

О. О. Мацера*Вінницький національний аграрний університет***ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ
ОЗИМОГО РІПАКУ ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ
ТЕХНОЛОГІЇ**

Проаналізовано результати вивчення впливу строку посіву та різних норм мінеральних добрив на формування показників енергетичної ефективності гібридів озимого ріпаку різних груп стиглості. Відмічено істотний вплив досліджуваних елементів технології на основні показники; встановлено, що зміна рівня урожайності, отриманої гібридами, спричинювала зміну показників енергетичної ефективності. Серед трьох досліджуваних гібридів найбільше значення енергосмності врожаю (77900 МДж) було отримано гібридом Екзотік за першого строку посіву 10 серпня при внесенні $N_{240}P_{120}K_{240}$, при цьому максимальний коефіцієнт енергетичної ефективності – 2,34 був отриманий гібридом Ексагон теж за першого строку посіву, але у варіанті без застосування добрив.

Ключові слова: озимий ріпак, строк посіву, удобрення, коефіцієнт енергетичної ефективності, енергоємність врожаю.

Виробництво продукції рослинництва в сучасних умовах в Україні характеризується значним рівнем механізації усіх виробничих процесів. У свою чергу, це вимагає включення вичерпних матеріальних та енергетичних ресурсів, вартість яких постійно зростає. У такому світлі, розробка нових підходів до оцінки рівня енергетичної ефективності виробництва продукції рослинництва набуває особливо високого значення.

У колективній праці Ю. О. Тараріко, О. Ю. Несмашної, О. М. Берднікова, Л. Д. Глуценка та Г. І. Личука [1], висвітлена сутність категорій і показників енергетичної оцінки у сільському господарстві. Особливості енергозбереження в сільському господарстві деталізовано в спільному дослідженні В. В. Гришка, В. І. Перебийніса, В. М. Рабштини [2]. Праця О. К. Медведовського та П. І. Іваненка [3], присвячена вивченню енергетичного аналізу інтенсивних технологій у сільськогосподарському виробництві. Енергетичну оцінку механізованих технологій рослинництва описано в праці В. І. Пастухова [4], у дослідженнях А. М. Стельмашука [5], подано економічний механізм прискорення інтенсифікації виробництва в АПК. У дослідженнях науковців поняття енергетичної ефективності різняться між собою, так як і їх точки зору на показники, що характеризують енергетичну ефективність виробництва сільськогосподарської продукції.

Рациональне використання енергетичних ресурсів необхідно розглядати, як одну із найважливіших умов збільшення виробництва продукції [6]. Тому **метою** роботи було проведення аналізу енергетичних витрат при вирощуванні нових гібридів із використанням вже відомих та нових елементів технології.

Умови та методика досліджень. Вплив строків сівби та системи удобрення на отримання показників енергетичної ефективності вирощування гібридів озимого ріпаку було досліджено в умовах дослідного поля ВНАУ, що розташоване в с. Агрономічне. Грунт дослідної ділянки є сприятливими для застосування механізованого обробітку ґрунту, сівби і збирання сільськогосподарських культур, а саме характеризуються такими агрохімічними показниками: вміст гумусу в орному шарі (за Тюрнімом) складає 2,16 %, реакція ґрунтового розчину – рН сольової витяжки 5,6—5,8, гідролітична кислотність – 2,3—2,7 мг-екв. на 100 г ґрунту, сума ввібраних основ 15 мг-екв. на 100 г ґрунту, ступінь насичення основами – 79—88 %. У ґрунтах міститься доступного для рослин азоту (за Корнфілдом) 81—89 мг на 1 кг ґрунту, рухомого фосфору і обмінного калію (за Чириковим) 205—251 та 83—90 мг на 1 кг ґрунту, відповідно.

Площа облікової ділянки – 50 м²; повторність у досліді триразова; розміщення варіантів систематичне в один ярус. Агротехнологічні заходи, що проводились, окрім тих, що вивчались у досліді, є рекомендованими для зони вирощування. Схема досліду була наступною: строк посіву (фактор А) – 10, 21 серпня та 5 вересня; фон мінерального живлення (фактор В) – N₀P₀K₀ (контроль); N₈₀P₃₀K₆₀; N₁₂₀P₆₀K₁₂₀; N₁₈₀P₉₀K₁₈₀; N₈₄₀P₁₂₀K₂₄₀; гібриди ріпаку (фактор С) – Екзотік, Ексель, Ексагон [7]. Закладання та проведення дослідів, ключові спостереження та обліки проводили згідно «Методики польового досліду» Б. О. Доспехова [8].

У дослідженнях вивчали гібриди озимого ріпаку Екзотік, Ексель та Ексагон компанії «Монсанто».

Гідротермічні умови різнились залежно від року проведення досліджень, при цьому забезпечуючи оптимальні значення для формування ключових показників енергетичної ефективності вирощування.

Результати досліджень. Для проведення енергетичного аналізу технології вирощування ріпаку озимого по кожному варіанту досліду (строк сівби, гібрид, норма добрива), було складено технологічну карту із перерахунком виробничих витрат в енергетичні показники, використовуючи енергетичні еквіваленти для кожного виду робіт. При проведенні розрахунків було доведено, що енерговитратні коливання напряму залежать від статей витрат сукупної енергії (рис.).

Максимальні витрати енергії, що припадають на машини та обладнання – 50 %. Наступні показники витрати енергії становлять: 23 % добрива, 18 % паливо мастильні матеріали. У загальних енергетичних витратах у технології вирощування ріпаку озимого найменші значення припадають на насіння – 4 %, живу працю – 3 % та пестициди – 2 %.



Рис. Показники питомої ваги енерговитрат за статтями технологічного процесу вирощування ріпаку озимого, % (у середньому за 2012—2015 рр.)

Джерело: побудовано автором на основі власних досліджень

Проведення енергетичної оцінки ефективності вирощування сільськогосподарських культур дало змогу визначити співвідношення між кількістю енергії акумульованої з урожаєм та кількістю енергії вкладеної у виробництво (табл. 1 – 3).

Аналіз показників енергетичної ефективності вирощування гібриду Екзотік у середньому за роки досліджень показав, що найнижчі затрати загальної енергії – 34165 МДж були відмічені у варіанті без застосування добрив (контроль) за кожного строку посіву.

1. Енергетична ефективність вирощування ріпаку озимого гібриду Екзотік (у середньому за 2012—2015 рр.)

Строк посіву	Варіант удобрення	Показники			
		Урожайність, т/га	Енерговитрати на технологію, МДж	Енергоємність врожаю, МДж	Коефіцієнт енергетичної ефективності (К _е)
10 серпня	N ₀ P ₀ K ₀	1,05	34165	19950	1,71
	N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	2,00	60794	38000	1,60
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀	2,99	85173	56810	1,50
	N ₁₈₀ P ₉₀ K ₁₈₀	3,67	104090	69730	1,49
	N ₂₄₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	4,10	115221	77900	1,48
21 серпня	N ₀ P ₀ K ₀	1,00	34165	19190	1,78
	N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	1,85	60794	35340	1,72
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀	2,54	85173	48260	1,76
	N ₁₈₀ P ₉₀ K ₁₈₀	2,97	104090	56430	1,84
	N ₂₄₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	4,07	115221	77330	1,49
5 вересня	N ₀ P ₀ K ₀	0,85	34165	16150	2,12
	N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	1,48	60794	28120	2,16
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀	2,06	85173	39140	2,18
	N ₁₈₀ P ₉₀ K ₁₈₀	2,74	104090	52060	2,00
	N ₂₄₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	3,19	115221	60610	1,90

Джерело: побудовано автором на основі власних досліджень

Енергоємність врожаю залежала від рівня отриманої врожайності та максимального значення – 77900 МДж досягла за першого строку посіву 10 серпня у варіанті із внесенням $N_{240}P_{120}K_{240}$; мінімальний рівень даного показника – 16150 МДж було зафіксовано за третього строку посіву у варіанті без внесення добрив. Найбільше середнє значення енергоємності врожаю – 52478 МДж було отримано за першого строку посіву, за другого строку посіву – 47310 МДж та за третього – 39216 МДж.

Коефіцієнт енергетичної ефективності (K_{ee}) – відношення отриманої енергії з урожаєм (енергоємність врожаю) до сумарної кількості витраченої антропогенної енергії (енерговитрати на технологію) – дає уявлення про енергетичну ефективність сільськогосподарського виробництва. Якщо $K_{ee} < 1$ виробництво є неефективним; 1,0 – 1,5 – низький рівень ефективності; 1,5 – 2,5 – середній рівень ефективності та коли $K_{ee} > 2,5$ виробництво знаходиться на високому рівні енергетичної ефективності.

Результати наших досліджень показали, що максимальний коефіцієнт енергетичної ефективності гібриду Екзотік – 2,18 було отримано за третього строку посіву 5 вересня у варіанті із внесенням $N_{120}P_{60}K_{120}$. Найменше значення – 1,48 було отримано за першого строку посіву у варіанті із внесенням $N_{240}P_{120}K_{240}$, при цьому отримані коефіцієнти знаходяться в діапазоні низького та середнього рівнів енергетичної ефективності.

Формування показників енергетичної ефективності вирощування ріпаку озимого гібриду Ексель характеризувалось подібною тенденцією до формування цих же показників у гібриду Екзотік, що наведено в табл. 2.

2. Енергетична ефективність вирощування ріпаку озимого гібриду Ексель (у середньому за 2012—2015 рр.)

Строк посіву	Варіант удобрення	Показники			
		Урожайність, т/га	Енерговитрати на технологію, МДж	Енергоємність врожаю, МДж	Коефіцієнт енергетичної ефективності (K_{ee})
10 серпня	$N_0P_0K_0$	1,08	34165	20520	1,66
	$N_{60}P_{30}K_{60}$	1,62	60794	30780	1,98
	$N_{120}P_{60}K_{120}$	2,08	85173	39520	2,16
	$N_{180}P_{90}K_{180}$	2,82	104090	53580	1,94
	$N_{240}P_{120}K_{240}$	3,60	115221	68400	1,68
21 серпня	$N_0P_0K_0$	1,00	34165	19000	1,80
	$N_{60}P_{30}K_{60}$	1,61	60794	30590	1,99
	$N_{120}P_{60}K_{120}$	2,14	85173	40660	2,09
	$N_{180}P_{90}K_{180}$	3,65	104090	69350	1,50
	$N_{240}P_{120}K_{240}$	3,80	115221	72200	1,60
5 вересня	$N_0P_0K_0$	0,97	34165	18430	1,85
	$N_{60}P_{30}K_{60}$	1,52	60794	28880	2,11
	$N_{120}P_{60}K_{120}$	2,67	85173	50730	1,68
	$N_{180}P_{90}K_{180}$	3,42	104090	64980	1,60
	$N_{240}P_{120}K_{240}$	3,67	115221	69730	1,65

Джерело: побудовано автором на основі власних досліджень

Зміна показників енергоємності врожаю гібриду Ексель відбувалась відповідно до зміни рівня врожайності. Так, максимальну енергоємність врожаю – 72200 МДж було отримано за другого строку посіву у варіанті із максимальним удобренням $N_{240}P_{120}K_{240}$ та урожайності 3,80 т/га, мінімальну енергоємність – 18430 МДж та, відповідно, урожайність на рівні 0,97 т/га за третього строку посіву у варіанті без внесення добрив, що свідчить про суттєвий вплив досліджуваних факторів на формування даного показника.

Коефіцієнт енергетичної ефективності максимального свого значення – 2,16 набув за першого строку посіву у варіанті із внесенням $N_{120}P_{60}K_{120}$, мінімальне значення – 1,50 було отримано за другого строку посіву у варіанті із внесенням $N_{180}P_{90}K_{180}$. При цьому середнє значення коефіцієнта енергетичної ефективності по строку посіву становило: за першого строку посіву – 1,88; за другого – 1,80 та за третього – 1,78, тобто найменшим було за висівання культури 5 вересня, що свідчить про середній рівень ефективності ведення сільського господарства.

Результати аналізу енергетичної ефективності вирощування гібриду Ексагон наведено в табл. 3.

3. Енергетична ефективність вирощування ріпаку озимого гібриду Ексагон (у середньому за 2012—2015 рр.)

Строк посіву	Варіант удобрення	Показники			
		Урожайність, т/га	Енерговитрати на технологію, МДж	Енергоємність врожаю, МДж	Коефіцієнт енергетичної ефективності (К _е)
10 серпня	$N_0P_0K_0$	0,77	34165	14630	2,34
	$N_{60}P_{30}K_{60}$	1,46	60794	27740	2,19
	$N_{120}P_{60}K_{120}$	2,05	85173	38950	2,19
	$N_{180}P_{90}K_{180}$	2,53	104090	48070	2,17
	$N_{240}P_{120}K_{240}$	2,70	115221	51300	2,25
21 серпня	$N_0P_0K_0$	0,85	34165	16150	2,12
	$N_{60}P_{30}K_{60}$	1,42	60794	26980	2,25
	$N_{120}P_{60}K_{120}$	2,36	85173	44840	1,90
	$N_{180}P_{90}K_{180}$	3,35	104090	63650	1,64
	$N_{240}P_{120}K_{240}$	3,80	115221	72200	1,60
5 вересня	$N_0P_0K_0$	1,00	34165	19000	1,80
	$N_{60}P_{30}K_{60}$	1,57	60794	29830	2,04
	$N_{120}P_{60}K_{120}$	2,35	85173	44650	1,91
	$N_{180}P_{90}K_{180}$	3,44	104090	65360	1,59
	$N_{240}P_{120}K_{240}$	3,46	115221	65740	1,75

Джерело: побудовано автором на основі власних досліджень

Аналіз отриманих показників показав, що в середньому за роки досліджень енергоємність врожаю гібриду Ексагон максимального значення – 72200 МДж набула за другого строку посіву у варіанті із максимальним удобренням $N_{240}P_{120}K_{240}$, мінімальний показник – 14630 МДж був отриманий за першого строку посіву у варіанті без внесення добрив. У середньому за

першого строку посіву енергоємність врожаю становила 36138 МДж, що було менше даного показника за другого строку посіву на 8626 МДж та за третього строку посіву на 8778 МДж, тобто найвищий показник забезпечив третій строк посіву 5 вересня.

Найвище значення коефіцієнта енергетичної ефективності виробництва гібриду Ексагон – 2,34 було отримано за першого строку посіву 10 серпня у варіанті без внесення добрив, найменше значення – 1,59 отримали за третього строку посіву при внесенні $N_{180}P_{90}K_{180}$. Середнє значення даного показника по першому строку посіву становило 2,22, за другого строку посіву – 1,90 та за посіву культури 5 вересня – 1,82.

Висновки. Наведені результати досліджень дають можливість стверджувати, що науково-обґрунтована система удобрення, так як і оптимальний строк посіву, обумовлюють позитивний вплив на формування ключових показників енергетичної ефективності вирощування озимого ріпаку в умовах Правобережного Лісостепу України, що дає змогу отримувати енергоємність врожаю на рівні 77900 МДж та коефіцієнт енергетичної ефективності – 2,34, залежно від гібриду.

Бібліографічний список

1. *Біоенергетична оцінка сільськогосподарського виробництва (науково-методичне забезпечення)* [Текст] / [Ю. О. Тараріко, О. Ю. Несмашна, О. М. Бердніков, Л. Д. Глушенко, Г. І. Личук та інші]. Київ: Аграрна наука, 2005. 200 с.
2. *Гришко В. В., Перебийніс В. І., Рабиштина В. М.* Енергозбереження в сільському господарстві (економіка, організація, управління) [Текст]. Полтава: ВАТ «Видавництво «Полтава», 1996. 280 с.
3. *Медведовський О. К., Іваненко П. І.* Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві [Текст]. Київ: Урожай, 1988. 208 с.
4. *Пастухов В. І.* Енергетична оцінка механізованих технологій рослинництва. Методи і результати [Текст]. Харків: Ранок-НТ, 2003. 100 с.
5. *Стельмащук А. М.* Економічний механізм прискорення інтенсифікації виробництва в АПК [Текст]. Київ: Урожай. 1990. 160 с.
6. *Булаткин Г. А., Ларинив В. В.* Мониторинг агротехногенной нагрузки на земельные территории (теория и практика). Аграрные науки. 1993. № 4. С. 28—31.
7. *Мазур В. А., Мацера О. О.* Аналіз структурних елементів урожайності рослин озимого ріпаку залежно від впливу удобрення та строку посіву. Збірник наукових праць ВНАУ. Серія: Сільське господарство та лісівництво, 2018. № 9. С. 41—50.
8. *Доспехов Б. А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) 3-е изд., перераб. и доп. Москва: Колос, 1985. 336 с.

Надійшла до редколегії 28. 06. 2019 року

Рецензент С. А. Вдовенко, доктор сільськогосподарських наук