

ВІДГУК

офіційного опонента доктора технічних наук, професора, завідувача кафедри аграрної інженерії Луцького національного технічного університету **Дідуха Володимира Федоровича** на дисертаційну роботу **Алієва Ельчина Бахтияра огли** „Механіко-технологічні основи процесу прецизійної сепарації насінневого матеріалу соняшнику”, представленої на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва

На відгук представлені дисертація, автореферат, копії опублікованих робіт.

1. Актуальність теми дисертаційної роботи та її зв'язок з науковими програмами, планами, темами

Проблеми, що виникають у сільськогосподарському виробництві, у більшій мірі пов'язані з тим, що в технологічних процесах приймають участь біологічні об'єкти. На досягнення максимально можливої їх продуктивності впливає наступні фактори, визначенні агрономічною наукою: генетика, умови життєдіяльності, яка включає якість забезпечення живлення та середовище, пов'язане з ростом(продуктивністю) біологічного об'єкта. Формування нових підходів до отримання насінневого фонду рослинних матеріалів залежить також і від засобів їх сепарації на етапі селекційної роботи з виведення нових сортів сільськогосподарських культур.

Основною операцією в післязбиральній обробці зернових сумішей є його розділення на зерноочисних решітних машинах. Важливе місце в технологічних процесах цих машин займають процеси просіювання компонентів зернових сумішей через отвори решіт, врахування аеродинамічних властивостей матеріалу, використання вібрації та коливань. В окремих випадках важливо враховувати поверхню окремих об'єктів, також їх структуру і колір. Складність процесів механізованої обробки насінневих матеріалів включає потреба у врахуванні їх якісних параметрів: енергії проростання та схожості. Продуктивність і якість процесів отримання насінневого матеріалу визначаються своєчасністю очистки та поділу за класифікаційними ознаками для досягнення нормованої сортової чистоти (98,0-99,9 %).

Існуюче техніко-технологічне обладнання процесів сепарації насінневого матеріалу не забезпечує достатнього ефективного очищення та розділення матеріалу за сортовою чистотою з врахуванням безповоротних втрат. Технічні засоби мають також забезпечити високу продуктивність, обладнані системами автоматизованого управління і контролю якості роботи. Особливо це

відноситься до групи насіння олійних культур, насіння з наявністю у них околоплоддя, що впливає на ефективність процесів їх очищення, розділення і сепарації з врахуванням якості насіння. Це є підтвердженням необхідності пошуку нових можливостей підвищення ефективності процесів сепарації насінневих сумішей за прийнятим новим науковим напрямом їх інтенсифікації.

В зв'язку з цим, тема дисертації, яка спрямована на підвищення ефективності функціонування техніко-технологічного забезпечення первинного насінництва шляхом обґрунтування адаптивних механотронних систем цільового поділу та відбору насіннєвого матеріалу соняшнику є актуальною, а її вирішення можливе на основі висунутої гіпотези, згідно якої прецизійність цільового поділу та відбору насіннєвого матеріалу соняшнику за його морфологічними показниками і фізико-механічними властивостями визначає ефективність його використання у селекційно-насінницькому процесі.

Тема дисертаційної роботи пов'язана з планами науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт Інституту олійних культур Національної академії аграрних наук (ІОК НААН): «Розробити сепаратор насіннєвого матеріалу олійних культур» (№ ДР 0116U4214005, 2016-2018 рр.), «Розробити науково-технологічні основи процесів очищення та розділення насіннєвого матеріалу олійних культур» (№ ДР 0116U003095, 2016-2020 рр.), «Розробити приладовимірювальний комплекс для автоматичного фенотипування насіння олійних культур» (№ ДР 0119U100121, 2019-2020 рр.).

Все це також підкреслює актуальність теми дисертаційної роботи, яка спрямована на нове вирішення науково-технічної проблеми.

2. Наукова новизна одержаних результатів і їх значення для науки та виробництва

В роботі вперше розроблено концепцію інтенсифікації процесів розділення насінневих сумішей на прикладі насіння соняшнику та визначено структуру техніко-технологічного забезпечення із можливістю визначати слабкі ланки для отримання якісного насіннєвого матеріалу за максимально можливою продуктивністю обладнання.

Вперше отримані математичні моделі технологічних операцій прецизійної сепарації насіннєвого матеріалу соняшнику за його аеродинамічними властивостями, геометричними розмірами, об'ємною масою та забарвленням околоплоддя.

Встановлені функціональні залежності, які дозволили отримати параметри для створення автоматизованої системи керування прецизійним механізованим процесом отримання якісного насіння соняшнику заданого значення.

Вперше визначенні узагальнюючі коефіцієнти якості виконання технологічного процесу прецизійного розділення суміші насіння соняшнику з автоматичним його фенотипуванням за морфологічними ознаками.

Отримав подальший розвиток науковий напрям моделювання переміщення зернових сумішей у повітряному потоці під дією вібруючої поверхні.

Розроблено методики визначення мінімальних втрат маси насінневої суміші кондитерського соняшнику при її очищенні та розділенні і визначенні несортного насіння соняшнику в насінневій суміші з урахуванням раціональних режимних параметрів калібрувальної машини ОКМФ і зерночисного сепаратора БСХ-100 і властивостей насінневих сумішей.

Удосконалено комплекс засобів для прецизійного розділення насінневих матеріалів на етапах добазового та базового насінництва.

Все це вперше дало можливість підтвердити висунуту наукову гіпотезу, згідно з якою прецизійність цільового поділу та відбору насінневого матеріалу за його морфологічними показниками і фізико-механічними властивостями визначає ефективність його використання у селекційно-насінницькому процесі на прикладі суміші насіння соняшнику.

Практичне значення одержаних результатів, перш за все, полягає в розробці конструкторської та технічної документації на фотоелектронний, адаптивний аеродинамічний, віброрешітний і вібропневматичний сепаратори, які передані на виготовлення відповідних дослідних зразків. Розроблені та впроваджено дві методики у виробництво та науково-методичні рекомендації з виробничого контролю процесів очищення і розділення насінневого матеріалу соняшнику. Окремі рекомендації прийняті для налаштування технічних засобів з калібрування насіння, ремонту та технічного обслуговування машин і устаткування для сепарації, розділення і очищення насіння олійних і зернових культур. На базі розроблених наукових положень створені нові й удосконалені існуючі засоби сепарації насінневих матеріалів.

Практичне значення одержаних результатів полягає також і в тому, що визначено новий напрям вдосконалення сепараторів, надання їм багатофункціонального використання при існуючій елементній базі.

3. Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

Наукові положення, висновки і рекомендації є кількісно і якісно обґрунтованими. Ці положення, висновки і рекомендації сформульовані на основі проведених автором необхідних, в достатніх кількості та об'ємі

теоретичних і експериментальних досліджень з використанням типових і запропонованих здобувачем методах.

Всі наукові положення, які наведені в дисертації, підтверджені поданими у дисертації даними теоретичних і експериментальних досліджень, а також результатами виробничих випробувань.

Результати дисертаційної роботи викладені у висновках після кожного розділу, а також у чотирнадцяти пунктах загальних висновків.

Перший пункт загальних висновків вказує на розроблення раціональної прецизійної технологічної лінії процесів сепарації, яка включає автоматизацію технічних засобів і додатково пристрій для фенотипування насіння, яка дозволяє отримати матеріал сортової чистоти 98,0-99,9%.

Бажано було б вказати кількість необхідних переходів у добазовому та базовому насінництві.

Другий висновок базується на результатах чисельного моделювання і емпіричних досліджень з отриманням раціональних параметрів швидкості потоку повітря V в аеродинамічному сепараторі (віялці) для розділення суміші соняшнику на об'ємні важкі ρ_h і легкі ρ_l компоненти.

У третьому висновку наведено результати чисельного моделювання і експериментальних досліджень, які вказують на раціональні техніко-технологічні параметри засобу, який забезпечує переміщення насінневого матеріалу соняшнику за вказаної подачі Q та ефективного діаметра насінини D_p .

Четвертий висновок конкретизує результати досліджень, на основі яких запропоновано адаптивний аеродинамічний сепаратор, який дозволяє узгоджувати режимні параметри (подачу насіння Q і швидкість повітря V).

Другий, третій та четвертий висновки можна було б об'єднати у два, так як вони торкаються одного процесу сепарації.

П'ятий висновок вказує на формули, які дозволяють встановити: зміну сумарної концентрації Θ , продуктивність q , споживану потужність P калібрувальної машини при сепарації суміші на вібруючих решетах.

Шостий висновок надає інформацію щодо результатів дослідження адаптивного віброрешітного сепаратора за встановленими параметрами: подача насіння Q , кут нахилу решета α , частота коливань ψ решета.

П'ятий і шостий висновок також можна об'єднати та збільшити кількість цифрових значень.

Сьомий висновок вказує на встановлені параметри, які є визначальними для процесу сепарації насінневого матеріалу соняшнику за об'ємною масою на вібруючій поверхні. Відсутність цифрових значень не дозволяє встановити визначальні фактори процесу.

У восьмому висновку приведені числові значення продуктивності та якості розділення суміші (коефіцієнт розподілу $\delta = 95,5 \%$) на розробленому адаптивному вібропневматичному сепараторі із раціонально узгодженими параметрами за об'ємною масою. У такому випадку межі узгоджених параметрів треба вказувати.

Дев'ятий висновок роз'яснює параметри, які використовувались у чисельному моделюванні та при проведенні експериментальних досліджень фотоелектронного сепаратора, які підтверджують експоненціальну залежність зміни ймовірності реагування газової форсунки p від інтервалу часу t між падаючим насінням.

Не конкретизовано, за якими критеріями проведено порівняння.

Десятий висновок вказує на продуктивність ($q = 38 \pm 3$ кг/год.) і сумарної концентрації насіння ($\Theta = 1,2 \pm 0,1 \%$), як вихідних параметрів удосконаленого фотоелектронного сепаратора, що узгоджуються з конструктивно-технологічними параметрами засобу.

Дев'ятий і десятий пункти варто було б об'єднати та підсилити цифровими значеннями.

Одинадцятий висновок базується на математичній моделі замкнутої системи автоматичного фенотипування насіння соняшнику із реалізацією принципу одночасного вибраковування декількох параметрів (забарвлення, форма, геометричні розміри), яка реалізована в експериментальних дослідженнях.

Зауважень немає.

Дванадцятий висновок побудований на основі результатів аналізу отриманих гістограм розподілу кольорів областей насіння соняшнику в колірному просторі RGB. Приведено числові значення для чорного і білого кольорів і їх вказано на появу максимумів, що відповідає певному кольору, який оцінюється показником C .

Зауважень немає.

Тринадцятий висновок вказує, що розроблено матричний і стрічковий пристрої для автоматичного фенотипування насінневого матеріалу соняшнику за його морфологічними і маркерними ознаками, які призначені для індивідуального вимірювання геометричних розмірів насіння соняшнику.

Інформації, яка представлена у висновку потребує уточнення щодо термінів «низька трудомісткість», «висока технологічність».

Чотирнадцятий висновок окреслює економічний ефект від впровадження раціональної прецизійної технологічної лінії при отриманні насінневого матеріалу на етапі розмноження батьківських компонентів гібриду соняшнику сорту Приоритет на площі 0,5 га.

Зауважень немає.

Всі пункти висновків ґрунтуються на результатах досліджень приведених автором в матеріалах дисертаційної роботи.

4. Повнота відображення результатів дисертації в опублікованих працях

Результати досліджень, поданих автором в дисертаційній роботі апробовані на міжнародних науково-технічних конференціях і в достатньому обсязі відображені в 1 монографії, 21 науковій статті у спеціалізованих наукових виданнях України, у т.ч. 1 у виданні, що входить до наукометричних баз); 4 публікаціях у закордонних виданнях; 13 матеріалах тез у збірниках доповідей наукових конференцій. Наведені публікації відтворюють основний зміст дисертації. Нові способи і технічні засоби захищені 4 патентами(з них 2 на винахід).

5. Відповідність дисертаційної роботи встановленим вимогам

Дисертаційна робота Алієва Е. Б. представляє собою завершену наукову працю і складається з вступу, шести розділів, загальних висновків, списку використаних джерел із 450 найменувань та 22 додатків.

Повний обсяг роботи викладено на 530 сторінках комп'ютерного тексту (основна частина 393 сторінок), містить 156 рисунків, 24 таблиці.

У вступі, відповідно до вимог, обґрунтовано актуальність теми, розкрита сутність і стан наукової проблеми, її значущість. Показано зв'язок роботи з науковими програмами, встановлено об'єкт та предмет дослідження, відображено методи досліджень, сформульовані мета й основні задачі дослідження, висунуто наукову гіпотезу, визначено наукову і практичну цінність одержаних результатів.

У першому розділі: приведено аналіз стану проблеми; визначено потребу використання прецизійної сепарації у селекційному процесі; розглянуто перелік технологічних операцій процесу очищення та розділення насінневого матеріалу; наведено огляд способів сепарації насінневого матеріалу, технологічних схем технічних засобів сепарації насінневих матеріалів за аеродинамічними властивостями, геометричними розмірами, щільністю та питомою масою і властивостями його поверхні та забарвленню околоплодня; приведено аналіз сучасного технічного забезпечення технологічних процесів очищення та розділення насіння і глибокий аналіз досліджень вітчизняних і іноземних авторів (перелік джерел посилань склав 450 найменувань). Це стало базою розвитку нового наукового напрямку з дослідження процесу прецизійної сепарації насінневого матеріалу соняшнику. В результаті проведеного аналізу

визначено коло питань, які потребують вивчення та сформульовано задачі досліджень.

Схеми 1.3-1.5 потребують більш детального роз'яснення щодо вказаних на них параметрів. Необхідно більш детальне роз'яснення щодо об'єднання технологічних операцій добазового і базового насінництва у запропонованій прецизійній технології.

У другому розділі викладені теоретичні дослідження у вигляді створення моделей, які дозволяють оцінити вплив агротехнологічних і техніко-технологічних параметрів на насінневу суміш, запропонувати раціональний процес розділення насінневого матеріалу соняшнику за аеродинамічними властивостями (представлено фізико-математичний апарат руху насінини у повітряному потоці, методику та результати чисельного моделювання процесу переміщення насінневого матеріалу під дією повітряного потоку), врахувати особливості сепарації насінневого матеріалу соняшнику за геометричними розмірами з врахуванням пружно-демпферної взаємодії насінин і вібрації решета, встановити вплив об'ємної маси насінневого матеріалу соняшнику на ефективність сепарації за допущення, що шар є «гранульованим газом» і рухається по вібраційній площині у трьох координатах і запропонувати раціональні параметри процесу сепарації насіння соняшнику фотоелектронним сепаратором. Запропонована також модель замкнутої системи автоматичного фенотипування насіння.

Не зрозуміло розгляд у п. 7, який це контакт: насінин між собою у повітряному потоці (стр. 96, ф. 2.27 – 2.30) чи між насіниною та стінкою засобу, де створюється аеродинамічне середовище (стр. 94, ф. 2.18)? Зв'язок між фізико-математичним апаратом і подальшим чисельним моделюванням, в окремих випадках потребує уточнень з врахуванням зроблених допущень.

У третьому розділі представлено програму експериментальних досліджень та розкрито методи досліджень. Наведено опис лабораторного устаткування та властивостей сумішей насіння соняшнику, що досліджувались. Приведені методики експериментальних досліджень розділення сумішей насіння соняшнику за аеродинамічними властивостями, геометричними розмірами, об'ємною масою, забарвленням околоплоддя, автоматичного фенотипування насіння, статичного оцінювання експерименту.

У даному розділі важливо було б вказати параметри вихідного матеріалу (суміші) після обмолоту корзин незалежно від способу збирання.

У четвертому розділі приведені результати експериментальних досліджень з використанням методу планування та їх аналіз. Встановлено вплив вологості насіння соняшнику сортозразків Інституту олійних культур НААН на ефективний діаметр D_p , масу 1000 насінин M_{1000} , об'ємної маси ρ , кута природного ухилу ϕ , коефіцієнта тертя f . Застосовано методику

проведення багатофакторних експериментів і визначені раціональні значення конструктивно-технологічних параметрів технічних засобів сепарації сумішей насіння соняшнику для прецизійної технології доbazової та базової обробки. Встановлено відповідність результатів факторних експериментів і математичного моделювання.

Цікавими були б результати з перевірки насіння на енергію проростання та схожості.

У п'ятому розділі наведено дані щодо реалізації проведених досліджень, які знайшли застосування у розробці експериментальних адаптивних аеродинамічного, віброрешітного, вібропневматичного та фотоелектронного сепараторів, які задовольняють висунутим вимогам щодо виділення насінневої фракції соняшнику. Розроблене програмне забезпечення для автоматизованого керування параметрами запропонованих технічних засобів.

В авторефераті помилково вказано на два п'ятих розділи.

У шостому розділі дисертації дається техніко-економічна оцінка результатів досліджень щодо впровадження розробленої прецизійної технологічної лінії сепарації насінневого матеріалу соняшнику для селекційно-насінницького процесу. Приведено розроблені методики, які використовують підприємства кондитерського спрямування. Вказані місця впровадження результатів науково-технічних розробок і підтверджуючі документи (у додатках).

Величина розділу складає лише 11 стр.

Дисертація і автореферат написані діловою українською мовою з дотриманням наукового стилю. Оцінюючи зміст дисертації в цілому слід відзначити, що матеріали всіх розділів логічно пов'язані і разом складають закінчену наукову роботу, яка вирішує наукову проблему відповідно до мети і сформованих задач. Зміст, форма подачі матеріалу відповідають вимогам до докторських дисертацій. В роботі мають місце стилістичні і друкарські недоліки, які істотно не впливають на кінцевий результат і не знижують наукової цінності дисертації. Основні положення, що наведені у авторефераті, співпадають з дисертацією.

6. Дискусійні питання та зауваження щодо дисертаційної роботи

Повний аналіз дисертаційної роботи дозволяє вказати на деякі дискусійні питання та зауваження:

1. Наведення символами параметрів, на схемах 1.3-1.5 без пояснення, ускладнюють їх сприйняття. Варто узгодити задачі досліджень (стр. 33) і завдання (стр. 85), які відрізняються лише поділом п.6 задач на три: п. 3, 5, 7 завдань. Чи варто розуміти «матеріал» насіння соняшнику, як «суміш»?

2. При розробці математичних моделей процесів сепарації не враховано вологість матеріалу. Проте про його важливість автор звертає увагу на стр. 45 та 79-80 та у розділі 3 та інших пунктах дисертації.

3. Які параметри закладені у поняття «чистий вихід продукції»? Адже, вони являються вихідними для подальшої обробки насінневого матеріалу. Третя група входів Z є визначальною і потребує більш детального пояснення.

4. Кожен пункт моделей включає повторення значень фізико - механічних властивостей насіння (стр. 99, 131, 150, 169). Чому всі технологічні операції у математичних моделях означені, як «сепарація»? Адже функціональне призначення окремих технічних засобів різне, напр. «очищення, розділення, калібрування (стр. 184-185)».

5. У математичних моделях використовується допущення про насінину, як тіла у трьох варіантах: «еліпсоїд», «сфера», «частинка гранульованого газу». Чи можливо використати моделювання вказаних процесів за одним допущенням?

6. Яка мета експериментальних досліджень (п. 3.3) аеродинамічних сепараторів? У першому випадку розділення на 2 фракції, у другому на чотири за різних двох факторів: швидкість сталі значення та змінних - ефективний діаметр D_p і подача Q .

7. Чи можуть відрізнитись результати теоретичних від експериментальних досліджень, коли значення факторів у табл. 2.4 ідентичні значенням факторів у табл.3.3.(вібраційне решето) та ін.

8. Окремі висновки результатів досліджень, щодо впливу «збільшення вологості» варто уточнити. Напр. «форма насінини наближається до кулястої», «зменшуються сили молекулярного тяжіння оболонки (це околоплодня?) до поверхні матеріалу (якого?)».

9. У п'ятому розділі всі рисунки з алгоритмами програмного забезпечення та його опис можна було б винести у додатки. Чи можливе перенесення запропонованих конструктивно-технологічних схем на виробничу сферу, де обсяги розділення насінневих сумішей значно більші?

10. В роботі зустрічаються друкарські похибки, що обумовлені не досить ретельною редакцією тексту, невдалі терміни, напр.. «гранульованого газу шару насіння» п. 2.4.1 розділ 2, тощо.

ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК

Дисертаційна роботи **Алієва Ельчина Бахтияра огли** є закінченою, самостійно виконаною науково-дослідною роботою, яка містить нові наукові положення, обґрунтовані технічні рішення, нове вирішення наукової проблеми

в сфері селекційно-насінницького процесу, має теоретичне і практичне значення. Актуальність теми, наукова новизна, закінченість досліджень в межах сформульованих мети і задач досліджень, обґрунтованість і достовірність висновків заслуговують позитивної оцінки.

Зміст дисертації, її структура відповідають паспорту наукової спеціальності 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва.

За актуальністю розглянутої проблеми, науковим рівнем її вирішення, загальним обсягом досліджень, теоретичною і практичною цінністю отриманих результатів дисертаційна робота повністю відповідає пунктам 9, 10, 12, 13 «Порядку присудження наукових ступенів», а її автор, **Алієв Ельчин Бахтияр огли**, заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва.

Офіційний опонент: доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри аграрної інженерії Луцького національного технічного університету



Дідух Володимир Федорович

