

**С.В. ВОЛОШЕНКО**, студентка, НТУ «ХП»,  
**А.С. ЗАКОЛОДНА**, студентка, НТУ «ХП»,  
**Є.В. НИЧИПОРЧУК**, студентка, НТУ «ХП»,  
**І.С. ШЕПЕЛЕНКО**, студентка, НТУ «ХП»,  
**О.М. РУДЬКО**, студентка, НТУ «ХП»

### **Елементи олійно-жирового виробництва майбутнього**

В статье приведена разработка вариантов технологических схем переработки семян подсолнечника с элементами инновационных технологических решений. Показаны основные возможности безотходных технологий – снижение количества стадий и материалоемкости; технология является ресурсосберегающей, экологически чистой и безопасной для человека

У статті приведена розробка варіантів технологічних схем по переробці насіння соняшника з елементами інноваційних технологічних рішень. Показані основні підходи щодо безвідходності технологій – зменшення кількості стадій та матеріалоемності; технологія є ресурсозберігаючою, екологічно чистою і безпечною для людини

The variant design of flowsheets for processing sunflower seeds with elements of new technological solutions is presented in the paper. The main possibilities of wasteless technology – number steps and material consumption diminution were shown in the paper: the technology is resource-saving, environmentally appropriate technology and safe practice

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Народження нових технологій завжди носило революційний характер, але з іншого боку, технологічні революції не знищували класичні традиції. Кожна попередня технологія створювала певну матеріальну й культурну базу, необхідну для появи наступної. Кожна зміна поколінь засобів інформативної техніки й технології потребує перенавчання й радикальної перебудови інженерного мислення спеціалістів, зміни надзвичайно дорогого технологічного обладнання і створення все більш масової обчислювальної техніки. Ця стаття складена за результатами творчої роботи групи студентів О-42а, які виконували проект в ігровій формі під керівництвом доцента кафедри технології жирів Попсуйшапки Алли Валентинівни і ця стаття є наше бачення новітніх технологій в олієвидобуванні. Будь-які технології, в тому числі і харчові, базуються на фундаментальних дослі-

дженнях. В олієвидобувній галузі фундаментальними дослідженнями з використанням електронної мікроскопії розширені знання о клітинній будові олійного насіння, отримані нові дані про клітинну будову, капілярно-шпаристу структуру, її зміни в процесі обробки, встановлені закономірності, що відбуваються в насінні у процесі дозрівання, зберігання та ін. Були поставлені певні задачі перед селекціонерами по технологічним властивостям насіння. І на сьогоднішній момент постало питання о необхідності перегляду існуючих теорій олієвидобування, та на її основі розробити ряд технологій, які дозволять отримувати більш високоякісну олію та харчовий рослинний білок.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Олію та рослинний білок, у силу їх хімічної будови, можна розглядати як одні із головних джерел функціональних інгредієнтів, таких як ПНЖК, фосфоліпіди, фітостерини, амінокислоти, токофероли та ін, які грають важливу фізіологічну роль в обмінних процесах в організмі. Концепція здорового харчування висуває певні вимоги до якості харчових продуктів, їх функціональним властивостям, в певній мірі залежить від рівня вибраної технології переробки. Тому технологічний процес вилучення олії та наступної її переробки повинні бути побудовані таким чином , щоб по можливості зберегти природні властивості продукту[1].

Таким чином, у відповідності до завдання нашою групою виконано комплексний курсовий проект, метою якого було розробка варіантів технологічних схем по переробці насіння соняшника з елементами нових прогресивних технологічних рішень. Вибір цих технологічних рішень обґрунтовано та є результатом глибокого опрацювання літератури по питанню, що вивчається.

В проекті технологічний процес виробництва рослинної олії представлено двома варіантами схем, одна з яких згідно за традиційною технологією пресування-екстракція, але з елементами новизни щодо підготовчих процесів. Другий варіант – є технологія отримання олії без стадії пресування та екстракції, а з використанням гідролітичних ферментів. Обидві схеми передбачують отримання білкових продуктів. А схема вилучення олії за допомогою ферментів – харчового рослинного білка. В цих двох схемах є одне, дуже важливе технологічне рішення, що їх

об'єднує – це технологія отримання безлушпинного ядра, на якій базуються всі новітні технології по отриманню харчового білка соняшника.

В олієвидобувній галузі на сьогоднішній день існує проблема отримання низьколушпинного ядра, оскільки сучасні методи не дозволяють повністю обрушити насіння, завдяки тому, що при селекції насіння соняшника на високий вміст олії змінені їх технологічні характеристики. В ігровому проєкті було поставлено за мету виконати деякі наукові дослідження, які стосуються питань щодо процесів руйнування оболонки насіння високоолійного соняшника для одержання низьколушпинного ядра.

В спеціальній літературі [7] існує достатньо інформації про способи руйнування оболонки насіння соняшника, та її відокремлення від ядра, але на практиці задовільних результатів по якості обрушування гібридного насіння не отримано. На початку 70-х років минулого століття з'явилася публікація про застосування методу обрушення за допомогою високовольтного розряду в рідині – електро-гідравлічний ефект (ЕГЕ) [3]. Суть методу полягає в наступному: при протіканні електричного розряду високої напруги в рідині виникають імпульси високого гідравлічного тиску, здатні проводити роботу руйнування і пластичної деформації. Фізична суть методу полягає у виникненні ударної хвилі (що досягає високого тиску в 1000 атмосфер і рухомої з постійною швидкістю). ЕГЕ супроводжується комплексними явищами такими як: могутні ударні хвилі, переміщення потоку в рідині з великими швидкостями та ін. Цей спосіб використовували при обрушуванні високоолійного соняшника «мокрим» методом.

Завдяки тому, що технологія видалення олії за допомогою ферментів здійснюється у водному середовищі, то доцільно було б визначити чи буде досягнута необхідна ступінь руйнування клітин ядра у воді. Тому нами було прийнято рішення щодо застосування ЕГЕ в цих технологічних операціях.

**Наш експеримент проводили таким чином:** наважку масою 300 г поміщали в електро-гідравлічну камеру до рівня вище за електроди. Обробку проводили у водному середовищі (з температурою води 16 –18 °С) при наступних режимах: напруга варіювалася в інтервалі 31 – 29 кВ, число розрядів складало від 21 до 96. Оскільки, у нас була можливість про-

вести дослідження в одному зразку і при перерахованих режимах, то коефіцієнт обрушення, за нашими розрахунками склав – 0,29 %, що є незадовільним з точки зору апаратурного оформлення процесу обрушування. Результати експерименту не задовольняють нас, оскільки більше 50 % складає січка і олійний пил. Лушпиння хоч і дробилося по волокну уздовж довгої осі, але на безліч дрібних частин, що зумовило високий ступінь поглинання лушпинням вологи.

Поки що немає можливості судити про доцільність застосування цього методу через невелику кількість експериментальних даних. Застосування методу ЕГЕ стримується також тим, що за нашими дослідженнями ядро дуже швидко поглинає вологу і вологість може збільшитися від 8,0% до 35 % за 5 хвилин. Все це негативно позначається на якості ядра.

В літературі також відомі спроби отримання безлушпинного ядра при виробництві ядра кондитерського так, наприклад, це технологія Іх-но, яка дозволяє отримати ядро з вмістом лузги від 0,5% до 3,0 [5]. Технологія базується на трьох принципах:

- 1) калібрування насіння за розмірами на 4-6 фракції, необхідне для зведення різноякості насіння до мінімуму;
- 2) сушка фракцій каліброваного насіння - для отримання насіння однакової вологості, оскільки сила удару насіння о деку в полі від центрових сил залежить від коефіцієнта тертя, а він від вологості;
- 3) подвійне обрушування на насіннярушці ІХНО. Для кожної фракції підбирають свої параметри обрушування: швидкість обертання ротора, величина зазору каналу, та ін.

За такою технологією можна одержувати вихід ядра цілого з кожної фракції в середньому 65-70% до маси рушанки без лушпиння і пилу. Тому цю технологію було запропоновано як базову, тому що вона має переваги і дає кращі показники у порівнянні з іншими. Наступною стадією з запропонованих нами технологій одержання олії за першим варіантом схем є технологія пресування. Представлена схема відрізняється від загальноприйнятих уведенням нових елементів технології. Основною метою рішення даної технології є одержання олії з високими технологічними цінностями, із збереженням її біологічно-активних компонентів. Створюються такі режими, при яких одержання олії можливо без зміни

ядра, його жаріння і пресування на шнекових пресах. Друга гілка нашої технології включає отримання безлушпинного ядра, подрібнення ядра насіння соняшника та вилучення олії за допомогою ферментів, що є перспективним напрямком.

В класичній технології для зрушення структур рослинної клітини використовують механічну та вологотеплову обробку, після чого шляхом пресування видаляють сиру харчову олію. Залишкову кількість олії вилучають з макухи екстракцією за допомогою вуглеводневих розчинників, що робить виробництво пожежовибухонебезпечним. Технологія очистки олії від розчинника багатостадійна. Ферментативна обробка рослинної сировини дозволяє вилучати олію у м'яких умовах, зберігаючи фізіологічну та поживну цінність олії. Відпадає необхідність використання вуглеводневих розчинників, істотно збільшується екологічна безпека виробництва. В основі ферментативних способів вилучення рослинної олії – є гідролітичне розщеплення не ліпідних компонентів сировини у водневих середовищах з наступним виділенням олії з емульсії.

Під час підготовки сировини для гідролізу необхідно по можливості повно вивільнити насіння від покровних тканин, в яких міститься велика кількість важкогідролізуємих полімерів – целюлози та геміцелюлози. Якщо для вилучення соняшникової олії по класичній технології використовується сировина з лушпинністю біля 10 % ,то для ферментної обробки підходить лише партія з лушпинністю нижче 1 %. Фактор, що лімітує процес ферментації рослинної сировини є швидкість дифузії продуктів гідролізу. Тому ефективно використання ферментів можливо лише при високому ступені подрібнення сировини [3].

Оскільки метод ЕГЕ дає можливість створювати у середовищі, що випробовується, імпульси високого гідравлічного тиску, які здатні здійснювати роботу руйнування та пластичної деформації та вивчивши літературні дані, ми вирішили провести наукові дослідження та запропонувати в якості стадії подрібнення використати метод ЕГЕ з метою подальшого вилучення олії з рослинної клітини за допомогою ферментів (ендопротеаз, пектиназ) [2].

Для проведення дослідів було взято зразки ядра соняшника, які за якісними показниками відповідають ДСТУ «Ядро соняшника», в яких були визначені показники вологості та олійності. Зразок масою 450 г по-

міщали в комірку. Туди ж додавали воду при температурі 16-18 °С у кількості 980 мл таким чином, щоб були повністю вкриті електроди.. Були використані різні режими обробки. Змінювали напругу та кількість розрядів в одиницю часу (зі зменшенням напруги з 31 до 27 В збільшилося кількість розрядів з 9 до 51). При таких режимах обробки ядро подрібнювалося від грубого помолу до більш тонкого і кількість ядра тонкого помолу складало більш 50 % від маси ядра. Важливо в цьому експерименті визначити кількість олії, яка видаляється в розчин під час дезінтеграції клітини та руйнування її структур, а також ступінь переходу кількості білкового азоту в розчин за термін обробки. За відповідними методиками [8] проводили осадження фракцій рослинного білка з застосуванням буферних розчинів, що сприяло зниженню жирутримуючій здібності білка. Для вирішення задачі виділення олії з емульсії, що утворилася, у водній фазі використовувалися певні прийоми для зниження ступеню дисперсності емульсії та прийоми, що сприяють збільшенню розчинності білків. Експерименти проводили таким чином: після подрібнення ядра соняшника в водному середовищі за допомогою метода ЕГЕ, матеріал отримували у вигляді суміші часток з різним ступенем подрібнення ядра, яку потім розділяли на тверду та рідку фази в полі відцентрових сил. З об'єму водної фази екстрагували гексаном вільні ліпіди, а потім у водну фазу додавали певну кількість 0,1м HCl для осадження білкових речовин при значенні рН=4. Після фільтрації, промивки та висушуванні осаду, що утворився, визначали вміст вологи, а потім і вміст азоту [9]. Тверду фазу підсушували, визначали вміст вологи в середній пробі та вміст азоту (табл. 1).

Таблиця 1.

Баланс сухих речовин

Ядро насіння соняшника	Осад у водній фракції	Тверда фракція	Втрати
Вміст загального азоту у % на абсолютно суху речовину			
7,6*	0,37	7,15	0,08
Вміст олії у % на абсолютно суху речовину			
60,35	22,4	37,9	0,05

\*примітка: кількість азоту водорозчинного в ядрі соняшника за літературними даними складає 0,65%.

Експериментальні дані дали можливість зробити деякі висновки:

1. Метод електрогідравлічного ефекту може бути застосовано для дезінтеграції рослинної клітини у водному середовищі.

2. При обробці ядра соняшника методом ЕГЕ при відповідних режимах можливо отримувати ядро тонкоподрібнене у вигляді м'ятки. Але за рахунок високої водопоглинаючої здібності м'ятки та набухання білків, об'єм твердої фази збільшується в 1,5-2 рази, що змінювало умови проведення експерименту. Тому треба додавати в електро-гідравлічну камеру кількість води до наважки ядра у співвідношенні не менш 4:1.

3. За термін обробки ядра соняшника методом ЕГЕ при  $t=18\text{ }^{\circ}\text{C}$  у водний розчин переходить приблизно 65% водорозчинного білка та до 40% рослинної олії, від її загальної кількості, (без застосування ферментних препаратів).

Технологічний процес вилучення рослинної олії здійснюється за такою схемою. Подрібнене після ЕГЕ безлушпинне ядро направляється безпосередньо на ферментацію у трьохсекційний реактор колонного типу з мішалками. Сюди ж подається вода при гідромодулі 1:1 та комплексний фермент, що містить протеазу та целюлазу у кількості відповідно 0,1 – 0,5 од. на 1 г сировини. Процес відбувається на протязі 1 години при температурі 40 – 45  $^{\circ}\text{C}$ . В даній схемі по закінченні гідролізу в реакційну середу додають гарячий розчин повареної солі (температура 85 – 85  $^{\circ}\text{C}$ ). І направляють систему на центрифугування, де виділяється фракція твердого осаду, що подається на повторну екстракцію розчином солі та фракція олійно-водно-білкова, яка направляється на сепарацію.

Отримана олійна фракція піддається вакуум-сушці та може виступати в ролі готового продукту, так як є джерелом вітамінів, фітостеринів, токоферолів та ін., тобто є функціональним жировим продуктом. Водно-білкова фракція підлягає подальшій переробці, для отримання харчового білка соняшника, чистого, незабрудненого шкідливими для людини домішками. Отриманий білок може вирішити проблему недостачі його в раціоні харчування населення України. Тому що білок добре збалансований по амінокислотному складу.

Білки, вилучені з олійного насіння, відділені від речовин небілкового характеру, вони є цінними харчовими продуктами. Їх використання в м'ясній, молочній, хлібопекарській, консервній промисловості має вели-

ке значення [3]. При складанні технологічних схем виконувались відповідні розрахунки матеріальних і теплових балансів, розрахунки обладнання. Було виконано компоновку обладнання для технології вилучення олії за допомогою ферментів. Вона представлена двома цехами: цех по отриманню безлушпинного ядра та цех безпосередньо вилучення олії ферментацією. Компонування обладнання виконано враховуючи усі основні принципи: безпеки проведення процесу, зручності монтажу, де демонтажу та експлуатації.

### **Виводи.**

Таким чином, можна сказати, що ця технологія по праву може називатися технологією майбутнього, бо тут реалізовані всі основні підходи щодо безвідходності технологій: зменшення кількості стадій; зменшення матеріалоємності; технологія є ресурсозберігаюча, екологічно чиста і безпечна для людини.

За результатами підсумків ігрового проектування на кафедрі технології жирів наша група за кількістю отриманих балів в період проектування посіла 1 місце.

**Список джерел інформації:** 1. *Лисицын А.Н., Григорьева В.Н.* Масложировые технологии: теория, практика, перспективы // Масложировая промышленность, 2002, №3, с. 8 – 11. 2. *Осейко М. И.* Технология растительных масел. – К.: Варта. – 2006. – 280 с. 3. *Масликов В.А., Исавцев К.И.* Применение высоковольтного разряда в жидкости для обрушивания семян высокомасличного подсолнечника // Масложировая промышленность, 1971, № 5, с. 4 – 5. 4. Извлечение масла из растительного сырья с применением ферментов // Обзор. Информационная серия «Масложировая промышленность». / АгроНИИТЭИПП. – 1992. – Вып. 5. – с. 15 – 21. 5. *Ихно Н.П.* Теория и практика выделения масла и пищевых белков из безлузгового ядра подсолнечника // Масложировая промышленность, 2005, № 4, с. 5 – 7 . 6. Пат.2044034 С1 Россия С 11 Е 1/10. Способ извлечения растительного масла. 7. Совершенствование технологии и оборудования подготовительных процессов переработки подсолнечника // Обзорная информация. Сер. «Масложировая промышленность» / АгроНИИТЭИПП. – 1990. – вып.5. – С.1–32. 8. *Щербаков В.Г.* Получение белковых продуктов из растительного сырья. М.: Агропромиздат, – 1987, – 152 с. 9. Лабораторный практикум по технологии производства растительных масел / В.М. Копейковский, А.К. Мосян. – М.: Агропромиздат, 1990. – 191с.

*Надійшла до редколегії 20.05.11*