АГРОІНЖЕНЕРІЯ

УДК 631.333:631.172 DOI: https://doi.org/10.32515/2664-262X.2021.4(35).134-141

А.С. Лімонт, доц., канд. техн. наук
Житомирський агротехнічний коледж, м. Житомир, Україна
e-mail: andrespartak@ukr.net
В.О. Ломакін, канд. техн. наук
Житомирський агротехнічний коледж, м. Житомир, Україна
З.А. Лімонт, **студ.**
Дніпровський національний університет ім. Олеся Гончара, м. Дніпро, Україна

Пропускна спроможність і вантажопідйомність кузовних машин для внесення твердих органічних добрив

Мета дослідження полягала у визначенні і дослідженні пропускної спроможності кузовних машин для внесення твердих органічних добрив залежно від вантажопідйомності цих машин. Методика дослідження базувалася на використанні основних засад кореляційно-регресійного аналізу.

Залежно від вантажопідйомності машин зміна їх пропускної спроможності описується рівнянням сповільнено зростаючої степеневої функції з визначеними коефіцієнтом кореляції і кореляційним відношенням пропускної спроможності машин на їх вантажопідйомність.

кузовні машини для внесення твердих органічних добрив, пропускна спроможність, вантажопідйомність, кореляційний зв'язок, рівняння регресії

Постановка проблеми. Узагальнення літературних джерел щодо використання твердих органічних добрив (ТОД) тваринного походження для удобрення ґрунту показало [1], що за суцільною внесення їх дози мають бути не нижче 15 т/га під зернові культури і 25 т/га – під просапні. Зокрема при вирощуванні льону-довгунця дози мають бути не більше 15 т/га, а при виробництві картоплі – сягають до 80 т/га [2]. Кузовні машини для внесення ТОД за технічною характеристикою мають забезпечувати стосовно їх окремих марок такі дози внесення як, наприклад, 10–20–30 т/га, 15–30–45, 20–30–40, 20–40–60 т/га та ін. Визначених доз внесення ТОД досягають шляхом відповідних регулювань машин та вибором швидкості руху машинно-тракторних агрегатів (МТА) у складі із кузовними машинами. Проте в проблемі використання кузовних машин для внесення ТОД залишилася поки що ще нез'ясованою низка питань, про деякі з них і буде йти мова у цій статті.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Публікації з проєктування і розрахунку кузовних машин для внесення ТОД мають більш ніж піввікову історію. Такі питання висвітлені у другому томі довідника конструктора сільськогосподарських машин за редакцією А.В. Красніченка [3] та в другому томі такого ж довідника за редакцією М.І. Клєцкіна [4]. Понад чверть століття тому були опубліковані праці І.В. Павловського (1965), Я.Г. Озола (1965) і В.І. Якубаускаса (1973), в яких дослідники розглядали основи проєктування кузовних машин для внесення ТОД у ґрунт, вибір оптимальних параметрів таких машин і технологічні основи механізованого внесення добрив.

© А.С. Лімонт, В.О. Ломакін,З.А. Лімонт, 2021

Дещо пізніше були опубліковані праці Н.М. Марченка, Г.И. Лічмана і А.Е. Шебалкіна (1990), М.К. Лінника і його співавторів (1992) та П.М. Заїки (2002), в яких продовжено розгляд питань, на які звертали увагу І.В. Павловський і В.І. Якубаускас.

Колектив авторів під керівництвом Д.Г. Войтюка (2005), Д.Г. Войтюк та С.С. Ягун і М.Я. Довжик (2008) опублікували відповідно підручник і навчальний посібник із сільськогосподарських машин, де висвітлені окремі питання з визначення швидкості руху кузовних машин для внесення твердих добрив та розрахунку доз внесення добрив.

Дослідженнями С.М. Герука і С.М. Хоменка [5, 6, 7, 8] та їх співавторів з'ясовані частота обертання розкидального барабана, швидкість руху живильного транспортера та кут встановлення робочих органів до осі барабана і методика розрахунку його встановлення.

Енергетичну оцінку транспортних засобів на перевезенні ТОД за двофазної технології їх внесення та кузовних машин і роторного розкидача на внесенні добрив здійснює О.А. Романашенко самостійно [9], у співавторстві з А.С. Зайцевим і О.І. Анікєєвим [10] та В.І. Мельником [11, 12]. Відомі також публікації В.І. Мельника і О.А. Романашенка в працях Білоруського державного аграрного технічного університету (2014).

І.П. Вітрух і С.Г. Білик [13] опрацювали засади системного проєктування внесення органічних добрив, що дозволяють оптимізувати робочу ширину захвату удобрювального агрегату, його швидкість руху та місткість кузова машини для внесення органічних добрив. При оптимізації параметрів машин для внесення добрив враховували умови експлуатації, екологічність, функціональну технологічність та вартість і корисність механізованого внесення добрив.

У свій час Я.Г. Озол [14] пропонував формули для визначення оптимальних значень ширини захвату, вантажопідйомності та швидкості розкидачів ТОД.

С.І. Павленко [15] досліджував використання розкидача органічних добрив ПРТ-10, що був обладнаний двобарабанним навісним пристроєм.

В публікаціях переважної більшості дослідників крім іншого наведені розрахункові залежності щодо визначення продуктивності кузовних машин для внесення ТОД, яку оцінюють за масою добрив (кг), що розподіляє кузовна машина по поверхні поля за одиницю часу (с). Для задовільної роботи розкидальних барабанів продуктивність живильного (подавального) транспортера має дорівнювати або бути дещо меншою продуктивності розкидальних барабанів. Масу добрив, що розподіляє кузовна машина по поверхні поля за одиницю часу q (кг/с) визначають за формулою:

$$q = 1000\, h_к\, b_к\, v_{тр}\, \rho_{од}\,, \qquad (1)$$

де $h_к$ – висота шару добрив, що подає живильний транспортер до розкидальних барабанів, м;

$b_к$ – внутрішня ширина кузова машини (ширина шару добрив, що подає живильний транспортер до розкидальних барабанів або що те ж довжина горизонтальних розкидальних барабанів), м;

$v_{тр}$ – швидкість живильного транспортера, м/с;

$\rho_{од}$ – щільність (об'ємна маса) добрив, т/м^3.

При заданій масі (т) добрив, що слід внести на 1 га, (дозі внесених добрив в т/га) швидкість живильного транспортера $v_{тр}$ (м/с) має бути така, яку можна визначити за формулою:

$$v_{тр} = u_{вд}\, B_р\, v_р \,/\, (36000\, h_к\, b_к\, \rho_{од})\,, \qquad (2)$$

де $u_{вд}$ – доза внесення ТОД, т/га;

$B_р$ – робоча ширина розкидання ТОД, м;

$v_р$ – робоча швидкість руху МТА у складі з кузовною машиною для внесення ТОД, км/год.

Про дозу внесення ТОД сказано вище. а про робочу ширину їх розкидання (внесення) висловимо таке. Робоча ширина внесення ТОД кузовними машинами дещо перевищує їхню габаритну ширину і коливається за наявною інформацією від 2,7–3,2 м (розкидачі фірми «Hesston») до 10–12 м (розкидач МТО-12 ВАТ «Ковельсільмаш»). З формули (2) видно, що крім іншого, дозу внесення добрив можна регулювати і зміною швидкості руху агрегату.

При визначенні швидкості кузовних машин для внесення ТОД першопочатково розраховують максимальну швидкість $v_{р.пс}$ (км/год), що обмежена пропускною спроможністю робочих органів розкидача [1]:

$$v_{р.пс} \le 36\, q_с / (B_р\, u_{вд}) , \qquad (3)$$

де $q_с$ – пропускна спроможність робочих органів кузовної машини для внесення ТОД, кг/с.

Вивчення і аналіз низки літературних джерел засвідчили, що пропускна спроможність з'ясована для понад 45 найменувань і марок машин. Що стосується кузовних машин для внесення ТОД, то інформації про їхню пропускну спроможність в літературних джерелах поки що не виявленою.

Постановка завдання. Таким чином, мета дослідження полягала у визначенні і з'ясуванні пропускної спроможності кузовних машин для внесення ТОД залежно від вантажопідйомності цих засобів механізації. *Завдання дослідження*: 1) зібрати інформацію про продуктивність аналізованих машин за годину основного часу в тоннах внесених ТОД та розрахувати пропускну спроможність машин; 2) скласти двомірний варіаційний ряд «пропускна спроможність машин – вантажопідйомність машин», в якому пропускну спроможність прийняти за результативну ознаку, а вантажопідйомність – за факторіальну; 3) опрацювати кореляційну таблицю для пошуку і з'ясування зв'язку між пропускною спроможністю машин і їх вантажопідйомністю; 4) визначити основні статистичні показники емпіричних розподілів пропускної спроможності машин і їх вантажопідйомності; 5) знайти чисельні значення коефіцієнта кореляції між пропускною спроможністю машин і їх вантажопідйомністю та кореляційне відношення результативної ознаки на факторіальну; 6) дослідити кількісні зв'язки між результативною і факторіальною ознаками та відшукати модельні рівняння прямолінійної і криволінійної регресії пропускної спроможності машин на їх вантажопідйомність.

Об'єкт та методика дослідження. В якості об'єкта дослідження визначені кузовні машини для внесення ТОД виробництва підприємствами на теренах колишнього Радянського Союзу. Це кузовні машини для внесення ТОД виробництва ВАТ «Білоцерківсільмаш», «Бобруйксельмаш», «Ковельсільмаш», «Лидаагропроммаш», «Могилевсельмаш» та іншими підприємствами. Для визначення пропускної спроможності $q_с$ (кг/с) машин використані значення продуктивності машин за годину основного часу в тоннах внесених добрив $W_{гч}$ (т/год), які наведені в технічній характеристиці відповідних засобів механізації внесення добрив. Пропускну спроможність визначали за формулою [16]:

$$q_с = W_{гч} / 3{,}6 . \qquad (4)$$

Значення вантажопідйомності машин вибирали знову ж таки з їх технічної характеристики, яка наведена в Каталогах сільськогосподарської техніки та рекламній

інформації підприємств-виробників машин.

Обробки зібраних і розрахованих статистичних даних здійснена на засадах кореляційно-регресійного аналізу [17] та з використанням стандартних комп'ютерних програм.

Виклад основного матеріалу. Розподіл пропускної спроможності машин коливався в межах 4,17–36,11 кг/с за середнього арифметичного значення 14,34 кг/с і середнього квадратичного відхилення 6,86 кг/с та коефіцієнта варіації 47,8%. Розмах варіювання вантажопідйомності машин становив 2,0–24,0 т, а середнє арифметичне значення та середнє квадратичне відхилення і коефіцієнт варіації досліджуваного розподілу приймали значення відповідно 9,2 та 5,4 т і 58,7%. Опрацьована кореляційна таблиця включала 43 пари досліджуваних ознак «вантажопідйомність – пропускна спроможність кузовних машин для внесення ТОД». Факторіальна і результативна ознаки були розчленовані на п'ять статистичних груп кожна. Знайдені середньогрупові значення факторіальної ознаки і відповідні їм середньозважені значення результативної. Класовий інтервал вантажопідйомності машин становив 4,4 т, а класовий інтервал пропускної спроможності – 6,39 кг/с.

Коефіцієнт кореляції між секундною пропускною спроможністю машин як результативною ознакою і їх вантажопідйомністю як факторіальною приймав додатне значення 0,647 за кореляційного відношення результативної ознаки на факторіальну, що дорівнювало 0,671. З квадрата кореляційного відношення, що являє коефіцієнт детермінації і дорівнює 0,450, можна визначити силу впливу вантажопідйомності кузовних машин для внесення ТОД на пропускну спроможність досліджуваних засобів механізації. За значенням коефіцієнта детермінації із сукупного впливу різних факторів, що причинно зумовлюють варіацію пропускної спроможності машин, на їх вантажопідйомність припадає 45%. Додатна кореляція між досліджуваними ознаками свідчила про зростання пропускної спроможності машин у зв'язку з підвищенням їх вантажопідйомності. Для з'ясування характеру кількісного зв'язку між досліджуваними ознаками здійснено вирівнювання «експериментальних» значень пропускної спроможності машин залежно від їх вантажопідйомності рівняннями прямої з додатним кутовим коефіцієнтом та степеневої, логарифмічної, експоненціальної (показникової) функції та гіперболи.

З досліджуваних апроксимуючих залежностей за R^2-коефіцієнтом найкраще наближення до «експериментальних» даних забезпечила сповільнено зростаюча степенева функція вигляду

$$q_{\text{с}} = 4{,}5496\ q_{\text{н}}^{\,0{,}53953} \qquad \text{при } R^2 = 0{,}941\ , \tag{5}$$

де $_{\text{с}}$ – пропускна спроможність кузовних машин для внесення ТОД, кг/с;

$q_{\text{н}}$ – номінальна вантажопідйомність кузовних машин для внесення ТОД, т;

R^2 – коефіцієнт, що визначає і характеризує міру наближення вирівняних за відповідною апроксимуючою функцією значень результативної ознаки до її «експериментальних» даних.

З рівняння (5) сповільнено зростаючої степеневої функції видно, що із підвищенням вантажопідйомності машин їх пропускна спроможність має зростати до відповідного граничного (асимптотичного) значення. Асимптоту успішніше визначити з рівняння зростаючої гіперболи, яка за результатами опрацювання «експериментальних» значень $q_{\text{с}}$ має вигляд:

$$q_{\text{с}} = 24{,}912 - 68{,}353 / q_{\text{н}} \qquad \text{при } R^2 = 0{,}820\ . \tag{6}$$

Асимптота гіперболи за рівнянням (6) дорівнює 24,912 кг/с. З аналізу рівняння

(6) за його асимптотою дійшли висновку, що з підвищенням вантажопідйомності машин понад 20 т їх пропускна спроможність може сягати граничних значень в межах 25 кг/с.

На рис. 1 наведений графік зміни пропускної спроможності машин $q_с$ залежно від їх вантажопідйомності $q_н$ за сповільнено зростаючою степеневою функцією, що побудований за рівнянням (5).

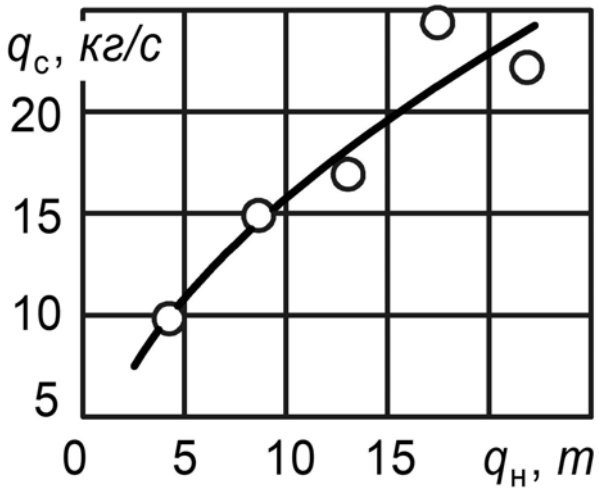

Рисунок 1 – Вплив вантажопідйомності $q_н$ кузовних машин для внесення твердих органічних добрив на їх пропускну спроможність $q_с$

Джерело: розроблено авторами

Якщо «експериментальні» значення $q_с$ залежно від $q_н$ апроксимувати рівнянням прямої з додатним кутовим коефіцієнтом, що має вигляд

$$q_с = 7{,}571 + 0{,}7775\ q_н \qquad \text{при } R^2 = 0{,}865\ , \tag{7}$$

то можна дійти і до такого висновку.

При підвищенні $q_н$ на 1 т за її збільшенні від 2,0 до 24,0 т пропускна спроможність кузовних машин для внесення ТОД зростає на 0,78 кг/с.

Висновки. З'ясовані залежності варто враховувати при проєктуванні кузовних машин для внесення твердих органічних добрив та організації їх використання при удобренні грунту в технологічних процесах механізованого вирощування сільськогосподарських культур.

Список літератури

1. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві / Ільченко В.Ю. та ін.; за ред. В.Ю. Ільченка. Київ: Урожай, 1993. 288 с.
2. Вабищевич И.Ф. Влияние технических характеристик машин на производство сельскохозяйственной продукции. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. Проблеми технічної експлуатації машин. Системотехніка і технології лісового комплексу*. Харків, 2010. Вип. 94. С. 45–53.
3. Кругляков М.Л. Машины для внесения удобрений. Навозоразбрасыватели. *Справочник конструктора сельскохозяйственных машин*: в 2 т.; под ред. А.В. Красниченко. Т. 2. Москва: Машгиз, 1961. С. 255–259.
4. Машины для внесения удобрения / В.И. Александров и др. *Справочник конструктора сельскохозяйственных машин*: в 4 т.; под ред. М.И. Клецкина. Т. 2. Москва: Машиностроение, 1967. С. 369–422.
5. Герук С.М., Хоменко С.М. Результати лабораторно-польових досліджень машини для внесення

твердих органічних добрив. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. Механізація сільськогосподарського виробництва*. Харків, 2010. Вип. 93. Т. 2. С. 141–149.

6. Герук С.М., Боровський В.М., Хоменко С.М., Сахнюк С.В. Результати експериментальних досліджень робочих органів машини для внесення органічних добрив. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. Технічні науки. Механізація сільськогосподарського виробництва*. Харків, 2011. Вип. 107. Т. 1. С. 94–100.
7. Хоменко С.М., Герук С.М., Міненко С.В., Савченко В.М. Результати лабораторних досліджень робочих органів машини для внесення органічних добрив. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. Технічні науки. Механізація сільськогосподарського виробництва*. Харків, 2012. Вип. 124, Т. 1. С. 121–125.
8. Хоменко С.М. Методика розрахунку встановлення розкидального барабана розкидача органічних добрив. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. Технічний сервіс машин для рослинництва*. Харків, 2013. Вип. 134. С. 234–239.
9. Романашенко О.А. До моделювання процесу внесення твердих органічних добрив. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. Технічні науки. Механізація сільськогосподарського виробництва*. Харків, 2010. Вип. 103. С. 151–156.
10. Зайцев А.С., Романашенко О.А., Анікєєв О.І. Енергетична оцінка роботи комплексів машин при внесенні твердих органічних добрив. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. Механізація сільськогосподарського виробництва*. Харків. 2010. Вип. 93. Т. 2. С. 25–31.
11. Мельник В.И., Романашенко А.А. К определению оптимальных значений параметров работы агрегата по внесению удобрений методом разбрасывания. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. Технічні науки. Механізація сільськогосподарського виробництва*. Харків, 2011. Вип. 107. Т. 1. С. 113–121.
12. Мельник В.І., Романашенко О.А. Енергетична оцінка комплексів машин при внесенні добрив. *Інженерія природокористування*: наук. журн. / засн.: Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. Петра Василенка. Харків. 2016. № 1 (5). С. 118–121.
13. Вітрух І.П., Білик С.Г. Деякі системні аспекти оптимізації параметрів транспортно-технологічних машин для внесення органічних та органо-мінеральних добрив. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: загальнодерж. мівід. наук. техн. зб*. Кіровоград: КНТУ, 2013. Вип. 43. Ч. 1. С. 231–240.
14. Озол Я.Г. Выбор оптимальных параметров навозоразбрасывателей. *Тракторы и сельхозмашины*. 1965. № 4. С. 20–22.
15. Павленко С.І. Експериментальні дослідження показників роботи розкидача органічних добрив ПРТ-10 із двобарабанним навісним пристроєм. *Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів*: наук. журн. / засн.: Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. Петра Василенка. Харків, 2018. № 14. С. 156–164.
16. Эксплуатация машинно-тракторного парка / Ляхов А.П. и др.; под ред. Ю.В. Будько. Минск: Ураджай, 1991. 336 с.
17. Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении: учеб. пособ. Москва: Изд-во Москов. ун-та, 1972. 292 с.

References

1. Il'chenko, V.Yu. et al.(1993). *Ekspluatatsiia mashynno-traktornoho parku v ahrarnomu vyrobnytstvi* [*Operation of machine-tractor fleet in agricultural production*]. V.Yu. Il'chenka (Ed.). Kyiv: Urozhaj [in Ukrainian].
2. Vabishhevich, I.F. (2010). Vlijanie tehnicheskih harakteristik mashin na proizvodstvo sel'skohozjajstvennoj produkcii [The influence of the technical characteristics of machines on the production of agricultural products]. *Visnik Harkivs'kogo nacional'nogo tehnichnogo universitetu sil's'kogo gospodarstva im. Petra Vasilenka. Problemi tehnichnoї ekspluatacїї mashin. Sistemotehnika i tehnologiї lisovogo kompleksu – Bulletin of Kharkiv National Technical University Petra Vasilenka. Problems of technical exploitation of machines. System engineering and technology of the foil complex.]*. Harkiv. *Issue. 94*. 45–53 [in Russian].
3. Krugljakov, M.L. (1961). Mashiny dlja vnesenija udobrenij. Navozorazbrasyvateli. [Fertilizing machines. Manure spreaders]. Spravochnik konstruktora sel'skohozjajstvennyh mashin – Agricultural Machinery Designer Handbook. (Vols. 1- 2; Vol. 2). A.V. Krasnichenko (Ed.). Moskva: Mashgiz [in Russian].

4. Aleksandrov V.I. et al. (1967). Mashiny dlja vnesenija udobrenija [Fertilizing machines]. *Spravochnik konstruktora sel'skohozjajstvennyh mashin – Agricultural Machinery Designer Handbook*. (Vols.1-4; Vol. 2). M.I. Kleckina (Ed.). Moskva: Mashinostroenie [in Russian].
5. Heruk, S.M. & Khomenko, S.M. (2010). Rezul'taty laboratorno-pol'ovykh doslidzhen' mashyny dlia vnesennia tverdykh orhanichnykh dobryv [Results of laboratory-polovyh machines for introducing solid organic goodies]. Visnyk Kharkivs'koho natsional'noho tekhnichnoho universytetu sil's'koho hospodarstva im. Petra Vasylenka. *Mekhanizatsiia sil's'kohospodars'koho vyrobnytstva – Bulletin of Kharkiv National Technical University of Agriculture. Petra Vasilenko. Mechanization of agricultural production.*. Kharkiv, *Issue 93, Vol. 2*. 141–149 [in Ukrainian].
6. Geruk, S.M., Borovs'kij, V.M., Homenko, S.M. & Sahnjuk, S.V. (2011). Rezul'tati eksperimental'nih doslidzhen' robochih organiv mashini dlja vnesennja organichnih dobriv [The results of experimental dosage of robotic organs of the machine for the introduction of organic good]. *Visnik Harkivs'kogo nacional'nogo tehnichnogo universitetu sil's'kogo gospodarstva im. Petra Vasilenka. Tehnichni nauki. Mehanizacija sil's'kogospodars'kogo virobnictva – Bulletin of Kharkiv National Technical University of Agriculture. Petra Vasilenko. Mechanization of agricultural production.. Issue. 107. Vol. 1*. 94–100 [in Ukrainian].
7. Khomenko, S.M., Heruk, S.M., Minenko, S.V. & Savchenko, V.M. (2012). Rezul'taty laboratornykh doslidzhen' robochykh orhaniv mashyny dlia vnesennia orhanichnykh dobryv [The results of laboratory tests of the working bodies of the machine for applying organic fertilizers.]. *Visnyk Kharkivs'koho natsional'noho tekhnichnoho universytetu sil's'koho hospodarstva im. Petra Vasylenka. Tekhnichni nauky. Mekhanizatsiia sil's'kohospodars'koho vyrobnytstva – Bulletin of Kharkiv National Technical University of Agriculture. Petra Vasilenko. Mechanization of agricultural production.. Issue. 124, Vol. 1*. 121–125 [in Ukrainian].
8. Khomenko, S.M. (2013). Metodyka rozrakhunku vstanovlennia rozkydal'noho barabana rozkydacha orhanichnykh dobryv [Method of calculating the installation of the spreading drum of the organic fertilizer spreader]. Visnyk Kharkivs'koho natsional'noho tekhnichnoho universytetu sil's'koho hospodarstva im. Petra Vasylenka. Tekhnichnyj servis mashyn dlia roslynnytstva – Bulletin of Kharkiv National Technical University of Agriculture. Petra Vasilenko. Technical service of machines for crop production.. *Issue. 134*. 234–239 [in Ukrainian].
9. Romanashenko, O.A. (2010). Do modeliuvannia protsesu vnesennia tverdykh orhanichnykh dobryv [Before modeling the process of applying solid organic fertilizers]. *Visnyk Kharkivs'koho natsional'noho tekhnichnoho universytetu sil's'koho hospodarstva im. Petra Vasylenka. Tekhnichni nauky. Mekhanizatsiia sil's'kohospodars'koho vyrobnytstva – Bulletin of Kharkiv National Technical University of Agriculture. Petra Vasilenko. Mechanization of agricultural production.. Issue. 103*. 151–15 [in Ukrainian].
10. Zajtsev, A.S., Romanashenko, O.A. & Anikieiev, O.I. (2010). Enerhetychna otsinka roboty kompleksiv mashyn pry vnesenni tverdykh orhanichnykh dobryv [Energy evaluation of machine complexes when applying solid organic fertilizers.]. *Visnyk Kharkivs'koho natsional'noho tekhnichnoho universytetu sil's'koho hospodarstva im. Petra Vasylenka. Mekhanizatsiia sil's'kohospodars'koho vyrobnytstva – Bulletin of Kharkiv National Technical University of Agriculture. Petra Vasilenko. Mechanization of agricultural production. Issue. 93. Vol. 2*. 25–31 [in Ukrainian].
11. Mel'nik, V.I. & Romanashenko, A.A. (2011). K opredeleniju optimal'nyh znachenij parametrov raboty agregata po vneseniju udobrenij metodom razbrasyvanija [To determine the optimal values of the operating parameters of the unit for applying fertilizers by the spreading method]. *Visnik Harkivs'kogo nacional'nogo tehnichnogo universitetu sil's'kogo gospodarstva im. Petra Vasilenka. Tehnichni nauki. Mehanizacija sil's'kogospodars'kogo virobnictva – Bulletin of Kharkiv National Technical University of Agriculture. Petra Vasilenko. Technical sciences. Mechanization of agricultural production. Issue. 107. Vol. 1*. 113–121 [in Russian].
12. Mel'nyk, V.I. & Romanashenko, O.A. (2016). Enerhetychna otsinka kompleksiv mashyn pry vnesenni dobryv [Energy assessment of machine complexes during fertilizer application]. *Inzheneriia pryrodokorystuvannia: nauk. zhurn. – Environmental engineering: science. magazine.* / zasn.: Kharkivs'kyj natsional'nyj tekhnichnyj universytet sil's'koho hospodarstva im. Petra Vasylenka. Kharkiv. *1 (5)*. 118–121 [in Ukrainian].
13. Vitrukh, I.P. & Bilyk, S.H. 2013. Deiaki systemni aspekty optymizatsii parametriv transportno-tekhnolohichnykh mashyn dlia vnesennia orhanichnykh ta orhano-mineral'nykh dobryv [Some system aspects of optimization of parameters transport - technological cars for introduction organic and body - mineral fertilizers]. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: загальнодерж.міжвід.наук.-техн. зб. – Konstrujuvannja, vyrobnyctvo ta ekspluatacija*

sil's'kohospodars'kyx mashyn – Design, manufacture and operation of agricultural machinery, *Vol.. 43. Part. 1*. 231–240 [in Ukrainian].
14. Ozol, Ja.G. (1965). Vybor optimal'nyh parametrov navozorazbrasyvatelej [Selection of optimal parameters of manure spreaders]. *Traktory i sel'hozmashiny – Tractors and agricultural machinery*. *4*. 20–22 [in Russian].
15. Pavlenko, S.I. (2018). Eksperymental'ni doslidzhennia pokaznykiv roboty rozkydacha orhanichnykh dobryv PRT-10 iz dvobarabannym navisnym prystroiem [Experimental researches on the performance performance indicators of the organic distributor of PRT-10 with a two-wheeled equipment]. *Tekhnichnyj servis ahropromyslovoho, lisovoho ta transportnoho kompleksiv – Technical service of agriculture, forestry and transport systems. 14*. 156–164 [in Ukrainian].
16. Ljahov, A.P. et al. (1991). *Operation of the machine and tractor fleet.* Ju.V. Bud'ko (Ed.). Minsk: Uradzhaj [in Russian].
17. Dmitriev, E.A. (1972). *Matematicheskaja statistika v pochvovedenii* [*Mathematical statistics in soil science*]. Moskva: Izd-vo Moskov. un-ta [in Russian].

Anatoliy Limont, Assist.Prof., Candidate of Engineering Science
Zhytomyr Agrotechnical Collede, Zhytomyr, Ukraine
Volodymyr Lomakin, Candidate of Engineering Sciences
Zhytomyr Agrotechnical Collede, Zhytomyr, Ukraine
Zlata Limont, student
Dnipro National University named after Oles Honchar, the city of Dnipro, Ukraine.

The Carrying and Load-carrying Capacity of Body Machines for Applying Solid Organic Fertilizers

Solid organic fertilization of soil proves one of the most important factors which contributes to increasing the yielding capacity of farm crops and improving their production qualities. Along with other means of mechanization body machines are used for the mechanized fertilization of soil through distributing fertilizers along the field surface.

The paper is aimed at determining and investigating the carrying capacity of body machines used for applying solid organic fertilizers depending on their load-carrying capacity. The research technique lies in the comparative analysis of the determined resultative and factorial characters on the basis of the information obtained from the enterprises wlurh produce body machines. The information was chosen from the catologues of farm machinery and folders of the corresponding enterprises that produce tluse machines. The carrying capacity of machines was determined as the second-by-second advance of fertilizers in mass units (kilograms) to working parts of spreaders through the corresponding calculations; and the processing of harvesting and calculated data was carried out on the principles of the correlation and regression analysis, as wele as with the use of standard computer programs.

The volume of statistical sampling amounted to 43 pairs of the investigated characters. The above has made it possible to estaflish. The positive correlation link between the carrying capacity of machines and their load-carrying capacity with the correlation coefficient amounting to 0.647 according to the correlation link of the resultative character on the factorial one, which equals 0.671. To ultimately determine the character of the relation between the investigated characters the authors accomplished the beveling of statistical data related to the carrying capacity of machines depending on their load-carrying capacity in the form of equations with straight line with positive angular coefficient and a number of curved lincar dependences. With iespeet to R^2-coefficient the best correlation with experimental data was achieved through their approximation by means of equations of slow increasing step function. Of the investigated change is presented by the equation of the increasing hyperbola (R^2=0.820), then according to the hyperbola asymptote with the load-carrying capacity increase of more than 20 tons their carrying capacity can amount to the marginal value of 25 kg/ses.

The investigated dependences have to be taken into account when designing body machines used for applying solid organic fertilizers, as well as when using them for soil fertilization under the technological processes of mechanized growing of farm crops.

body machines for applying solid organic fertilizers, carrying capacity, load-carrying capacity, correlation link, equation of regression

Одержано (Received) 25.02.2021 *Прорецензовано (Reviewed) 08.03.2021*
Прийнято до друку (Approved) 26.04.2021