

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ  
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

**ЖИГУНОВ ДМИТРО ОЛЕКСАНДРОВИЧ**

УДК 664.71:664.765

**РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА  
ЗАРОДКОВОГО ПРОДУКТУ ІЗ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ**

Спеціальність 05.18.02 – технологія зернових, бобових, круп'яних  
продуктів та комбикормів

**Автореферат дисертації  
на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук**

ОДЕСА – 2001

Дисертацією є рукопис  
Робота виконана в Одеській державній академії харчових технологій,  
Міністерство освіти і науки України

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор  
**Моргун Валентина Олексіївна,**  
Одеська державна академія харчових технологій,  
завідуюча кафедрою технології переробки зерна;

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор  
**Черно Наталія Кирилівна,**  
Одеська державна академія харчових технологій,  
завідуюча кафедрою органічної хімії;

кандидат технічних наук, доцент  
**Шерстобітов Валерій Валентинович,**  
Закрите акціонерне товариство НПО “Одеський  
біотехнологічний інститут”, замісник генерального директора

Провідна установа: Український державний університет харчових технологій,  
кафедра технології хліба, кондитерських, макаронних  
виробів, харчоконцентратів і зерна, Міністерство освіти і  
науки України, м. Київ.

Захист відбудеться “16” листопада 2001 року о 13<sup>00</sup> годині на засіданні  
спеціалізованої вченої ради Д 41.088.01 Одеської державної академії харчових  
технологій за адресою:  
Україна, 65039, м. Одеса, вул. Канатна, 112.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Одеської державної академії харчових  
технологій за адресою:  
Україна, 65039, м. Одеса, вул. Канатна, 112.

Автореферат розісланий “11” жовтня 2001 року

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради

Гапонюк О.І.

### **ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ**

**Актуальність теми.** На сучасному етапі розвитку АПК із метою підвищення ефективності роботи всіх його галузей ведуться розробки зі збільшення асортименту й об'єму випуску продуктів харчування підвищеної біологічної цінності, а також створення і широкого впровадження передових технологій, що забезпечують комплексну безвідходну переробку сировини як рослинного, так і тваринного походження. Такі технології передбачають повне і ефективне використання як основних, так і побічних продуктів виробництва.

За даними відділу харчового і сільськогосподарського виробництва при ООН, у даний час понад 800 організацій займаються вивченням побічних продуктів землеробства і

розробляють технології ефективної їх переробки. З цією метою вивчаються можливості використання найрізноманітніших джерел сировини, що дозволяють підвищити біологічну цінність харчових продуктів. Одним з таких продуктів є пшеничний зародок, який ще недостатньо використовується для виробництва харчових продуктів.

Зародок пшениці є природним концентратом цінних у фізіологічному відношенні харчових речовин – білків, жирів, сахарів, ферментів, вітамінів, мінеральних речовин. Завдяки своїй високій біологічній цінності він давно викликає інтерес вчених нашої та інших країн. Останнім часом виявлена тенденція комплексного використання зародка пшениці як збагачувача при виробництві хлібобулочних виробів у вигляді добавки в хлібопекарське борошно самого зародка або виробленого з нього зародкового борошна; як замітника деяких компонентів при виробництві кондитерських виробів (мармеладу, печива, цукерок); як сировини при виробництві вітамінізованих водно-спиртових розчинів, бальзамів і кремів у фармацевтичній промисловості; як сировини для виробництва олії в олійножирової промисловості; як джерела білка і вітамінів при виробництві м'ясної і молочної продукції (ковбас, плавлених сирів, сирних мас); як компонента комбікорму в комбікормовій промисловості; а також при виробництві білкових ізолятів. Поряд з цим зародок можна використовувати при виробництві дієтичних продуктів, препаратів лікувально-профілактичної і радіопротекторної дії. Аналітичний огляд інформаційних джерел показав, що, незважаючи на різноманіття існуючих технологій відбору зародка в розмельному відділенні борошномельних заводів при сортових помелах пшениці, ефективність його відбору залишається низькою: в Україні зародок відбирають у кількості 0,1...0,3 %, чистотою 60...90 %, – при його середньому вмісту в зерні 1,9...2,5 % максимально можлива ефективність відбору зародка складає 10...15 %. Таким чином, близько 85...90 % найбільш цінної частини зернівки попадає до складу висівок і переважно використовується на кормові цілі. У зв'язку з вищевикладеним, розробка технології, що дозволяє підвищити ефективність відбору зародка при сортових помелах пшениці є актуальною.

**Зв'язок роботи з науковими програмами.** Робота виконувалася відповідно до напрямку наукових досліджень Одеської державної академії харчових технологій “Розробка технологій нових видів харчових продуктів з нетрадиційних видів сировини”.

**Мета і задачі дослідження.** На підставі аналітичного огляду літератури й аналізу роботи зернопереробних підприємств сформульована мета роботи: “Підвищити ефективність харчового використання природних ресурсів зерна на основі удосконалення технології відбору цінної анатомічної частини зерна – її зародка – при сортових помелах пшениці”. Відповідно до поставленої мети визначені наступні задачі:

- визначити вміст зародка в зерні й різних потоках зернопродуктів сортового помелу пшениці;
- обґрунтувати можливість одержання чистого зародку у вигляді пластівців і зародкового продукту, що являє собою суміш зародка і інших анатомічних часток зерна;
- вивчити і науково обґрунтувати раціональні режими здрібнювання зерна на крупотворюючих системах, що забезпечують підвищений вихід зародкових пластівців і зародкового продукту;
- розробити технологію підвищеного відбору зародка і зародкового продукту високої біологічної цінності при сортовому помелі пшениці;
- вивчити хімічний склад і технологічні властивості зародкового продукту з метою

- можливості його використання в хлібопекарській промисловості;
- розробити науково-технічну документацію на виробництво зародкового продукту при сортових помелах пшениці;
  - провести апробацію основних результатів досліджень у виробничих умовах і визначити їхню економічну ефективність.

**Наукова новизна одержаних результатів.** На основі теоретичних і експериментальних досліджень сортового помелу пшениці вперше:

- обґрунтована можливість одержання до 6,0...6,5 % нового зародкового продукту високої біологічної цінності, який складається із часток подрібненого зародка та інших анатомічних частин зернівки;
- для забезпечення певного виходу і якості зародкового продукту визначено вміст зародка в різних потоках зернопродуктів, їх хімічний склад та біохімічні властивості;
- встановлено характер і ступінь впливу різних технологічних факторів на системах здрібнювання зернопродуктів (вологості зерна, режимів здрібнювання і ін.) на вихід зародкових пластівців і зародкового продукту;
- визначено хімічний склад і харчову цінність нових видів харчових продуктів: зародкових пластівців та зародкового продукту.

**Практичне значення одержаних результатів.** Вперше розроблено і апробовано у виробничих умовах на Куліндорівському комбінаті хлібопродуктів технологію відбору зародкового продукту в кількості до 6,0...6,5 % при сортових помелах пшениці на комплектному обладнанні; розроблено і затверджено науково-технічну документацію ТУ У 02071062-001-2001 для промислового виробництва зародкового продукту і рекомендовано впровадження розробленої технології на борошномельних підприємствах України та інших країн; обґрунтована можливість і доцільність використання нового зародкового продукту в хлібопекарському виробництві.

**Особистий внесок здобувача.** Складається з обґрунтування теми дисертаційної роботи; розробці методики досліджень; проведенні теоретичних, експериментальних досліджень у лабораторних і виробничих умовах; узагальненні і публікації отриманих результатів, розробці технології і науково-технічної документації на виробництво зародкового продукту.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення дисертаційної роботи були повідомлені на кафедрі технології переробки зерна Одеської державної академії харчових технологій; на 59-й, 60-й, 61-й наукових конференціях Одеської державної академії харчових технологій (Одеса, 1999, 2000, 2001 рр.); на 3-й національній науково-практичній конференції “Хлібопродукти-2000” (Одеса, 2000 р.).

**Публікації.** За результатами дисертаційної роботи опубліковано 7 наукових праць, в тому числі 4 у збірниках наукових праць і 3 у наукових журналах.

**Структура і обсяг роботи.** Дисертаційна робота складається із вступу, 5 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Зміст роботи викладено на 244 сторінках, включаючи: 48 таблиць (10 сторінок), 32 рисунки (5 сторінок), 9 додатків (52 сторінки). Список використаних бібліографічних джерел включає 263 найменування (27 сторінок).

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

**У вступі** обґрунтовано актуальність обраного напрямку досліджень, визначено наукову новизну та практичну цінність, сформульовано загальну мету й вказані основні напрямки досліджень.

**У першому розділі** розглянута роль зернопродуктів у раціоні харчування і наведені

результати аналізу хімічного складу і харчової цінності пшеничного зародка – побічного продукту переробки зерна при сортових помелах. Проаналізовано принципи і технології відбору пшеничного зародка в зерноочисному і розмельному відділеннях борошномельних заводів. Показано, що в розмельному відділенні зародок одержують на різних системах технологічного процесу переробки зерна: ситовіальних, шліфувальних та розмельних. Наведено огляд наукових праць вітчизняних і зарубіжних вчених з питань комплексної переробки, використанню і зберіганню пшеничного зародка.

На основі даних аналізу літературних джерел зроблено висновок про високу біологічну цінність зародка, що пояснює необхідність його вилучення, і про перспективність розробки нових технологій з метою підвищення його відбору.

**В другому розділі** визначені науково-методичні основи проведення досліджень, викладені відомості про об'єкти, експериментальну базу та методи досліджень. Подано програму досліджень, в якій показано взаємозв'язок етапів розробки технології одержання зародкових продуктів при сортових помелах пшениці на комплектному устаткуванні (рис.1).

Об'єктами досліджень в роботі були зразки зерна рядової пшениці II типу різної якості, яка вирощена в Одеській області в 1998...2000 рр; потоки зернопродуктів сортових помелів пшениці, отримані в лабораторних і виробничих умовах; суміші сортового борошна з зародком та зародковими продуктами.

Якість зерна, потоків зернопродуктів, борошна й зародкових продуктів оцінювали технологічними, біохімічними і фізико-механічними показниками. Методи визначення прийнятих показників були як загальноприйняті, стандартизовані, так і спеціальні, серед яких такі сучасні методи, як спектрофотометричні, хроматографічні та мікробіологічні.

При постановці задач й одержанні експериментальних даних використовували як пасивні, так і активні методи проведення експериментів. Результати обробляли методами математичної статистики на ЕОМ.

**У третьому розділі** наведені результати експериментальних досліджень визначення вмісту зародка в зерні пшениці та потоках зернопродуктів сортового помелу пшениці на комплектному обладнанні та їх хімічного складу. Вміст зародка в дослідженому зерні пшениці складав 2,05...2,53 % при вмісту зародкової осі – 0,76...0,89 %, щитка – 1,27...1,67 %. Встановлено, що у результаті впливу робочих органів очисних машин зерноочисного відділення борошномельного заводу, до 14...18 % зернівок не мали зародка.

З метою розробки технологічних прийомів раціонального використання всіх анатомічних частин зернівки, було знято кількісний і розраховано кількісно-якісний баланс сортового помелу пшениці Куліндорівського комбінату хлібопродуктів, на підставі якого визначені навантаження на системи, режими роботи, а також вихід потоків зернопродуктів. Режимми роботи систем знаходилися в межах, що рекомендуються Правилами. Для I і II драгих систем (др.с.) загальне вилучення проміжних продуктів (прохід металотканого сита № 1,0) складало 29,1 і 51,0 % при нормованому 25...35 і 50...60 %, відповідно; загальне вилучення (прохід металотканого сита № 080) складало, %: для III драгої крупної (др.кр.) – 42,4 (нормоване 35...45 %); III драгої дрібної (др.др.) – 52,0 (нормоване 50...60 %); а загальне вилучення крупок, дунстів і борошна на усіх крупоутворюючих системах – 82,4 %. Кількість висівок, які отримані у драгому процесі – 15,8 %, борошна – 22,1 %. Середньозважена зольність борошна вищого сорту (в/с) – 0,50 %; першого сорту (1/с) – 0,74 %; висівок з драгих систем – 5,79 %, з розмельних – 4,43 %; пшеничних зародкових пластівців (ПЗП) –

5,56 %.

Аналіз балансу помелу і вмісту зародка, його геометричних розмірів, хімічного складу всіх продуктів, отриманих у драному процесі, дав можливість встановити потоки зернопродуктів, що містять зародок у цілому і подрібненому вигляді. На всіх системах первинного здрібнювання зерна зародок сконцентровано у 1-му і 2-му сходах розсійників. При цьому вміст зародка в цих продуктах спочатку збільшується: (I-III драні системи) і досягає у 1-му і 2-му сходах на III др.др. максимальної кількості зародка – 10,13 і 8,82 %, відповідно; а на IV др.с. масова частка зародка в складі продуктів зменшується за рахунок більш інтенсивного здрібнювання зернопродуктів на вальцових верстатах цієї системи. На ситовіальних машинах, що збагачують крупну і середню крупку I і II др.с., максимальна кількість зародка також приходить на верхні сходи, що у відповідності зі схемою технологічного процесу направляються на III др.др. На сортувальних системах звертає увагу вміст зародка у 2-му сході 4-ої сортувальної системи – 14,67 %. За схемою цей продукт направляється на останню розмельну систему, де відбувається вимел оболонкових продуктів і при цьому зародок попадає у висівки.

Фізичний стан зародка також істотно різниться як у потоках зернопродуктів, так і в окремих фракціях. У складі потоків зернопродуктів зародок знаходиться як у стані зростків з іншими анатомічними частками зернівки, так і у вільному стані (у цілому і подрібненому вигляді). У верхніх сходах крупноутворюючих систем велика частина зародка знаходилась у вигляді зростків з оболонковими частками, що свідчить про досить невисокі деформаційні зусилля для виділення зародка із зернівки. Так, у 1-му сході I др.с. вміст зародка у складі зростків становив 66,0 %, у 1-му сході II др.с. – 72,3 %, у 1-му сході III др.кр. – 43,5 %. На наступних системах доля зародка у вигляді зростків зменшувалась.

З технологічної точки зору важливим є вміст зародка в складі зернопродуктів у вільному стані (рис.2, рис.3). Такий зародок можна виділити з цих продуктів у результаті обробки на мікрошорстких вальцах, де відбувається плющення зародкових часток і утворення пластівців, які мають більші розміри в порівнянні з іншими частками. При цьому, чим крупніші частки зародка, тобто чим більше цілих, неподрібнених часток зародка, тим більший розмір пластівців і тем легше відбувається їхнє виділення при сортуванні в розсійниках.

У драному процесі максимальна кількість вільних часток зародка знаходилась в 1-му сході (–/1,2) I др.с., 2-му сході (1,8/1,2) II др.с. і 1-му сході (–/1,0) III др.др. У складі цих продуктів містилося 0,60; 0,57 і 0,68 % вільного зародка стосовно навантаження на I др.с. Таким чином, більш ефективними потоками для розробки технології відбору зародка на етапі крупноутворення є 2-й схід II др.с. і 1-й схід III др.др.

На наступному етапі роботи було вивчено хімічний склад потоків зернопродуктів драного процесу. Встановлено, що за хімічним складом нижні сходи і другі проходи таких систем як IV др.кр., IV др.др., Сорт.4 (сортувальна) і 2-й схід 4-ої розмельної системи (р.с.) близькі до ПЗП, що відбираються на 4-й р.с. У складі цих продуктів містилося, %: золи – 2,58...4,28; клітковини – 5,9...8,2; білка – 14,1...16,2; ліпідів – 5,7...7,5.

**У четвертому розділі** наведені результати розробок технологій отримання пшеничних зародкових продуктів. Зроблено аналіз хімічного та гранулометричного складу, а також фізико-механічних властивостей ПЗП, відібраних з секції А і Б. Встановлено, що ПЗП секції А мали більшу чистоту, містили більше золи, білка, ліпідів, сахарів при меншому вмісті клітковини, крохмалю і меншому виході: вихід ПЗП із секції А

чистотою 72,5 % складав 0,11 %; вихід ПЗП із секції Б – 0,23 % при чистоті 65 %. При вологості менше 14,5 % ПЗП володіли гарними сипучими властивостями. Так, кут природного схилу ПЗП секції А і секції Б складав 39 і 40 °; кут обвалення – 41 і 43 °; коефіцієнт зовнішнього тертя по сталі – 49 і 52 °; маса 1000 часток – 5,3 і 4,9 г; об'ємна маса – 357 і 340 г/л, відповідно.

Розроблено технологію відбору зародкового продукту дрібного (ЗПД) при сортових помелах пшениці на борошномельних заводах, оснащених комплектним устаткуванням (рис.4). За даною технологією 3-й схід IV др.кр., 2-й прохід IV др.кр., 2-й схід IV др.др., 2-й прохід IV др.др., 2-й схід Сорт.4, 2-й прохід Сорт.4, 2-й схід 4-й р.с. після сортування в розсійниках 1 надходять на шнековий конвейєр 2, змішуються і потім направляються на сортування в розсійник 1 з метою відбору борошна (проходом капронового сита № 46), далі очищаються від металоманітних домішок в магнітному сепараторі 3 і надходять в оперативний бункер 4. Вихід ЗПД (варіант 1) – 6,0...6,5 %. Вихід ЗПД (варіант 2), сформованого тільки з проходових продуктів (другі проходи IV др.кр., IV др.др., Сорт.4), після відсівання борошна – 1,6...1,7 %. Відбір ЗПД дозволяє не тільки підвищити ефективність використання найціннішої частини зернівки пшениці (її зародка) у харчових цілях – вміст зародка в ЗПД складає до 15 %, але й знизити витрати електроенергії на виробництво борошна за рахунок виключення з технологічного процесу останніх розмельних систем, а також підвищити якість і терміни зберігання борошна. ЗПД при вологості 14,0 % мав задовільні сипучі властивості: кут природного схилу складав 41 і 40 °; коефіцієнт зовнішнього тертя по сталі – 28 і 29 °; об'ємна маса – 355 і 415 г/л; сипкість – 5,1 і 17,6 см/с, варіант 1 і 2 відповідно.

Розроблено і науково обгрунтовано технологію відбору зародкового продукту крупного (ЗПК) з 2-го сходу II др.с. або з 1-го сходу III др.др. (рис.5). Для цього досліджено хімічний склад і вміст зародка за фракціями 2-го сходу II др.с. і 1-го сходу III др.др. Для обгрунтування вибору фракції з метою наступного плющення досліджені геометричні розміри цілих і здрібнених зародків у вищенаведених продуктах. У 2-му сході II др.с. середній розмір ширини зародків складав, мм: цілих –  $0,95 \pm 0,14$ ; здрібнених –  $0,84 \pm 0,15$ ; у 1-му сході III др.др.: цілих –  $1,21 \pm 0,18$ ; здрібнених –  $0,89 \pm 0,17$ . Найбільший вміст зародка у 2-му сході II др.с. мала фракція, яка отримана проходом металотканого сита № 1,0 (1,0/-): у ній вміст зародка складав 9,65 %; золи 2,64 %; ліпідів 4,29 %; крохмалю 45,1 %. У 1-му сході III др.др. найбільший вміст зародка мала фракція 1,2/1,0; у ній містилося 11,00 % зародка при вмісті золи 4,29 %, ліпідів 7,15 %, крохмалю 30,7 %. Для збільшення вмісту зародка, а також зменшення вмісту ендоспермових часток, фракції: (1,0/-) 2-го сходу II др.с. і (1,2/1,0) 1-го сходу III др.др. направили на спеціальну плющильну (зародкову) систему, на якій встановлювали мікрошорсткі вальці при відношенні швидкостей вальців  $k=1,0$ . При такому співвідношенні швидкостей вальців на тіло, що подрібнюється, діють тільки деформації стиску, що при підвищеній пластичності зародкових часток приводить до їх пластифікації, тобто утворенню пластівців.

Ефективні режими здрібнювання встановлювали за вмістом зародкових пластівців, золи, ліпідів і крохмалю у фракціях продуктів плющення. Встановлено, що такими режимами одержання ЗПК із фракції (1,0/-) 2-го сходу II др.с. було загальне вилучення проходом металотканого сита № 080 – 32,0...32,5 %, при якому вихід ПЗП із чистотою 58...66 % складав 0,04...0,06 % стосовно I др.с.; а вихід ЗПК стосовно I др.с. при установці сит для його відбору з розмірами отворів 1,0 мм – 1,6 %; з розмірами отворів 1,2 мм – 0,30...0,40 % при середньозваженому вмісту зародкових пластівців – 12,2...14,6 і 24,0...26,0 %, відповідно. При цьому збільшувалася ефективність відбору

зародка з 9,7 % (на борошномельному заводі Куліндорівського КХП у секції Б вихід ПЗП складав 0,23 % при його вмісті в зерні 2,37 %) до 20,6...22,3 % при відборі ЗПК сходом металотканого сита № 1,0 або до 15,4...15,8 % – при відборі ЗПК сходом металотканого сита № 1,2.

При плющенні фракції (1,2/1,0) 1-го сходу III др.др. ефективними режимами було загальне вилучення проходом металотканого сита № 080 – 12,9...16,7 %, при якому відбиралися ПЗП у кількості 0,04...0,05 % стосовно I др.с. при чистоті 64...69 %; а сходом металотканого сита № 1,0 – ЗПК у кількості 2,3 % стосовно навантаження на I др.с., в якому вміщувалося 7,8...8,5 % зародкових пластівців. Таким чином, ефективність відбору зародка зростала на 9,3...10,3 %, а загальна ефективність відбору зародка збільшувалася до 19...20 %.

Досліджено вплив вологості зерна і режимів здрібнювання I і II драних систем на вміст часток зародка в сходових і проміжних продуктах. Встановлено, що з метою підвищення виходу зародка у вигляді пластівців і зародкових продуктів необхідно дотримуватися низьких режимів на I др.с. (загальне вилучення проходом металотканого сита № 1,0 – 30...35 %) і високих режимів на II др.с. (загальне вилучення проходом металотканого сита № 1,0 – 50...55 %) при максимально рекомендованій Правилами вологості для зерна пшениці II типу. Вологість зерна, що направляється на помел, відіграє значну роль при низьких режимах на I др.с. При високих режимах на I др.с. загальний вміст зародка в передирній і крупній крупках при різній вологості зерна практично однаковий.

**У п'ятому розділі** досліджено хімічний склад і харчова цінність пшеничних зародкових пластівців і зародкових продуктів. Встановлено, що в зародкових продуктах міститься, %: ліпідів – 5,2...6,2; білків – 14,5...15,1; золи – 3,19...3,71; сахарів – 5,5...6,9; крохмалю – 28,0...34,6; клітковини – 6,9...8,2; геміцелюлоз – 23,6...23,7; лігніну – 4,3...6,1; пектину – 2,1...2,2. Зародкові продукти мають високу біологічну цінність: у ліпідах міститься 80,2 % поліненасичених жирних кислот (табл.1); білки відрізняються цінним амінокислотним складом (лізину – 4,4...4,6 %) і на 40,5 % представлені альбумінами і глобулінами, внаслідок чого мають високу перетравність – 80,3...82,7 %. Високий вміст вітамінів групи B і E, мг/100 г: тіаміну (B<sub>1</sub>) – 1,37...1,47; рибофлавіну (B<sub>2</sub>) – 0,38...0,49; ніацину (PP) – 10,50...11,47; токоферолів (E) – 4,41...4,79, – обумовлює можливість їхнього використання як збагачувача біологічно активними речовинами в продуктах харчування.

Досліджено можливість використання зародкових пластівців і зародкових продуктів у хлібопекарському виробництві. Встановлено, що з кожним відсотком введення ПЗП кількість сирої клейковини зменшувалася на 0,4...0,5 %, а з кожним відсотком введення зародкових продуктів – на 0,1...0,2 %. Однак, добавки ПЗП у кількості 3...5 %, а зародкових продуктів у кількості 5...7 % приводило до зміцнення слабкої клейковини: опір стиску підвищувався на 5...10 од. приладу ІДК, розтяжність над лінійкою зменшувалася на 1,0...2,0 см. При добавках ПЗП і зародкових продуктів у цих же кількостях у тісто відбувалося збільшення водопоглинальної здатності тіста на 2...3 і 1...2 %, відповідно; незначно збільшувався час утворення і розрідження тіста, знижувався час стійкості і пружність тіста. Випечений хліб мав високі органолептичні показники, відрізнявся добре розвинутою, рівномірною пористістю, слабо-шорсткуватою без тріщин і бокових підривів поверхнею кірки, мав приємний смак і аромат. Питомий об'єм хліба в порівнянні з контролем при введенні 3...5 % ПЗП чи 5...7 % зародкових продуктів залишався незмінним і навіть незначно – на 2,5...4,0 % збільшувався; пористість незначно зменшувалася – на 2...4 %.



Жирнокислотний склад ліпідів			
Найменування жирних кислот	Масова частка, % до суми жирних кислот		
ЗПД	ПЗП		
<b>Насичені</b>	<b>17,5</b>	<b>15,0</b>	
Пальмітинова C <sub>16:0</sub>	15,8	13,2	
Стеаринова C <sub>18:0</sub>	1,7	1,8	
<b>Ненасичені</b>	<b>80,2</b>	<b>82,4</b>	
Пальмітоолеїнова C <sub>16:1</sub>	0,3	0,5	
Олеїнова C <sub>18:1</sub>	17,9	18,9	
Лінолева C <sub>18:2</sub>	55,1	58,0	
Ліноленова C <sub>18:3</sub>	6,9	5,0	
Інші кислоти і компоненти ліпідної фракції	<b>2,3</b>	<b>2,6</b>	

Проведено дослідження зберігання отриманих зародкових пластівців і зародкових продуктів, необроблених та висушених у киплячому шарі (швидкість агента сушіння 2,5 м/с) при м'яких режимах: температура 70...80 °С, час обробки 30...35 хв до вологості не більш 6 %. Зберігання здійснювали в герметичній поліетиленовій тарі при температурі 20±2 °С і відносній вологості повітря 60...70 % без доступу світла і кисню повітря протягом 60 діб. Встановлено, що невисушені пшеничні зародкові пластівці були нестійкими при зберіганні: уже на 15 добу спостерігалось погіршення смаку з появою присмаку гіркоти, а на 20 добу з'являвся слабкопліснявий запах. Сушіння дозволило збільшити термін зберігання зародкових пластівців: після зберігання протягом 60 діб не було помітно значних змін органолептичних показників. Кислотність по бовтанці у висушених і невисушених ПЗП збільшилася з 8,3 до 25,1 і 12,7 є; кислотне число жиру – з 8,0 до 33,3 і 17,9 мг КОН/г, відповідно. Зародковий продукт був більш стійким при зберіганні в порівнянні з зародковими пластівцями. І необроблений, і висушений зародковий продукт після зберігання протягом 2 міс мали нормальний смак і запах. Кислотність по бовтанці збільшилася з 5,1 до 14,9 і 9,7 є; кислотне число жиру – з 5,4 до 15,9 і 9,4 мг КОН/г, у висушених і невисушених зародкових продуктах, відповідно.

Проведено мікробіологічний аналіз отриманих та висушених зародкових пластівців і зародкових продуктів на загальне число мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (МАФAM) у 1 г, число грибів у 1 г і титр бактерій групи кишкової палички (БГКП). Загальне бактеріальне обсіменіння зародкових продуктів було вище в 1,3...1,4 разу стосовно ПЗП. При зберіганні кількість плісень, у тому числі плісень зберігання (*Aspergillus candidas*, *Penicillium* і ін.), присутність яких допускається в зернопродуктах, згодом незначно збільшилося (у 1,2 рази) і було вище стосовно ПЗП у 1,1 рази. Висушені зародкові продукти і ПЗП наприкінці терміну зберігання відрізнялися від невисушених більш низьким значенням МАФAM (на 22...32 %) і грибів (на 17...20 %).

## ВИСНОВКИ

1. На підставі проведених теоретичних і експериментальних досліджень науково обґрунтована можливість підвищення ефективності відбору зародка при сортових помелах пшениці на борошномельних підприємствах шляхом виробництва чистого зародка у вигляді пластівців і нового зародкового продукту, що являє собою суміш

часток зародка, ендосперму та оболонки.

2. Встановлено, що вміст зародка в найбільш розповсюдженій в Україні пшениці II типу за останні роки зменшився і складає 2,1...2,6 %: вміст зародкової осі – 0,7...0,9 %, щитка – 1,4...1,7 %.

3. Вперше встановлено вміст пшеничного зародка в різних потоках продуктів розмелу зерна, визначено їх хімічний склад, обґрунтована можливість використання деяких потоків для формування зародкового продукту. Встановлено, що найбільша кількість цілого зародка міститься в потоках зернопродуктів на етапі первинного здрібнювання зерна (II, III драні системи), а подрібненого – на системах вимелу оболонкових продуктів (IV драна, 4-та сортувальна) та 4-й розмельній системі.

4. Досліджено характер і ступінь впливу різних технологічних факторів на системах первинного здрібнювання зернопродуктів (вологості зерна, режимів здрібнювання і ін.) на вихід зародкових пластівців і зародкових продуктів, що забезпечує підвищення ефективності відбору зародкових продуктів.

5. Для сортових помелів пшениці, без суттєвої зміни традиційної технології, розроблено технологію відбору зародкового продукту дрібного в кількості 6,0...6,5 %, за якою потоки зернопродуктів з високим вмістом подрібненого зародка змішуються у шнековому конвейєрі, сепаруються в розсійниках та магнітних сепараторах.

6. Розроблено технологію відбору зародкових пластівців і зародкового продукту крупного на етапі первинного здрібнювання зерна, сутність якої полягає в допоміжному сортуванні сходових продуктів у розсійниках, плющенні фракції з високим вмістом цілого зародка на мікрошорстких вальцях та сортуванні продуктів плющення. За цією технологією відбирається зародковий продукт крупний у кількості 1,6...2,3 %, а також збільшується вихід зародкових пластівців на 17,4...21,7 %.

7. Визначено хімічний склад і харчову цінність зародкових продуктів. Встановлено, що в них міститься, %: ліпідів – 5,2...6,2; білка – 14,5...15,1; золи – 3,19...3,71; сахарів – 5,5...6,9; клітковини – 6,9...8,2; геміцелюлоз – 23,6...23,7; лігніну – 4,3...6,1; пектину – 2,1...2,2. Висока біологічна цінність зародкових продуктів підтверджується цінним амінокислотним і фракційним складом білків, високою їх перетравністю; цінним жирнокислотним складом ліпідів та відносно високим вмістом вітамінів групи B і E, що обумовлює можливість їхнього використання в продуктах харчування.

8. Обґрунтована можливість використання зародкових продуктів у хлібопекарському виробництві; встановлено, що найбільш ефективне співвідношення в суміші борошно 1-го або 2-го сорту : зародковий продукт – (95...93) : (5...7); при цьому підвищується не тільки харчова цінність, а й покращується якість слабкої клейковини.

9. Встановлено, що термін зберігання отриманих зародкових продуктів в герметичній поліетиленовій тарі при температурі  $20 \pm 2$  °C і відносній вологості повітря 60...70 % без доступу світла і кисню повітря складає 60 діб.

10. На зародковий продукт дрібний розроблені технічні умови ТУ У 02071062-001-2001 “Зародковий продукт дрібний”. Технологія апробована у виробничих умовах на Куліндорівському комбінаті хлібопродуктів. Розрахунковий економічний ефект від впровадження розробленої технології для борошномельного заводу потужністю 250 т/добу складає 580 тис. грн на рік.

### **Список опублікованих праць за темою дисертації:**

1. Моргун В.О., Жигунов Д.О., Полянська Т.В. Підвищення виходу пшеничного зародкового продукту. // Зб. наук. пр. – Одеса: ОДАХТ, 1999. – Вип.19. – С.4-7.
2. Жигунов Д.О., Моргун В.О. Аналіз технологічних схем відбору зародка. // Зб.

наук. пр. – Одеса: ОДАХТ, 1999. – Вип.20. – С.13-15.

3. Моргун В.А., Жигунов Д.А. Содержание и геометрические характеристики зародыша с различных этапов сортового помола пшеницы. // Зб. наук. пр. – Одеса: ОДАХТ, 2001. – Вип.21. – С.115-119.
4. Жигунов Д.А. Выход и качество зародыша на крупнообразующих системах. // Прогресивні технології та удосконалення процесів харчових виробництв. // Зб. наук. пр. – Харків, ХАДАТОХ. – 2000. – Ч.2. – С.148-152.
5. Моргун В.А., Жигунов Д.А. Технологии отбора пшеничного зародыша на мукомольных заводах. // Хранение и переработка зерна. – 2001. – № 1. – С.56-60.
6. Моргун В.О., Жигунов Д.О. Вміст зародка в крупках драних систем. // Зернові продукти і комбікорми. – 2001. – № 2. – С.10-13.
7. Моргун В.А., Жигунов Д.А. Химический состав зародышевых продуктов. // Хранение и переработка зерна. – 2001. – № 8. – С.44-45.

## АННОТАЦИЯ

Жигунов Д.А. Разработка технологии производства зародышевого продукта из зерна пшеницы. – Рукопись.

Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 05.18.02. – технология зерновых, бобовых, крупяных продуктов и комбикормов. – Одесская государственная академия пищевых технологий, Одесса, 2001.

Диссертация посвящена обоснованию возможности повышения эффективности пищевого использования природных ресурсов зерна на основании совершенствования технологии отбора зародыша на мукомольных заводах при сортовых помолах пшеницы.

Исследовано содержание, целостность и геометрические размеры зародыша в зерне и потоках зернопродуктов. Установлено, что наибольшее количество целого зародыша на этапе первичного измельчения содержится в сходовых продуктах II, III драних систем – 4...6 %. Частицы зародыша в этих продуктах сохранены преимущественно целыми и находятся в свободном виде. Наибольшее количество измельченного зародыша содержится в потоках зернопродуктов на системах вымола (IV драная, 4-ая сортировочная) и на 4-ой размольной системе – 6...8 %. Эти продукты по химическому составу и биологической ценности близки к пшеничным зародышевым хлопьям, отбираемым на 4-ой размольной системе.

Исследован характер и степень влияния различных технологических факторов (влажности зерна, режимов измельчения и др.) на системах первичного измельчения на выход зародышевых хлопьев и зародышевых продуктов. При отборе вышеперечисленных продуктов рекомендованы низкий режим на I и высокий на II драних системах при максимально допустимой Правилами влажности для зерна пшеницы II типа.

Разработаны технологии отбора новых видов пищевых продуктов при сортовых помолах пшеницы: зародышевых продуктов крупного и мелкого. Установлено, что полученные продукты обладают высокой пищевой ценностью, что обуславливает возможность их использования в хлебопекарной промышленности как обогатителя. Рекомендована добавка в муку 1-го и 2-го сортов 5...7 % зародышевых продуктов, что приводит как к повышению биологической ценности, так и улучшению качества слабой клейковины. Сроки хранения полученных продуктов 60 сут. На зародышевый

продукт мелкий разработана и утверждена научно-техническая документация ТУ У 02071062-001-2001. Технология апробирована в производственных условиях. Ключевые слова: зерно, пшеница, мука, сортовой помол, зародыш, зародышевый продукт, режимы измельчения, вальцовый станок.

## АНОТАЦІЯ

Жигунов Д.О. Розробка технології виробництва зародкового продукту із зерна пшениці. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.02. – технологія зернових, бобових, круп'яних продуктів та комбікормів. – Одеська державна академія харчових технологій, Одеса, 2001.

Дисертація присвячена обґрунтуванню можливості підвищення ефективності харчового використання природних ресурсів зерна на підставі удосконалення технології відбору зародка на борошномельних заводах при сортових помелах пшениці. Досліджено вміст зародка в зерні і потоках зернопродуктів, а також характер і ступінь впливу різних технологічних факторів (вологості зерна, режимів дрібнювання й ін.) на системах первинного дрібнювання на вихід зародкових пластівців і зародкових продуктів. Розроблено технології відбору нових видів харчових продуктів при сортових помелах пшениці: зародкових продуктів крупного і дрібного. Встановлено, що отримані продукти мають високу харчову цінність, що обумовлює можливість їхнього використання в хлібопекарській промисловості як поліпшувачей. На зародковий продукт дрібний розроблена і затверджена науково-технічна документація ТУ У 02071062-001-2001. Технологія апробована у виробничих умовах.

Ключові слова: зерно, пшеница, борошно, сортовий помел, зародок, зародковий продукт, режими дрібнювання, вальцовий верстат.

## SUMMARY

Zhigunov D.A. Elaboration of the technology of germinal product manufacturing from wheat grain. – Manuscript.

Thesis for a candidate's scientific degree of technical science by speciality 05.18.02. – technology of grain, bean, cereals products and mixed fodders. – Odessa state academy of food technologies, Odessa, 2001.

The thesis is devoted to the feasibility of a capability of efficiency increasing of food usage of grain natural resources on a base of improvement of the technology of germ selection in the flour mill plants at the grade wheat milling. The germ content in grain and millstreams, and also nature and severity of different technological factors (grain humidity, modes of grinding etc.) at primary break systems on germinal flakes and germinal products yield is investigated. The technology of selection of new kinds of food products at grade wheat milling – coarse and fine germinal products is developed. The obtained products are established to have high food value, which determines a capability of their usage in a baking industry as improvable supplements. The technical-scientific documentation ТУ У 02071062-001-2001 for fine germinal product is developed and approved. The technology has been tested under industrial conditions.

Keywords: grain, wheat, flour, grade milling, germ, germinal product, modes of grinding, roller mill.