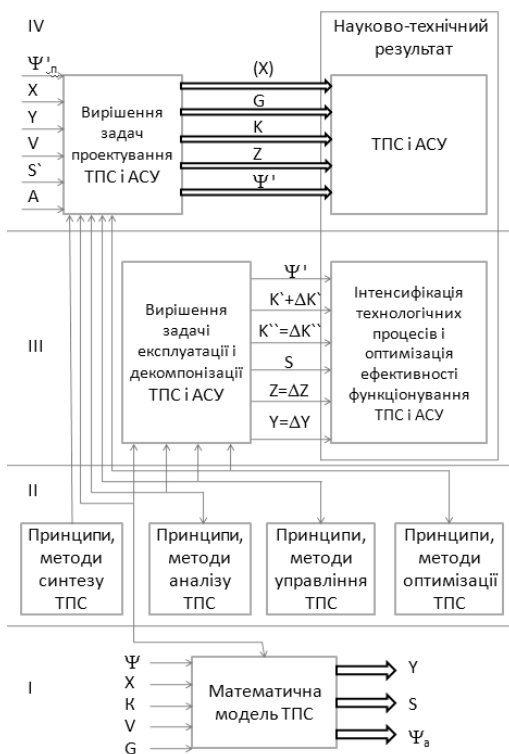


Рис.1. Алгоритм представлення методу математичного моделювання для вирішення задач проектування та експлуатації ПТЛ:

X — вектор вхідних змінних ПТЛ; Y — вектор вихідних змінних ПТЛ; Z — вектор параметрів внутрішніх змінних ПТЛ; K — вектор параметрів елементів ПТЛ; K' (K'') — вектор технологічних (конструкційних) параметрів елементів ПТЛ; V — вектор параметрів навколишнього середовища; G — технологічна топологія ПТЛ; S — вектор ПТЛ; S' — бажані граничні значення; Δ — варіації зміни векторів; ψ — критерій ефективності ПТЛ; ψ_a — деяке значення КЕ; ψ^* — оптимальне значення; ψ_n^* — граничне оптимальне значення КЕ діючих ПТЛ; A — сучасний рівень конструкційних рішень; I..IV — рівні складності завдань проектування експлуатації ПТЛ

Методика досліджень. Метод фізичного моделювання використовується для знаходження меж деформації коефіцієнтів рівнянь ММ окремих ПТЛ (в ряді випадків визначаються і межі деформації функціонального виду цих рівнянь), і тим самим — для масштабування реальної ПТЛ. На основі прийнятих апіорних ММ встановлюється адекватність цієї моделі до реальних ПТЛ.

В роботі розглянуто характеристику деяких основних аспектів та переваг використання математичного моделювання при проектуванні ПТЛ. Математичне моделювання є досить ефективним засобом порівняльної оцінки альтернативних варіантів технологічної топології складної ПТЛ при проектуванні [1].

До завдань оцінки можливих варіантів технологічної топології складних ПТЛ відносяться завдання, які пов'язані з вибором таких параметрів і елементів ПТЛ, які забезпечують узгодження роботи між всіма ділянками і вузлами. Першим етапом моделювання потрібно оцінити продуктивність окремих елементів, технологічних блоків і вузлів, провести розрахунки для вибору відповідних конструктивних і технологічних параметрів елементів, перевіряючи достовірність отриманих результатів шляхом моделювання всієї системи в цілому. Важливе значення має використання математичного моделювання при проектуванні складних ПТЛ для подальшої розробки автоматизованого управління (АУ).

Результати досліджень. Для проведення досліджень лабораторного зразка ПТЛ (наприклад рис. 3) необхідно детальне обстеження (прийнятого в проєкті варіанту) з використанням математичного моделювання та наведених вище рис. 1. методів аналізу.

При цьому буде отримана хоча і попередня, але достатньо обґрунтована оцінка характеристик системи. Аналіз результатів моделювання допоможе розкрити слабкі сторони проєкту, виявити невдалі компоновочні рішення, оцінити узгодженість окремих елементів. Таке обстеження дозволить внести необхідні корективи в проєкт, поліпшити прийнятий варіант і параметри елементів та параметри технологічного режиму ПТЛ — вибрати найбільш обґрунтовано рис. 2.

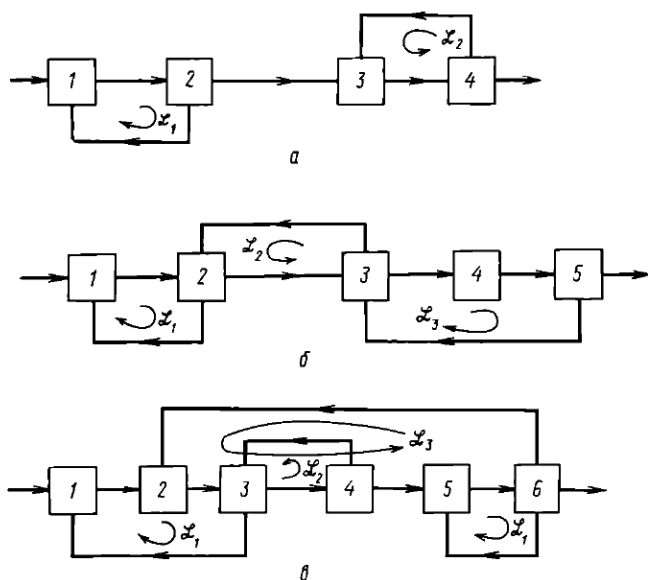


Рис. 2. Структурні схеми різних складних контурних, або багатоконтурних ПТЛ:
а — впорядкована двоконтурна ПТЛ; б — впорядкована трьохконтурна ПТЛ; в — багатоконтурна взаємозв'язана система ПТЛ; Z_i — потік пакувальних матеріалів

Системні дослідження технічних систем характеризуються обґрунтуванням вихідних концептуальних схем і моделей для постановки і вирішення актуальних науково-технічних завдань.

Теоретико-інформаційний підхід у рамках системних досліджень, повинен виконуватися при вирішенні зазначених вище завдань, насамперед для розкриття інформаційних властивостей взаємодіючих систем і визначення їх якісних і кількісних характеристик.

Нами розглянуто задачу моделювання і проектування формалізованої об'ємно-просторової технологічної системи ПТЛ (рис. 3).

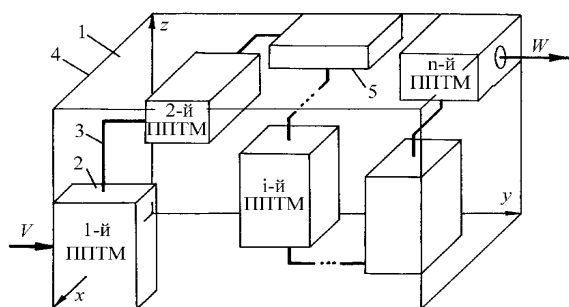


Рис. 3. Формалізована об'ємно-просторова технологічна система ПТЛ

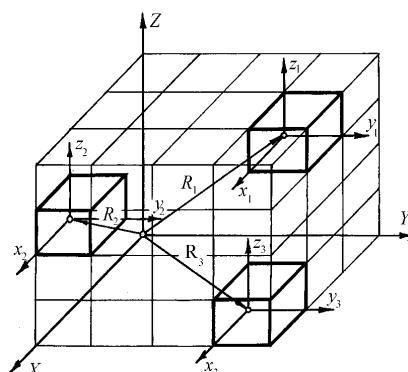
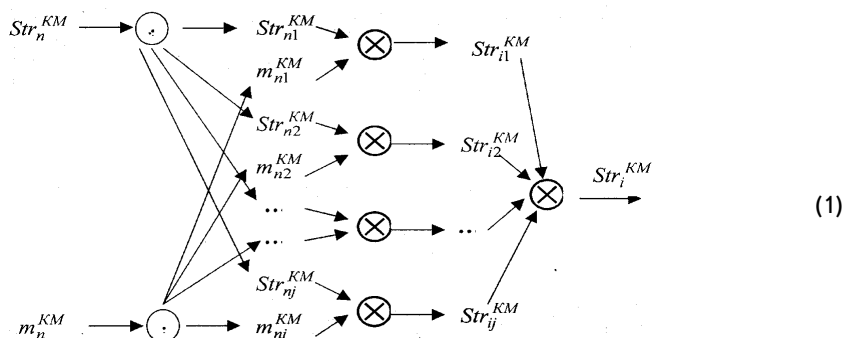


Рис. 4. Формалізована схема просторового компактування об'ємів ділянок ПТЛ

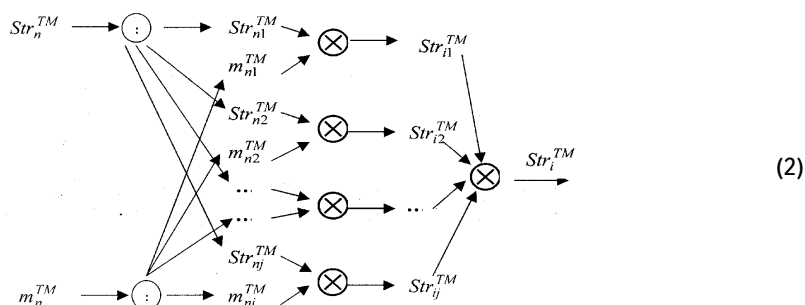
Можна відзначити, що при проектуванні структури технологічної системи необхідно прагнути до підвищення щільності технологічних елементів (блоків технологічного впливу) просторової технологічної зони та інтенсивності їх функціонування. Крім того, при створенні технологічної системи, що складається з n технологічних модулів, необхідно просторово їх компактувати у виробничі осередки (рис. 3) і потім осередки просторово компонувати в усьому обсязі виробничого цеху (рис. 4), з можливістю зміни їх просторового розташування. Причому тут також слід вести їх розміщення з розрахунку підвищення щільності технологічних модулів у виробничих осередках і осередків у виробничому цеху. Це дозволяє підвищити коефіцієнт використання простору і середовища.

На рис. 3 показано формалізований об'ємно-просторовий виробничий осередок технологічної системи ПТЛ. Тут позначено: 1 — технологічна система, 2 — поточно-просторовий технологічний модуль, 3 — зв'язок між технологічними модулями, 4 — границя виробничого модуля, 5 — границя поточно-просторового технологічного модуля. На рис. 4 представлена формалізована схема просторового компактування виробничого об'єму ділянок ПТЛ, розташованого в системі координат X, Y, Z виробничими осередками, координатованими системами координат x_i, y_i, z_i і радіусами векторами R_i , де i — будь-який виробничий осередок. Модульність побудови технологічних систем дозволяє реалізувати основні принципи автоматизованих виробництв. Це, перш за все гнучкість, безперервність і високі техніко-економічні показники ПТЛ.

На четвертому етапі математичного моделювання для вирішення завдань проектування та експлуатації ПТЛ відбувається подальше об'єднання елементарних принципово-структурних моделей в одну складну принципово-структурну модель, яка є принципово-структурною моделлю контрольного (транспортного) модуля (1) і технологічного модуля (2).



де Str_i^{KM} — структура i -го контрольного модуля; m_i^{KM} — i -а структура кінематики контрольного модуля.



де Str_i^{TM} — структура i -го технологічного модуля; m_i^{TM} — i -а структура кінематики технологічного модуля.

Залежності (1) і (2) дають можливість описати процес отримання принципово-структурних моделей контрольних і транспортних модулів відповідно до сформованої ПТЛ.

Змістові значення складових, що входять у вирази (1) і (2):

$Str_{n1}^{TM} - Str_{nj}^{TM}$ — елементарні структури технологічного модуля;

$m_{n1}^{TM} - m_{nj}^{TM}$ — елементарні варіанти кінематики технологічного модуля;

Str_i^{TM} — структура принципово-структурної моделі i -ї технологічного модуля;

Str_i^{CTM} — структура принципово-структурної моделі i -го технологічного модуля;

Θ — знак декомпозиції об'ємно-просторової структурної моделі та принципової кінематичної схеми;

$\otimes$ — оператор композиції (об'єднання) елементів.

Висновок. Після отримання принципово-структурної моделі першого транспортного технологічного модуля проводиться синтез для другого технологічного модуля, потім для третього і до тих пір, поки не буде отриманий останній транспортний технологічний модуль ПТЛ технологічної автоматизованої системи. Таким чином, представлені вирази (1), (2) дозволяють отримати різні варіанти структур транспортних модулів ПТЛ автоматизованих технологічних і контрольних ділянок, а також допоміжних блоків технологічного циклу обробки виробів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Zhiang, Wang Analysis of Electronically—controlled Fuel System of MAN and Sulezer Diesel Engine. / Zhiang Wang, Jianguo Yang // Diesel Engine. — 2004. — P.19 — 22
2. Schey, John A. Introduction to manufacturing processes / Schey John A. — International Edition, 2000. — 962 p.
3. Taranenko, W. Technologia kształtowania części maszyn o malej sztywności / W.Taranenko, A. Swic. — Lublin: Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, 2005. — 282 p.

ОПТИМИЗАЦИЯ КОМПОНОВКИ УПАКОВОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ

Л.А. Кривопляс-Володина, С.В. Токарчук, Г.Р. Валиулин

Национальный университет пищевых технологий

Статья посвящена решению важной проблемы относительно компоновки автоматизированных упаковочных технологических линий.

Проектирование и компоновка упаковочных технологических линий является наиболее сложным и определяющим этапом обеспечения их эффективности.

Авторами рассмотрены основные аспекты и преимущества использования математического моделирования при проектировании упаковочных технологических линий.

Ключевые слова: оптимизация, проектирование, упаковывание, математическая модель, эффективность.

METHODOLOGY OF DESIGN OF PACKING MACHINES ON THE BASIS OF MECHATRONIC MODULES

O. Gorchakova, A. Derenivska, M. Yakymchuk*, A. Bespalko

National University of Food Technologies

Key words:

mechatronics,
mechatronic module,
packaging equipment,
library of mechatronic modules,
structural synthesis

Article history:

Received 24.05.2016

Received in revised form

28.05.2016

Accepted 10.06.2016

Corresponding author:

zhurybeda@mail.ua

*ORCID: 0000-0002-6324-7743

ABSTRACT

The creation of new packing equipment that has a flexible structure and is universal for various types of food products, packing materials and transport containers is the main task today. Its solution requires a system approach, starting from the development of the concept design of the automated flow lines of packaging and finishing with constructions of executive mechanisms. Nowadays such concept can be the concept of usage of the mechatronic principle of design that allows to create libraries of functional mechatronic modules and to combine them between each other, creating a wide range of parametrical rows of package of one functional purpose with flexible structure of technological processes at the level of the automated control system

МЕТОДОЛОГІЯ ПРОЕКТУВАННЯ ПАКУВАЛЬНИХ МАШИН НА ОСНОВІ МЕХАТРОННИХ МОДУЛІВ

О.М. Горчакова

А.В. Деренівська, канд. техн. наук

М.В. Якимчук, канд. техн. наук

А.П. Беспалько, канд. техн. наук

Національний університет харчових технологій

Створення нового пакувального обладнання, яке має гнучку структуру та є універсальним для різних типів харчових продуктів, пакувальних матеріалів та тари є основною задачею сьогодення, її вирішення потребує системного підходу. Такою концепцією сьогодення може бути концепція використання мехатронного принципу проектування, який дозволяє утворювати бібліотеки функціональних мехатронних модулів та поєднувати їх між собою.

Ключеві слова: мехатроніка, мехатронний модуль, пакувальне обладнання, бібліотека мехатронних модулів, структурний синтез

Вступ. Враховуючи кризові явища в економіці, реалії сьогодення пакувальної індустрії характеризуються нестабільністю та непрогнозованістю номенклатури ринку пакованої продукції, його залежністю від фінансового стану споживача, що потребує від виробників суттєвих кроків щодо особливих вимог до пакувального обладнання. Насамперед це — гнучкість [1], яка характеризується зручністю перенастроювання обладнання з метою оперативного переорієнтування на випуск іншої продукції, якої потребує ринок.

Результати аналізу перспектив розвитку пакувального обладнання підтверджують експертні прогнози [2] щодо появи п'ятого і шостого поколінь пакувальних машин. Четверте працює вже

зараз. Це програмовані машини автоматичної дії. Пакувальні машини нового покоління з функцією гнучкості потребують нових робочих органів та їх приводів, які відповідали б новим вимогам експлуатації. Це мають бути керовані і контрольовані приводи. Четверте покоління пакувального обладнання має електронні системи керування, які ґрунтуються на спільному використанні компонентів різної фізичної природи. Встановлено, що в пакувальному обладнанні розрізняють три основних функціональних блоки, які характеризуються з'єднанням відповідних функціональних елементів в системі: механічну, електричну та апаратно-програмну. Таке взаємопроникнення електричної системи в механічну та синергетична апаратно-програмна інтеграція складових елементів утворюють мехатронний об'єкт.

За визначенням [3] мехатроніка (рос. *мехатроника*, англ. *mechatronics*, нім. *Mechatronik* *f*) — це галузь науки і техніки, заснована на синергетичному об'єднанні вузлів точної механіки з електронними, електротехнічними і комп'ютерними компонентами, що забезпечує проектування і виробництво якісно нових модулів, систем і машин з інтелектуальним управлінням їх функціональними рухами. Мехатроніка є своєрідною сучасною філософією проектування складних керованих технічних об'єктів.

Мехатронний підхід до проектування нового пакувального обладнання полягає в тому, що такі об'єкти повинні створюватися як органічно-цілісні електро-механо-гідро-електронні технічні системи, що включають електронно-комп'ютерну апаратуру автоматизованого управління.

Аналіз літературних та інформаційних джерел [2–4] стосовно проектування пакувального обладнання з мехатронних модулів показав, що цілісної науково-обґрунтованої методології їх формування наразі не існує. Під поняттям методології в такому випадку будемо розуміти цілісну систему знань, яка відображає об'єктивну реальність та дає можливість глибоко проникнути в сутність феномену «формування пакувального обладнання з мехатронних модулів».

Постановка задачі дослідження. Розробка такої методології потребує вирішення таких завдань: формування понять, визначень та термінів; встановлення зв'язків і загальних об'єктивних закономірностей процесу формування мехатронних модулів; розроблення методів погодження установочних та приєднувальних розмірів для з'єднання з іншими мехатронними модулями з метою створення складної технічної системи; розроблення методик створення параметричних та типорозмірних рядів мехатронних модулів з однією або декількома функціональними властивостями; розроблення та опис послідовності формування пакувального обладнання з мехатронних модулів на базі критеріїв оцінювання ефективності функціонування технічних систем.

Слід зазначити, що концепція створення наукових основ формування пакувального обладнання з мехатронних модулів передбачає новий погляд на технічний об'єкт як на доволі складну систему.

За визначенням мехатронний модуль [3] є функціонально і конструктивно самостійним виробом. Таке визначення мехатронного модуля не дає повної картини сучасного підходу до проектування мехатронних модулів пакувального обладнання. Більш точним терміном визначення мехатронного модуля може бути таке формулювання: мехатронний модуль — цілісна технічна система, яка є конструктивно і функціонально закінченим самостійним виробом, має автоматизовану систему керування роботою робочих органів з гнучким програмним забезпеченням зміни технологічного процесу та зворотній зв'язок у вигляді використання різних типів датчиків, які забезпечують можливість сприймання інформації про зміну характеристик зовнішнього середовища; характеризується конструктивно визначеними уніфікованими каналами механічного, енергетичного та інформаційного зв'язку для синергетичного з'єднання з іншими мехатронними модулями. На основі створення однотипних функціональних мехатронних модулів можна формувати базу даних модулів. За визначенням під бібліотекою або базою даних мехатронних модулів будемо розуміти сукупність конструкцій однотипних мехатронних модулів із різними функціональними та конструктивними типорозмірами, які відповідають заданому параметричному ряду.

Конструктивне об'єднання типових мехатронних модулів утворює мехатронну систему. Надалі мехатронну систему будемо вважати складною технічною системою, створеною на базі мехатронних модулів, об'єднання яких підлягає певним функціональним закономірностям для вирішення поставленого виробничого завдання та утворює багаторівневу інтелектуальну систему керування з розгалуженою мережею зворотних зв'язків, здатну адаптуватися до зміни умов виробництва. Якщо мехатронна система створена з мехатронних модулів одного типу та різних типорозмірів, то вона називається однорідною. Мехатронна система, створена з модулів різних типів та типорозмірів, називається неоднорідною. Для проектування

мехатронних систем пропонується використовувати модульний принцип формування, який передбачає сукупність кроків, описаних математичною послідовністю вибору мехатронних модулів з невеликої кількості економічно та технічно обґрунтованих типорозмірів та побудови з них технічних систем з великою гамою змінних характеристик.

Вирішення поставленої задачі. Послідовність формування мехатронних систем із використанням запропонованих визначень, наведена на рис. 1.

Потреба в такій методології проектування пояснюється збільшенням функціональних вимог до новітнього пакувального обладнання.

Ланцюг послідовності операцій проектування за таким процесом передбачає виконання семи етапів. Алгоритм проектування за поданою методологією передбачає завчасне утворення бібліотек мехатронних модулів з різними функціональними призначеннями та конструктивними типорозмірами, які відповідають заданим параметричним рядам.

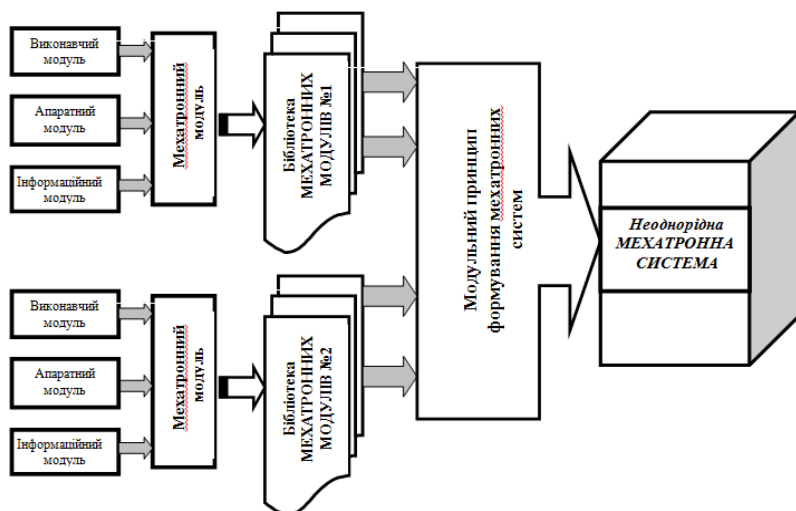


Рис. 1. Послідовність формування неоднорідної мехатронної системи

Наслідком використання запропонованої методології є отримання нового обладнання [3] з технічними характеристиками відповідно до технічного завдання за прийнятими критеріями оцінювання ефективності функціонування технічних систем та можливістю забезпечення його швидкого переналаджування при зміні технологічних або технічних умов роботи.

Головним етапом у цьому ланцюжку є створення мехатронних модулів для пакувального обладнання на основі постійного удосконалення наявних та розвиток нових видів приводів. Відповідно до прийнятого визначення щодо будови мехатронного модуля взаємозв'язок елементів виконавчої, апаратної та інформаційної функціональної області показаний на рис. 2.

Проведення структурного синтезу мехатронних модулів за запропонованою схемою (рис. 2) потребує відповідного математичного апарату.

Найнижчою ланкою в схемі структурного аналізу є кластери, які містять типорозмірні ряди модуль-елементів.

Кожен ряд в кластері представляє собою послідовність модуль-елементів, які були сформовані по визначених утворюючих критеріях типу:

$$X(d) = \{X_i^M(d_{\beta,\gamma}) : i = \overline{1, N} : \beta = \overline{1, S}\}, \quad (1)$$

де $s(i)$ — кількість типорозмірів модуль-елементів i -го розмірного ряду; N — кількість типорозмірів цих рядів модуль-елементів; $X_i^M(d_{\beta,\gamma})$ — число (M) модуль-елементів в i -му розмірному ряду, кожен з яких має наступний набір параметрів

$$d_{\gamma} = (d_{i,\gamma}, \dots, d_{\beta,\gamma}, \dots, d_{s,\gamma}) \quad (2)$$

де $d_{\beta,\gamma}$ — значення γ -го параметру, $\gamma = 1, \overline{n(i)}$, в β -му типорозмірі модуль-елементу.

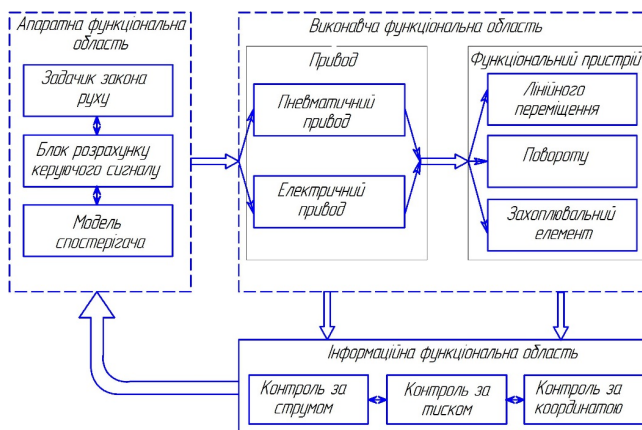


Рис. 2. Схема взаємозв'язку елементів функціональних областей: виконавчої, апаратної та інформаційної

Для формування мехатронного модуля використовуємо три групи кластерів, модуль-елементи яких характеризуються різним функціональним призначенням: виконавчим, апаратним та інформаційним. Кожен модуль-елемент будь-якого кластера X_i^M має власну множину потенційних зв'язків S_i^P у вигляді конструктивно-приєднувальних розмірів та функціонально-керуючих роз'ємів. Розділимо дану множину на вхідні $S_{вх}^P$ та вихідні $S_{вих}^P$ зв'язки.

На першому етапі формування мехатронного модуля визначимо обмежену область елементної бази в кожній групі кластерів у вигляді скінченної множини модуль-елементів. Для формування такої множини задамося початковими критеріями до параметрів сортування $\Omega\beta, \gamma; \Omega\alpha, \phi; \Omega\gamma, \alpha$. Сортування проведемо в кожному кластері та утворимо з отриманих модуль-елементів три функціональні області: виконавчу, апаратну та інформаційну.

Наступним етапом задачі динамічного синтезу є проведення функціонально-вартісного аналізу однотипних модуль-елементів кожної утвореної функціональної області. Початковими даними для проведення аналізу є: ε — число модуль-елементів кожної утвореної функціональної області; N — число можливих модуль-елементів, вартість яких знаходиться в межах малих відхилень; C_{ψ} — питома вартість модуль-елемента по ψ -варіанту: $\psi = \overline{1, \zeta}$; R_{ψ} — витрати ресурсів для функціонування модуль-елемента по ψ -варіанту: $\psi = \overline{1, \zeta}$; r_{ψ} — допустимі експлуатаційні та конструктивні витрати модуль-елемента в даному мехатронному модулі.

Результатом проведення функціонально-вартісного аналізу повинно бути виконання умов (3) та (4):

$$\min \sum_{\psi=1}^N \varepsilon \cdot C_{\psi} \cdot R_{\psi}, \quad (3)$$

$$\sum_{\psi=1}^N C_{\psi} \cdot R_{\psi} \leq r_{\psi}, \quad (4)$$

які забезпечать отримання невеликої кількості (від одного до декількох) модуль-елементів в кожній функціональній області. Сформована таким чином остаточна предметна область елементної бази задовольняє експлуатаційні, функціональні та вартісні початкові критерії підбору.

Наступним етапом є поєднання модуль-елементів кожної утвореної функціональної області між собою з метою утворення можливих конструкцій мехатронних модулів. Для проведення структурного аналізу на даному етапі проектування приймемо наступні обмеження:

кожний модуль-елемент виконавчої, апаратної та інформаційної функціональної області може необмежену кількість разів використовуватись для формування альтернативних конструкцій мехатронних модулів;

сформований одиничний мехатронний модуль може мати в своїй конструкції лише один модуль-елемент виконавчої, апаратної та інформаційної функціональної області;

сформований одиничний мехатронний модуль має власні потенційні зв'язки у вигляді конструктивно-приєднувальних розмірів та функціонально-керуючих електричних роз'ємів, які складаються з множини зв'язків всіх його складових модуль-елементів.

множина отриманих альтернативних варіантів мехатронних модулів утворює бібліотеку однотипних модулів і вважається областю допустимих рішень задачі, яка задовольняє багатокритеріальні початкові умови.

Кінцеве функціональне призначення мехатронного модуля залежить від його елементної бази, яка складається з обмеженої кількості модуль-елементів з заданими функціональними властивостями. В такому випадку роботу будь-якого мехатронного модуля можна представити у вигляді

$$\{(P_{\eta}(\zeta_{\beta,\gamma})) : \eta = \overline{1, \Theta}\} \subset P \quad (5)$$

де $P_{\eta}(\zeta)$ — вибіркова сокупність варіантів експлуатації мехатронного модуля; P — реальна сокупність варіантів експлуатації мехатронного модуля; Θ — кількість елементарних операцій, які виконує мехатронний модуль в процесі експлуатації; η — елементарна операція, яку виконує мехатронний модуль в процесі експлуатації з заданою характеристикою потенційних параметрів

$$\zeta_{\beta,1}, \dots, \zeta_{\beta,\gamma}, \dots, \zeta_{s,\gamma}; \quad \zeta_{\beta,\gamma} = f(d_{\beta,\gamma}) \quad (6)$$

Рівняння (5) представляє собою характеристику зовнішнього середовища, з яким взаємодіє мехатронний модуль в період його експлуатації. Процес поєднання модуль-елементів запишемо у вигляді функції

$$Z_{\beta,\gamma} = f(X_i^M(d_{\beta,\gamma}), \Omega_{\beta,\gamma}; d_{\beta,\gamma} : \Omega_{\beta,\gamma} \rightarrow S) \quad (7)$$

де $d_{\beta,\gamma} : \Omega_{\beta,\gamma} \rightarrow S$ — характеристика потенційних приєднувальних зв'язків модуль-елемента.

Створені таким способом мехатронні модулі мають структуру виду

$$Z_{\beta,\gamma} : (\tau)_{\beta,\gamma} = X_i^M(\zeta)_{\beta,\gamma} \quad (8)$$

де $(\tau)_{\beta,\gamma}$ — характеристика параметрів утвореної системи

Поєднання модуль-елементів між собою передбачає і одночасне поєднання їх потенційних зв'язків. Будемо вважати, що таке поєднання можливе за умови використання всіх потенційних зв'язків кожного із модуль-елементів. Представимо множину вхідних $S_{\text{вх},i}^{\Pi}$ та вихідних $S_{\text{вих},i}^{\Pi}$ потенційних зв'язків кожного модуль-елемента X_i^M у вигляді

$$S_{\text{вих},i}^{\Pi} = X_i^M(S_{\text{вх},i}^{\Pi}) \quad (9)$$

В результаті поєднання отримаємо системи керування виду

$$\left. \begin{aligned} U_{\beta,\gamma}(S_{\text{вх},i}^{\Pi}) &= S_{\text{вх}} \\ i &= \overline{1, N} \\ U_{\beta,\gamma}(S_{\text{вих},i}^{\Pi}) &= S_{\text{вих}} \\ i &= \overline{1, N} \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

Утворена система керування передбачає контроль впливу зовнішнього середовища $S_{вх}$ на роботу мехатронного модуля з відповідним корегуванням вихідних параметрів $S_{вих}$. Для цього структура системи зв'язків мехатронного модуля повинна задовольняти умовам:

$$S_{вх} \cap S_{вих} = \emptyset, S_{вх}, S_{вих} \subset S \quad (11)$$

Множина отриманих альтернативних варіантів структури мехатронних модулів утворює їх бібліотеку і вважається областю допустимих рішень задачі, яка задовольняє багатокритеріальні початкові умови.

Параметричний ряд мехатронних модулів, які утворюють функціональну бібліотеку характеризуються виконанням однакової технологічної операції типу

$$L_k = (x_{k1}, x_{k2}, x_{k3}, \dots, x_{kn}) \quad (12)$$

Передбачається, що структура обладнання для групового пакування буде складатися з обмеженої множини різнотипних мехатронних модулів, що розбиті на підмножини за функціональним призначенням: виконавчу, апаратну та інформаційну. Умова формування обладнання має вигляд:

$$L = \bigcup_{i=1}^3 = \{x \mid x_{1n} \in L_1 \wedge x_{2n} \in L_2 \wedge x_{3n} \in L_3\} \quad (13)$$

Формування нового зразка пакувального обладнання характеризується методами перебору та комбонування різних мехатронних модулів, які утворюють множину варіантів N з однаковою функціональною схемою формування упаковки та різними структурами L_{ij} :

$$L^{(n)} = L_{1n} \wedge L_{2n} \wedge L_{3n} \wedge \dots \wedge L_{in} \quad (14)$$

$$N = (L^{(1n)}, L^{(2n)}, L^{(3n)}, \dots, L^{(in)}) \quad (15)$$

Пошук оптимального розв'язку, тобто такого варіанту комбонування машини, який найбільшою мірою задовольняє початкові умови проектування має вигляд:

$$F(L) = (f_1(L), f_2(L), f_3(L), \dots, f_n(L)) \quad (16)$$

В результаті такої дії отримуємо множину розв'язків N' , з якої поступово виключаємо невідомі розв'язки, покроково звужуючи простір пошуку до множин пріоритетних L' , домінуючих L'' і нарешті до остаточних L''' варіантів компанування. Оптимальний варіант пошуку буде мати наступну послідовність дій:

$$L_{\text{опт}} : L_{\text{опт}} \in L''', L''' \subset L'' \subset L' \quad (18)$$

Пошук оптимізаційного синтезу структури пакувальної машин здійснюється за методами одноетапного та багатоетапного оптимізаційного синтезу.

Приклад застосування отриманих результатів. Прикладом утворення експериментальних мехатронних модулів лінійного переміщення з різних модуль-елементів за наведеною методикою показано на рис.3.

Прикладом комплексного конструктивного підходу до використання мехатронних модулів лінійного переміщення в пакувальному обладнанні може бути лінія роторного типу для кріплення упаковки з пластівцями до кришки термоформованої тари, в яку паковано в'язкий продукт рис. 4. Для виконання технологічного процесу використовують вісім мехатронних модулів лінійного переміщення з різним типом приводів, які завдяки електронній системі керування вищого рівня синхронізовано виконують подачу упаковки з пластівцями 1 та заповненої термоформованої тари 2, переміщення механізму зварювання 3 та подачу пакувальної одиниці на відповідний конвеєр 4.

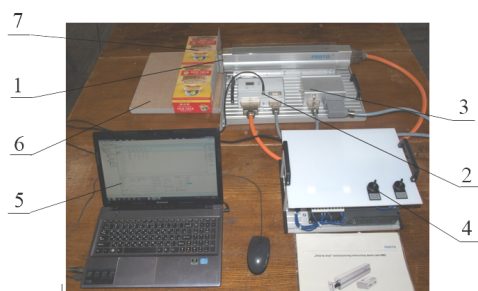


Рис. 3. Експериментальні зразки мехатронних модулів лінійного переміщення:
 1 — лінійний двигун; 2 — контролер; 3 — система зворотного зв'язку; 4 — блок живлення;
 5 — комп'ютер; 6 — змінні поверхні переміщення; 7 — структурний елемент групової упаковки

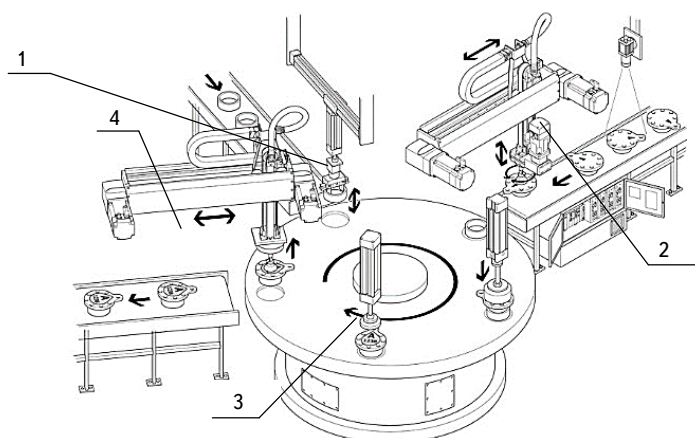


Рис. 4. Схема роторної лінії для кріплення упаковки з пластівцями до кришки термоформованої тари з язиким продуктом

Висновки. Таким чином на основі проведених досліджень та аналізу роботи мехатронних модулів можна стверджувати, що найбільш якісний результат використання мехатронних модулів у пакувальному обладнанні можливий за умови комплексного підходу до їх компонування під час проектування нового обладнання. Беззаперечною перевагою мехатронних модулів є можливість регулювання в широкому діапазоні значень кінематичних та динамічних параметрів робочих органів, синхронізація їхніх параметрів, що суттєво збільшує продуктивність пакувального обладнання. Можливість позиціонування робочих органів мехатронних модулів із значною пам'яттю змінних координат дає змогу розширити функціональні можливості пакувального обладнання, що є суттєвим поштовхом для утворення нових систем діагностики та швидкого перенастроювання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гавва О.М. Пакувальне обладнання: перспективи розвитку / О.М. Гавва, А.П. Беспалько, А.І. Волчко // Харчова і переробна промисловість. — 2009. — №4—5. — С. 28—30.
2. Пакувальне обладнання: підручник / О.М. Гавва, А.П. Беспалько, А.І. Волчко, О.О. Кохан. — К.: ІАЦ Упаковка, 2010. — 746 с.
3. Колодин І.М. Модульний принцип создания новой техники в машино- и приборостроении / И.М. Колодин, Л.В. Волошина. — К.: Укр. НИИТИ, 1982. — 51 с.
4. Пашков Е.В. Промышленные мехатронные системы на основе пневмопривода: учебн. / Е.В. Пашков, Ю.А. Осинский. — Сев.: СевНТУ, 2007. — 401 с.

МЕТОДОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УПАКОВОЧНЫХ МАШИН НА ОСНОВЕ МЕХАТРОННЫХ МОДУЛЕЙ

О.Н. Горчакова, А.В. Дереновская, Н.В. Якимчук, А.П. Беспалько

Национальный университет пищевых технологий

Создание нового упаковочного оборудования, которое имеет гибкую структуру и является универсальным для различных типов пищевых продуктов, упаковочных материалов и тары является основной задачей сегодняшнего дня. Ее решение требует системного подхода, начиная с разработки концепции проектирования автоматизированных поточных линий упаковки и заканчивая конструкциями исполнительных механизмов. Такой концепцией в настоящее время может быть концепция использования мехатронного принципа проектирования, который позволяет создавать библиотеки функциональных мехатронных модулей и сочетать их между собой.

Ключевые слова: мехатроника, мехатронный модуль, упаковочное оборудование, библиотека мехатронных модулей, структурный синтез.

SCENARIO APPROACH TO DEVELOPING AUTOMATED CONTROL SYSTEMS OF PRODUCTION OF BREAD

V.D. Kyschenko, B.N. Goncharenko, O.P. Lobok,
National University of Food Technologies

Key words:

bread making, product quality,
automatic control,
information technology,
mathematical model,
production automation,
scenario approach

Article history:

Received 24.10.2015
Received in revised form
29.05.2016
Accepted 2.06.2016

Corresponding author:

goncharenkobn@i.ua

ABSTRACT

The focus is on improving product quality, rational use of resources and raw materials, higher productivity of production lines. Solving such problems is impossible without automation of production based on modern information technology, the latest achievements in the theory and practice of automatic control.

Processes bakery production is a complex technological complex, theme which is the high degree of uncertainty, big dimension, latency indicators of quality raw materials and semi-finished multi behavior when the priority objectives depends on the situation that arises depending on conditions at the facility management.

Recommended use in bakery production automation scripts and control algorithms using intelligent mechanisms will increase productivity, reduce unit costs and loss of resources and raw materials, improve product quality

СЦЕНАРНИЙ ПІДХІД ДО РОЗРОБЛЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ВИРОБНИЦТВОМ ХЛІБА

**В.Д. Кишенько, канд. техн. наук,
Б.М. Гончаренко, д-р техн. наук,
О.П. Лобок, канд. фіз-мат. наук**
Національний університет харчових технологій

Розглянуті підходи до інтенсифікації хлібопекарської промисловості, яка задовольняє попит населення на хлібобулочні вироби. Основна увага приділяється поліпшенню якості продукції, раціональному використанню ресурсів і сировини, підвищенню продуктивності технологічних ліній. Рекомендоване для автоматизації хлібопекарського виробництва використання сценаріїв та алгоритмів керування із застосуванням інтелектуальних механізмів сприятиме підвищенню продуктивності, зменшенню питомих витрат і витрат ресурсів та сировини, поліпшенню якості продукції.

Ключові слова: хлібопекарське виробництво, якість продукції, автоматизоване керування, інформаційні технології, математична модель, автоматизація виробництва, сценарний підхід.

Вступ. Хлібобулочні вироби є важливим продуктом харчування для більшості населення України, доходи якого впливають на розміри споживчого ринку хлібобулочних виробів, на віддання переваги споживачами певним сортам даної продукції. Хлібопекарська галузь забезпечує споживачів країни цим значущим продуктом харчування в необхідних обсягах, асортименті та якості всупереч високим цінам та скороченню обсягів споживання. Існуючі системи автоматизації технологічних процесів хлібопекарського виробництва не забезпечують ні сучасного розвитку галузі, ні оперативного комплексного реагування на швидкоплинні зміни ситуаційної поведінки об'єктів керування, яка залежить від багатьох чинників технологічного та організаційного характеру.

Мета статті. Метою статті є підвищення техніко — економічних показників хлібопекарського виробництва шляхом створення автоматизованої системи багатоцільового керування з використанням сценаріїв виробничих ситуацій та інтелектуальних механізмів.

Виклад основного матеріалу. З розгляду основних проблем, які гальмують подальший ефективний розвиток хлібопекарської галузі, можна вивести, що однією з її найбільш вагомих проблем є щорічне скорочення споживання хліба в Україні. Скорочення зумовлене як зменшенням обсягів виробництва, так і потребами внутрішнього ринку. В останні роки населення країни скоротилося на мільйони осіб, зменшилась його купівельна спроможність, підвищились ціни на хлібобулочну продукцію.

Таблиця 1

Показник	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Січень— грудень 2012
Виробництво хліба і хлібо- булочних ви- робів, тис. т	2335	2307	2264	2160	2032	1978	1828	1808	1769	1607
Споживання хлібних продук- тів, кг/особу	125	125	123,5	120	115,9	115,4	111,7	111,3	110,4	-

В табл. 1 наведено динаміку виробництва та споживання хліба в Україні за останні роки [2]. За таких умов забезпечити ефективність виробництва можна лише за рахунок підвищення якості продукції.

В хлібопекарській промисловості широкий діапазон зміни якості сировини суттєво впливає на перебіг технологічних процесів і таким чином здійснює на них постійні збурювальні впливи, які ускладнюють керування процесом виробництва якісної продукції. Для запобігання браку продукції та отримання задовільної якості хлібобулочних виробів з борошна з пониженими хлібопекарськими властивостями треба відповідно коригувати перебіг технологічних процесів за допомогою різних технологічних прийомів або регулювати параметри технологічних процесів таких, як зберігання сировини, тривалість замісу, температура тіста, температура, вологість та тривалість вистоювання, температура та тривалість випікання, що також впливають на якість готового продукту (рис. 1).

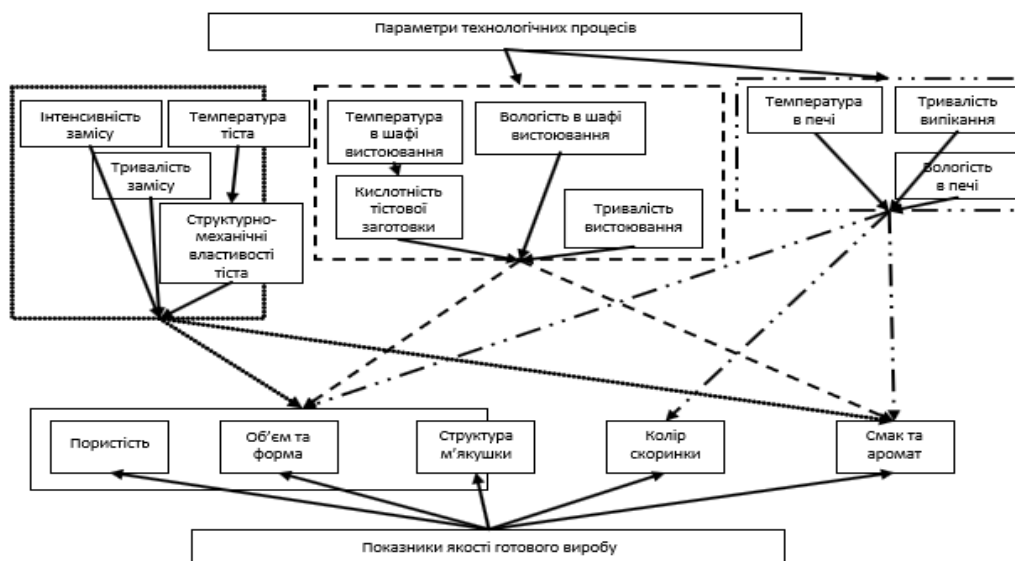


Рис. 1. Показники якості готового хлібопекарського виробу.

В основному є розповсюдженим опарний спосіб приготування хліба, який має ряд переваг перед безопарним: зменшення витрати дріжджів та значну технологічну гнучкість, що дає вибрати найбільш раціональний режим для перероблення борошна залежно від його технологічних особливостей. Разом з тим, опарний спосіб має і недоліки: при приготуванні тіста потрібне дворазове дозування сировини та заміс опари і тіста та більша загальна тривалість бродіння. Тому втрати сухих речовин сировини на бродіння зростають, а вихід хліба зменшується на 0,5% порівняно з безопарним. Вважається, що при опарному способі виробу мають кращі смак та аромат, пористість, фізичні властивості м'якушки, що зумовлено ступенем набухання та пептизації колоїдів борошна. Опарний спосіб дає також кращий результат при переробці слабкого та дефектного борошна з неякісного зерна.

Для розроблення ефективної системи автоматизації процесів виробництва хліба розглянемо основні складові етапи та операції, виділивши задачі та проблеми кожного з етапів [3].

Типова схема автоматичного регулювання вологості на тістомісильних апаратах неперервної дії, наведена на рис. 2. Недоліком такої схеми є її спрямування на стабільну якість борошна.

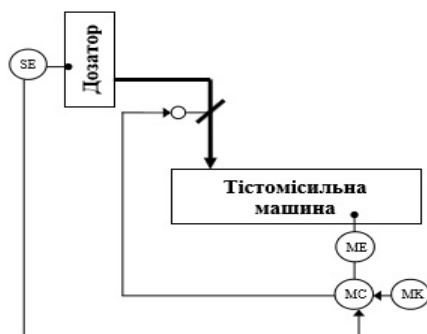


Рис. 2. Типова схема автоматичного контролю та регулювання вологості напівфабрикатів та тіста.

Тому раціональним буде доповнити її системою підтримки прийняття рішень, використання якої сприятиме ефективній переробці борошна будь-якої якості. Тривалість бродіння напівфабрикатів є одним з основних параметрів процесу приготування тіста [3]. Для його регулювання масу напівфабрикату в ємності для бродіння фіксує зважувальний механізм (WE), а витрату враховує витратомір (FE), ці дані опрацьовуються за відповідною формулою (рис. 3):

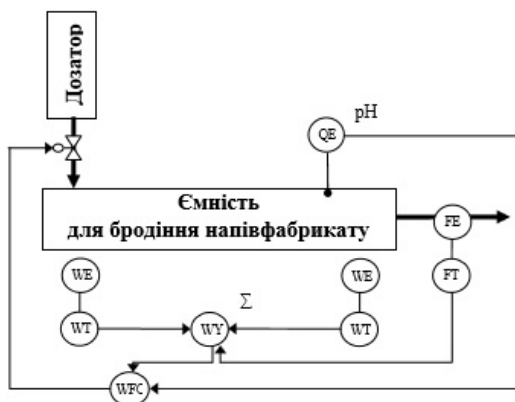


Рис. 3. Типова схема регулювання тривалості бродіння

При зміні тривалості бродіння (внаслідок порушень в роботі дозаторів чи при зміні продуктивності агрегату) розрахунковий пристрій (WFC) змінює продуктивність дозаторів для встановлення нової маси.

Ступінь механічного оброблення тіста при замісі характеризується величиною витраченої енергії. За схемою на рис. 4 крутний момент визначається давачем, що передає сигнал на регулювальний пристрій, який відповідно до реологічних властивостей тіста для даного сорту борошна керує частотою обертання, нахилом місильних лопатей чи тривалістю замісу.

На даному етапі необхідно контролювати масу тістової заготовки та ступінь її готовності до випікання. Керованими параметрами є температура та вологість повітря в шафі вистоювання, а також тривалість вистоювання. Типова схема ділянки оброблення тіста з контурами регулювання наведена на рис. 4:

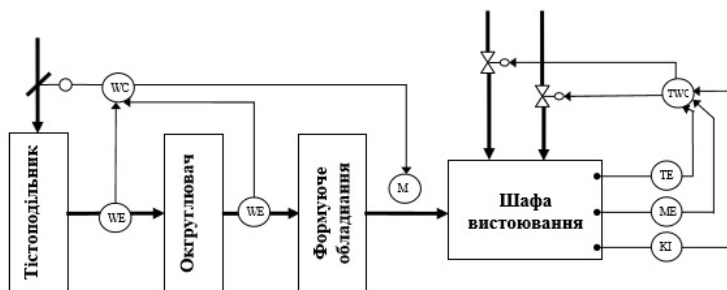


Рис. 4. Типова схема автоматичного регулювання оброблення тіста

Регулювання маси тістової заготовки шляхом стабілізації рівня тіста над подільником з давачами рівня не дає необхідної точності, тому здійснена стабілізація температури та вологості в шафі вистоювання і регулюється лише тривалість вистоювання.

Сформована тістова заготовка до вистоювання має безпорувану структуру. Тому для релаксації напруг, розпушування тістової заготовки, і надання їй форми майбутнього хліба проводиться процес остаточного вистоювання. Щоб даний процес протікав достатньо інтенсивно і без підсихання поверхні тістової заготовки, параметри повітря в шафі вистоювання відповідають певним значенням температури і відносної вологості (35—45 °C, 75—85 %). При вистоюванні протікають біохімічні, мікробіологічні, колоїдні і фізичні процеси. Далі хліб випікають.

Випечений хліб укладають в лотки, які розміщують на вагонетках, та відбраковують вироби, які не відповідають вимогам нормативної документації. Якість готових виробів оцінюють за даними аналізу середніх проб, відібраних від партії хлібобулочних виробів, згідно з ДСТ.

Хлібопекарська промисловість характеризується високим ступенем невизначеності, для усунення якої можна використати певні керування на різних етапах технологічного процесу. Так, наприклад, інтенсивний заміс тіста скорочує тривалість бродіння. Недостатня вибродженість тіста може компенсуватись за рахунок збільшення тривалості вистоювання та випічки при відповідних режимах — підвищенні відносної вологості повітря в шафі вистоювання та середовища в пекарній камері, збільшення температури вистоювання та зниження температури випікання [4].

Отже, однакові кінцеві результати функціонування технологічного процесу можна отримати при різних режимних параметрах та різній структурі технологічної схеми, що забезпечує широкий вибір керувальних

дій при проектуванні технологічної схеми та при її аналізі, з метою покращення системи керування. Але перебрати всі можливі варіанти структури та вибрати з них оптимальні практично неможливо.

Поліпшити ситуацію можливо за рахунок використання сценаріїв керування хлібопекарським виробництвом на основі когнітивно — сценарних моделей технологічних процесів, а також алгоритмів керування із застосуванням інтелектуальних механізмів. Тому

розробка систем багатоцільового керування технологічними процесами хлібопекарського виробництва на основі сценарного підходу та інтелектуальних технологій сприяє підвищенню продуктивності, зменшенню питомих втрат і витрат ресурсів та сировини, поліпшенню якості продукції [5].

Модель — найважливіша вихідна інформація при розробці інформаційної системи підтримки прийняття рішень на підприємстві. При створенні моделей необхідно одночасно створювати підтримувальну інформаційну систему. Щоб побудувати інформаційну систему, необхідний доступ до великого об'єму інформації. З точки зору бізнес-процесів, опис підприємства — це робота з реінженірингу, яка починається з формування цілей та образу компанії. Після цього розробляють різні сценарії. Для кожного сценарію створюється загальний опис процесу, що включає замовників, постачальників тощо, а також сам процес. Далі проводиться імітаційне моделювання різних процесів — за допомогою ділової гри або комп'ютерної моделі. Нарешті, обрана альтернатива реалізується.

Для забезпечення якості продукції та процесів її виробництва на рівні АСУТП необхідно здійснювати тотальний моніторинг ТП; оптимальне та адаптивне регулювання процесу; неперервний контроль технічного стану апаратури та функціонування виробничого об'єднання; моніторинг якості та витрат ресурсів; моніторинг неконтрольованих дій на об'єкті; забезпечення достовірності даних про якість процесів і продукції [6].

Методологія підходів до керування складними організаційно-технічними (технологічними) системами містять в собі цілі, закони, принципи, методи та функції, технологію та практику прийняття рішень з керування. Виділяються різні підходи до керування організаційно-технічними (технологічними) системами: системний, процесний, ситуаційний.

Ситуаційний підхід концентрується на ситуаційних відмінностях, він визначає, якими є значущі змінні ситуації і як вони впливають на ефективність керування. Ситуаційний підхід до керування досліджує, які моделі та алгоритми ефективні і на основі цього аналізу пропонуються рішення про побудову системи керування для конкретних умов.

Технологічна ситуація $S(t)$ як образ описується вектором ознак, що характеризують відповідний об'єкт, та визначається деяким відношенням на множині параметрів $\{Y\}$, яка характеризується множиною класів ситуацій $\{K_S\}$, що відображені в сценарії керування, множиною алгоритмів класифікації $\{K_A\}$, а також правилами вибору алгоритмів класифікації $\{P_K\}$:

$$\{Y\} = \{K_S, K_A, P_K\}.$$

Послідовність певних дій в сценарії має властивість причинності і передбачає зв'язок попередньої дії з наступною. Реалізація сценаріїв керування технологічними процесами здійснюється на основі нечіткої моделі представлення знань. Такий спосіб є достатньо гнучким та зручним для представлення логічних зв'язків між елементами сценаріїв [6].

Виходячи з того, що сценарій — це опис можливих варіантів розвитку об'єкта керування, який складається із узгоджених, логічно взаємопов'язаних подій і послідовності кроків, які в умовах невизначеності можуть призвести до кінцевих цільових станів, то він є найбільш перспективним шляхом організації керування складними технологічними комплексами з використанням новітніх інформаційних технологій.

Для ефективного керування якістю продукції необхідно мати моделі якості, які встановлюються на основі експертного опитування та кваліметрії. Оцінка якості методами багатомірного шкалювання дозволяє проаналізувати початкові дані довільного типу та отримати кінцеві моделі з мінімальним значенням, що підтверджує можливість їх застосування для прийняття рішень з керування [6].

Сценарний підхід дозволяє проводити багатоваріантний ситуаційний аналіз моделюваної системи. Сценарій — спосіб досягнення поставлених цілей з урахуванням чинників впливу середовища, в якому перебуває система, що характеризується цілями, чинниками впливу, операціями, між-операційними зв'язками. Операція як крок сценарію по-різному визначається в абстрактному А- та структурному С-сценаріях. В А- випадку операція не враховує внутрішню структуру об'єкта при перетворенні вхідних об'єкта у вихідні («чорний ящик»). С-сценарій деталізує внутрішню структуру об'єктів, які описані наборами властивостей-атрибутів. Атрибути набувають значення у деяких областях. Ці значення можуть змінюватися за визначеними правилами. Операція С-сценарію є блоком, в якому розміщені об'єкти з однаковим набором атрибутів.

С-сценарій деталізує А-сценарій з урахуванням еволюції об'єкта при виконанні операцій та передачі об'єктів від одних операцій до інших. Кожен клас С-сценарію працює автономно і взаємодіє з іншими класами і зовнішнім середовищем, щоб внести у вхідні черги нові об'єкти та видалити з вихідних черг «відпрацьовані».

Висновки. Використання при розробленні автоматизованої системи керування сценаріїв та алгоритмів із застосуванням інтелектуальних механізмів забезпечує підвищення продуктивності, зменшення питомих втрат і витрат ресурсів та сировини, поліпшення якості продукції.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Ладанюк А.П.* Основи системного аналізу: навч. посіб./ А.П. Ладанюк. — Вінниця: Нова книга, 2004. — 176 с.
2. *Шаруда С.С.* Автоматизована система багатоцільового управління технологічними процесами хлібопекарського виробництва на основі сценарного підходу: автореферат дис. канд. техн. наук/ С.П. Шаруда. — К., 2009. — 23 с.
3. *Кишенько В.Д.* Автоматичне управління процесами приготування тіста в хлібопекарському виробництві: дис. канд. техн. наук: 05.13.07/ В.Д. Кишенько. — К., 1995. — 294 с.
4. *Кафаров В.В.* Методы кибернетики в химии и химической технологии/ В.В. Кафаров; — М.: Химия, 1976. — 464 с.
5. *Методы формирования сценариев развития социально-экономических систем/ [Кульба В.В., Кононов Д.А., Косяченко С.А., Шубин А.Н.].* — М.: СИНТЕГ, 2004. — 296 с.
6. *Ладанюк А.П.* Інноваційні технології в управлінні складними біотехнологічними об'єктами агропромислового комплексу [Текст]: монографія / А.П. Ладанюк, В.М. Решетюк, В.Д. Кишенько, Я.В. Смітюх. — К.: «Центр учбової літератури», 2014. — 280 с.

СЦЕНАРНЫЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ ХЛЕБА

В.Д. Кишенько, Б. Н. Гончаренко, А.П. Лобок

Национальный университет пищевых технологий

Рассмотрены подходы к интенсификации хлебопекарного производства, которое обеспечивает спрос населения на хлебобулочные изделия. Основное внимание уделяется улучшению качества продукции, рациональному использованию ресурсов и сырья, повышению производительности технологических линий. Рекомендованное использование при автоматизации хлебопекарного производства сценариев и алгоритмов управления с применением интеллектуальных механизмов способствует повышению производительности, уменьшению удельных потерь и расходов ресурсов и сырья, улучшению качества продукции.

Ключевые слова: хлебопекарное производство, качество продукции, автоматизированное управление, информационные технологии, математическая модель, автоматизация производства, сценарный подход.

NETWORK MODEL IN THE TASKS OF AUTOMATED CONTROL EVAPORATOR PLANT SUGAR FACTORY

O.V. Shkolna, A.P. Ladanyuk, V.D. Kyshenko

National University of Food Technologies

Key words:

sugar production, evaporation plant, automated control, network model, Petri nets

Article history:

Received 13.04.2016

Received in revised form

16.05.2016

Accepted 28.05.2016

Corresponding author:

evlens@ukr.net

ABSTRACT

An evaporator system is the main consumer of process steam in the sugar factory. It is an important part of the technological complex and the heat and power complex. It should be noted that the evaporation system produces secondary steam, which is used for different parts of the sugar factory and effective automated control of evaporation system is important. That's why we develop a network mathematical model of evaporator functionality at the sugar refinery plant. It allows creating effective multi-criteria control system of product quality management and thermal energy distribution between the technological units. The network model of evaporation station at the sugar refinery was created by Petri nets. The article is devoted to development and analysis of Petri network model. This model shows the distribution of thermal energy, which was created by evaporation system at the sugar refinery

МЕРЕЖЕВІ МОДЕЛІ В ЗАДАЧАХ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ВИПАРНОЮ СТАНЦІЄЮ ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ

О.В. Школьна, А.П. Ладанюк, д-р техн. наук,

В.Д. Кишенько, канд.техн.наук

Національний університет харчових технологій

Розроблені мережеві математичні моделі функціонування випарної станції цукрового заводу, які дозволяють створити ефективні системи багатокритеріального оптимального керування якістю продукції, продуктивністю та розподілом теплової енергії між технологічними установками.

Ключові слова: цукрове виробництво, випарна станція, автоматизоване керування, мережева модель, мережі Петрі.

Вступ. Набувають застосування нові підходи до автоматизації складних організаційно-технічних систем, зокрема принципи та методи мережевоцентричного керування з використанням сучасних інформаційних багатоагентних технологій [1]. Реалізація стратегій керування в рамках мережевоцентричного керування вимагає використання адекватних за структурою системи керування мережевих математичних моделей.

Ефективна система автоматизації випарної установки (ВУ) забезпечує високі техніко-економічні показники функціонування теплотехнічного комплексу та цукрового заводу в цілому. Здебільшого, існуючі АСУ випарними установками цукрового заводу розглядають останню, як складову технологічного комплексу, але не менш важливу роль посідає ВУ і у складі теплотехнічного комплексу, адже є головним постачальником вторинної пари не лише між корпусами ВУ (II—V корпуси), а й для споживачів за межами ВУ. Так споживачами вторинної пари різних корпусів ВУ є [2]: парові камери дифузії, підігрівники жомопресової

води, підігрівники соку перед основною гарячею дефекацією (III, IV групи), підігрівники соку I сатурації перед фільтрацією, підігрівник соку перед II сатурацією (II група), підігрівники соку перед ВУ (2—4 гр.), нагрівання сиропу, клеровки і відтоків в ящиках, вакуум-апарати I—III продуктів, тобто неналежна робота ВУ негативно вплине не лише на протікання процесу згущення сиропу, а й на процеси, що відбуваються при участі користувачів вторинної пари за межами ВУ. Тому в даній роботі проводиться аналіз ВУ як складової технологічного комплексу, так і теплотехнічного комплексу.

Мета досліджень. Розробка та аналіз мережевих математичних моделей функціонування комплексу випарної станції як об'єкта керування дає можливість враховувати оптимальний розподіл теплових ресурсів між технологічними споживачами цукрового заводу.

Матеріали та методи. З урахуванням аналізу ВУ для моделювання обрано апарат мереж Петрі (МП) [3], що дозволяє описувати паралельні процеси та динаміку поведінки систем. Існує декілька розширень мереж Петрі: часова мережа — перехід може спрацювати лише коли він був дозволений в певний момент часу; стохастична мережа — затримки є випадковими величинами; функціональна мережа — затримки визначаються, як функції деяких аргументів; кольорова мережа — мітки характеризуються складним набором атрибутів, значення яких впливає на спрацювання переходів мережі; інгібіторна мережа — спрацювання переходів забороняються, якщо в позиції, пов'язаній з переходом інгібіторної дуги знаходиться мітка; Е-мережі — мережа включає декілька типів вершин, в тому числі і таких, що задають правила спрацювання переходу тощо.

В статті розглядаються можливості розв'язання поставленої задачі за допомогою розширених мереж Петрі (РМП). В ході виробничого процесу на деяких ділянках необхідно моделювати часові затримки, що відповідають, наприклад, тривалості процесу використання вторинної пари користувачем для технологічних потреб конкретного споживача вторинної пари. Час і об'єм використання вторинної пари користувачами може змінюватись під впливом різних чинників, отже необхідно передбачити спосіб представлення в моделі функції прийняття рішень з урахуванням їх пріоритетів.

З метою врахування вказаних особливостей задачі при побудові моделі апарат теорії мереж Петрі необхідно доповнити рядом елементів. В результаті РМП представляє собою дводольний орієнтований граф і може бути задана наступним чином [4]:

$$C = (P, D, T, I(T), O(T), D(T), \mu_0), \quad (1)$$

де P — множина вершин-позицій мережі (множина станів). Якщо в таку вершину поміщена фішка — то це означає, що виконується певна умова, наприклад, завершений певний етап використання вторинної пари. Дана підмножина обов'язково включає початковий стан (вершина-генератор), встановлення фішки в таку вершину відповідає події надходження пари від колектора ретурної пари, а також фінальну позицію мережі — вершину-поглинач. Фішки, що надходять в дану вершину, видаляються з моделі (ситуація передачі тепла вторинної пари на технологічні потреби певного користувача, або надходження вторинної пари в конденсатор); D — множина вирішувальних вершин-позицій. У вершини з даної підмножини фішки не можуть бути поміщені, але наявність вихідної з них дуги, спрямованої до переходу, доповнює умову спрацювання переходу деяким правилом; T — множина вершин-переходів. Кожен перехід визначений для технологічної операції і залишається збудженим протягом заданого модельного часу. В нашому випадку під T — переходом розумітимемо перехід, що в нотації керувальних Е-мереж (Control E—Nat) відповідає групі $X+F$ (один або кілька наступних процесів повинні бути запущені) [5]; $I(T)$, $O(T)$ — функції прямої і зворотньої інцидентності мережі, що задають множину вхідних і вихідних дуг переходу; $D(T)$ — функція інцидентності для дуг, що пов'язують вирішувальні вершини-позиції і вершини-переходи; μ_0 — початкова розмітка мережі. У моделі використовуються фішки двох типів: фішка першого типу відповідає деякій кількості пари на певному етапі технологічного маршруту. Фішки другого типу використовуються при організації зворотного зв'язку в моделі, наприклад, при вивільненні відпрацьованої пари, що свідчить про потребу певного користувача в новій партії вторинної пари. Поняття початкової розмітки мережі в розглянутій постановці завдання відповідає ситуації, коли всі користувачі мають потребу в такому ресурсі як вторинна пара. Користувач використовує вторинну пару, якщо перехід збуджений, а час збудження відмінний від нуля.

Для мережі справедливо: $P \neq \emptyset$, $T \neq \emptyset$, $P \cap T \neq \emptyset$. У таблиці 1 наведено визначені для РМП види позицій і переходів, їх графічне відображення і математичний запис.

Таблиця 1. Елементи розширеної мережі Петрі

Елементи розширеної мережі Петрі	Графічне зображення елемента	Математичний запис
Вершина-генератор	$\triangleright$	p_i
Вершина-поглинач	$\triangleleft$	p_s , де $s = \overline{35, N}$
Стан (всього в мережі M)	$\bigcirc$	p_i , де $i = \overline{2, N-14}$
Перехід (всього в мережі T)	$\mathbf{I}$	t_j , де $j = \overline{1, T}$
Вирішувальна вершина (всього в мережі R)	$\square$	d_k , де $k = \overline{1, R}$
Дуга	$\rightarrow$	(p_i, t_j) або (t_j, p_i) або (d_k, t_j) де $i = \overline{1, N}, j = \overline{1, T}, k = \overline{1, R}$

Результати досліджень. Імітаційне моделювання з використанням апарату МП здійснюється шляхом збору відомостей про переміщення фішок між вершинами графа. Період модельного часу від моменту генерації фішки у вершині-генераторі до моменту вилучення з моделі усіх згенерованих фішок в результаті поміщення їх у вершину-поглинач, в контексті розглянутої задачі відповідає інтервалу часу між надходженням пари з колектора пари перед випарною установкою на перший корпус випарної установки до моменту часу втрати вторинною парою свого потенціалу в результаті передачі тепла на технологічні потреби певного користувача, або переміщення її у конденсатор. У виробничому процесі пара з колектору надходить на I корпус ВУ для випарювання соку, в результаті чого утворюється вторинна пара I корпусу, яка надходить в гріючу камеру II корпусу та на користувачів вторинної пари I корпусу, такі як: підігрівник соку 3 гр. перед ВУ, процес нагрівання сиропу і клеровки в ящиках, процес нагрівання відтоків в ящиках. Вторинна пара II корпусу надходить на наступний третій корпус та на такі користувачі вторинної пари II корпусу: підігрівник соку 2 гр. перед ВУ, вакуум-апарати II та III продукту. Вторинна пара III к. йде відповідно на IVк. та на такі користувачі за межами ВУ: парові камери дифузії, підігрівник соку I сатурації перед фільтрацією, підігрівник соку перед II сатурацією (II група), вакуум-апарати I продукту. Вторинна пара IVк. має таких споживачів: Vк. випарної установки, пароконтактний підігрівник №2 жомопресової води, підігрівник соку перед основною гарячою дефекацією (IV гр.). Вторинну пару Vк. використовують на пароконтактний підігрівник №1 жомопресової води, підігрівники соку перед основною гарячою дефекацією (III гр.).

В контексті поставленої задачі передбачено наступну схему переміщення фішок: вершина-генератор генерує фішки першого типу, які через ряд вершин-станів переміщуються до вершини-поглинача. Кожна фішка першого типу, по аналогії з кольоровими мережами Петрі, має додатковий параметр-характеристику — питома витрата пари (кг/тону буряку). Фішки другого типу передбачені для організації зворотного зв'язку для того щоб повідомити вирішувальній вершині, що в результаті проходження технологічного процесу на певному користувачі вторинна пара втратила свій потенціал і процес потребує нової партії вторинної пари.

Під час імітаційного моделювання відбувається переміщення фішок від вершини-генератора до вершини-поглинача через ряд вершин-станів. Вирішувальні вершини не використовуються в процесі руху фішок по мережі. Включення вирішувальних вершин в модель обумовлено необхідністю управляти рухом фішок в залежності від потреб користувачів вторинної пари в певний момент часу.

На рис. 1 наведено приклад РМП для процесу розподілу вторинної пари випарної установки між користувачами. Вершина-генератор генерує фішку першого типу, яка інцидентна переходу t_1 (перший корпус випарної установки); при спрацюванні переходу t_1 на основі заданого у вирішувальній вершині d_1 правила (якщо у всіх користувачів вторинної пари I корпусу за межами ВУ є потреба в парі) фішки поміщаються по одній у позиції вершин-станів p_3, p_7, p_9, p_{11} для спрацювання переходів відповідно t_2 (II корпус випарної установки), t_6 (підігрівник соку 3 гр. перед ВУ), t_7 (процес нагрівання сиропу і клеровки в ящиках), t_8 (процес нагрівання відтоків в ящиках). В результаті спрацювання переходів, що відповідають технологічним процесам користувачів вторинної пари за межами ВУ (наприклад t_6, t_7, t_8), в ході яких знижується потенціал вторинної пари фішка першого типу поміщається у одну з вершин-поглиначів p_{46}, p_{47}, p_{48} . Як уже зазначалось раніше, поміщені фішки у вершину-поглинач видаляються з моделі. Послідовності

такі, як $t_1, p_7, t_6, p_8, t_1; t_1, p_9, t_7, p_{10}, t_1$ та $t_1, p_{11}, t_8, p_{12}, t_1$ дозволяють організувати зворотній зв'язок при виникненні потреби користувача в новій партії пари. Вершини d_1, d_2, d_3, d_4, d_5 зв'язані функціями прямої інцидентності з переходами t_1, t_2, t_3, t_4, t_5 . Це означає, що збудження переходів та розподіл фішок у вихідні позиції підпорядковується деякому вирішувальному правилу. Так вершина d_1 (всі інші вирішувальні вершини в моделі працюють аналогічно) встановлює правило збудження переходу t_1 та розподілу фішок у вихідні позиції з урахування зворотних зв'язків. Наприклад, якщо в позиції p_8 на вході в перехід t_1 міститься фішка — то при спрацюванні переходу t_1 в позицію p_7 необхідно помістити фішку.

Кількість пари, що надходить в гріючу камеру певного корпусу ВУ сприяє утворенню вторинної пари в такій самій кількості. В моделі це відображено наступним чином: кожна фішка першого типу в моделі має додатковий параметр-характеристику — питому витрату пари, назвемо її вагою фішки, тоді вага фішки у вершині-позиції p_1 дорівнюватиме сумі ваг фішок у вершинах-позиціях p_3, p_7, p_9, p_{11} , а вага фішки у вершині-позиції p_3 дорівнює сумі ваг фішок, що розташовані в позиціях p_4, p_{13}, p_{14} . Аналогічно для p_5, p_6 .

При спрацюванні переходів t_1, t_2, t_3, t_4, t_5 , що відповідають процесам випарювання у корпусах ВУ (I—V корпуси) фішки поміщаються у ті позиції, на які вказують зворотні зв'язки. Якщо у певну з вихідних позицій фішка поміщена не буде, то вага фішки у верхній вихідній позиції (такій як p_3, p_4, p_5 або p_6) буде збільшена на відповідне значення.

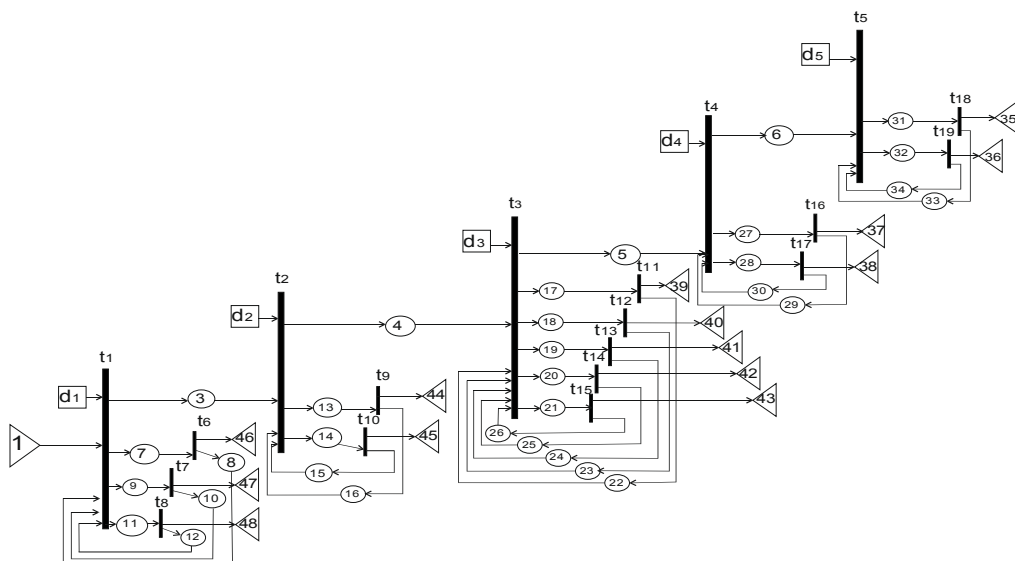


Рис. 1. РМП для процесу розподілу вторинної пари випарної установки цукрового заводу

Розглянемо імітаційну модель роботи випарної установки цукрового заводу, що розроблена на основі семантичної мережі Ван-Хао [5].

Семантична мережа Ван-Хао (WM) визначається наступним чином: $WM = \langle X, R \rangle$, де X — множина сутностей (концептів), R — відношення кореляційної залежності між парою сутностей. $R = \{ \langle x_i, \sigma_j \rangle \}$, $\sigma_j = \{+, -, o\}$, «+» — пряма залежність (подія збільшення значення x_i — « $\uparrow x_i$ » пов'язана з подією збільшення значення x_j — « $\uparrow x_j$ », а подія зменшення значення x_i — « $\downarrow x_i$ » пов'язана з подією зменшення значення x_j — « $\downarrow x_j$ »), «-» — зворотна залежність (подія збільшення значення x_i — « $\uparrow x_i$ » пов'язана з подією зменшення значення x_j — « $\downarrow x_j$ »).

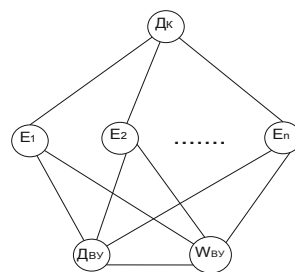


Рис. 2. Семантична мережа концептуальної моделі випарної установки цукрового заводу

x_j — «↓ x_j », а подія зменшення значення x_i — «↓ x_i » пов'язана з подією збільшення значення x_j — «↑ x_j », «∅» — зміна значень концептів між собою не пов'язані (не корелюються).

Семантична мережа концептуальної моделі випарної установки цукрового заводу представлена на рис. 2.

Таблиця 2. Матриця кореляцій подій випарної установки цукрового заводу

	1	2	3	4	5	6
1	*	∅	∅	+	—	+
2		*	∅	+	—	+
3			*	+	—	+
4				*	+	+
5					*	+
6						*

Для створення імітаційної моделі на основі семантичної мережі Ван-Хао задано список сутностей (концептів) випарної установки цукрового заводу (табл.2):

E_1 — зміна відбору вторинної пари з 1—го корпусу ВУ;

E_2 — зміна відбору вторинної пари з 2—го корпусу ВУ;

E_n — зміна відбору вторинної пари з n —го корпусу ВУ;

$D_{ВУ}$ — зміна витрати пари на ВУ;

D_K — зміна надходження пари в барометричний конденсатор;

$W_{ВУ}$ — зміна продуктивності ВУ.

Детальніше розглянемо процеси, що відбуваються в 1 корпусі ВУ та взаємні зв'язки параметрів, що характеризують цей процес. Для цього використаємо модель процесу випарювання в 1 корпусі ВУ, що створена на основі розфарбованих мереж Петрі (рис. 3.).

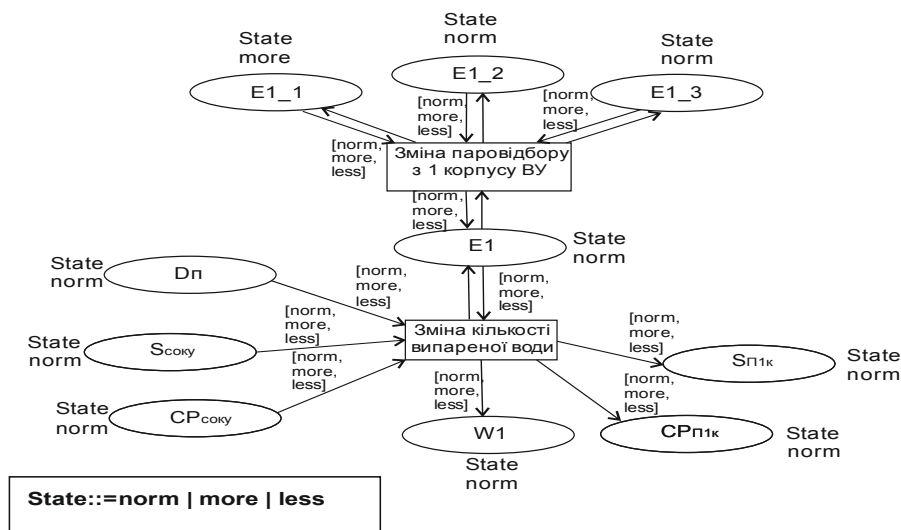


Рис. 3. Модель процесу випарювання в 1 корпусі ВУ на основі розфарбованих мереж Петрі

В цій моделі кожна позиція відповідає стану певного параметра в поточний момент часу. Виділено такі параметри: E_1 — загальний паровідбір з першого корпусу ВУ; E_{1_1} — відбір вторинної пари на підігрівник соку 3 групи перед ВУ; E_{1_2} — відбір вторинної пари на нагрівання сиропу і клеровки в ящиках; E_{1_3} — відбір вторинної пари на нагрівання відтоків в ящиках; D_n — витрата ретурної пари на ВУ; $S_{соку}$ — витрата соку на вході в 1 корпус ВУ; $CP_{соку}$ — вміст сухих речовин соку перед ВУ; W_1 — кількість випареної в 1 корпусі води з соку; $S_{п1к}$ — витрата соку після 1 корпусу ВУ; $CP_{п1к}$ — вміст сухих речовин соку на виході з

1 корпусу. Кожна з позицій, іншими словами — кожен з параметрів, може перебувати в трьох станах: *norm* — коли поточне значення параметра дорівнює розрахованому значенню; *more* — значення параметра більше розрахованого; *less* — значення параметра менше розрахованого. Під розрахованим розуміємо таке значення параметра, яке отримане в результаті теплового розрахунку випарного апарату і випарної установки в цілому, що відповідає ustalеному режиму роботи ВУ. В таких розрахунках за необхідну приймається умова рівності кількості води, яку необхідно випарити з соку, кількості фактично випареної води. Також враховується вид випарних апаратів, їх поверхня нагріву та інше. Розглянемо ситуацію, коли усі параметри в межах норми, крім $E1_1$, який раптом збільшився, тобто відбір вторинної пари на підігрівник соку 3 групи перед ВУ став більшим розрахованого. Тоді збільшиться і загальний паровідбір з 1 корпусу, а в моделі параметр $E1$ прийме значення *more*. При збільшенні паровідбору в надсоковому просторі зменшиться тиск, що призведе до випарення води з соку в більшій кількості і $W1$ прийме значення *more*. Одночасно збільшиться вміст сухих речовин соку на виході з 1 корпусу ($CP_{п1к}$: *more*) і зменшиться витрата соку після 1 корпусу ($S_{п1к}$: *less*).

Висновки. Розроблені мережеві математичні моделі призначені для використання в алгоритмічному та програмному забезпеченні ефективних систем керування технологічним комплексом цукрового заводу на основі енергозбережних технологій шляхом багатокритеріальної оптимізації за компромісною схемою Парето в режимі реального часу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Трахтенгерц Э.А. Сетецентрические методы управления в крупномасштабных сетях / Э.А. Трахтенгерц, Ф.Ф. Пашенко. — М.: URSS, 2016. — 200 с.
2. Основи теплотехнології цукрового виробництва: навчальний посібник / М.О. Прядко, М.О. Масліков, В.П. Петренко, В.І. Павелко, В.М. Філоненко. — Вінниця: Нова Книга, 2007. — 297с.
3. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем: пер. с англ. / Питерсон Дж. — М.: Мир, 1984. — 264 с.
4. Савва Т.Ю. Разработка математической модели загрузки оборудования на предприятии по переработке скоропортящегося сырья [Электронный ресурс] / Т.Ю. Савва // Материалы секции «Информационные технологии в социально-экономических системах» V Международной научно-технической конференции «Информационные технологии в науке, образовании и производстве». — Орел, 2012. — Режим доступа — <http://irsit.ru/files/article/194.pdf>
5. Казимир В.В. Метод формализованного опису бізнес—процесів управляючих web-порталів / В.В. Казимир, М.В. Харченко // Математичні машини і системи. — 2015. — № 2. — С. 130—138.

СЕТЕВЫЕ МОДЕЛИ В ЗАДАЧАХ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ВЫПАРНОЙ СТАНЦИЕЙ САХАРНОГО ЗАВОДА

О.В. Школьна, А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько

Национальный университет пищевых технологий

Разработаны сетевые математические модели функционирования выпарной станции сахарного завода, которые позволяют создать эффективные системы многокритериального оптимального управления качеством продукции, производительностью и распределением тепловой энергии между технологическими установками.

Ключевые слова: сахарное производство, испарительная станция, автоматизированное управление, сетевая модель, сети Петри.

THE ADAPTIVE OPTIMISATION FOR TASK OF MINIMIZATION OF EXPENSIVE FOR MULTIASSORTMENT PRODUCTION

V. Ivashchuk, A. Ladanyuk

National University of Food Technologies

Key words:	ABSTRACT
multivariable, control, optimization, assortment, nonlinear	The method of construction for optimal control of multi-assortment production for to minimize of costs, during process transition to mode of setting of parameters of technological system, are purposes in article. The analysis of components of optimization system had been presented. Deficiencies, which are associated with characteristics of real objects of industry, in term of automatic control and observability, are pointed. The method that had been proposed allows realization of optimal control, in terms of loss of most expensive resource of technological system. The recursion of dimensionality to a base model of process and maintenance of state variables of object, which responsible from targeted characteristics of product, is provided for this purpose. The effectiveness of method is supported by comparative analysis with optimization methods, which are practically involved for actual control systems. The practical assessment is obtained by mathematical modeling for analytical model of technological processes, which has contained in its composition the object of research
Article history: Received 10.04.2016 Received in revised form 16.03.2016 Accepted 25.03.2016 Corresponding author: ivaschuk@nuft.edu.ua	

АДАПТИВНА ОПТИМІЗАЦІЯ ДЛЯ ЗАДАЧІ МІНІМІЗАЦІЇ ВИТРАТ БАГАТОАСОРТИМЕНТНОГО ВИРОБНИЦТВА

В.В. Іващук, канд.техн.наук,

А.П. Ладанюк, д-р техн.наук

Національний університет харчових технологій

В статті запропоновано методику побудови оптимального керування багатоасортиментним виробництвом, з метою мінімізації витрат під час перехідного процесу до режиму встановлення параметрів технологічної системи. Представлено аналіз складових системи оптимізації. Вказано на недоліки, що пов'язуються з характеристиками реальних об'єктів промисловості, з позиції автоматизованого керування та спостережності. Запропонована методика дозволяє реалізувати оптимальне, з позицій витрат найбільш затратних ресурсів технологічної системи, керування. Практична оцінка отримана шляхом математичного моделювання на аналітичній моделі технологічних процесів, що містять в своєму складі об'єкт дослідження.

Ключові слова: багатопараметричне, керування, оптимізація, асортимент, нелінійний.

Вступ. При реалізації багатоасортиментного виробництва в межах єдиного технологічного комплексу необхідно забезпечувати режимні параметри технологічних агрегатів для формування регламентованих технологічних характеристик продукту.

Так у класі стаціонарних систем виділяють задачі оптимізації за мінімальною статичною похибкою, а у разі застосування на динамічних системах — оптимальні за швидкодією.

Для сходження координат стану об'єкта до встановленого режиму необхідно реалізувати мінімальну траєкторію перехідного процесу до цільових значень координат. Так, типовою методикою керування є виведення на технологічний режим головного технологічного параметра, який пов'язаний з найбільш затратним керуванням, до мінімальної похибки, відносно зміни завдання. Всі інші параметри часто не є узгодженими або формуються у якості регуляторів співвідношення, де розраховані на реалізацію лінійних залежностей за основною координатою, що слугує завданням для регулятора керованої координати. Розбіжності в оцінці таких систем не дозволяють реалізувати зазначені вище задачі, а тому реалізація багатомірного керування динамічних процесів досі не має практичного розповсюдження.

Мета досліджень. Оскільки кожна технологічна змінна системи має власне джерело інтенсивності, що у відповідності до вимог продуктивності об'єкту у швидкості та об'ємах перероблюваного продукту обумовлює втрату лінійності для асоціації характеристик «межі варіювання-продуктивність», то ж процедура координатного сходження повинна забезпечувати адекватність координації до динаміки міжпараметричних зв'язків. А оскільки при зміні технологічного регламенту напрям вектору параметрів змінюваних координат стану об'єкта також змінює своє розташування, то й відповідної адаптації вимагає крок сходження та порядок координації елементів вектора багатомірного керування. Швидкість та тренд до мінімізації похибки в розбіжностях динамічних реалізацій гарантують мінімальні втрати, через зменшення надлишкової інтенсивності, що може бути оцінена як спектральна потужність, яка застосована для задачі координації.

Матеріали та методи. В самому простому випадку застосування лінійних стаціонарних моделей об'єкта є оптимальним наближенням через мінімізацію середньоквадратичного критерію помилки [1]. Але, стандартні методи перевірки, що призначені для ідентифікації лінійних систем, не завжди можуть бути використані для перевірки оптимального лінійного наближення нелінійної системи. У стандартних методів гарантованого керування, розмір помилки моделі передбачається відомим для всіх вхідних сигналів [2—4]. Тим не менш, у багатьох ситуаціях це не є реалістичним припущенням, коли нелінійна система апроксимується до лінійної моделі [5]. Поставлена задача оптимізації розглядає пошук оптимального розв'язку у деякому відношенні, що може бути сформульоване через критеріальну задачу. Критерії можуть представляти багатомірну умову, яка за наявної корельованості між ними може бути зведена до єдиного [6]. При цьому задача досягнення критерію забезпечується координацією у багатомірному просторі. Для конкретних об'єктів простір варіацій обмежується окремо для кожної координати. Типово, в задачах багатопараметричної оптимізації використовуються метод Ньютона, покрокового спуска Гауса-Зейделя, метод спряжених градієнтів Флетчера-Рівса для яких важливим є існування похідної цільового функціоналу. При наявності розривів першого роду у похідній функції, що оптимізується, процес оптимізації зупиняється без досягнення оптимального значення. Так оскільки маємо справу з функціями, що проявляють нелінійні властивості, то проблема може виявитися вельми актуальною, а з урахування того, що для оптимізації передбачається рекурсія багато-критеріальної задачі, ефективність вказаних вище методів залишається під сумнівом. Для задач, де зазначена особливість передбачається, застосовують симплекс метод Недлера-Міда, метод Марквата-Левенберга або метод пошуку по зразку Хука-Джівса [7—9]. Використання методів субдеференціювання зводить до отримання інтервальних оцінок, що частково або наближено представляють поведінку розривних функцій, тобто таких, що наближають цільову залежність множиною функцій та похідна яких не є неперервною функцією керованих аргументів [10—12]. Складною проблемою оптимізації є відсутність спостережності вихідних координат, які б забезпечили сходження з мінімальною динамічною похибкою. Тому методи багатовимірної оптимізації, що використовуються в практичних випадках, не можуть бути рекомендовані для розв'язку задач багатоасортиментного керування. Додатковим ускладненням є втрата лінійності реальних функціональних залежностей при збільшенні діапазону зміни керованих координат. Особлива увага дослідження викликана застосуванням методів оптимізації на об'єктах: сушіння рідких молочних продуктів у колонній сушарці, через багатомірність та вимоги до точності процесу оптимізації; при випіканні хлібної продукції в промислових газових печах, з погляду недостатньої спостережності об'єкта.

Найближчим до характеристик методу координації, для даного класу задач, є метод зовнішніх штрафних функцій, що реалізує мінімум на множині аргументів штрафних функцій, які представляють множину допустимих розв'язків.

Оцінку похибки сходження результатуоюї функції, як такої що має відповідати за загальний результат динамічного перехідного процесу, можна отримати інтегральним квадратичним критерієм. Якість оптимізації будемо оцінювати з-поміж помилок існуючих методів та представленою методикою оптимізації.

Результати досліджень. Оскільки забезпечувати параметричний режим для отримання цільового продукту необхідно, то задача мінімізації витрат трансформується у необхідність мінімізації помилок dx_i/dt , при забезпеченні оптимального напрямку та масштабу покрокової координації вектору управління $\bar{X}$. Для отримання максимальної продуктивності встановленої задачі, мінімізація маршруту координації розглядається в проекціях за напрямком зміни елементу керування $x_{kor} \in \bar{X}$, який є найбільш затратним:

$$\text{var } x_i = \left\| \frac{a_{i,j}}{a_{kor,j}} \right\|_j x_{kor}, \quad (1)$$

де відображення міжпараметричних зв'язків $\in A_i : x_i \rightarrow y_n, A_i \{a_{i,j}, a_{i,j+1}, \dots, a_{i,m}\}$. $y_n \in \bar{Y}, n \in R$, де n — розмірність параметричної задачі координації, j — порядок представлення нелінійної задачі.

Для об'єктів із запізнюванням, яке не вдається компенсувати статичною зміною керуючих координат, єдиною можливістю реалізації ефективного керування є застосування прогнозуючих моделей, що мають супроводжувати оцінку необхідної керувальної дії задачі варіації координат стану $\bar{Y}$ через відновлений вектор керування $\bar{X}$.

Сформулюємо достатню умову екстремуму, якої має притримуватись алгоритм сходження при русі до цільового простору координат. Якщо при виконанні $f_i : \bar{X} \rightarrow \bar{Y}$, для яких $\forall \bar{X} \in \bar{X}, f^{-1}(\bar{X}) \in A$ $f^{-1}(\bar{X}) \in$ повним відображенням множини $\bar{X}$ так, що $f^{-1}(\bar{X}) \in$ частково-монотонною функцією, яка представляє міжпараметричні зв'язки за (1), де зміна евклідової норми відбувається так, що кореляційна залежність між іншими елементами вектора $\bar{X}, x_i \in \bar{X}$, що отримує, відображення як $A_i : x_i \rightarrow y_n$, а керування втрачає лінійність більш ніж на

$$\|a_{i,j} - a_{i+1,j}\| \leq \Delta a_i + \delta, \quad (2)$$

то рух приймається за такий, що наближає екстремум функціоналу. При порушенні (2) є підстава для адаптації функціоналів зв'язку (1) між аргументами та цільовими координатами стану процесу з $\bar{Y}$. При цьому вважається, що досліджувана функція є повністю вимірюваною апроксимуючою f^{-1} за Лебегом. Крок сходження розраховується в залежності від відстані та максимальної помилки «міжпараметричної відстані» $\Delta a_i + \delta$ з (2), що відповідає за неузгодженість інтенсивностей впливу за кожним параметром середовища, який реалізовано відповідним елементом з вектору керування. Стаціонарна поведінка некорельованих змінних $f_i(x) = 0$ призводить до рекурсії розмірності задачі координації. Мінімальна норма (1), що встановлює залежність між інтенсивністю та динамікою, обмежується автокореляційною функцією керованої змінної за якою відбувається сходження цільової координати стану

$$\lim df/dt = T_{acor}^{-1}, \quad (3)$$

де T_{acor} — максимальний час сходження автокореляційної функції. Визначення часу запізнення для керованих координат з найбільшою сталою часу, для яких орієнтований рух в δ — обмежаному координатному просторі гарантує збіжність алгоритму. Оцінка часу запізнення відбувається через оцінку взаємкореляційної функції, яка інтегрально оцінює перетворення реальних сигналів для адекватної функціональної залежності.

Розмір кроку буде залежати від відстані до цільового значення y_{i_dec} рівноваги в системі за (1) для $a_i : \Delta y_i \rightarrow \Delta x_i$. Доведення динамічної збіжності полягає у забезпеченні необхідної швидкості сходження змінних керування. Сходження повинно задовольняти обмеженням, в деяких випадках нелінійним або розподіленим за частковою похідною іншої координати (наприклад для супроводження траєкторії насичення, полів сталого значення параметра). Якщо функції корельовані, то крокування за ними відбуватиметься за узгодженим кроком

$$\Delta x_i = f_i^{-1} \Delta x_{kor} \quad (4)$$

Якщо прийняти, що точність сходження встановлюється як

$$\Delta x_i = 1,2 \cdot T_{y_max} \sum_{i=1}^n T_{xi}^{-1} \cdot f_i^{-1} |y_{i0} - y_{i_dec}|^{-1}, \quad (5)$$

$$\forall x_i \exists dx_i / dt \neq 0, dx_i / dt \in a_i^{-1} \cdot (x_{i0}; x_{i_dec})$$

x_{i0} та x_{i_dec} — початкове та цільове значення керуючої змінної, то заявлена точність Δy_i у відповідності до відстані до цільового значення координати

$|y_{i0} - y_{i_dec}|$, що вказуватиме на швидкість наближення до цільового значення обраної координати. На кожному кроці функція керування змінює інтенсивність по відношенню тільки до одного зі своїх аргументів з $\bar{X}$ при використанні попереднього значення іншого. Ітераційний підхід в обмежаному просторі координат гарантує, що функція вартості буде монотонно змінюватися в обраному напрямку вектора керування протягом ітерацій.

Оцінка ефективності інтегральним квадратичним критерієм (табл. 1) дає підстави рекомендувати методику для об'єктів з поганою динамікою, де швидкість сходження обмежується динамікою найбільш повільної координати з числа задіяних для зміни цільової характеристики продукту.

Таблиця 1. Порівняльний оцінка ефективності керування на об'єктах з незадовільною динамікою

Алгоритм\характеристика	Швидкість сходження, хв	Інтегральний критерій якості	δ приведена
Симплекс	178	8,27	0,64
Градiєнтний	198	14,15	0,77
Адаптивний за моделлю	76	0,87	2,28

Для об'єктів великої розмірності (табл. 2) ефективність з точки зору витрат забезпечується вдалим вибором початкового напрямку, через який зменшується кількість необхідних оцінок стану вихідної координати, кожна з яких вносить додаткове запізнення та втрату в інтегральну оцінку ефективності.

Таблиця 2. Порівняльний оцінка ефективності керування на об'єктах великої розмірності

Алгоритм\характеристика	Швидкість сходження, хв	Інтегральний критерій якості	δ приведена
Симплекс	2,14	2,527	0,14
Градiєнтний	3,86	1,815	0,07
Адаптивний з за моделлю	1,88	1,37	3,47

Висновки. Запропонована процедура координатного сходження забезпечує адаптацію процесу оптимізації до динаміки міжпараметричних зв'язків. Вказана методика змінювання кроку призводить до мінімізації інтегральної похибки в розбіжностях динамічних реалізацій, що забезпечує мінімальні втрати, через надлишкової інтенсивності для здійснення задачі оптимізації. Врахування динамічних характеристик об'єкта виключає накопичувати помилки в процесі варіацій навколо цільових значень обраних координат. Отримані оцінки моделювання

підтверджують практичну ефективність при використанні методики оптимізації для промислових об'єктів. Поряд з визначеними проблемами оптимізації визначені такі, що пов'язані власне з теорією управління, а саме: існування і єдність оптимальних процесів; залежність оптимальних процесів від варіацій вихідних даних, які обгрутовують актуальність подальших досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Nonlinear system identification via direct weight optimization* / Roll J., Nazin A., Ljung L. // J. Automatica. — 2005. — V.41(3). — P. 475—490.
2. *Nonlinear observers for perspective time-invariant linear systems* / R. Abdursul, H. Inaba, B. K. Ghosh // J. Automatica. — 2004. — V.40. — P. 481—490.
3. *A new state observer for perspective systems* / X. Chen, H. Kano // IEEE Transactions on Automatic Control. — 2002. — V.47(4). — P. 658—663.
4. *Bertsekas, D.P. Convex Optimization Algorithms* / D.P. Bertsekas. — Athena Scientific, 2014. — 576p.
5. *Boyd S. Convex Optimization* / S. Boyd, L. Vandenberghe. — Cambridge: Cambridge University Press, 2004. — 727p.
6. *ACADO toolkit — An open-source framework for automatic control and dynamic optimization* / B. Houska, H.J. Ferreau M. Diehl // J. Optimal Control Applications and Methods. — 2011. — V.32(3). — P. 291—312.
7. *Обзор методов многомерной оптимизации* / Е.М. Захарова, И.К. Минашина // Информационные процессы. — 2014. — V.14(3). — P. 256—274.
8. *Струченков В.И. Методы оптимизации в прикладных задачах* / В.И. Струченков. — Москва: СОЛОН-ПРЕСС, 2009. — 320 с.
9. *Многомерная многоэкстремальная оптимизация на основе адаптивной многошаговой редукции размерности* / Гегель В.П. Гришагин В.А. Гегель А.В. // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. — 2010. — №.1. — с. 163—170.
10. *Suboptimal model predictive control (feasibility implies stability)* / P.O.M. Scokaert, D.Q. Mayne, J.B. Rawlings // IEEE Tr. Automatic Control. — 1999. — V.44(3). — P. 648—654.
11. *Portfolio optimization by minimizing conditional value-at-risk via nondifferentiable optimization* / L. Churlzu, H. D. Sherali, S. Uryasev // Computational Optimization and Applications. — 2012. — V.46(3). — P. 391—415.
12. *Bagirov A. Introduction to Nonsmooth Optimization: Theory, Practice and Software* / A. Bagirov, N. Karmitsa, M.M. Mdkeld. — Switzerland: Springer International Publishing, 2014. — 372p.

АДАПТИВНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ДЛЯ ЗАДАЧИ МИНИМИЗАЦИИ ЗАТРАТ МНОГОАССОРТИМЕНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

В.В. Ивашук, А.П. Ладанюк

Национальный университет пищевых технологий

В статье предложена методика построения оптимального управления многоассортиментным производством, с целью минимизации расходов во время переходного процесса к режиму настройки параметров технологической системы. Представлен анализ составляющих системы оптимизации. Указано на недостатки, что связаны с характеристиками реальных объектов промышленности, с позиции автоматизированного управления и наблюдаемости. Предложенная методика позволяет реализовать оптимальное управление, с точки зрения потерь наиболее затратных ресурсов технологической системы. Практическая оценка получена путем математического моделирования на аналитической модели технологических процессов, содержащих в своем составе объект исследования.

Ключевые слова: многопараметрические, управление, оптимизация, ассортимент, нелинейный.

IMPLEMENTATION OF OPTIMAL CONTROL SYSTEM APPARATUS FOR PROCESS OF BAKING YEAST GROWING

J. Samoilenko, V. Trehub

National University of Food Technologies

Key words:

fermenter,
optimal system,
simulation,
criteria of control,
dynamic subsystem

Article history:

Received 18.05.2016
Received in revised form
25.05.2016
Accepted 4.06.2016

Corresponding author:

juliya_liya@bigmir.net

ABSTRACT

The article deals with the manufacturing process of baking yeast growing is happening in fermenters cyclic manner with constant feeding. The development system optimal control apparatus of bakery yeast growing consists of two subsystems: subsystem of dynamic optimal growing process control and logic control subsystem duty cycle apparatus of bakery yeast growing. The first is based on the established mathematical model of biomass growth, covering all phases of the development process, characteristic cultivation periodic baking yeast. Evaluating the effectiveness of the system is done by simulation modeling process of growing yeast. This improves control actions are used to optimize the process leading to the implementation of one of the two criteria of control: minimizing cycle time or maximizing the output of yeast

РЕАЛІЗАЦІЯ ОПТИМАЛЬНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ АПАРАТОМ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ДРІЖДЖІВ

Ю.О. Самойленко, В.Г. Трегуб

Національний університет харчових технологій

У статті розглянуто технологічний процес вирощування хлібопекарських дріжджів, що відбуваються в ферментерах циклічним способом при постійному підживленні. Розроблена система оптимального керування апаратом періодичної дії для вирощування хлібопекарських дріжджів складається з двох підсистем: динамічної підсистеми оптимального керування процесом вирощування і логічної підсистеми керування робочим циклом апарата. Оцінка ефективності функціонування системи здійснюється шляхом імітаційного моделювання процесу вирощування дріжджів, що дозволяє покращити керуючі дії, які використовуються для оптимізації процесу, що призводять до виконання одного із двох критеріїв керування: мінімізації тривалості циклу або максимізації виходу дріжджів.

Ключові слова: ферментер, оптимальна система, імітаційне моделювання, критерій керування, динамічна підсистема.

Вступ. В останні роки розвиток дріжджової промисловості полягає у вдосконаленості технологічних процесів, що дає змогу підвищити якість дріжджів та продуктивність апаратів. Процес вирощування хлібопекарських дріжджів вимагає підтримання основних факторів процесу відповідно до обраного технологічного регламенту, відхилення хоча б одного з них призводить до зниження генеративної активності дріжджів, що в свою чергу впливає на вихід їх біомаси.

Апарати періодичної дії (АПД), в яких відбуваються процеси з між фазними переходами (ПМФ) мають певні особливості, які роблять завдання їх оптимального управління доволі складним. При оптимальному керуванні АПД у разі, коли його продуктивність обмежує

продуктивність всього виробництва необхідно мінімізувати тривалість циклу АПД, а коли такого обмеження немає достатньо максимізувати питомий вихід готового продукту, враховуючи значну долю сировини у його собівартості. Тому розв'язання завдання з двома такими критеріями управління є актуальним [1, 2, 3].

Мета дослідження. Створити оптимальну систему керування апаратом для вирощування хлібопекарських дріжджів періодичної дії в залежності від виробничої ситуації, яка пов'язана з узгодженням роботи цього апарата з сепараційним відділенням.

Методи дослідження. Вибір оптимального технологічного режиму вирощування хлібопекарських дріжджів являється досить складною задачею. На даний момент, за допомогою сучасних математичних методів, що дозволяють досліджувати функціонування складних систем, можна відобразити вплив багатьох факторів та здійснити теоретичну оптимізації мікробіологічного процесу. Але, досить велику роль відіграє складність процесу вирощування, що полягає у нелінійності моделей об'єкта та у наявності факторів, які важко математично описати [4, 5].

Розроблена система оптимального керування апаратом періодичної дії для вирощування хлібопекарських дріжджів (АВХД) складається з двох підсистем: динамічної підсистеми оптимального керування процесом вирощування і логічної підсистеми керування робочим циклом АВХД. Перша базується на створеній математичній моделі росту біомаси, що на відміну більшості існуючих охоплює всі фази розвитку процесу, характерні для періодичного вирощування хлібопекарських дріжджів. При вирішенні поставленої задачі враховуватись також дві виробничі ситуації: перша, коли АВХД є «вузьким» місцем неперервного виробництва дріжджів і тому необхідно мінімізувати тривалість процесу, і друга, коли продуктивність АВХД достатня для узгодження його роботи з іншими технологічними комплексами виробництва і тому для зменшення технологічної складової собівартості необхідно максимізувати вихід продукту. Використання такого ситуаційного підходу робить систему багато цільовою, більш ефективною і сприяє зменшенню втрат ресурсів та часу.

Для дослідження складних систем використовують імітаційне моделювання, в основі методології якого лежить системний аналіз. Воно дозволяє здійснити дослідження аналізованої системи, оцінити точність результатів моделювання та покращити якість керуючих дій. Використання імітаційного моделювання дозволяє приймати рішення в умовах невизначеності, а також враховувати важко формалізовані фактори. Імітаційне моделювання дозволяє враховувати властивості об'єкта у часі.

Результати і обговорення. На основі знань, отриманих під час моделювання за допомогою мови UML та за допомогою рівняння з нелінійною часовою складовою, що містить кінетичні параметри, які описують математичну модель апарата періодичної дії для процесу вирощування хлібопекарських дріжджів, можна визначити ефективність рекомендацій щодо вдосконалення системи, яка моделюється [6].

Оцінка ефективності функціонування системи у разі мінімізації тривалості процесу визначається шляхом імітаційного моделювання всього процесу вирощування дріжджів в апараті періодичної дії з експериментальними та оптимальним параметрами, що визначені за відповідним алгоритмом.

Результати моделювання динаміки зміни кількості накопичення біомаси, порівнюючи експериментальні та оптимальні значення, для мінімізації тривалості циклу наведені на рис. 1, рис. 2 та рис. 3.

Для рис. 1 оптимальні параметри: $t_n = 32$ °C, $pH_n = 4,2$ од. рН, $K_c = 45$ %, $t = 32$ °C, $pH = 5,0$ од. рН, $F_n = 10,5$ (м³/год)/(1м³ к.с.), $\theta_{opt} = 4,37$ год, $n_{opt} = 1,9721$, $\tau_{opt} = 10,2$ год. Тривалість процесу вирощування зменшується на 10 %.

Для рис. 2 оптимальні параметри: $t_n = 32$ °C, $pH_n = 4,2$ од. рН, $K_c = 45,4$ %, $t = 32$ °C, $pH = 5,0$ од. рН, $F_n = 14,5$ (м³/год)/(1м³ к.с.), $\theta_{opt} = 4,84$ год, $n_{opt} = 1,9$, $\tau_{opt} = 11$ год. Тривалість процесу вирощування зменшується на 8.3 %.

Для рис. 3 оптимальні параметри: $t_n = 32$ °C, $pH_n = 4,2$ од. рН, $K_c = 42,2$ %, $t = 34$ °C, $pH = 5,0$ од. рН, $F_n = 10,5$ (м³/год)/(1м³ к.с.), $\theta_{opt} = 4,75$ год, $n_{opt} = 1,71$, $\tau_{opt} = 11,2$ год. Тривалість процесу вирощування зменшується на 7 %.

Для імітаційного моделювання цієї задачі використаємо розроблений алгоритм максимізації виходу готового продукту в апараті періодичної дії для вирощування дріжджів. Щоб визначити ефективність функціонування системи у разі такого керування, змодельуємо весь процес вирощування дріжджів. Використовуємо регресійні залежності для кінетичних параметрів та обмеження, які накладаються на параметри процесу.

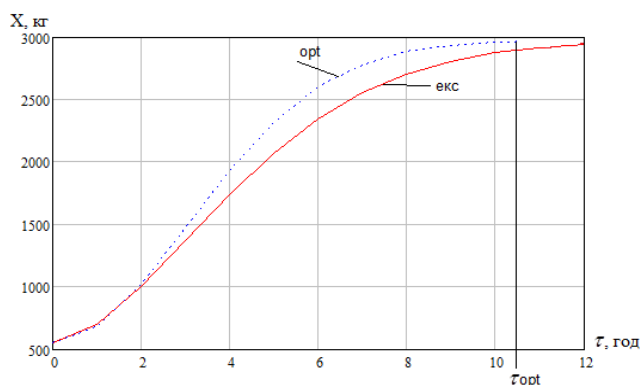


Рис. 1. Графіки залежностей кількості дріжджів X від часу вирощування τ для експериментальних та оптимальних значеннях

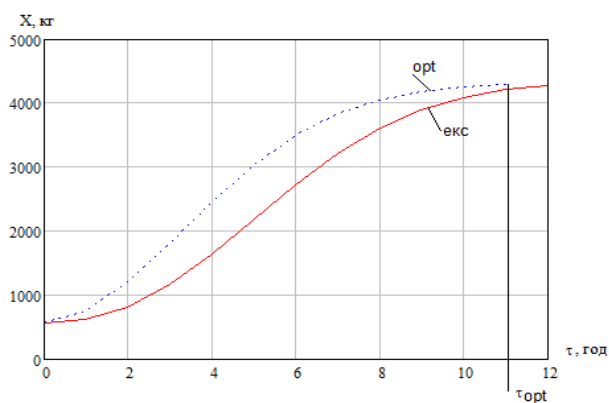


Рис. 2. Графіки залежностей кількості дріжджів X від часу вирощування τ для експериментальних та оптимальних значеннях

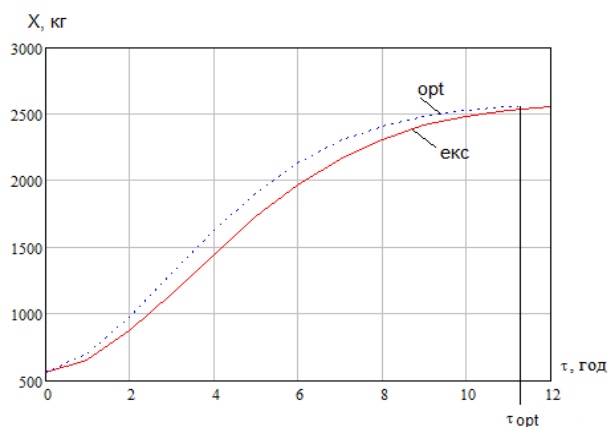


Рис. 3. Графіки залежностей кількості дріжджів X від часу вирощування τ для експериментальних та оптимальних значеннях

Враховуючи вище викладене, простежимо за допомогою імітаційного моделювання (рис. 4—7) динаміку зміни кількості накопичення біомаси внаслідок максимізації виходу продукту, порівнюючи експериментальні та оптимальні значення.

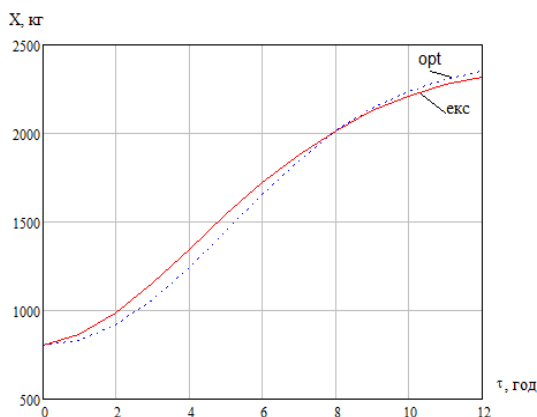


Рис. 4. Графіки залежностей кількості дріжджів X від часу вирощування τ для експериментальних та оптимальних значеннях

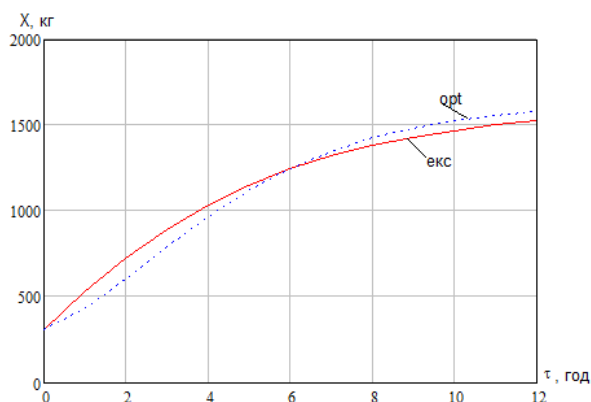


Рис. 5. Графіки залежностей кількості дріжджів X від часу вирощування τ для експериментальних та оптимальних значеннях

Для рис. 4 оптимальні параметри: $t_n = 32^\circ\text{C}$, $\text{pH}_n = 4,2$ од.рН, $\text{K}_c = 43\%$, $t = 30^\circ\text{C}$, $\text{pH} = 4,5$ од.рН, $F_n = 9,8$ ($\text{м}^3/\text{год}$)/(1м^3 к.с.), $\theta_{\text{opt}} = 6,84$ год, $n_{\text{opt}} = 2,14$, $(X/X_m)_{\text{opt}} = 0,976$. Вихід дріжджів збільшився на 2.33 %.

Для рис. 5 оптимальні параметри: $t_n = 32^\circ\text{C}$, $\text{pH}_n = 4,2$ од.рН, $\text{K}_c = 45\%$, $t = 32^\circ\text{C}$, $\text{pH} = 4,5$ од.рН, $F_n = 9,5$ ($\text{м}^3/\text{год}$)/(1м^3 к.с.), $\theta_{\text{opt}} = 5,14$ год, $n_{\text{opt}} = 1,45$, $(X/X_m)_{\text{opt}} = 0,96$. Вихід дріжджів збільшився на 2.5 %.

Для рис. 6 оптимальні параметри: $t_n = 32^\circ\text{C}$, $\text{pH}_n = 4,2$ од.рН, $\text{K}_c = 44,6\%$, $t = 30^\circ\text{C}$, $\text{pH} = 4,5$ од.рН, $F_n = 10,2$ ($\text{м}^3/\text{год}$)/(1м^3 к.с.), $\theta_{\text{opt}} = 6,86$ год, $n_{\text{opt}} = 2,53$, $(X/X_m)_{\text{opt}} = 0,989$. Вихід дріжджів збільшився на 5 %.

Для рис. 7 оптимальні параметри: $t_n = 32^\circ\text{C}$, $\text{pH}_n = 4,2$ од.рН, $\text{K}_c = 46,6\%$, $t = 30^\circ\text{C}$, $\text{pH} = 4,5$ од.рН, $F_n = 10,5$ ($\text{м}^3/\text{год}$)/(1м^3 к.с.), $\theta_{\text{opt}} = 5,87$ год, $n_{\text{opt}} = 1,76$, $(X/X_m)_{\text{opt}} = 0,977$. Вихід дріжджів збільшився на 1,2 %.

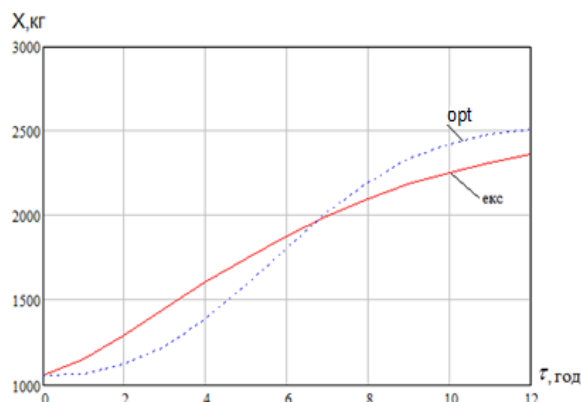


Рис. 6. Графіки залежностей кількості дріжджів X від часу вирощування τ для експериментальних та оптимальних значеннях

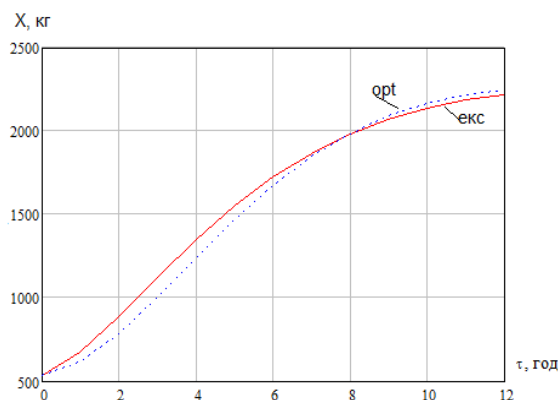


Рис. 7. Графіки залежностей кількості дріжджів X від часу вирощування τ для експериментальних та оптимальних значеннях

Виходячи з графіків, можна зробити висновок, що запропоновані нові значення технологічних параметрів протікання процесу призвели до покращення умов вирощування і загальне середнє значення збільшення виходу дріжджів становить 2,4 % в порівнянні з експериментальними даними, тривалість процесу вирощування дріжджів не перевищила 12 годин.

Висновки. Отже, за допомогою імітаційного моделювання доведена ефективність використання способу оптимального керування відповідно до виробничої ситуації для розв'язання задач мінімізації тривалості процесу вирощування дріжджів і максимізації виходу готового продукту. Використання способу оптимального керування апаратом для вирощування хлібопекарських дріжджів (АВХД) для розв'язання задачі мінімізації тривалості процесу зменшує тривалість стадій вирощування в середньому на 9 %, а цикл роботи апарата в середньому — на 6 %. Використання способу оптимального керування АВХД для розв'язання задачі максимізації виходу готового продукту збільшує вихід продукту в середньому на 2,4 %.

ЛІТЕРАТУРА

1. Трегуб В.Г. Оптимальне керування періодичними процесами з міжфазними переходами / В.Г. Трегуб, Ю.О. Чорна // Східноєвропейський журнал передових технологій. — 2010. — № 6/4 (48). — С. 10—12.

2. Трегуб В.Г. Автоматизоване управління апаратами періодичної дії на харчових підприємствах / В.Г. Трегуб // Наукові праці НУХТ. — 2005. — № 16. — С. 143—145.

3. Плевако Е.А. Технология дрожжей / Е.А. Плевако. — М.: «Пищевая промышленность», 1970. — 300 с.

4. Гачок В.П. Кинетика биохимических процессов / В.П. Гачок. — К.: Наукова думка, 1988. — 224 с.

5. Ладанюк А.П. Іноваційні технології в управлінні складними біотехнологічними об'єктами агропромислового комплексу: монографія / А.П. Ладанюк, В.М. Решетюк, В.Д. Кишенько та ін. — К.: «Центр учбової літератури», 2014. — 280 с.

6. Самойленко Ю.О. Моделювання і оптимальне керування періодичними процесами вирощування хлібопекарських дріжджів: дис. канд. техн. наук: 05.13.07: захищена 17.12.2015: затв. 25.02.2016 / Самойленко Юлія Олександрівна. — К.: НУХТ., 2015. — 137 с.

РЕАЛИЗАЦИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АППАРАТОМ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ДРОЖЖЕЙ

Ю.А. Самойленко, В.Г. Трегуб

Национальный университет пищевых технологий

В статье рассмотрены технологический процесс выращивания хлебопекарных дрожжей, происходящих в ферментерах циклическим способом при постоянной подпитке. Разработанная система оптимального управления аппаратом периодического действия для выращивания хлебопекарных дрожжей состоит из двух подсистем: динамической подсистемы оптимального управления процессом выращивания и логической подсистемы управления рабочим циклом аппарата. Оценка эффективности функционирования системы осуществляется путем имитационного моделирования процесса выращивания дрожжей, позволяет улучшить управляющие действия, которые используются для оптимизации процесса, приводящих к выполнению одного из двух критериев управления: минимизации длительности цикла или максимизации выхода дрожжей.

Ключевые слова: ферментер, оптимальная система, имитационное моделирование, критерий управления, динамическая подсистема.

CURRENT STATE ENTERPRISES TINNED VEGETABLES RAW MATERIALS

N.I. Zhuzhukina

National University of Food Technologies

Key words:

raw materials, vegetables, fruit, tinned vegetables business

Article history:

Received 28.04.2016
Received in revised form 21.05.2016
Accepted 5.06.2016

Corresponding author:

zhuzhukina@ukr.net

ABSTRACT

In the article the current state and problems of resource base tinned vegetables companies.

The current capacity of raw materials to produce crops remained almost at the 1990 level. The main reason no capacity utilization is a fundamental change in the structure of implementation vegetables and fruits. The main producer is focused on selling its products in the markets or through the trading network. The use of industrial technologies of growing vegetables and fruits that provide the required level processors yields and profitability of agricultural production, the agricultural sector is limited. The negative trend in the restructuring of raw materials should be considered as unbalance structure of crops and structures of power processing plants. To solve the issue in terms of structuring concentration crops needed for industrial cultivation of fruits and vegetables, while maintaining the structure of crop species by product line and the timing of maturation, quality of raw materials and products flow to the processing facilities, can only create the conditions cannery own resource base.

СУЧАСНИЙ СТАН СИРОВИННОЇ БАЗИ ПЛОДООВОЧЕКОНСЕРВНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Н.І. Жужукіна

Національний університет харчових технологій

В статті розглянуто сучасний стан та проблеми функціонування сировинної бази плодоовочеконсервних підприємств. Визначені умови поліпшення завантаження потужностей підприємств.

Ключові слова: сировинна база, овочі, плоди, плодоовочеконсервні підприємства.

Вступ. АПК — це сектор економіки, який стабільно забезпечує надходження валюти до бюджету держави, дає роботу 30 % населення країни, створює близько 12 % загального ВВП країни в 2015 році. На сьогодні харчування людини є досить актуальною проблемою. Це спричинене тим, що останніми роками спостерігається різке зниження споживчої вартості харчових продуктів, зменшення в них цінних речовин. У вирішенні проблеми продовольчої безпеки важливе місце надається плодоовочеконсервній промисловості. Овочі, фрукти та ягоди є цінним продуктом харчування, що забезпечує основну частку потреби людини у вітамінах, мінеральних речовинах та мікроелементах. Функція плодоовочеконсервного виробництва полягає в тому, що воно переробляє сировину, яка швидко псується та погано транспортується в продукцію тривалого споживання. Це дозволяє більш рівномірно розділити споживання продукції, як протягом року, так і по окремим областям країни, дає можливість зберегти врожаї. Україна за своїми природно-кліматичними умовами має унікальні можливості для вирощування і виробництва плодоовочеконсервної продукції у широкому асортименті. На сьогоднішній день розвиток підприємств переробки даної галузі залежить від багатьох, як внутрішніх, так і зовнішніх чинників, але провідним все ще залишається сировинний фактор.

Мета досліджень. На основі аналізу стану сировинної бази плодоовочевої продукції визначити можливості завантаження виробничих потужностей консервних підприємств.

Матеріали та методи. Теоретичною основою дослідження є положення в галузі формування сировинних зон плодоовочекопсервних заводів.

Проблемам забезпечення плодоовочевих підприємств сировиною були присвячені роботи Бідолах О.Є. [1], Гландій М.В. [2], Кучеренко Т. [4], Паламарчука М.М., Язиніної Р.О.

Разом з тим, тенденції в формуванні сировинних зон змінюються і потребують відповідного аналізу.

Для вирішення поставлених завдань використано сукупність методів статистичного аналізу, а саме: групування, розрахунок індексів, порівняльний та структурний аналіз. Інформаційною базою стали офіційні дані Державної служби статистики України.

Результати досліджень. В територіальній структурі виробництва плодово-овочевих консервів хоча і відбувається орієнтація на природно-кліматичні зони вирощування овочів та фруктів, але спостерігається різне скорочення кількості регіонів — 79,6 % від загального обсягу виробництва натуральних консервованих овочів забезпечують підприємства чотирьох областей: Миколаївську (25,1 %), Херсонську (19 %), Черкаську (18,5 %), Одеську (17 %). На Вінницьку область припадає 53,8 % виробництва джемів, фруктового желе, пасти та пюре і майже 50 % виробництва натуральних соків забезпечує Миколаївська область. Не задіяними залишаються можливості відтворення потужностей з промислової переробки плодоовочекопсервної сировини в Запорізькій, Хмельницькій, Київській, Волинській, Донецькій, Дніпропетровській, Житомирській, Полтавській, Рівненській, Сумській областях.

Все ще обмеженим залишається асортимент плодово-овочевих консервів. У структурі виробництва овочевої консервації 32,9 % належить томатному пюре, 15,6 % становлять натуральні консервовані огірки і помідори, 17 % — інші овочеві та грибні консервовані страви. Майже 80% переробки фруктів займає плодово-ягідне пюре для виробництва соків. Асортимент плодово-овочевої продукції відповідно до діючої в Україні нормативно-технічної документації, може становити більше 1000 найменувань, однак на сьогоднішній день підприємствами промисловості випускається менше 100 найменувань.

Повністю насичений продукцією є лише ринок соків, проте інші плодово-ягідні консерви, а саме: варення, джеми, желе, повидло, маринади з фруктів, соуси, мочені та сушені плоди, цукати, компоти вітчизняного виробництва, майже, відсутні. Щодо овочевих консервів, то потребує збільшення виробництво овочевих закусочних консервів, овочевих обідніх страв, закусочних і солених овочів.

Низький рівень використання потужності консервних заводів засвідчує, що не тільки оновлення основних засобів, але і їх завантаження є важливою складовою підвищення рівня прибутковості підприємства. Зниження обсягів виробництва широкого кола асортименту плодовоовочевих консервів, в першу чергу, обумовлене обсягами поставок сировини, а суттєве коливання обсягів виробництва консервів за роками безпосередньо обумовлене змінами обсягів надходження на переробку сільгоспсировини. Окрім того, структура асортименту консервів, що виробляється, тісно пов'язана з умовами формування видової структури сировини, навіть більше ніж з технічними можливостями самого виробництва. Суттєво впливає на використання потужності плодовоовочекопсервних заводів нерівномірність надходження сировини. Консервні заводи переробляють сировину, яка має невеликий термін зберігання. Строк зберігання більшості видів сировини консервної промисловості після збирання врожаю становить 1—2 дні, а деяких видів — лише декілька годин. Тому важлива не тільки ритмічність поставок за роками, але і за добами і навіть за годинами. Протягом сезону переробка всіх видів сільськогосподарської сировини має нерівномірний характер. Як правило, максимальні обсяги надходження спостерігаються на початку та наприкінці сезону, коли має місце пік дозрівання даної культури. Для окремих видів фруктів (наприклад, яблук) крива дозрівання та поставки сировини має декілька піків, між якими можливі перерви, коли поставки сільгосппродукції тимчасово припиняються.

Суттєве коливання спостерігається і в строках початку та закінчення надходження сировини, а також у тривалості сезону переробки. Дата початку надходження сировини в різні роки значно відрізняється одна від одної. Надходження томатів може початися 26 липня, а в окремі роки 17 серпня, тобто відхилення становить 22 доби. Приблизно такі ж коливання спостерігаються в строках початку надходження зеленого горошку. До того ж, у

ЕКОНОМІКА

зв'язку з тривалістю сезону заготівлі горошку, мають місце випадки, коли в деякі роки постачання горошку починається в строки, що відповідають закінченню його заготівлі в інші роки. Ще одним фактором, що визначає рівень використання потужності, є якість сировини, що постачається. Наприклад, при виробництві томат-пасті важливе значення має вміст сухих речовин в плодах, оскільки від цього залежить витрати сировини на одиницю продукції. При вмісті сухих речовин в помідорах на рівні 4-х відсотків їх витрати на одну тубу томат-пасті в 1,5 рази вище, ніж при 6-відсотковому вмісті сухих речовин. Це призводить до збільшення витрат не тільки на оплату сировини, але також на її транспортування, сортування та на випарювання зайвої вологи. Відповідно знижується і продуктивність обладнання. У зв'язку з тим, що в період «піку сезону» не вистачає потужності переробки томатів, вони зберігаються до надходження на виробництво значно вище нормативного терміну. Граничні строки зберігання томатів для виготовлення концентрованих продуктів — 36 год, а для виробництва соків та натуральних консервів — 18 год. Але в піковий період сезону вони зберігаються до переробки до 2-3 діб, а іноді більше. При цьому відбувається значна втрата сухих речовин (до 25 %), а нестандартні томати псуються остаточно.

Таким чином, сировинний фактор є визначальним при оцінці можливості випуску продукції плодоовочеконсервними заводами. Підприємства залежить від таких параметрів сировинних ресурсів, як обсяги, структура асортименту, а також тривалість сезону заготівлі та ритмічність надходження сировини за добами та годинами. Слід підкреслити, що в багатьох випадках інтереси переробних підприємств та сільгоспвиробників не співпадають. Багато високоврожайних сортів томатів не відзначаються високим вмістом сухих речовин, та, навпаки, сорти з високим вмістом сухих речовин відзначаються невеликою врожайністю. Така ж ситуація з дрібними сортами помідорів та огірків, які необхідні для вироблення цільноконсервованих натуральних консервів, але мають низьку врожайність. Як бачимо, у таких випадках інтереси сільськогосподарських підприємств та консервних заводів вступають у протиріччя, оскільки консервні заводи зацікавлені в першу чергу в покращенні якості сировини, що переробляється, і підвищенні вмісту корисних речовин в ній, а господарства — у підвищення врожайності плодоовочевих культур.

Відсутність належної економічної зацікавленості сільгоспвиробників призводить і до нерівномірності поставок сировини. Виникнення важких пікових періодів в сезоні заготівлі, та переробки сировини обумовлене поганим співвідношенням у вирощування сортів з різними строками дозрівання (ранні, середні, пізні), оскільки сільгоспвиробники зацікавлені у вирощування ранніх культур, тому що на овочі, що надійшли на переробку в ранні строки, встановлюється підвищення закупівельні ціни.

Суттєві труднощі в забезпеченні консервних заводів сировиною виникають і внаслідок невідповідності асортименту овочів, що вирощуються для промислової переробки. Переважно вирощуються коренеплоди (бурак, морква та цибуля), а переробні підприємства зацікавлені в помідорах, баклажанах, різних видах капусти, перці, зелені.

Видова структура овочів, що вирощуються наведена на рис. 1



Всього овочів закритого ґрунту без картоплі

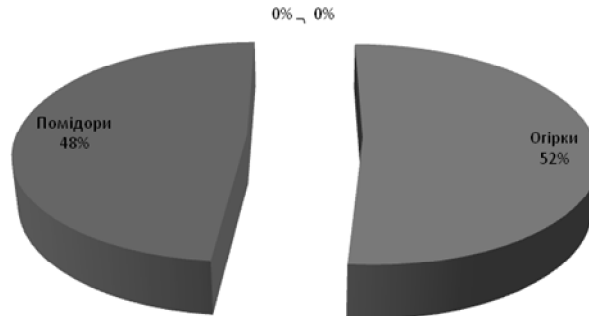


Рис. 1. Структура посівів овочів в Україні в 2014 році

Потенційні можливості сировинної бази визначаються валовими зборами овочів в зонах їх закупівлі, які, в свою чергу, обумовлюються посівними площами та врожайністю цих культур (табл.1).

Таблиця 1. Показники виробництва овочів в Україні

Показники	1990	2000	2010	2011	2012	2013	2014
Валові збори, тис.т.	6666,4	5821,3	8122,4	9832,9	10017	9872,6	9637,5
Посівні площі, тис.га	456	538	468	504	503	494	470

Спостерігається тенденція до зростання посівних площ під овочевими культурами. Зменшення валових зборів по окремим рокам обумовлюється зменшенням урожайності цих культур, тобто розвиток овочівництва відбувається переважно екстенсивним шляхом.

В цілому можна відзначити зменшення концентрації виробництва овочевих культур в районах з найбільш придатними природно-кліматичними умовами та розбалансування структури валових зборів цих культур та потужності по їх переробці.

Таким чином, можна зробити висновок, що потенціал сировинної бази по овочевим видам культур залишався достатньо стабільним. Посівна площа та валові збори овочів навіть збільшились. Враховуючи, що потужності консервних заводів за цей період (1990—2014рр.) скоротилися приблизно на 35 %, пояснювати низький рівень використання потужності різким скороченням валових зборів не зовсім правильно. Основною причиною не завантаження потужностей в овочевій групі консервів є принципова зміна структури реалізації овочів. Переважно їх виробіток орієнтований на продаж продукції на ринку або через торговельну мережу. При слабо концентрованому способі виробництва стає неможливим використання промислових технологій вирощування овочів, які забезпечують необхідний переробним підприємствам рівень врожаїв та рентабельності сільгосппродукції. Негативною тенденцією в реструктуризації сировинної бази слід вважати також розбалансування структури посівів та структури потужності переробних підприємств.

Потенційні можливості сировинної бази із вирощування плодів та ягід подані в табл. 2

Таблиця 2. Показники виробництва плодів і ягід в Україні

Показники	1990р.	2000р.	2010р.	2011р.	2012р.	2013р.	2014р.
Валовий збір тис. т.	2901,7	1452,6	1746,5	1894,3	2008,7	2295,3	1999,1
Посівні площі у плодоносному віці, тис. га	680	378	225	223	223	221	210

На відміну від овочевих культур, які є однолітніми насадженням і структурування яких може відбутися достатньо швидко, структурування садівництва залежно від потреб переробних підприємств потребує більше часу та витрат. Відсутність відповідної реконструкції садів позначилась скороченням валових зборів плодів на сьогоднішній день. Хоча останнім часом тенденція покращилась. Якщо переробні підприємства зараз не звернуть увагу на

ЕКОНОМІКА

вирішення цієї проблеми, то ситуація не вирішиться і на середньо- та довгострокову перспективу. Оскільки овочі — однолітні насадження і отримати результат від коштів, вкладених в реструктурування зони, консервні заводи можуть протягом одного року тому їх влаштовує формування сировинної зони на умовах оренди землі. Сади ж — багаторічні насадження, і обіг коштів, вкладених в них, значно довший, що обумовлює необхідність або довгострокової оренди, або придбання у власність земельних ділянок консервними підприємствами, що можливо при створенні економічних відносин, які охоплюють весь виробничий цикл від початку вирощування плодів і ягід до реалізації готової продукції, як в свіжому так і в переробленому вигляді.

Висновки. Аналіз стану сировинної бази засвідчив наявність таких тенденцій. Сучасний потенціал сировинної бази по плодовоовочевим культурам залишився майже на рівні 1990 р. Враховуючи, що потужності консервних заводів за цей період (1990—2015) скоротилися приблизно на 35 %, пояснювати низький рівень використання потужностей різким скороченням валових зборів не коректно. Основною причиною незавантаженості потужностей є принципова зміна структури реалізації овочів та плодів. Основні їх виробники орієнтовані на продаж своєї продукції на ринках або через торговельну мережу. Використання промислових технологій вирощування овочів та плодів, які забезпечують необхідний переробним підприємствам рівень врожаїв та рентабельності сільгосппродукції, в аграрному секторі обмежено. Негативною тенденцією в реструктуризації сировинної бази слід вважати також розбалансування структури посівів та структури потужностей переробних підприємств. Вирішити питання реструктурування посівів за рівнем концентрації, необхідної для промислового вирощування овочів та плодів, дотримуючись при цьому видової структури посівів за асортиментними групами та строками дозрівання, якості сировини та надходження продукції до переробних підприємств, можна лише за умови створення консервними заводами власної сировинної бази.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бідолох О.Є. Сучасний стан і перспективи розвитку регіональних ринків овочів в Україні / О.Є.Бідолох // [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://intkonf.org/bidolohoe-suchasniy-stand-i-perspektivi-rozvitku-regionalnih-rinkiv-ovochiv-v-ukrayini/>
2. Гландій М.В. Розвиток АПК України (регіональні особливості) [Текст] / М.В. Гландій; НАН України, Ін-т регіон. дослідж. — Л.: [Ін-т регіон. дослідж. НАНУ], 2002. — 289 с.
3. Державна служба статистики України. — К.: 2014. / [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/> <http://agrokraina.com.ua>
4. Кучеренко Т. Сьогодення й майбутнє вітчизняного овочівництва / Т. Кучеренко // [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.propozitsiya.com/?page=146&itemid=3144>
5. Статистичний збірник України в цифрах // Державний комітет статистики України. — 2015.
6. Стратегічні напрямки розвитку сільського господарства України на період до 2020 року [Текст] / за ред. Ю.О. Лупенка, В.Я. Месель-Веселяка; Нац. акад. аграр. наук України, Нац. наук. Центр «Ін-т аграр. економіки». — 2-е вид., переробл. і допов. — К.: ННЦ «ІАЕ», 2012. — 214с.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ПЛОДОВООВОЩЕКОНСЕРВНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Н.И. Жужукина

Национальный университет пищевых технологий

В статье рассмотрены современное состояние и проблемы функционирования сырьевой базы плодовоовощеконсервных предприятий. Определены условия улучшения загрузки мощностей предприятий.

Ключевые слова: сырьевая база, овощи, плоды, плодовоовощеконсервные предприятия.

ДО ВІДОМА АВТОРІВ

Шановні колеги!

Редакційна колегія журналу «Харчова промисловість» запрошує Вас до публікації наукових робіт.

Засновник та видавець журналу: Національний університет харчових технологій.

Журнал затверджений наказом МОН України (постанова № 241 від 09.03.2016 р.) як наукове видання з технічних наук.

У журналі висвітлюються результати науково-дослідних робіт з технології харчових продуктів, хімічних, біохімічних, мікробіологічних процесів, апаратів, обладнання, автоматизації харчових ви-робництв та економіки харчової промисловості.

Обсяг статей — до 10 машинописних аркушів (до 10000 друкованих знаків).

ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ

Статті мають бути підготовлені з урахуванням Постанови Президії ВАК України № 7-05/6 «Про підвищення вимог до фахових видань, внесених до переліків ВАК України». Друкуються наукові статті, які мають такі необхідні елементи: постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями; аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання певної проблеми і на які спирається автор; виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття; формулювання цілей статті (постановка завдання); виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів; висновки з цього дослідження і перспективи подальших розвідок у цьому напрямі.

До публікації приймаються не опубліковані раніше статті, що містять результати фундаментальних теоретичних розробок та найзначніших прикладних досліджень викладачів, наукових співробітників, докторантів, аспірантів і студентів. Всі статті підлягають обов'язковому рецензуванню провідними спеціалістами у відповідній галузі харчових технологій, яких призначає науковий редактор журналу.

Рукопис статті надсилається у двох примірниках, українською мовою, включаючи таблиці, рисунки, список літератури.

Статті подаються у вигляді **вичитаних** роздруковок на папері формату А4 (поля з усіх сторін по 2 см, шрифт Arial або Time New Roman, кегль 14, інтервал 1,5) та електронної версії (редактор Microsoft Word) на електронному носії. На електронному носії не повинно бути інших версій та інших статей, у тексті статті — порожніх рядків. Між словами допускається лише один пробіл. Усі сторінки тексту мають бути пронумеровані.

На першій сторінці наводяться: у лівому верхньому куті — шифр УДК (напівжирним шрифтом), нижче ініціали і прізвища авторів (напівжирним шрифтом), наукові ступені авторів, назва установи, де працює автор; далі — назва статті великими напівжирними літерами, під назвою — анотація українською мовою з ключовими словами (5—6 слів / ключових словосполучень) набрана світлим курсивом; фраза «**Ключові слова**» — напівжирним шрифтом.

У кінці першої сторінки, під короткою рисою, ставиться знак авторського права, ініціали, прізвища авторів, рік.

Матеріали, представлені у статті мають бути розділені на основні змістові розділи, такі як: вступ, мета досліджень, матеріали та методи, результати досліджень, висновки. Кожен з наведених розділів статті починається з нового абзацу («**Вступ**», «**Мета досліджень**», «**Матеріали та методи**», «**Результати досліджень**», «**Висновки**» — напівжирним курсивом).

Після тексту статті в алфавітному або порядку згадування в тексті наводиться список літературних джерел (кожне джерело з абзацу). Бібліографічні описи оформляються згідно з ГОСТ 7.1—84 «Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления» та вимогами ВАК України. У тексті цитоване джерело позначається у квадратних дужках цифрою, під якою воно стоїть у списку літератури. Бібліографічний опис подається мовою видання. Не допускається посилання на неопубліковані матеріали. У переліку джерел мають переважати посилання на роботи останніх років.

Наукове видання

ХАРЧОВА ПРОМИСЛОВІСТЬ

Науковий журнал

№ 19

Журнал “Харчова промисловість” затверджений наказом МОН України (постанова № 241 від 09.03.2016 р.) як наукове видання з технічних наук. Реєстраційне свідоцтво: серія КВ № 6890 від 23.01.03 р.
Засновник і видавець: Національний університет харчових технологій

Журнал є продовженням міжвідомчого тематичного збірника “Харчова промисловість”, заснованого в 1965 р. Виходить два рази на рік

Видання подається в авторській редакції

Відповідальний редактор журналу А.І. Соколенко

Відповідальний секретар С.В. Токарчук

Комп'ютерна верстка М.О. Каленкової

Підп. до друку 00.00.2016 р. Формат 70 x 100/16.

Гарнітура TextBookCTT. Друк цифровий.

Ум. друк. арк. 00,00. Обл.-вид. арк. 00,00.

Наклад 100 прим. Вид. № /16. Зам. № 00-15

НУХТ 01601 Київ-33, вул. Володимирська, 68

Свідоцтво про реєстрацію серія ДК № 1786 від 18.05.2004 р.