

**МЕЛЬНИЧУК Д.О.**, академік НАН України та УААН, **БАЛЬ-ПРИЛИПКО Л.В.**, канд. техн. наук, доцент, декан факультету харчових технологій та управління якістю продукції АПК, **ПАТИКА М.В.**, д-р с/г. наук, зав. кафедри біології ґрунтів і мікроорганізмів, **ЛОПАТЬКО К.Г.**, канд. техн. наук, доцент, зав. кафедри технології конструкційних матеріалів і матеріалознавства

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

## **ПЕРЕДУМОВИ ЗАПРОВАДЖЕННЯ НАНОТЕХНОЛОГІЙ В УПРАВЛІННІ ЯКІСТЮ ПРОДУКЦІЇ АПК**

На думку багатьох експертів, ХХІ ст. буде століттям нанонауки і нанотехнологій. Вплив нанотехнологій на життя людей обіцяє бути різноплановим – змінити економіку та торкнутися усіх сторін побуту, роботи, соціальних відносин. Підвищена зацікавленість науковців у різних галузях до нанотехнологій пояснюється тим, що нанорозмірний стан речовини характеризується суттєвою зміною та появою властивостей, які не притаманні у компактному стані.

Нанотехнології можуть надати харчовикам унікальні можливості з контролю якості та безпеки продуктів у процесі виробництва. Мова йде про діагностику із застосуванням різних наносенсорів, здатних швидко і надійно виявляти в продуктах наявність забруднень або шкідливих речовин. Ще одна галузь нанотехнології – це розробка методів транспортування і зберігання продуктів, адже упаковка не менш важливий чинник сучасної харчової продукції, ніж її вміст. За попередніми оцінками масове виробництво таких нанотехнологічних упаковок почнеться до 2012 року. Серед більш далеких перспектив застосування нанотехнологій заявляються проекти виготовлення уніфікованих інтерактивних напоїв та їжі: купуючи таку продукцію споживач за допомогою нескладних маніпуляцій зможе змінювати колір, запах і навіть смак продукту. В сучасному світі більшість з нас вже не може уявити собі життя без благ цивілізації, досягнень науки, техніки, медицини. При чому ці досягнення безпосередньо стосуються і харчової промисловості. Тепер слід розібратися, які передумови виходу науки на принципово новий рівень в харчовій промисловості (рис.1).

Нанотехнології здатні зробити революцію і в



**Рис. 1.** Напрями використання нанотехнологій у харчовій промисловості

сільському господарстві. Прогнозується, що молекулярні роботи зможуть виробляти їжу, замінюючи сільськогосподарських тварин і рослини. Наприклад, теоретично можливо виробляти молоко

прямо з трави, оминувши проміжну ланку – корову. Подібне «сільське господарство» не залежатиме від погодних умов і не потребуватиме важкої фізичної праці. А продуктивності його вистачить, аби вирішити продовольчу проблему раз і назавжди. Проте поки що перехід від дослідів у лабораторії до масового виробництва має значні проблеми, а надійну обробку матеріалів в наномасштабі все ще дуже важко реалізувати з економічної точки зору. Існує низка завдань, вирішити які допоможуть саме нанотехнології (рис 2).

Ці можливі досягнення, звичайно, апогей всіх теперішніх перспектив людства. Зараз починається нешвидке, але впевнене проникнення нанонауки у сферу сільського господарства. Напрямки використання нанотехнологій в сільському господарстві пов'язані з відтворенням сільськогосподарських видів, переробкою кінцевої продукції та покращенням її якості. Нанотехнології вже використовують для знезаражування повітря та різних матеріалів, в тому числі кормів і кінцевої продукції тваринництва; обробки насіння і врожаю з метою його збереження. Їх застосовують при стимуляції росту рослин, лікуванні тварин, для поліпшення якості кормів. Є досвід впровадження цих технологій для зменшення енергоємності виробництва, оптимізації методів обробки сировини і збільшення виходу кінцевої продукції; при розробці нових пакувальних матеріалів, що дозволяють довше зберігати кінцеву продукцію.

Біологічні наночіпи допоможуть проводити діагностику соматичних та інфекційних захворювань, у тому числі видову ідентифікацію збудників особливо небезпечних інфекцій і токсинів. Ці матеріали містять наночастинки срібла, які володіють антибактеріальними властивостями. Такі матеріали використовують у сільському господарстві. Наприклад в доїльних апаратах, вони вирішують проблему забруднення фільтрів будь-яких кондиціонерів. У зв'язку із все більшим забрудненням навколишнього середовища, розповсюдженням антибіотикостійких штамів мікроорганізмів і грибів у даний час надається важливе значення екологічній безпеці лікувально-профілактичних заходів у тваринництві. У числі таких, актуальним є використання наноаквахелатів ряду металів, що промислово випускаються в Україні. Деякі розробки нанотехнологій для сільського господарства знаходяться лише на стадії планування, а деякі вже проходять апробацію в певних сферах галузі.

З точки зору практичного використання нано частинок біогенних металів, необхідно виділити їх

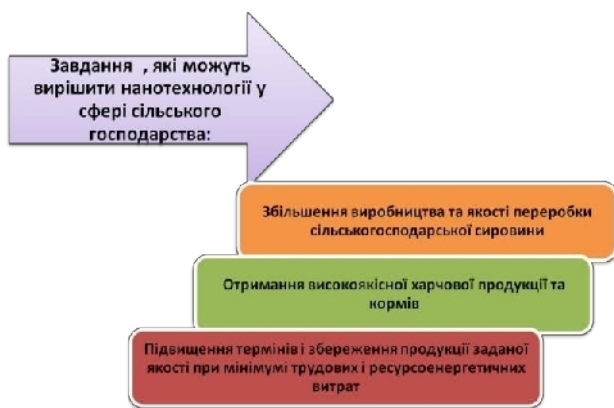


Рис. 2. Завдання нанотехнології

захисні та есенціальні властивості. Добре відомо, що для нормального розвитку і функціонування будь-якого біологічного організму вкрай необхідні мікроелементи, порушення балансу яких призводить до хвороб або загибелі рослини чи тварини. Крім того, кожен елемент, маючи свої специфічні функції, входить до складу різноманітних білків та ферментів.

Аналіз проблеми забезпеченості сільськогосподарських культур мікроелементами пов'язаний в першу чергу з питаннями біодоступності цих елементів та їх присутності в ґрунті та ґрунтовому розчині. Саме вони визначають швидкість хімічних реакцій і напрям процесів синтезу органічних речовин (білки, жири, вуглеводи) в рослинах, допомагаючи реалізувати свій біологічний потенціал. Тому для отримання максимального ефекту застосування наноматеріалів вони повинні мати зручну препаративну форму та бути біологічно доступними.

Власний трирічний досвід вказує, що обробка насіння озимих та ярових зернових культур та вегетуючих рослин забезпечує їх потребу на протязі онтогенезу, стимулює ріст та розвиток рослин, прискорює дозрівання, підвищує стійкість до хвороб, забезпечує морозо- та засухостійкість зеленої маси. Крім забезпечення екологічної чистоти кінцевої продукції, дані препарати підвищують врожайність зернових культур та їх біологічні показники якості.

Альтернативою сучасним антибіотикам вже стають наноматеріали, що володіють бактерицидними властивостями, а саме благородні метали. Сьогодні у клінічній практиці срібло розглядається як ефективний природний антибіотик та активно використовується при лікуванні запальних процесів у гнійній хірургії, маститах тощо. Більш ніж півстоліття тому в інституті колоїдної хімії та хімії води НАН України покладені наукові основи дезінфекції води за допомогою срібла, яке активно використовується у якості консерванту в багатьох технологічних процесах.

Широкий спектр дії, зручність препаративної форми та біологічна доступність препаратів на основі наночастинок дозволяє максимально ефективно використовувати їх у рослинництві, тваринництві та ветеринарній медицині.

Контрольоване застосування наноматеріалів в якості засобів захисту, стимуляторів росту, бактерицидних та споридних речовин дозволить не тільки зменшити хімічне навантаження на основні види про-

дукції АПК, забезпечуючи якість та екологічну чистоту кінцевої продукції, але й більш раціональне та ефективне використання наявних ресурсів.

М'ясна промисловість передбачає випуск багатьох видів продукції, при чому світові тенденції та наукові розробки ніяким чином не можуть оминати цю важливу для людства галузь. Початок інновацій в галузі можна ототожнити з розробкою функціональних м'ясних продуктів, які повинні сприяти підтримці та корекції здоров'я споживачів при щоденному їх вживанні, володіти заданими лікувально-профілактичними властивостями, забезпечувати підтримку імунітету та сприяти профілактиці захворювань в умовах сучасності. Слід зазначити, що такі продукти швидко псуються і потребують нових прийомів, підходів та розробок в сфері подовження строків зберігання. Забезпечити безпеку, довгостроковий захист і зберегти їх корисні якості повинні спеціальні таропакувальні матеріали і захисні покриття, які необхідно розробити в єдиному ланцюжку зі створенням нових функціональних продуктів. Наноупаковка – ключовий аспект запровадження нанотехнологій у м'ясній промисловості, також визначальний елемент управління якістю, та існують ще деякі напрями розвитку нанотехнологій (рис. 3). Одним з основних напрямів використання досягнень нанотехніки є створення технологій упаковки для готової м'ясної продукції з принципово новим комплексом властивостей так званої «активної» або «розумної» упаковки. Нанотехнології дозволяють створити пакувальні матеріали новою зміною складу і структури матеріалів за рахунок переходу від макрорівня до атомарного рівня об'єктів. Для цього необхідно перейти до отримання нових матеріалів з підвищеними функціональними характеристиками. Таким чином, перспективи розвитку пакувальних технологій для м'ясної промисловості визначаються саме можливостями нанотехніки і нанотехнологій. У процесі розробки нових упаковок створюються сенсорні системи, суміщені з упаковкою, що виявляють виникнення джерела псування, та дозволить перейти до раннього виявлення джерела і профілактики.

Розроблені на молекулярному рівні упаковки швидко руйнують біодеградуєчі матеріали. Це дозволить поліпшити екологічну безпеку, зменшити шкідливий вплив на навколишнє середовище і знизити витрати на утилізацію такої упаковки. Буде забезпечена адресна та контрольована доставка в м'ясний продукт, включених в упаковку корисних для здоров'я функціональних добавок. Це можуть бути антибактеріальні, ароматичні та вітамінні комплекси, а також біофункціональні комплекси процесорів для контрольованого селективного поглинання зайвої вологи.

Цей напрямок представляє безперечну цікавість, оскільки введення добавки не в їжу, а в матрицю полімерної оболонки дозволяє пролонгувати дію добавки, регулюючи швидкість її масопереносу в м'ясопродукт. При цьому забезпечується необхідний градієнт концентрації добавки на поверхні захисної



Рис. 3. Можливі напрями розвитку нанотехнологій при виробництві м'ясопродуктів

оболонки, що безпосередньо контактує з виробом. Важливою перевагою «активних» упаковок є те, що завдяки іммобілізації добавок міграція їх в продукт зведена до мінімуму (або оптимально регулюється), оскільки за останніми даними багато харчових добавок містять у собі певну небезпеку для здоров'я.

них та антимікробних матеріалів, а також впровадження датчиків моніторингу продукції під час її зберігання, транспортування та реалізації. Сьогодні в секторі «активних» упаковок домінують упаковки, які адсорбують кисень шаром з вологопоглинача, і бар'єрні упаковки. Перспективними розробками є упаковки з індикаторами свіжості і датчиками «температура-час». Наприклад, термін зберігання ковбасної продукції у «активній» оболонці збільшується в 2-3 рази. Існують певні види «активних» упаковок (рис 4.) Наприклад, російські вчені провели ряд досліджень з використанням йонів срібла. Вони розробили упаковку для м'ясної продукції, яка повинна містити низку БАД у своєму складі. Прийомами модифікації ряд полімерних матриць наночастинками срібла були отримані нові матеріали в товарній формі білкових оболонок, ряду таропакувальних матеріалів, виявлені закономірності формування «активної» упаковки на прикладі ковбасних оболонок з природних полімерів (колаген, віскоза). Для оцінки ефективності дії вибраного режиму по всій довжині

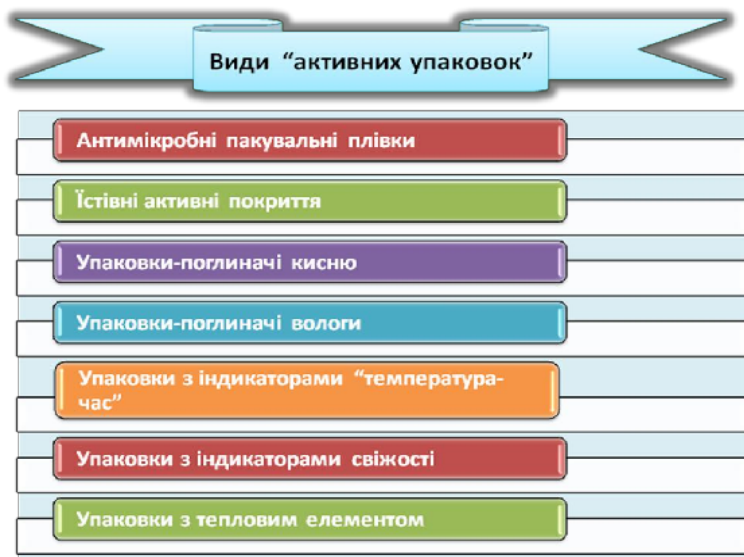


Рис. 4. Види «активних упаковок»

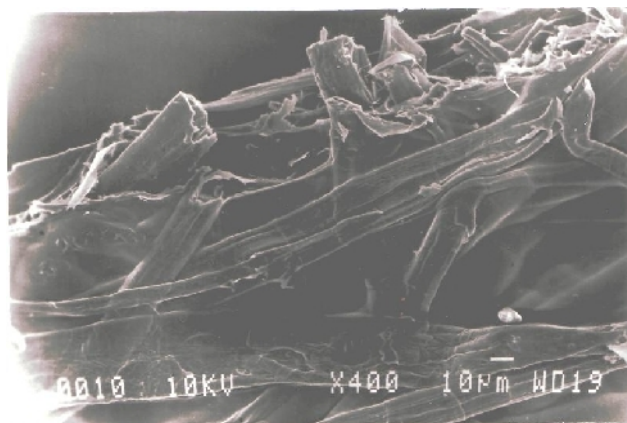
Отже «активна» упаковка — це інноваційна розробка, яка має розширений спектр дії, і якій властиві нові якості: містить спеціальні добавки (поглиначі газів і вологи, ароматизатори, антимікробні та ферментні препарати), що сприяють поліпшенню товарного вигляду та збереженню органолептичних, фізико-хімічних та поживних властивостей м'ясного продукту. Застосування нанотехнологій в упаковці включає використання вдосконалених механічних, бар'єр-

зразка використовували структурно чутливі методи; визначалася межа міцності і деформованості зразків при розриві (у вихідному стані та після замочування протягом 10 хвилин у воді), десорбції срібла з модифікованих плівок у воду, набухання плівок у воді.

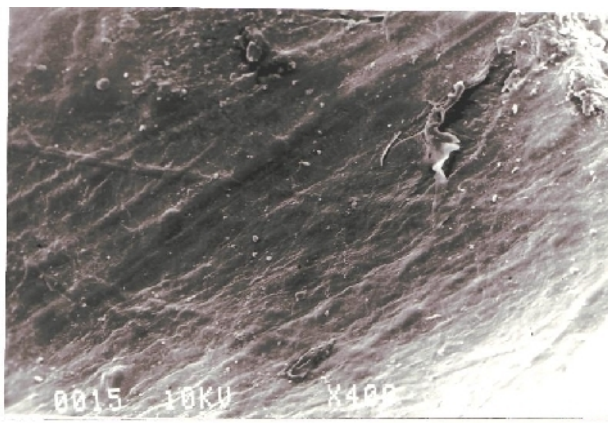
Показано, що обробка плівок в розчині срібла приводить до зміни структури, вираженої в упорядкуванні й ущільненні мікрОВОЛОКОН, що формують

губчасту структуру мікрорельєфу поверхні і внутрішнього шару матриці полімеру (рис.5).

На підставі отриманих даних зроблено висновок,



а)



б)

Рис. 5. Мікроструктура відколу плівки віскозній (за даними скануючої електронної мікроскопії): а - контроль, б - модифікований зразок

що шляхом модифікації різних тарпакувальних матеріалів наночастинками срібла, а саме білкової ковбасної оболонки і ряду інших упаковок:

- посилюється антимікробна активність,
- досягається збереження якості і безпеки,
- значно подовжується термін зберігання.

Також для надтонких покриттів характерні принципово нові властивості:

Американські вчені розробили нову пакувальну

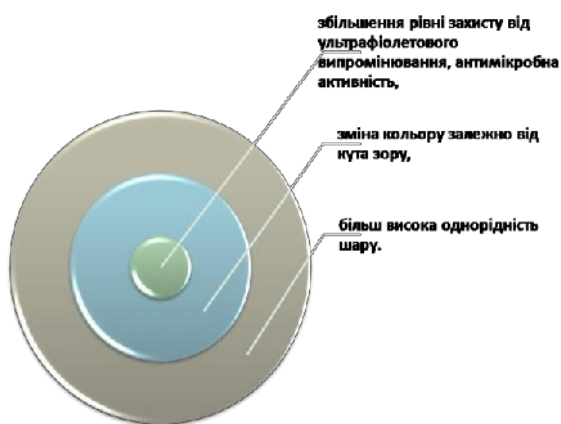


Рис. 6. Надтонке покриття

плівку на основі різних фруктів і овочів, призначену для захисту м'ясних продуктів.

Істівна оболонка складається з фруктових або овочевих пюре з додаванням жирних кислот, спиртів, воску, рослинного масла. Така упаковка не тільки

збільшує термін зберігання продуктів і виглядає привабливо, але покращує смак. Плівка має вигляд непрозорого аркуша паперу: помаранчева (з моркви,

томатів), червона (з червоного болгарського перцю, полуниці), зелена (з броколі). На відміну від інших їстівних тонких плівок, вона дуже гнучка, хоча не містить таких пластифікаторів, як гліцерин. Автори розробки пропонують заздалегідь виготовляти смачні упаковки у вигляді конвертів та загорнути в них продукти. Наприклад, якщо м'ясо упаковувати в плівку з персикового пюре, то в процесі теплової обробки плівка розплавиться і перетвориться в ароматну глазур.

Отже, нанотехнології все глибше з кожним днем проникають в наше життя. Ми не можемо напевне стверджувати про їх абсолютну безпечність, так як досліди по цьому питанню ще ведуться. Але впевнено можемо сказати, що нашій галузі необхідні інноваційні розробки та свіжі ідеї для створення стабільності та процвітання, і такими інноваціями по праву можуть стати нанотехнології.

Останні три роки НУБіП України спільно з інститутами НАН та НААН України приймає активну участь у розробці нанотехнологій для застосування в галузях АПК. Зроблено тільки перші кроки, але вже сьогодні можна оцінити масштабність технологічного розвитку, який може забезпечити застосування сучасних технологій. Пріоритетною метою наших розробок є управління якістю продукції АПК за рахунок суттєвого зменшення використання біологічно — небезпечних та токсичних препаратів у технологічних циклах вирощування й переробки продукції рослинництва та тваринництва.

Поступила 10.2010

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Андриевский Р.А. Наноматериалы: концепция и современные проблемы//Российский химический журнал.2002.Т46 С.50-56.
- 2.Бучаченко А.Л. Нанохимия- прямой путь к высоким технологиям нового века//Успехи химии. 72 (5).2003. С. 419-424.
- 3.Бухтияров В.И., Слинъко М.Г. Металлические наночастицы в катализе // Успехи химии. 2001. Т. 70. С. 167-171.
- 4.Основы управления инновациями в пищевых отраслях АПК (наука, технология, экономика) / Под ред. В. И. Тужилкина — М.: МГУПП, 1998. — 842 с.
- 5.Шевченко И.М. Синтез и использования наночастиц серебра в пищевой промышленности.Сборник научных трудов СевКавГТУ.Серия» Продовольствие».- 2010. № 6.