

## ВІДГУК

офіційного опонента завідувача кафедри сільськогосподарських машин Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка, доктора технічних наук, професора Козаченка Олексія Васильовича на дисертаційну роботу Береженка Євгена Богдановича «Обґрунтування параметрів робочих органів гичкозбирального модуля», яку подано до спеціалізованої вченої ради ДФ 58.052.008 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя на здобуття ступеня доктора філософії галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування»

### Актуальність теми дисертації, її зв'язок з науковими програмами

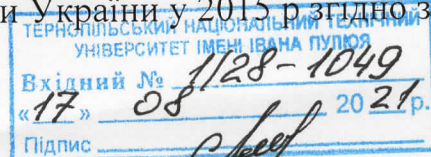
Ефективне збирання вирощеного врожаю в умовах ключової ролі виробництва продукції агропромислового комплексу України має стратегічне значення. Аналіз зазначеної проблеми показує, що подальший розвиток сільськогосподарського виробництва повинен базуватися на створенні технічних засобів, яка здатні оперативнo та цілеспрямовано змінювати режими роботи збиральних машин для забезпечення необхідної якості виконання технологічних операцій зі зменшеними витратами енергетичних ресурсів.

Подана дисертаційна робота є своєчасною, а отримані наукові результати направлені на підвищення ефективності технологічного процесу збирання основного масиву гички коренеплодів шляхом комплексного застосування та обґрунтування параметрів удосконалених робочих органів гичкозбирального модуля.

Обґрунтування удосконаленого енергозберігаючого способу збирання гички коренеплодів і впливу конструктивно-кінематичних параметрів робочих органів гичкозбирального модуля на показники якості роботи коренезбиральних машин є актуальною науково-прикладною задачею, а її вирішення має важливе народногосподарське значення.

Дисертаційна робота Береженка Євгена Богдановича на тему «Обґрунтування параметрів робочих органів гичкозбирального модуля» присвячена вирішенню цієї науково-прикладної технічної задачі зниження енергетичних витрат процесу збирання основного масиву гички великорозмірних коренеплодів, або цукрових і кормових буряків, коренеплодів цикорію.

Дисертаційна робота виконувалася в межах державної наукової тематики НДР Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Розробка та комплексне дослідження синтезованих транспортно-технологічних механізмів виробничих систем» (№ ДР 0117U003998), яка є частиною цільової комплексної державної науково-технічної програми наукових робіт та науково-технічних (експериментальних) розробок молодих вчених, яку затверджено Міністерством освіти і науки України у 2015 р згідно з Програмою діяльності КМУ «Україна-2020».



## Ступінь обґрунтованості і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

Наукові положення та загальні висновки є кількісно і якісно обґрунтованими. Ці положення та висновки сформульовані та підтверджені поданими у дисертації даними, які отримано автором на основі проведених ним теоретичних і експериментальних досліджень з використанням типових і запропонованих методів і методик.

Результати дисертаційної роботи викладені у висновках після кожного розділу, а також у преамбулі та 8 пунктах загальних висновків.

**Преамбула** описує узагальнену характеристику роботи та шляхи зниження енерговитрат процесу збирання гички.

Преамбула сформована на основі наведеного аналізу першого розділу.

**Перший пункт** загальних висновків характеризує кількісне теоретичне значення секундної подачі та питомої маси зрізаної гички, яка переміщується у міжряддя невикопаних коренеплодів (відповідно, 65...80 кг/с і 25...30 кг/м<sup>2</sup>) залежності від урожайності гички, густоти насадження коренеплодів і швидкості руху модуля.

**Другий висновок** встановлює технологічні параметри направляючого каналу та процесу переміщення зрізаної гички в ньому за встановлених параметрів роторного гичкоріза за яких початкова швидкість руху зрізаної гички знаходиться у діапазоні 9,5...10,5 м/с, а на виході з вихідної горловини – 2,5...3,5 м/с, а час переміщення гички – 0,15...0,2 с.

Перший і другий пункти загальних висновків сформовані на основі отриманих результатів другого розділу дисертаційної роботи.

**Третій загальний висновок** визначає характери впливу урожайності гички, густоти насадження коренеплодів цикорію і швидкості руху гичкозбирального модуля на зміну експериментальних значень секундної подачі та питомої маси зрізаної та укладеної гички в міжряддя невикопаних коренеплодів (відповідно, від 17 до 36 кг/с і від 19 до 27 кг/м<sup>2</sup>), а також їх розбіжність між теоретичними та експериментальними значеннями(15...20 %)..

**Четвертий загальний висновок** визначає довжину різання головок коренеплодів для двох типів конструктивного виконання ріжучого ножа (8,5...11,5) залежно від початкової швидкості різання та характер підсилення довжини різання за відповідної жорсткості пружини підпружиненого ножа.

**П'ятий загальний висновок** характеризує показники якості роботи коренезбиральної машини, які отримано за результатами порівняльних польових досліджень за удосконаленого способу збирання основного масиву гички коренеплодів.

**У шостому загальному висновку** наведені встановлені автором раціональні параметри робочих органів гичкозбирального модуля, які обґрунтовані за результатами теоретичних і експериментальних досліджень.

Третій, четвертий і п'ятий пункти загальних висновків сформовані на основі отриманих результатів четвертого розділу дисертаційної роботи.

У цьому загальному висновку наведено кількісне значення показника зниження загальних витрат потужності (1,8...2,4 кВт) удосконаленим гичкозбиральним модулем.

**Восьмий висновок** визначає річний економічний ефект від підвищення ефективності процесу збирання гички гичкозбиральним модулем (48,93 грн/га) та впровадження результатів досліджень.

Усі пункти загальних висновків логічно впливають із результатів наукових досліджень, які приведені автором у дисертаційній роботі.

### **Наукова новизна одержаних результатів і їх значення для науки та виробництва**

**Наукова новизна** полягає в удосконаленні технологічного процесу збирання основного масиву гички коренеплодів та обґрунтуванні раціональних конструктивно-кінематичних параметрів робочих органів гичкозбирального модуля.

Вперше розроблено:

- математичні моделі, які функціонально визначають показники технологічної подачі зрізаної гички у міжряддя невикопаних коренеплодів (секундної подачі та питомої маси основного масиву гички) залежно від одночасної мінливої зміни урожайності гички та густоти насадження коренеплодів, а також швидкості руху гичкозбирального модуля;

- математичну модель, яка описує та визначає профіль кривини внутрішньої поверхні направляючого каналу з умови забезпечення гарантованого переміщення зрізаної гички по ньому до фартуха та подальшого її укладання в зону між двома ділильними дисками, що встановлені у міжрядді невикопаних коренеплодів.

Уточнено емпіричні моделі, які дозволили встановити значення секундної подачі та питомої маси зрізаної та укладеної у міжряддя невикопаних коренеплодів гички, що є передумовою, або вихідними даними для подальшого обґрунтування параметрів робочих органів копачів і очисників вороху коренеплодів.

Отримали подальший розвиток емпіричні моделі для визначення довжини різання головок коренеплодів для двох типів ріжучого ножа та функціональна залежність, яка визначає показник зниження загальних витрат і питомих витрат потужності процесу збирання гички удосконаленим гичкозбиральним модулем залежно від секундної подачі зрізаної гички, або від урожайності гички та рядності збиральної машини.

**Значущість результатів досліджень для практики** полягає в обґрунтуванні удосконаленої конструктивно-компонувальної схеми та визначенні раціональних конструктивно-кінематичних параметрів робочих органів гичкозбирального модуля. Застосування гичкозбирального модуля в умовах виробництва дозволяє знизити енерговитрати процесу збирання гички в 1,2 – 1,3 рази. Запропоновано рекомендації для вибору раціональних параметрів робочих органів гичкозбирального модуля в умовах виробничих процесів.

Результати наукових досліджень прийняті спеціалістами Хмельницької державної сільськогосподарської дослідної станції для впровадження у виробництво під час збирання коренеплодів цикорію. Будова, принцип роботи та теоретичні розрахунки використовуються у навчальному процесі Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя під час виконання практичних занять з дисципліни «Робочі процеси сільськогосподарських машин».

### **Повнота викладення основних результатів у наукових фахових виданнях і дотримання вимог академічної доброчесності**

Результати досліджень у достатньому обсязі викладені у наукових публікаціях та апробовані на міжнародних науково-практичних конференціях. При цьому автором дисертації опубліковано 15 наукових праць, з них 3 наукові праці опубліковано у фахових виданнях України категорії Б, 2 статті – в періодичному рецензованому закордонному виданні країн, які є членами ОЕСР, що ідентично згідно з положенням МОН України науко-метричній базі Scopus.

Наведені публікації відображають основний зміст дисертації.

Наведені дані апробації та опублікування результатів наукових досліджень відповідають вимогам пункту 11 Порядку проведення експерименту з присудження наукового ступеня доктора філософії, затверджених постановою КМ України від 06.03.2019 р. за № 167.

Обсяг і структура роботи відповідають вимогам МОН України до дисертаційних робіт на здобуття ступеня доктора філософії.

Повнота викладення матеріалу дисертації відповідає вимогам до оформлення дисертаційних робіт. Зміст анотації ідентичний структурі та змісту дисертації і в достатній мірі характеризує основні результати роботи.

Використання чужих наукових результатів без посилань на авторів у дисертаційній роботі не виявлено, тобто автором дотримані вимоги академічної доброчесності.

### **Оцінка змісту дисертації, її завершеність та загальна характеристика роботи.**

Дисертація складається зі анотації, вступу, 5 розділів, загальних висновків, списку використаних джерел з 162 найменувань і 20 додатків.

Основний зміст дисертації викладено на 162 сторінках. Вона включає 7 таблиць і 66 рисунків. Загальний обсяг роботи складає 217 сторінок.

У вступі (с. 20-25), відповідно до вимог, обґрунтовано актуальність теми дисертації, розкрита сутність і стан наукової проблеми, її значущість, викладено зв'язок роботи з науковими програмами, встановлено об'єкт та предмет дослідження, відображено методи дослідження, сформульовані мета й основні завдання дослідження, визначено наукову і практичну цінність результатів та особистий внесок автора в їх отримання.

У першому розділі (с. 26-61) проведено аналіз стану проблеми: представлений аналіз технологій, способів збирання гички коренеплодів і конструкцій гичкозбиральних модулів; наведена характеристика відомих досліджень з питань розробки та ефективного використання гичкозбиральних модулів; обґрунтовано вибір схеми гичкозбирального модуля.

Встановлено, що процес збирання гички коренеплодів існуючими механізмами є енерговитратним процесом і існує можливість зменшення енергетичних затрат, або підвищення ефективності процесу збирання основного масиву гички за рахунок поєднання операцій зрізування гички ножами роторного гичкоріза та транспортування зрізаної гички шнековим конвеєром в одну суміжну операцію.

У другому розділі (с. 62-95) приведені теоретичні розробки автора щодо аналізу технологічного процесу роботи гичкозбирального модуля: розглянуто процес технологічної подачі зрізаної гички в міжряддя невикопаних коренеплодів залежно від агробіологічних характеристик коренеплоді і умов роботи гичкозбирального модуля; обґрунтовано технологічні параметри кривини внутрішньої поверхні направляючого каналу з умов гарантованого переміщення зрізаної гички по ньому залежно від встановлених параметрів роторного гичкоріза.

Встановлено, що секундна подача та питома маса зрізаної і укладеної в міжряддя невикопаних коренеплодів прямо пропорційна швидкості руху гичкозбирального модуля, кількості рядків коренеплодів, густоти насаджень і урожайності гички та знаходиться в межах, відповідно, від 56,6 до 94,1 кг/с та від 11,8 до 32,6 кг/м<sup>2</sup> (для реальних меж урожайності 170...190 ц/га та осередненої швидкості руху 1,5...1,6 м/с, відповідно – 60...80 кг/с та 25...30 кг/м<sup>2</sup>). За вхідних даних параметрів роторного гичкоріза, а саме діаметра роторного гичкоріза 0,35...0,4 м, частоти обертання роторного гичкоріза 62,8 рад/с (колова швидкість руху Г-подібного ножа 11,0...12,6 м/с) раціональний кут між напрямком вектора доударної швидкості та дотичною до профілю направляючого каналу в точці удару знаходиться в діапазоні 30...35 град., а початкова швидкість руху зрізаної частинки гички знаходиться у діапазоні 9,5...10,5 м/с, а на виході з вихідної горловини – 2,5...3,5 м/с, а час переміщення гички по направляючому каналу становить 0,15...0,2 с.

У третьому розділі (с. 96-119) приведені описи будови та принципу роботи експериментальних установок і методики проведення експериментальних досліджень гичкозбирального модуля, порівняльних досліджень та процесу різання головок коренеплодів з застосуванням маятникового копра.

У четвертому розділі (с.120-143) представлені результати експериментальних досліджень процесу технологічної подачі зрізаної та укладеної в міжряддя невикопаних коренеплодів подрібненої гички, довжини різання головок коренеплодів жорстко закріпленим і підпружиненим ріжучим ножем, який встановлено на маятнику копра та результати порівняльних досліджень показників якості роботи коренезбиральної машини за базового та удосконаленого способу збирання основного масиву гички коренеплодів.

Встановлено, що розбіжність експериментальних і теоретичних значень секундної подачі та питомої маси гички в міжряддя невикопаних коренеплодів становить 15...20 %. Встановлено, що за значення жорсткості пружини 15 Н/см довжина різання головок коренеплодів для конструктивного виконання жорстко закріпленого та підпружиненого ріжучого ножа практично однакова та становить 8,5...11,5 см в межах зміни початкової швидкості різання від 1,2 до 2,0 м/с, а загальна кількість домішок у зібраному воросі коренеплодів за удосконаленого способу збирання гички коренеплодів зменшується на 0,8 %. Визначені раціональні параметри робочих органів гичкозбирального модуля: діаметр роторного гичкоріза 0,35 м; частота обертання роторного гичкоріза 600...650 об/хв; діаметр ділильних дисків 0,4 м; відстань між ділильними дисками 0,35 м; швидкість руху гичкозбирального модуля 1,6...1,8 м/с.

У п'ятому розділі (с. 144-159) сформовані перспективні напрямки вдосконалення робочих органів гичкозбиральних модулів та визначені показники зниження енергетичних витрат процесу збирання гички та економічної ефективності застосування удосконаленого гичкозбирального модуля.

### **Загальні зауваження та дискусійні положення щодо дисертації**

1. В результаті аналізу конструкцій гичкозбиральних модулів (розділ 1.1) автору слід було привести більш детальне їх порівняння щодо енергетичних показників виконання процесу.

2. В розділі 1.2 «Аналіз теоретично-експериментальних досліджень робочих органів гичкозбиральних модулів» слід було розкрити доцільність врахування вихідних характеристик при створенні нових конструкцій та дослідженні процесів взаємодії робочих органів гичкорізів з головками коренеплодів.

3. Потребує пояснення вираз «... адекватного профілю направляючого каналу» (с. 79, перший абзац), адже це стосується математичного моделювання процесу переміщення зрізаної гички в направляючому каналі (розділ 2.2).

4. Процес взаємодії робочих органів створеного гичкоріза не враховує нерівності поверхні поля. Яким чином їх можна врахувати для того, щоб в реальних умовах користуватися отриманими теоретичними залежностями.

5. При проведенні експериментальних випробувань автору слід було пояснити вибір довжини залікових ділянок посівів коренеплодів: 6, 7, 8 м та швидкості руху гичкозбирального модуля, відповідно, 1,2; 1,4; 1,6 м/с.

6. Матеріали розділу 5.1, що стосуються подальшого удосконалення робочих органів гичкозбирального модуля бажано було подати у розділі 1.3 «Обґрунтування вибору конструктивної схеми гичкозбирального модуля ...» та обрати найбільш раціональний варіант для реалізації наукового дослідження.

7. Список використаних джерел містить обмежену кількість посилань на наукові праці зарубіжних авторів за обраним напрямком дослідження. Це дещо зменшує рівень проведеного аналізу і об'єктивність оцінювання сучасних досягнень науки з обраної проблематики.

8. На жаль відсутнє впровадження результатів дослідження у виробництво, а тільки на дослідній станції та у навчальний процес (Додаток Ж. 3.1).

9. В роботі є стилістичні і друкарські помилки.

## ВИСНОВОК

Дисертація Береженка Євгена Богдановича на тему: «Обґрунтування параметрів робочих органів гичкозбирального модуля», яку подано до спеціалізованої вченої ради ДФ 58.052.008 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя на здобуття ступеня доктора філософії галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування» є завершеною науковою працею, в якій отримано результати самостійних теоретичних і експериментальних досліджень, що дозволяють забезпечити підвищення ефективності процесу збирання гички коренеплодів шляхом вдосконалення конструкції та обґрунтування параметрів робочих органів гичкозбирального модуля. Отримані автором результати є новими та науково обґрунтованими, а також перевірені у польових умовах і підтверджені необхідними документами. Матеріали всіх розділів логічно пов'язані і разом складають закінчену роботу, яка вирішує поставлені завдання. Зміст, форма подачі матеріалу та стиль викладання відповідають вимогам МОН України до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії. Анотація дисертації повністю відповідає змісту та результатам дисертаційної роботи.

Відмічені недоліки до дисертаційної роботи не знижують її наукового та практичного рівня і не впливають на позитивну оцінку дисертації в цілому.

Виконані дослідження за науковим рівнем та практичним значенням, відсутності порушень академічної доброчесності відповідають вимогам Міністерства освіти і науки України до кандидатських дисертацій та вимогам пункту 11 Порядку проведення експерименту з присудження наукового ступеня доктора філософії, затверджених постановою КМ України від 06.03.2019 р. за № 167, а її автор, Береженко Євген Богданович, заслуговує присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування».

Офіційний опонент,  
доктор технічних наук, професор,  
завідувач кафедри сільськогосподарських машини  
Харківського національного технічного  
університету сільського господарства  
імені Петра Василенка



О.В. Козаченко

ЗАСВІДЧУЮ

Керівник відділу діловодства ХНТУСГ