

**ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ФІЗИЧНОГО ВПЛИВУ
В ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЯХ**

Проаналізовано та систематизовано дані щодо застосування методів фізичної дії у харчових технологіях. Наведено класифікацію методів з характеристикою кожного з них та галузями застосування, виявлені їх переваги та недоліки. Визначено ряд проблем, які потребують пояснення з хімічної точки зору або вирішення.

The article focuses on the problems of using the methods of physical influence in food-technologies. The categorization, the feature and the ranges of usage of the methods are stated there. All advantages and defects are described. Also the problems that need chemistry explaining are defined.

Виробництво харчових продуктів неможливе без певних видів обробки, які необхідні для приготування продукту, покращання або збереження його органолептичних якостей, прискорення процесів, знезараження при пакуванні та виготовленні тощо. Технологія обробки – дуже складний процес. Будь-який хімічний, фізико-хімічний вплив призводить до зміни хімічного складу продукту. При цьому може відбуватися розклад корисних речовин, а також утворення токсичних сполук, що негативно впливає на здоров'я людини.

Суттєві переваги фізичних методів обробки, а саме їх ефективність, широкий спектр дії та ін. відкривають перспективи для розробки нових технологій для харчових підприємств. Тому дослідження механізмів фізичної дії та хімічних перетворень, що відбуваються в харчових продуктах при обробці – актуальне завдання.

У роботі проаналізовано сучасний стан проблеми застосування методів фізичної дії в різних галузях харчової промисловості, а також виявлено незрозумілі та невірні аспекти, недоліки методів, що потребують усунення.

Фізичні методи обробки застосовуються на багатьох стадіях харчових виробництв. Це стосується етапів одержання сировини, її перетворення, одержання готової продукції і обробки з метою подовження термінів зберігання. Найчастіше методи фізичного впливу класифікують за енергією силової дії, що накладається. Характеризують обробку іонізуючим опроміненням, ультрафіолетовими променями, інфрачервоним опроміненням, ультразвуком, гідромеханічними імпульсами, електричними полями, різкою зміною тиску, вакуумуванням тощо. У табл. 1 наведені особливості методів фізичного впливу, перелічені стадії технологічних процесів харчових виробництв, де вони використовуються, наведені теоретичні дані про механізм процесів, переваги та недоліки методів. З таблиці випливає, що основна галузь застосування фізичних впливів – інтенсифікація тривалих стадій технологічного процесу. Поглинання енергії супроводжується виділенням тепла, що ініціює перебіг окиснювально-відновних процесів, при цьому здійснюються фізико-хімічні зміни білкової основи продуктів.

Найбільш застосовуваними на даний момент є методи обробки ультрафіолетовим (УФ) випромінюванням та ультразвуком (УЗ). Однак механізм їх дії на харчові продукти вивчений недостатньо. Це накладає певні технологічні обмеження. Під час УФ-опромінення в розчині утворюються радикали, що робить його певною мірою небезпечним. Дотепер немає єдиної теорії, яка задовільно описувала б процеси, що відбуваються під дією ультразвукових коливань, та дозволяла б передбачати наслідки дії

УЗ на різні продукти, тому немає теоретичної бази для розробки методів управління технологічними процесами для ефективного і нешкідливого його використання.

Для досить нових методів (наприклад, обробка електромагнітним полем) існують лише емпіричні дані щодо зміни фізико-хімічного складу продуктів під дією поля (рН, складу вуглеводнів, швидкості виходу іонів кальцію з клітини до зовнішньоклітинного середовища та ін.), немає теоретичного обґрунтування цих процесів.

У табл. наведено дані про стан та невирішені проблеми в галузі застосування методів фізичного впливу.

Таблиця

Характеристика методів фізичної дії, що використовуються в харчовій промисловості

Чинник впливу	Частота електромагнітного поля, Гц	Результати впливу	Механізм дії	Проблеми
Гамма-промені	10^{20} і більше	Глибока стерилізація	Здійснюються переходи внутрішніх електронів, відбувається радіоліз рідких продуктів, утворення пероксидів, окиснення та руйнування органічних сполук	У процесі зберігання погіршується якість опромінених продуктів за рахунок автолітичних вторинних змін, механізм яких вивчений недостатньо; потрібні способи захисту [14; 20]
Рентгєнівські промені	10^{17} – 10^{19}	Стерилізація		
Ультрафіолетові промені	10^{15} – 10^{17}	Стерилізація у тонкому шарі, пастеризація, опромінення молока з метою підвищення вмісту вітаміну Д ₃ , збагачення жирів вітаміном А, підвищення дріжджової активності в бродильній та хлібопекарській промисловості [2; 10; 12]	Поглинання випромінювання за рахунок переходів зовнішніх електронів молекул речовин, глибоке руйнування білкових речовин, окиснення жирів під дією кисню або озону	Неможливо повністю позбутися утворення вільних радикалів, недостатньо вивчений механізм дії на різні продукти, потрібні нові ефективні джерела УФ-випромінювання з ККД більш ніж 11%
Діапазон видимих променів	10^{14} – 10^{15}	Фотохімічні реакції під дією світла [14]	Синтез органічних речовин	Існують протиріччя у висновках дослідників, які можна пояснити використанням джерел випромінювання з різним діапазоном довжин хвиль [14; 20]
Інфрачервоні промені	10^{12} – 10^{14}	Термічна обробка (сушіння, обсмаження, випікання та ін.), стерилізація, пастеризація, розшарування і бродіння тїста [2; 8; 16; 20]	Поглинання випромінювання на молекулярному рівні, що призводить до фізико-хімічних змін білкової основи продуктів	Найвні лише емпіричні дані про хімічні зміни складу речовин під дією короткохвильового ІЧ-випромінювання
Мікрохвильове випромінювання	10^9 – 10^{11}	Рівномірне нагрівання продукту по всьому об'єму незалежно від коефіцієнта теплопровідності та товщини шару, консервування, стерилізація, пастеризація, сушіння [7; 14]	Зміна спінового стану електронів під дією магнітного поля. Процеси, що пов'язані з поляризацією речовини	Не існує достатніх доказів безпосереднього впливу НВЧ-поля на мікробну клітину; встановлення механізму ускладнене через спряженість дії випромінювання з тепловою дією електромагнітного поля

Чинник впливу	Частота електромагнітного поля, Гц	Результати впливу	Механізм дії	Проблеми
Ультразвук	$2 \cdot 10^4 - 10^6$	Перемішування, диспергування, гомогенізація, інтенсифікація процесів коагуляції та осадження, фільтрування, сушіння, прискорення екстракції біологічно активних речовин, прискорення засолення тонкошарових матеріалів, інтенсифікація процесу зброджування, регенерація насипних фільтруючих матеріалів, санітарна обробка устаткування та тари, очищення стічних вод та деяких поверхонь [1; 6; 12; 18; 20]	Кавітація, виникнення ударних хвиль з великою амплітудою тиску, різке локальне підвищення температури газової фази. Може виникнути електричний пробій, що спричиняє випромінювання в УФ частині спектру, це є причиною виникнення вільних радикалів та хімічної дії УЗ	Не створено єдиної теорії, що пояснювала б бактерицидну дію УЗ. Існують протиріччя у висновках дослідників, які можна пояснити використанням різних параметрів УЗ та часу обробки. У ряді випадків УЗ обробка призводить до появи неприємного запаху або присмаку, тому треба вдосконалити методики (сучасний напрям – використання сонопротекторів або технологічних прийомів запобігання зміни смаку та запаху)
Звукові коливання	$10^2 - 10^4$	Вплив на живу клітину [14]	Зміна характеру ферментативних процесів	Механізм дії не встановлений
Струм промислової частоти Електромагнітне поле (ЕМП) низькочастотного діапазону	50 3 – 30	Електроплазмоліз, електрокоагуляція білкової сировини, електропастеризація рідини [3–5; 9; 13–15; 17; 20–22]	Дія ЕМП забезпечує незворотну коагуляцію речовин колоїдної дисперсності та високомолекулярних сполук. Це зв'язано з поляризацією компонентів мембран, що мають електричний заряд. Прискорює масообмінні процеси	Не виявлений механізм дії поля на антагоністичну активність бактерій, не досліджений ступінь ефективності дії поля залежно від конструкції апаратів та параметрів обробки (частоти, інтенсивності, розподілу його амплітуди, швидкості руху рідини) [11; 15; 19; 21; 22]
Струм постійний	0	Демінералізація молочних продуктів, розділення білків молока, збільшення концентрації сухих речовин, видалення зважених частинок, очищення продуктів з використанням іонітових мембран [14; 22]	Електродіаліз, електрофорез, електрофлотаж	Існують емпіричні дані щодо зміни фізико-хімічних характеристик продуктів під дією поля (рН, складу вуглеводнів, швидкості виходу іонів кальцію з клітини до зовнішньо-клітинного середовища та ін.), але немає теоретичного обґрунтування цих процесів
Електростатичне поле (ЕСП)	0	Електрокопчення, очищення сировини та газу (електрофільтри), поділ продуктів помелу на фракції, осадження з електродиспергуванням під час сушіння [20]	Іонізований газ, переміщуючись в електричному полі, надає заряд дисперсним частинкам речовини. Це спричиняє упорядкований рух частинок від одного електрода до іншого та осадження на продукті	Недостатньо вивчений механізм впливу ЕСП на харчові продукти, ступінь його ефективності і залежність від різноманітних факторів

Таким чином, можна зробити висновок, що механізм фізичної дії на різноманітні харчові продукти на даний час вивчено недостатньо. Практично для кожного з методів існує ряд проблем, які потребують пояснення з фізико-хімічної точки зору.

Багато фахівців – виробників технологічного устаткування для харчової промисловості займаються вдосконаленням старих та розробкою нових схем технологічних процесів, а також обладнання з метою застосування у виробництві методів фізичної дії. В останні роки ця галузь стає дуже популярною щодо наукових досліджень як серед вузів України і Росії, так і за кордоном.

Бібліографічні посилання

1. **Акопян В. Б.** Ультразвук в производстве пищевых продуктов // Пищевая промышленность. – 2003. – № 3–4. – С. 54–68.
2. Обеззараживание сыпучих пищевых продуктов – новый взгляд / В. П. Архипов, А. С. Камруков, Н. П. Козлов и др. // Пищевая промышленность. – 2004. – № 10. – С. 56.
3. **Барышев М. Г.** Влияние электромагнитного поля на диффузию сахарозы из свекловичной стружки / М. Г. Барышев, Р. С. Решетова, М. А. Гаманченко, Д. В. Рыжков // Пищевая технология. Известия вузов. – 2000. – № 5–6. – С. 87–88.
4. **Бегларин А. Р.** Влияние магнитного поля на антагонистические свойства молочнокислых и бифидобактерий / А. Р. Бегларин, Р. А. Баклачан, Н. Р. Бегларин // Пищевая промышленность. – 2004. – № 6. – С. 66.
5. **Буняк О.** Електромагнітна обробка в процесі дифузійного екстрагування цукру // Харчова і переробна промисловість. – 2001. – № 5. – С. 18–19.
6. **Востриков С. В.** Влияние физико-химических методов обработки водно-спиртовых смесей и дубовой древесины на эффективность получения компонентов виски / С. В. Востриков, И. В. Новикова // Пищевая технология. Известия вузов. – 2002. – № 4. – С. 26–28.
7. **Джарулаев Д. С.** Линия производства яблочного сока / Д. С. Джарулаев, М. С. Аминов, Г. И. Касьянов // Пищевая технология. Известия вузов. – 2001. – № 5–6. – С. 88–89.
8. **Кисла Л.** Підвищення дріжджової активності / Л. Кисла, Т. Мудрак // Харчова і переробна промисловість. – 1997. – № 7. – С. 22.
9. **Направлена дія магнітів** / Л. Кисла, П. Кислий, В. Попова, С. Попова // Харчова і переробна промисловість. – 2003. – № 1. – С. 26.
10. **Кисла Л.** Фізичні способи активування дріжджів / Л. Кисла, Т. Мудрак, В. Кошова // Харчова і переробна промисловість. – 2003. – № 5. – С. 14.
11. **Мартынюк В. С.** К вопросу о синхронизирующем действии магнитных полей инфранизких частот на биологические системы // Биофизика. – 1992. – № 7, вып. 4. – С. 669.
12. **Ничик О.** Вплив УЗ-коливань та УФ-опромінення на мікробіологічну забрудненість цукровмісних розчинів / О. Ничик, Н. Штагеева, В. Носенко // Харчова і переробна промисловість. – 2002. – № 4–5. – С. 24.
13. **Попова В.** Воду можна «оздоровити», скориставшись ефективними розробками фахівців КНВП «Нуклон-1» / В. Попова, Н. Боровикова, А. Фефелов, С. Попова, Л. Кисла // Харчова і переробна промисловість. – 2004. – № 7. – С. 28.
14. **Рогов И. А.** Электрофизические методы обработки пищевых продуктов. – М.: Агропромиздат, 1988. – 272 с.
15. **Рыжков Д. В.** Влияние электромагнитной обработки на эффективность диффузионного процесса / Д. В. Рыжков, Р. С. Решетова, М. Г. Барышев // Пищевая технология. Известия вузов. – 2002. – № 2–3. – С. 80–81.
16. **Соколенко А.** Теплова обробка продуктів / А. Соколенко, К. Васильківський // Харчова і переробна промисловість. – 1997. – № 5. – С. 26.

17. **Фефелов А.** Магнітна обробка дає змогу виробляти високоякісні сорти горілок / А. Фефелов, О. Завгородній, В. Попова // Харчова і переробна промисловість. – 1999. – № 8. – С. 25.
18. **Фесенко А.** Біотехнологія пива / А. Фесенко, О. Олексійчук, В. Домарецький, А. Мелетьєв // Харчова і переробна промисловість. – 2002. – № 7. – С. 18.
19. **Фесенко О.** Електромагнітна обробка рідини забезпечує підвищення якісних показників пива / О. Фефелов, О. Завгородній, В. Попова // Харчова і переробна промисловість. – 2000. – № 2–3. – С. 16–17.
20. **Фізико-хімічні методи обробки сировини та продуктів харчування** / А. І. Соколенко, В. Б. Костін, К. В. Васильківський та ін.; За ред. А. І. Соколенка. – К.: АртЕК, 2000. – 306 с.
21. **Христюк В. Т.** Влияние электромагнитного поля крайне низкочастотного диапазона на выход и состав сока из клюквы / В. Т. Христюк, Л. Н. Узун, М. Г. Барышев // Пищевая технология. Известия вузов. – 2002. – № 4. – С. 73–74.
22. **Христюк В. Т.** Брожение виноградного сусла и мезги после их обработки электромагнитным полем крайне низкочастотного диапазона / В. Т. Христюк, Л. Н. Узун, М. Г. Барышев // Пищевая технология. Известия вузов. – 2002. – № 5–6. – С. 43–44.

Надійшла до редколегії 30.06.05

УДК 539.192

И. И. Захаров, О. И. Захарова

Институт катализа СО РАН, г. Новосибирск 630090, Россия

Северодонецкий технологический институт Восточноукраинского национального университета им. Владимира Даля, г. Северодонецк 93400, Украина

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ВАЛЕНТНОСТИ АЗОТА В ЕГО СОЕДИНЕНИЯХ

Згідно з «правилом октету» Льюїса валентність азоту в його сполуках не може бути більше чотирьох. У даній роботі проведено порівняльний розрахунок електронної структури п'ятивалентного атома фосфору в молекулі H_3PO_4 і атома азоту в молекулах $O=NF_3$ і HNO_3 методом функціонала щільності (DFT/B3LYP) з базисом атомних орбіталей 6-31G(d,p). Показано, що п'ятивалентний стан атома азоту в молекулах $O=NF_3$ і HNO_3 може реалізуватися через розпаровання електронів в 2s-стані та збудження на 3s- і 3p- стани.

A valency of nitrogen in its compounds cannot be more than four according to the Lewis «octet rule». In the given work comparative calculations of electronic structure of five-valent atom of phosphorus in H_3PO_4 and nitrogen in $O=NF_3$ and HNO_3 by density functional theory (DFT/B3LYP) with the 6-31G (d, p) basis set are carried out. It is shown, that the five-valent state of nitrogen in $O=NF_3$ and HNO_3 is realized through the splitting of an electronic pair in the 2s-state and promotion to the 3s- and 3p- states.

1. Валентность атомов в молекуле

Под валентностью атома понимают количественную меру его способности к образованию химических связей в молекуле. Валентность атома не является инвариантом, а может меняться в определенных пределах при изменении его окружения в молекулярной системе. Знание валентности атомов в молекуле полезно для предсказания активных центров в молекуле, т. е. валентность атомов может характеризовать и реакционную способность молекулы.