УДК 631.331

РЕЗУЛЬТАТИ СИМУЛЯЦІЇ СПОВІЛЬНЮВАЧА НАСІННЯ ПНЕВМАТИЧНОЇ СІВАЛКИ ТОЧНОГО ВИСІВУ

Алієв Е.Б.[1], Безверхній П.Є.[2]

[1] д-р. техн. наук, старший дослідник, Дніпровський держаний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, aliev@meta.ua;

[2] здобувач, Дніпровський держаний аграрно-економічний університет, м. Дніпро

Анотація. Метою досліджень є обґрунтування конструктивно-режимні параметри сповільнювача насіння пневматичної сівалки John Deere на основі чисельного моделювання. За результатами чисельного моделювання і обробки отриманих даних отримані рівняння регресії другого порядку в розкодованому вигляді без урахуванням значущих коефіцієнтів за t-критерієм Стьюдента залежностей швидкості повітряного потоку, швидкості насіння на виході сповільнювача насіння і коефіцієнта зміни норма висіву від швидкості повітряного потоку на вході і відношення площі випускних отворів до площі входу.

Ключові слова: модель, сівалка, точний висів, сповільнювач, параметри, візуалізація.

Постановка проблеми. В сучасному рослинництві відводиться велика увага енергозберігаючим технологіям вирощування культурних рослин. Це є одним з найважливіших перспективних і пріоритетних напрямків, для якого необхідні сільськогосподарські машини нового покоління, що забезпечують високу якість і точність робіт на всіх етапах, включаючи сівбу культурних рослин [1, 2].

Нові конструкції машин розробляються з урахуванням вимог до прецизійності (точності), багатофункціональності, енергоефективності та з достатнім запасом міцності конструктивних елементів [3, 4]. Однак існуючі системи подачі насіння у варіанті універсальних пневматичних сівалок точного висіву не завжди добре пристосовані до роботи таких машин і вимагають доопрацювання [5, 6, 7]. Пневматична сівалка John Deere також не є винятком. При посіві дрібнонасіннєвих культур, таких як ріпак, просо, гірчиця, або при використанні гранульованого добрива разом із насінням, може виникнути проблема виліту насіння з посівного ложа, що може знизити однорідність посіву. Цей ризик збільшується при використанні широкого посівного обладнання [5], оскільки збільшується швидкість повітряного потоку. Для усунення цієї проблеми рекомендується встановлювати сповільнювачі насіння, які зменшують швидкість повітряного потоку на виході з сошнику.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Оскільки все більше

фермерів використовують повітряні бункери для розміщення сумішей добрив і насіння для посіву в рядок, необхідний значно більший потік повітря для транспортування обох продуктів до висівних башмаків (сошників), особливо при висіві на більшу ширину з використанням вищої швидкості. Проте це підвищення швидкості повітряного потоку може призвести до викидання насіння та добрив з отвору для насіння, зменшуючи однорідність посіву. Для розв'язання цієї проблеми рекомендується встановити вертикальний сповільнювач насіння над висівною трубою на пневматичних сівалках John Deere, які мають різноманітну форму та можуть бути ергономічно розташовані під елементами рами. Однак конструкція сповільнювача насіння повинна забезпечувати не тільки зниження швидкості повітряного потоку, а й вільний потік насіння до сошника без утворення заторів, забезпечення необхідної точності висіву та запобігання травмування насіння під час його переміщення з урахуванням постійного коливання рами сівалки.

Отже, для того, щоб вибрати оптимальні конструктивно-режимні параметри сповільнювача насіння для пневматичної сівалки John Deere, потрібно провести чисельне моделювання. Це дозволить належним чином обґрунтувати їхню ефективність та правильність.

Мета дослідження. На основі чисельного моделювання обґрунтувати конструктивно-режимні параметри сповільнювача насіння пневматичної сівалки John Deere.

Виклад основного матеріал. Спираючись на власний досвід чисельного моделювання для досягнення поставленої мети було побудовано модель в програмному пакеті Star CCM+. Конструкція і згенерована сітка внутрішньої області сповільнювача насіння із зазначенням геометричних розмірів приведена на рис. 1. Геометричні розміри сповільнювача насіння були обрані з урахуванням можливосте його розташування і конструктивних особливостей пневматичної сівалки John Deere.

В якості фізичних моделей для чисельного моделювання обрані наступні: модель реального газу (повітря) Ван-дер-Ваальса; модель k-ε-турбулентності; модель роздільної течії; модель Лагрнжевої багатофазності, зокрема метод дискретних елементів (DEM) з урахування багатофазної взаємодії. Симуляція процесу виконана у тривимірному просторі із нестаціонарним неявним

вирішувачем. В якості DEM-частинок обрано насіння сої, які мали сферичну форму.

В якості факторів досліджень обрано швидкість повітряного потоку на вході V_a^{in} (5–25 м/с, крок – 5 м/с), відношення площі випускних отворів до площі входу ε

$$\varepsilon = \frac{S_h N_h}{S_{in}} = \frac{N_h}{225}, \qquad 1)$$

де S_h – площа випускного отвору, $S_h = \pi(2/2)^2$ мм^2; N_h – кількість випускних отворів; S_{in} – площа входу, $S_{in} = \pi(30/2)^2$ мм^2.

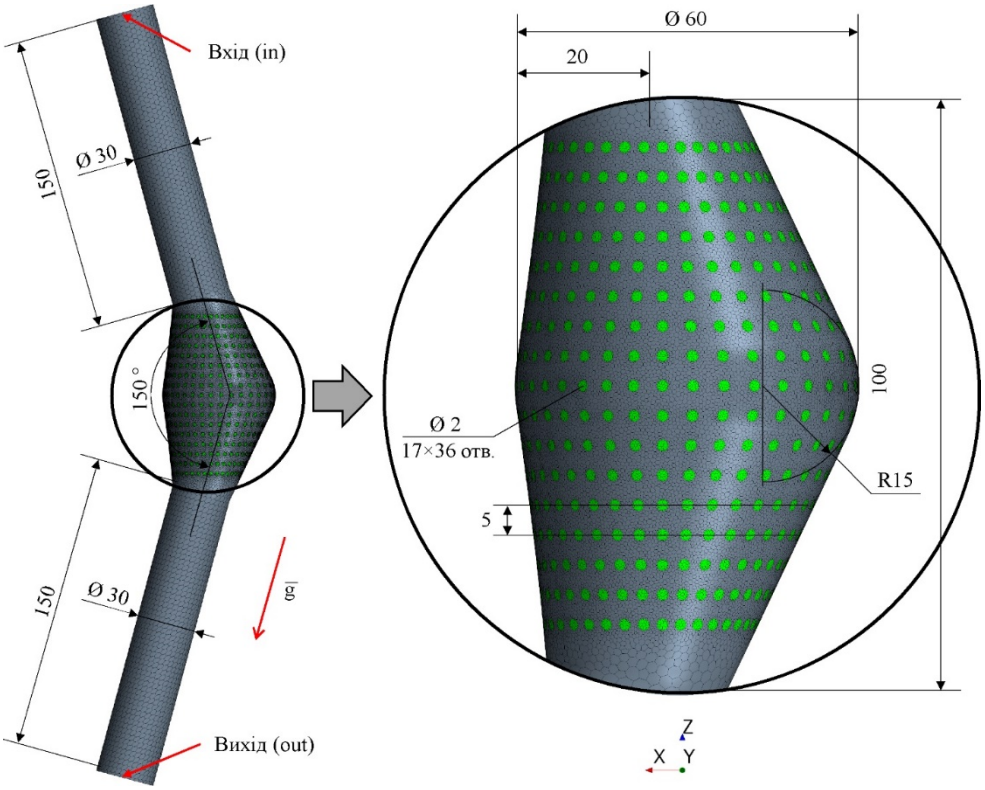

Рисунок 1 – Конструкція і згенерована сітка внутрішньої області сповільнювача насіння (значення в мм)

Змінюючи кількість випускних отворів отримуємо діапазон фактору ε: $N_h = 17\times0 \rightarrow \varepsilon = 0$; $N_h = 17\times6 \rightarrow \varepsilon = 0{,}45$; $N_h = 17\times12 \rightarrow \varepsilon = 0{,}91$; $N_h = 17\times18 \rightarrow \varepsilon = 1{,}36$; $N_h = 17\times24 \rightarrow \varepsilon = 1{,}84$; $N_h = 17\times30 \rightarrow \varepsilon = 2{,}27$; $N_h = 17\times36 \rightarrow \varepsilon = 2{,}72$. Почергово задаючи значення факторів отримуємо 7×5 = 35 дослідів. Критеріями досліджень є швидкість повітряного потоку на виході V_a^{out}, швидкість насіння на виході V_p^{out} і коефіцієнт зміни норма висіву η:

$$\eta = \frac{Q_{out}}{Q_{in}}, \qquad 2)$$

де Q_{out} – норма висіву на виході, шт./с; Q_{in} – норма висіву на вході, шт./с.

В результаті чисельного моделювання отримано візуалізації процесу руху насіння у сповільнювачі, які приведені на рис. 2. На рисунках представлено лінії потоку повітря і розміщення та швидкості насіння в процесі їх руху. З рисунків наочно можна визначити максимальні і мінімальні швидкості потоку повітря на вході і виході сповільнювача насіння. Окрім цього візуалізація демонструє максимальне і мінімальне значення швидкостей насіння в процесі їх руху.

За результатами чисельного моделювання і обробки отриманих даних в програмному пакеті Wolfram Cloud отримано рівняння регресії третього порядку V_a^{out} (V_a^{in}, ε), V_p^{out} (V_a^{in}, ε), η (V_a^{in}, ε) в розкодованому вигляді без урахуванням значущих коефіцієнтів за t-критерієм Стьюдента:

$V_a^{out} = 1{,}93387 + 0{,}884114\ V - 6{,}66064\ \varepsilon - 0{,}688551\ V\ \varepsilon +$

$$+ 6{,}1066\,\varepsilon^2 + 0{,}158812\,V\,\varepsilon^2 - 1{,}46639\,\varepsilon^3 \quad 3)$$

$$V_p^{out} = -0{,}125199 + 0{,}0315502\,V + 0{,}00285204\,V^2 - 0{,}00007\,V^3 - 0{,}0199292\,\varepsilon - 0{,}00103046\,V\,\varepsilon + 0{,}0899615\,\varepsilon^2 - 0{,}0045114\,V\,\varepsilon^2 - 0{,}0199169\,\varepsilon^3. \quad 4)$$

$$\eta = 1{,}1343 - 0{,}0211045\,V + 0{,}000664446\,V^2 + 0{,}321999\,\varepsilon + 0{,}0456175\,V\,\varepsilon - 0{,}183901\,\varepsilon^2 - 0{,}0101584\,V\,\varepsilon^2 + 0{,}0394935\,\varepsilon^3. \quad 5)$$

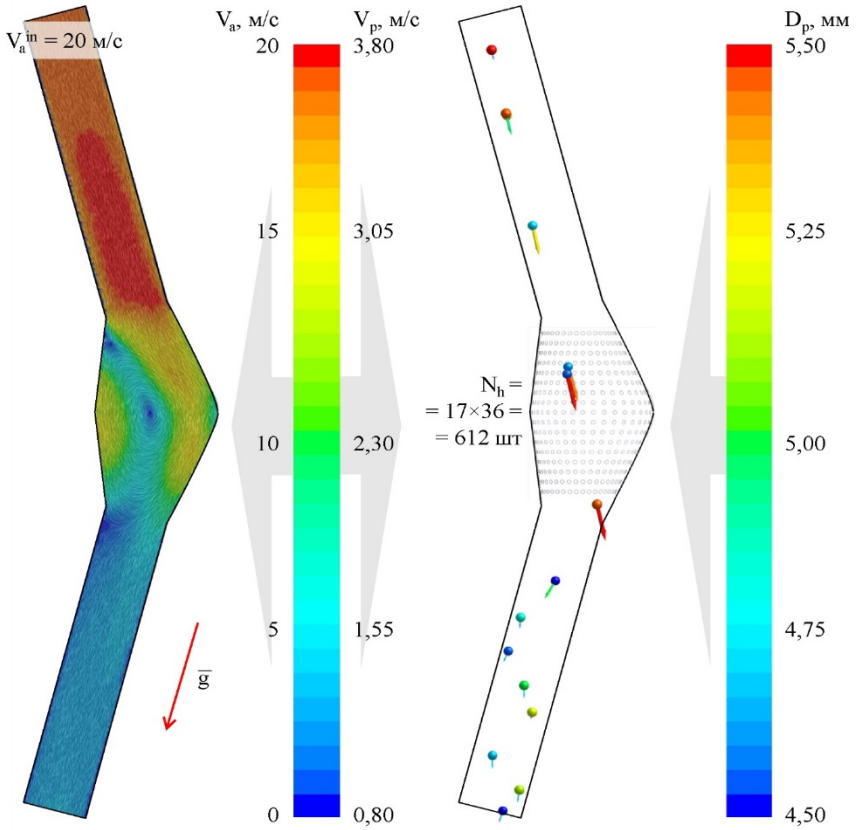

Рисунок 4 – Візуалізація процесу руху насіння у сповільнювачі при V_a^{in} = 20 м/с, ε = 2,72

В зв'язку з тим що для кожного критерію оцінки досліду визначені оптимальні значення факторів, які не співпадають вирішимо компромісну задачу, яка має вигляд:

$$\begin{cases} V_p^{out}\left(V_a^{in},\varepsilon\right) \to \min, \\ \eta\left(V_a^{in},\varepsilon\right) \to \min. \end{cases} \quad (6)$$

Задачу (6) будемо вирішувати методом скалярного ранжування шляхом мінімізації мультиплікативної функції із врахування коефіцієнта важливості приватного критерію:

$$\frac{V_p^{out}\left(V_a^{in},\varepsilon\right)}{\max\left(V_p^{out}\right)}\frac{\eta\left(V_a^{in},\varepsilon\right)}{\max\left(\eta\right)} \to \min, \quad (7)$$

де max() – максимальне значення функції.

Вирішуючи в програмному пакеті Wolfram Cloud рівняння (7) спільно з (4)–(5) при фіксованих значеннях швидкості повітряного потоку на вході V_a^{in} в діапазоні від 5 м/с до 25 м/с отримує значення відношення площі випускних отворів до площі входу ε сповільнювача насіння. При зазначеному діапазоні швидкості повітряного потоку на вході V_a^{in} необхідно корегувати норму висіву на коефіцієнта η, який знаходиться в медах від 1,47 до 2,56.

Висновки. За результатами чисельного моделювання і обробки отриманих даних отримані рівняння регресії другого порядку в розкодованому вигляді без урахуванням значущих коефіцієнтів за t-критерієм Стьюдента залежностей швидкості повітряного потоку V_a^{out}, швидкості насіння V_p^{out} на виході сповільнювача насіння і коефіцієнта зміни норма висіву η від швидкості повітряного потоку на вході V_a^{in} і відношення площі випускних отворів до площі входу ε.

Список використаних джерел:

1. Бойко А., Свирень Н., Сысолин П., Петренко Н. Проблемы совершенствования и тенденции развития посевной техники. Техніка АПК. 2000. № 11–12. С. 8–10.

2. Раднаев Д. Н. Условия применения показателей эффективности посевных агрегатов. Вестник КрасГАУ. 2011. № 3. С. 141–146.

3. Аулин В. В., Панков А. А. Технико–экономическое обоснование и анализ перспектив точного посева зерновых культур пневмоструйными аппаратами. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково–технічний збірник. Кіровоград: КНТУ, 2015. Вип. 45, Ч. 2. С. 7–14.

4. Пастухов В. І., Крохмаль Д. В. Якісні показники роботи сівалки для сумісних посівів: матеріали XI Міжнародної науково–практичної конференції [«Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогоподарської техніки»], (Кропивницький, ЦНТУ, 2017 р.). Міністерство освіти, ЦНТУ, 2017. С. 209-210.

5. Needham Ag Technologies. 2021. Product Guide. Research Product Sales Customer Service. North Calhoun. 92 p. http://www.needhamag.com/documents/Needham_Ag_2022_Product_Guide.pdf

6. Yang L., Yan B. X., Yu Y. M., He X. T., Liu Q. W., Liang Z. J., Yin X., Zhang D. Global overview of research progress and development of precision maize planters. Int J Agric & Biol Eng, 2016; 9(1): 9－26.

7. Boiko, A., Popyk, P., Gerasymchuk, I., Bannyi, O., & Gerasymchuk, N. (2018). Application of the new structural solutions in the seeders for precision sowing as a resource saving direction. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 5(1 (95), 46–53. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.142023

УДК 62; 63 ББК
30; 40.3; 41.4
Я431

Рекомендовано до друку вченою радою
ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»
від 31 травня 2023 протокол № 10

Редакц. колегія:
В.С. Лукач (науковий редактор); І.О. Демчук (заступник відповідального редактора); С.Г. Фришев; М.І. Ікальчик; І.І. Махмудов.

До збірника включені праці науково-педагогічних працівників, наукових співробітників, аспірантів, магістрів та студентів Ніжинського агротехнічного інституту, Національного університету біоресурсів і природокористування України, наукових установ НААН України, навчальних закладів України, у яких наведені результати конструкторських, теоретичних, експериментальних досліджень машин та засобів для механізації і автоматизації агропромислового виробництва, нових технологій у тваринництві, енергетиці, природокористування та підготовці фахівців для АПК.

Використання сучасних технологій та техніки в аграрному виробництві: зб. наукових праць (20 квітня 2023) / наук. ред. В.С. Лукач − Ніжин, 2023 – 226 с.

У збірнику надруковоні матеріали учасників Міжнародної науково-практичної конференції «Використання сучасних технологій та техніки в аграрному виробництві», висвітлено результати наукових досліджень, проведених науково-педагогічними працівниками, науковими співробітниками, аспірантами, магістрами та студентами. Тексти тез друкуються в авторській редакції. Відповідальність за інформацію, подану в науковому дослідженні, несуть автори статей.

© ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»
© автори статей

Міжнародна науково-практична конференція
«Використання сучасних технологій та техніки в аграрному виробництві»

ЗМІСТ

Адамчук О.В., Онищенко В.Б., Онищенко Б.В.
Удосконалення конструкції пневматчної висівної системи машин внесення твердих мінеральних добрив . 9

Алієв Е.Б., Безверхній П.Є.
Результати симуляції сповільнювача насіння пневматичної сівалки точного висіву. 12

Алієв Е.Б., Лінко М.О.
Результати чисельного моделювання формуючої насадки експандера кормів. 17

Барановський В.М., Теслюк В.В., Санчук Б.О.
Дослідження системи керування коренезбиральної машини. 22

Валієв Т.О., Поліщук В.М.
Солома як сировина для отримання біогазу. 25

Вінюков О. О., Бондарева О. Б., Чугрій Г. А.
Інтенсивність біоакумуляції важких металів в зерні колосових культур в південно-східному промисловому регіоні. 27

Вітусевич С., Насєка Ю. М., Наумов А. В., Калюжний В. В.
Вплив механічного напруження на саморозігрів структур AlGaN/GaN при робочих електричних навантаженнях. 28

Герасименко В.П., Жадько В.О.
Досягнення сучасної енергетики, автоматизації та робототехніки. 31

Герасименко В. П., Василенко В. В., Майбородіна Н. В.
Використання нейромережевого прогнозування величини струму витоку на основі теорії часових рядів для пристроїв захисного вимикання. 33

Герук С.М., Міненко С.В., Онищенко В.Б., Онищенко Б.В.
Удосконалення сепаруючого пристрою картоплезбиральних машин. 38

Горобей О. Я., Насєка Ю.М., Лементарьов В.В., Стрельницький В.Є.
Модифікація структури плівок тетраедричного аморфного вуглецю, осаджених вакуумно-дуговим методом, при застосуванні імпульсного потенціалу підкладки. 39

Гриненко А. П., Махмудов І.І.
Розробка транспортного процесу при перевезенні небезпечних вантажів в умовах переяслав-хмельницького району. 41

Дворник Є.О., Поліщук В.М.
Методика визначення співвідношення fos/tac в біогазовому виробництві. 50

Дев'ятко О.С., Онищенко В.Б., Бондар Д.С.
Дефекти сільськогосподарської техніки при стандартизації з урахуванням стадій життєвого циклу. 54

Дітте А. О., Опалко В. Г.
Оцінка показників якості експлуатації самоскидів для сільськогосподарських робіт. 58

Дьомін О. А.,Манелюк А. П.
Раціональний підбір автомобільного транспорту для перевезення укрупнених одиниць будівельних матеріалів. 60

Дьомін О. А., Холод С. В.
Аналіз технічних можливостей для вирощування зернових культур в агрокомпанії ТОВ«АТК». 62

Заболотній О.А.
Вивчення математики на технічних спеціальностях у закладі вищої освіти. 65

Заболотько О.О.
Корова, як об'єкт продукування. 70

Заболотько О.О. Потапова С.Є. Гаврилко А.В.
Біотехнологічні властивості доїльного апарата для доїння кіз. 73

Загурський О., Стецик О.
Проблема підвищення рівня екологічності транспортних перевезень в ланцюгах постачань. 78

Криворучко В., Ребенко В.І.
Поточні лінії видалення гною на молочних фермах. 83

Кузьменко В. Ф. Оніщенко В.Б. Толстушко Н.О.
Засіб для збирання насаджень деревних енергетичних культур. 85

Кузьменко В. Ф., Онищенко В. Б.
Аналіз роботи самохідної косарки. 87

Кузьменко В. Ф.Онищенко В. Б. Онищенко Б.В.
Удосконарення ротаційних різальних апаратів кормозбиральних машин. 88

Кулачок М. А., Махмудов І. І.
Удосконалення транспортно-виробничого процесу при перевезенні птиці в умовах ПАТ «Миронівський хлібопродукт». 89

Линник Б.М., Махмудов І.І.
Організація перевезення харчових виробів у торгівельну мережу транспортом виробника. 104

Ломако М. О., Опалко В. Г.
Вибір раціональної системи перевезень зернових культур. 114

Лукач В.С., Фришев С.Г. , Ікальчик М.І.
Аналіз параметрів машин технологічного комплексу для збирання та перевезення цукрових буряків. 116

Лукач В.С., Фришев С.Г. , Ікальчик М.І.
Теоретичне обгрунтування раціональних технологічних параметрів машин комплексу для збирання та перевезення кукурудзи. 124

Онищенко В.Б. Онищенко Б. В.
Удосконалення конструкції розпилювальних пристроїв обприскувача польових культур. 131

Онищенко В.Б. Онищенко Б.В. Тереня О.Є.
Обгрунтування конструктивно-технологічної схеми навісного модуля до розкидача органічних добрив. 133

Півторак М.В.
Особливості аналізу конкурентоспроможності транспортної компанії. 135

Радіонов О. М., Опалко В. Г.
Ефективність використання транспортних засобів у сільському господарстві при перевезенні сільськогосподарських вантажів. 137

Ратушний В. В., Вітрух П. І., Косовець Ю. В., Маранда С. О., Онищенко В. Б
Результати експериментальних досліджень процесу пошарової обробки насіння. 139

Ратушний В. В. Онищенко В. Б.
Аналіз роботи протруювачів насіння сільськогосподарських культур. 143

Ребенко В.І., Ковбаса Д.
Планування та організація кормової бази. 145

Ребенко В.І., Ковбаса Д.
Блискавкозахист фермських приміщень. 146

Руденко Д.Т., Сліпуха Т.І.
Перевезення небезпечних вантажів автомобільним транспортом. 148

Савченко Л. А., Безрученков М. С.
Особливості транспортування аграрної продукції. 150

Савченко Л. А.
Особливості транспортування аграрної продукції. 152

Савченко Л. А.
Перспективи розвитку транспортної системи України. 153

Савченко Л. А., Сеген Д
Напрями впровадження ІТ на транспорті. 157

Савченко Л. А., Мірошник А. І.
Перспективи розвитку транспортної системи україни. 162

Соломко Н.О., Олешко М.І.
Основні аспекти концепції smart grid у сучасній електроенергетичній системі. 166

Теслюк В.В., Ікальчик М.І., Бречко М.М.
Біотехнологічні основи підвищення стійкості с.г. культур до хвороб. 171

Теслюк В.В., Ікальчик М.І., Драганер Г.Ю.
Аналіз дії рушіїв машин на фізико-механічні властивості грунту. 173

Теслюк В.В., Ікальчик М.І., Покидько М.М.
Дослідження передпосівного обробітку важких грунтів для вирощування цукрових буряків. 176

Теслюк В.В., Кирилюк В.І., Ярощук Д.Г.
Дослідження процесу подрібненя плодових тіл грибів для одержання полісахаридів. 178

Теслюк В.В., Майстренко І.Г. , Майстренко Г.І.
Інноваційна діяльність підприємства як форма управління інтелектуальним капіталом. 181

Теслюк В.В., Мороз А.І., Кініченко А.О.
Вплив механічного обробітку грунту на ріст і розвиток рослин. 183

Теслюк В.В., Мороз А.І., Топоринський В.І.
Обгрунтування конструктивного удосконалення комбінованого ґрунтообробного знаряддя. 186

Теслюк В.В., Санчук Б.О., Пугач О.М.
Біопрепарати для екологічного вирощування рослинницької продукції. 189

Тетеря О. С., Сліпуха Т.І.
Нові види транспорту, переваги та недоліки. 191

Толстенко О. В.
Основи технологічної безпеки складних технічних сільськогосподарських систем. 195

Федорина Т. П.
Охорона праці: рекомендації для роботодавців та працівників під час воєнного стану. 199

Хлань О.Р., Сліпуха Т.І.
Завдання, сутність і проблеми транспортної логістики в україні. 206

Хмельовський В. С.
Інженерія в кормовиробництві – запорука ефективного тваринництва. 208

Шейко Н.В., Висовень М.М.
Дослідження параметрів гальмування автомобілів. 210

Шейко Н.В., Лиман В.В.
Дослідження мікронізації зерна для покращення процесу плющення. 215

Шейко Н.В., Міщенко Р.С.
Особливості перевезення забійних тварин і птиці автотранспортом. 221

Яковенко В. В., Опалко В. Г.
Аналіз технологічної пристосованості автомобілів до перевезення сільськогосподарських вантажів. 225