

УДК 631.354.2.003.12

І.Вітрух, канд. техн. наук; С.Довгань; П.Кущак

Львівський державний аграрний університет

ЕФЕКТИВНІСТЬ КОМБАЙНІВ НА ЗБИРАННІ УРОЖАЮ ЗЕРНОВИХ В ОСОБИСТИХ СЕЛЯНСЬКИХ ГОСПОДАРСТВАХ

Збирання зернових характеризується різноманітністю чинників, які обумовлюють продуктивність збиральних машин і технологічну потребу у них. Науково обґрунтовані рекомендації щодо збирання зернових орієнтовані на великі господарства і не враховують фермерських та особистих селянських господарств. Подано результати досліджень і оцінка ефективності зернозбиральних комбайнів з різною потужністю двигуна впродовж сезону збирання урожаю.

Постановка проблеми та завдання дослідження. В реалізації завдань щодо забезпечення населення України продуктами харчування особлива увага надається підвищенню виробництва зернових культур.

За науково обґрунтованою довгочасною концепцією розвитку землеробства в Україні прогнозований рівень виробництва зерна до 2050 року повинен досягти 63-65 мільйонів тонн щорічно. Виробництво зерна в Україні поки що супроводжується значними затратами енергетичних ресурсів. Так в лісостепу України затрати сукупної енергії на 1 га посіву озимої пшениці складають 19,47 ГДж, озимого жита – 26,94 ГДж.

Одним із енерго- і трудомістких технологічних процесів є збирання врожаю зернових культур.

Основними культурами, які визначають структуру парку комбайнів і потребу в них, є пшениця, ячмінь і горох. Терміни їх дозрівання співпадають, що створює пікове напруження потреби у техніці і механізаторських кадрах. Оптимальна тривалість збирання врожаю визначається агробіологічними властивостями культур. Дослідженнями встановлено, що вона для різних сортів зернових культур знаходиться в межах 4-5 днів. Збільшення оптимального терміну збирання зернових культур призводить до втрати врожаю. Так затримка із збирання урожаю після досягнення повної стиглості на 4-7 днів призводить до втрат урожаю на 4,1 %, 8-10 днів – на 9,1 %, 11-13 днів – на 16,2 %, 14-16 днів – на 17,3 %.

Збирання зернових характеризується великою різноманітністю чинників, які обумовлюють продуктивність збиральних машин і технологічну потребу в них. Основними чинниками вважаються урожайність зернових культур, тривалість оптимальних термінів збирання, погодні умови, енергоємність, вартість та рівень технічної готовності збиральних машин, схеми організації їх використання, розміри та конфігурація ділянок полів.

Науково обґрунтовані рекомендації щодо використання зернових комбайнів та технологічної потреби в них стосуються великих сільськогосподарських підприємств, так як розроблялись вони для КСП.

При цьому не враховується наявність фермерських та особистих селянських господарств, створених в процесі реформування АПК, які обслуговується наявним парком зернозбиральних комбайнів в період масового збирання зернових в оптимальні строки.

В зв'язку з цим виникає проблема наукових пошуків методів оцінки ефективності використання різного класу зернозбиральних комбайнів в особистих господарствах громадян та обґрунтування потреби в них.

Завданням даного дослідження є спроба оцінити ефективність використання зернозбиральних комбайнів з різною потужністю двигуна впродовж сезону збирання урожаю зернових в індивідуальних господарствах Бродівського району Львівської області та Зборівського району Тернопільської області.

Аналіз стану питання. Відповідно умов великих сільськогосподарських підприємств науковими дослідженнями встановлено, що для ефективного їх використання в Україні в парку зернозбиральних комбайнів необхідно мати 10-15 % - класу 3 кг/с з потужністю двигуна 66 кВт, 35-40 % - класу 6-7 кг/с з потужністю двигуна 140 кВт, 50-55 % класу 8-9 кг/с з потужністю двигуна 185 кВт [1].

Рекомендується також приймати за основний чинник при виборі класу комбайна і потужності двигуна урожайність. При урожайності зернових до 30 ц/г доцільно використовувати комбайни з пропускною спроможністю 5-7 кг/с і потужністю двигуна до 140 кВт, 30-60ц/г з пропускною спроможністю 8-10 кг/с і потужністю двигуна 180-220 кВт, більше 60 ц/г з пропускною спроможністю 12-15 кг/с і потужністю двигуна 260-330 кВт.

Дослідженнями [2] виявлено, що оптимальне завантаження двигуна комбайна з пропускною спроможністю 5 кг/с можливе при ширині захвату жатки 6 м і швидкості руху комбайна не менше 7,5 км/год.

На дрібноконтурних полях ширина захвату жатки і потрібна швидкість руху не використовується, тому й знижується продуктивність комбайна і зростає енергоємність виконання роботи.

За критерієм мінімальних грошових затрат виявлено, що ефективність зернозбиральних комбайнів типу Єнісей – 900, Єнісей – 1200 можлива при певному співвідношенні урожайності зернових і довжини гону ділянки поля [3].

Із збільшенням урожайності зернових довжина гону ділянки поля повинна зменшуватись.

Споживчі властивості зернових комбайнів з ростом їх пропускної здатності збільшуються [4].

Тому актуальним є проведення теоретичних і експериментальних досліджень з виявлення меж ефективного використання зернозбиральних комбайнів з різною потужністю двигуна.

Мета дослідження - виявити емпіричні залежності параметрів комбайна від потужності двигуна, показників роботи від умов використання та дати економічну оцінку ефективності їх використання при збиранні урожаю зернових в особистих господарствах.

Науково-методичні підстави дослідження. Узагальнюючим оціночним критерієм ефективності служать грошові затрати в грн. на 1 тонну обмолоченого зерна

$$C = f (P_1, P_2 \dots P_n),$$

де $P_1 \dots P_n$ - чинники, які характеризують показники роботи зернозбирального комбайна.

Стосовно мети дослідження критерій формується у вигляді

$$C = f (N, S, R, V),$$

де N - потужність двигуна комбайна, кВт; S - площа ділянки індивідуального господарства, га; R - відстань переїздів між індивідуальними господарствами, км; U - урожайність зернової культури, т/га.

Враховуючи нестабільність цін на сільськогосподарську техніку, грошові затрати на роботу комбайна виразили як вартість одиниці енергії, затраченої на одиницю виконаної роботи:

$$C = \frac{C_p \cdot K_y \cdot K_H \cdot E(N)}{\gamma}, \quad (1)$$

де C - вартість обмолоту тонни зерна комбайном, грн/т; C_p - ринкова вартість дизельного пального, грн/л; K_y - коефіцієнт переводу енергії в умовне пальне кг у.п./МДж ($K_y = 0,034$ кг у.п./МДж); $E(N)$ - енергоємність обмолоту 1 тонни зерна комбайном, залежно від потужності двигуна, МДж/т; γ - щільність дизельного пального, кг/л ($\gamma = 0,85$ кг/л), K_H - коефіцієнт переводу умовного палива у фізичне дизельне паливо ($K_H = 0,68$ кг/кг у.п.) [5].

Підставивши значення коефіцієнтів, одержимо

$$C = 2,76 \cdot 10^{-2} \cdot C_p \cdot E(N). \quad (2)$$

Енергоємність обмолоту 1 тонни зерна комбайном визначили залежно від потужності двигуна:

$$E(N) = E_{(N)_k} + E_{(N)_n}, \quad (3)$$

де $E_{(N)_k}$ - енергоємність роботи комбайна з певною потужністю двигуна, МДж/т;

$E_{(N)_n}$ - енергоємність дизельного пального, обумовлена потужністю двигуна МДж/т.

Енергоємність роботи комбайна в МДж/т

$$E_{(N)_k} = \frac{e_k \cdot M(N) \cdot \tau_c(S, R)}{W(S) \cdot U}, \quad (4)$$

де e_k - енергоємність 1 кг маси комбайна за 1 годину використання, МДж/кг·га ($e_k = 0,15$ МДж/кг·га); $M(N)$ - маса комбайна залежно від потужності двигуна, кг; $W(S)$ - продуктивність комбайна залежно від площі ділянки, га/год; $\tau_c(S, R)$ - коефіцієнт, який враховує додаткові затрати часу на повороти і переїзди впродовж сезону використання комбайна, залежно від площі ділянки і відстані переїзду між господарствами; U - середня урожайність зерна, т/га.

Енергоємність дизельного пального в МДж/т:

$$E(N)_n = e_n \cdot G(N)_T, \quad (5)$$

де e_n - енергоємність 1 кг дизельного пального, МДж/кг; $G(N)_T$ - витрати пального на 1 т обмолоченого зерна, обумовлена потужністю двигуна кг/т.

Виразимо коефіцієнт, що враховує затрати часу на повороти і переїзди як

$$\tau_c = 1 + \tau_{2(s)} + \tau_{nep(R)}, \quad (6)$$

де $\tau_{2(s)}$ - коефіцієнт, який враховує затрати часу на повороти на ділянці;

$\tau_{nep(R)}$ - коефіцієнт, який враховує затрати часу на переїзди між особистими господарствами.

Коефіцієнт

$$\tau_{2(s)} = \frac{10^4 \cdot T_{21} \cdot W(S)}{L_{\Gamma(s)} B_p}, \quad (7)$$

де T_{21} - час одного повороту, год; $L_{T(S)}$ - довжина гону ділянки залежно від площі ділянки, м; B_p - ширина захвату жатки, м.

Коефіцієнт

$$\tau_{nep} = \frac{W(S) \cdot R (1 + \tau_{2(s)})}{S \cdot v_T}, \quad (8)$$

де R - відстань між індивідуальними господарствами, км; v_T - транспортна швидкість комбайна, км/год.

Для виявлення емпіричних залежностей були зібрані статистичні дані з розмірів ділянок, що підлягали збиранню, урожайності зернових, дані щодо зернозбиральних комбайнів, витрати пального на 1 тону обмолоченого зерна та проведені хронометражні спостереження за роботою комбайнів при збиранні урожаю в 130 приватних особистих господарств Бродівського та Зборівського районів Львівської та Тернопільської областей. При надійності досліду $\alpha = 0,95$ і відносній похибці вимірювань $\Delta = 0,2$, число дослідів повинно бути не менше 99.

Результати дослідження. Обробка статистичних даних дозволила виявити емпіричні залежності:

$$L_{T(S)} = 224,8 \cdot S^{0,48}, \text{ м}; \quad (9)$$

$$W_{(S)} = 0,57 \cdot S^{0,15}, \text{ га/год}; \quad (10)$$

$$M_{(N)} = 387,6 \cdot N^{0,64}, \text{ кг}; \quad (11)$$

$$G_{(N)T} = 1,99 + 5,7 \cdot 10^{-3} \cdot N, \text{ кг/т}. \quad (12)$$

Підставивши одержані емпіричні залежності в формули (2-8), одержимо емпіричні розрахункові формули:

$$\tau_C = 1 + \frac{25,35 \cdot T_{21} + \frac{0,57 \cdot R (S^{0,33} \cdot B_p + 25,35 \cdot T_{21})}{S^{1,18} \cdot B_p \cdot v_T}}{S^{0,33} \cdot B_p}$$

$$C = C_p \left(\frac{2,83 \cdot N^{0,64} \cdot \tau_C + 8,28 \cdot 10^{-3} \cdot N + 2,9}{S^{0,15} \cdot Y} \right) \frac{\text{грн}}{\text{т}}.$$

Дослідження показують, що середньозважена площа ділянки зернових в обстежених індивідуальних господарствах становить $S = 0,225$ га, середньозважена урожайність $Y = 3,1$ т/га, час повороту комбайна $T_{21} = 0,016$ год.

Результати обчислень грошових затрат на 1 тону обмолоченого зерна залежно від площі ділянки, відстані переїзду і потужності двигуна комбайна подані в табл. 1 і табл. 2, графічна інтерпретація залежності - на рис. 1.

Таблиця 1

Затрати на обмолот зерна комбайнами з різною потужністю двигуна залежно від площі ділянок, грн/т

Площа ділянки, га	Коефіцієнт затрати часу, τ_C	Вартість обмолоту 1 т зерна в грн. при потужності двигуна комбайна, кВт		
		50	150	250
1	2	3	4	5
0,1	1,25	34,5	65,4	89,5
0,5	1,185	27,0	50,9	68,4
1,0	1,17	24,8	45,7	62,0
10	1,0	21,7	40,1	54,4

Таблиця 2

Затрати на обмолот зерна комбайнами з різною потужністю двигуна залежно від відстані переїзду, грн/т

Відстань переїзду, км	Коефіцієнт затрати часу, τ_c	Потужність двигуна комбайна, кВт		
		50	150	250
1	2	3	4	5
0,5	1,25	32,8	60,3	82,8
2,0	1,33	33,7	63,5	86,5
3,5	1,38	36,7	65,9	90,0

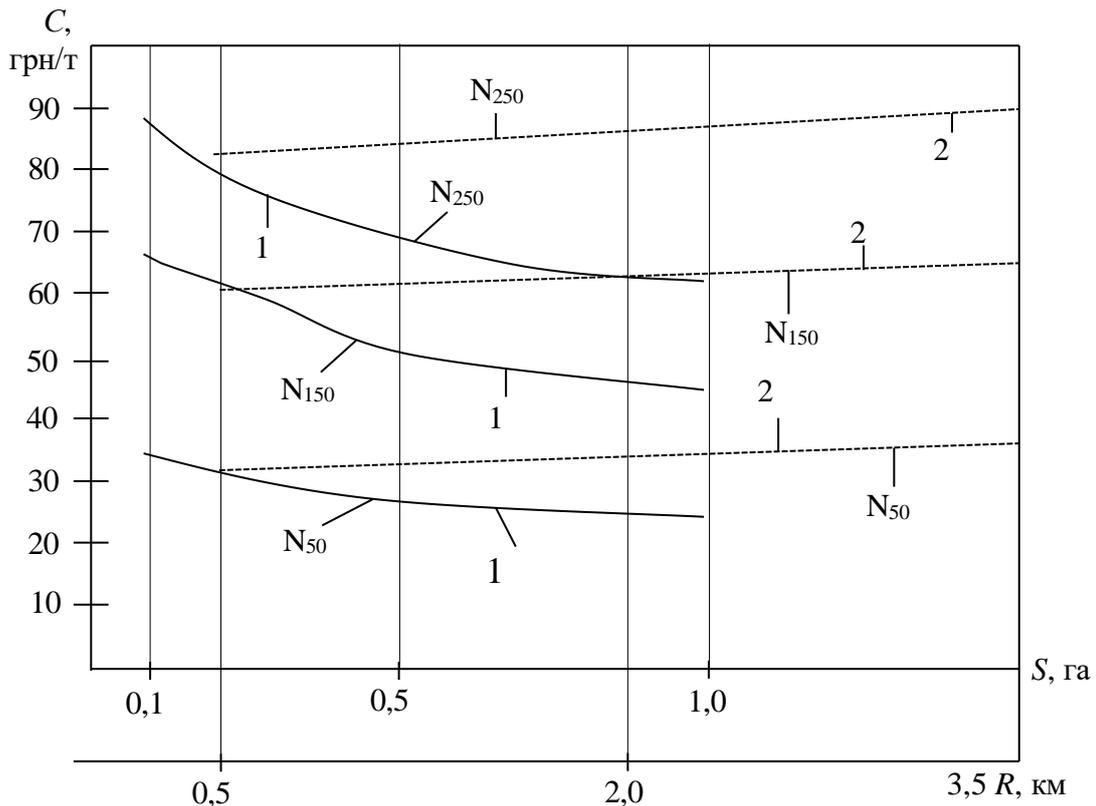


Рис. 1. Зміна грошових затрат на 1 тону зерна залежно від: 1- площі ділянки S; 2 – відстані переїзду R

Висновки

Результати дослідження показують, що із збільшенням потужності двигуна комбайна в 5 разів грошові затрати на 1 тону обмолоченого зерна збільшуються в 2,5 рази при будь – якому розмірі ділянки і відстані переїздів.

Площа ділянки має більший вплив на грошові затрати. Із збільшенням площі ділянки грошові затрати зменшуються, а із збільшенням відстані переїзду збільшується.

Площа ділянки і відстань переїзду не можуть слугувати фактором при виборі типу комбайна з певною потужністю і пропускною здатністю.

Вибір типу комбайну залежатиме від платоспроможної здатності замовника.

Площа ділянки і віддалі переїзду можуть бути важливим критерієм при виборі комбайнів за робочою шириною захвату і мають вплив на денну продуктивність комбайнів.

Cereals harvesting is characterized by different factors, which cause the productivity of harvesters and technological demand of them. Scientifically grounded recommendations as to cereals harvesting oriented on large farms and do not take into account small and individual rural farms. The article shows the results of investigations and estimation of effectiveness of corn harvesters with different engine capacity during the of gathering in the harvest.

Література

1. Скільки зернозбиральних комбайнів потрібно Україні / М.Грицишин, В.Амоне, П.Гринько // Пропозиція 2003. - №2. – С.104-107.
2. Шабанов Н.П. Оптимизация загрузки зерноуборочных комбайнов // Техника в сельском хозяйстве. – 1997. - №2. – С.24-26.
3. Заншев А.А. Эффективность использования зерноуборочных комбайнов // Механизация и электрификация сельского хоз. – 2002. - №10. – С. 9-11.
4. Ерохин Г.Н., Коновский В.В. Влияние потребительских свойств зерноуборочных комбайнов на эффективность их использования // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2001. - №6. - С.22-24.
5. Методические рекомендации по топливно-энергетической оценке сельскохозяйственной техники, технологических процессов и технологий в растениеводстве. М.: ВИМ. - 1989. - 59 с.

Одержано 24.05.2004 р.