УДК 635.153:631.5
© 2013

Т. В. Цицюра[2]
Вінницький національний аграрний університет

ФОРМУВАННЯ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ АСИМІЛЯЦІЙНОЇ ПОВЕРХНІ ПОСІВІВ РЕДЬКИ ОЛІЙНОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМ ВИСІВУ, СПОСОБУ СІВБИ І УДОБРЕННЯ В ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОМУ

Представлено результати вивчення впливу норм висіву, способу сівби та удобрення на формування фотосинтетичної продуктивності редьки олійної для одержання максимального врожаю листостеблової маси та виходу сухої речовини в умовах Лісостепу правобережного.

Ключові слова: *редька олійна, норми висіву, спосіб сівби, удобрення.*

Редька олійна – цінна сільськогосподарська культура багатоцільового використання. Зелена маса її характеризується високим вмістом протеїну, жирів, калію, кальцію, мікроелементів та вітамінів. Вона є однією з найбільш ефективних культур у складі кормових сумішей, в післяжнивному та післяукісному використаннях [1].

Фотосинтезуюча діяльність посіву будь-якої культури є головною складовою формування його продуктивності. Головне завдання сучасних технологій – це конструювання таких посівів, які б максимально ефективно використовували сонячну енергію на нагромадження господарсько цінного врожаю [2]. А. А. Ничипорович [3], відмічав, що кожний сорт володіє певним інтервалом щодо потенційних можливостей формування асимілляційної поверхні, але він часто супроводжується посівом зрідженими нормами або ж навпаки загущеними. Оптимальною нормою висіву слід вважати таку при якій рослина формує максимальну індивідуальну синтезуючу поверхню та масу.

Слід відмітити, що в редьки олійної фотосинтетична діяльність вивчена недостатньо. Параметри та особливості її формування в різних дослідженнях суттєво різняться. Це підкреслює актуальність досліджень та потреби наукового обґрунтування цих процесів в умовах Лісостепу правобережного.

Матеріал і методика досліджень. Польові дослідження проводили впродовж 2010 – 2012 рр. на спільному дослідному полі Вінницького наці-

[2] Науковий керівник, доктор с.-г. наук, професор Квітко Г. П.

онального аграрного університету і Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН на двох сортах – Журавка та Радуга.

Ґрунти – сірі лісові середньосуглинкові, орний шар (0 – 30 см) характеризувався наступними показниками, в межах ротації дослідної ділянки по попереднику: вміст гумусу – 2,9 % (за Тюріним); pH (сол.) – 5,5; легкогідролізованого азоту – 81 мг/кг (за Корнфілдом); рухомого фосфору і обмінного калію (за Чириковим), відповідно 187 і 98 мг на/кг ґрунту.

За роки проведення досліджень погодні умови відрізнялись від середніх багаторічних показників. 2010 рік був найбільш сприятливими для росту і розвитку рослин редьки олійної з сумою опадів за період квітень – вересень 449 мм, середньодобовою температурою 17,2 °С та ГТК – 1,49. Умови 2012 року мали виражену аридність: сума опадів за такий самий період – 272,4 мм, середньодобова температура – 17,7 °С, ГТК – 0,79. Крім того, вегетація редьки олійної 2011 – 2012 рр. характеризувалася вкрай нерівномірним розподілом опадів з чергуванням різних за зволоженням періодів.

Програмою досліджень передбачалось вивчення двох способів сівби редьки олійної – суцільний рядковий (15 см ширина міжрядь) при трьох нормах висіву – 3, 2 та 1,5 млн шт./га схожих насінин та черезрядний (30 см), відповідно 1,5, 1,0, та 0,5 млн шт./га схожих насінин. Кожен з варіантів норми висіву розміщувався по трьох варіантах живлення: 1-й – без добрив (контроль); 2-й – $N_{30}P_{30}K_{30}$ кг д.р.; 3-й – $N_{60}P_{60}K_{60}$ кг д.р. Повторність у дослідах чотириразова. Розміщення варіантів систематичне у три яруси. Посівна площа ділянки 30 м^2, облікова – 25 м^2. Попередник – кукурудза на зерно. Агротехніка в досліді була загальноприйнятою для зони вирощування.

Спостереження та обліки проводили відповідно до загальноприйнятих методик [4]. Показники фотосинтетичної продуктивності рослин визначали за методикою А. А. Ничипоровича [5]. Площу листкової поверхні рослин визначали об’ємним методом А. С. Образцова [6] та методом сканування [7].

Результати досліджень. Наші дослідження показали, що з урахуванням короткого вегетаційного періоду редьки олійної вся її листкова поверхня формувалась за 40 – 50 діб, тобто від повних сходів до фази цвітіння (табл. 1).

При цьому, оптимізація мінерального живлення, сприяла збільшенню асиміляційної поверхні листків порівняно з контролем на 19 – 33 % у період активного росту до бутонізації та на 20 – 22 % у період до плодоношення.

Мінеральні добрива забезпечили також збереженість листкового апарату редьки олійної порівняно з контролем на 50 – 64 % залежно від сорту в міжфазний період зелений стручок – фізіологічна стиглість.

Слід відмітити, що спосіб посіву також впливав на формування показника. Для сорту Журавка різниця в площі листя між рядковим та черезрядним способом сівби становила 3 тис. м^2/га, для Радуги – 5,8 тис. м^2/га.

1. Динаміка наростання площі листкової поверхні сортів редьки олійної за фазами розвитку, тис м^2/га (у середньому за період досліджень)

Норма висіву (млн шт./га схожих насінин), спосіб сівби	Удобрення	Розетка		Стеблування		Бутонізація		Цвітіння		Зелений стручок	
		Ж	Р	Ж	Р	Ж	Р	Ж	Р	Ж	Р
3,0 млн рядковий	Без добрив	10,6	8,5	14,7	11,7	31,2	26,8	31,6	25,5	13,9	11,5
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	12,5	11,0	15,8	16,1	37,7	32,7	38,6	30,0	16,2	12,8
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	13,1	10,6	18,5	16,8	40,6	36,0	41,9	33,8	17,9	13,9
2,0 млн рядковий	Без добрив	7,6	7,5	11,3	11,0	31,7	27,6	33,2	28,2	13,2	11,8
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	8,6	8,7	13,5	12,8	36,5	30,5	37,7	31,6	14,3	12,9
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	9,3	9,3	15,6	15,9	39,3	34,0	40,1	34,6	15,5	13,8
1,0 млн рядковий	Без добрив	7,8	7,3	12,6	10,1	22,8	20,5	29,7	24,4	11,4	9,6
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	8,7	8,0	14,1	11,4	25,6	24,2	32,8	27,8	12,0	10,9
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	9,5	8,4	15,7	12,2	27,8	26,4	34,9	30,6	13,5	12,2
1,5 млн черезрядний	Без добрив	8,7	8,2	14,3	11,7	37,6	32,8	41,9	36,1	13,2	14,4
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	9,4	8,9	15,6	13,3	40,3	37,4	45,9	40,5	14,2	15,6
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	10,3	9,5	17,4	14,5	45,1	39,8	49,4	44,3	15,0	16,8
1,0 млн черезрядний	Без добрив	6,9	5,5	10,0	8,7	28,5	26,3	33,6	31,4	10,1	10,2
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	7,4	5,9	11,1	10,5	30,9	29,5	36,0	33,2	11,0	11,8
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	7,7	6,5	12,5	11,6	34,3	31,2	39,6	36,2	12,3	13,3
0,5 млн черезрядний	Без добрив	5,8	5,0	11,4	9,0	21,1	22,4	31,4	30,1	9,8	10,0
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	6,2	5,2	12,9	10,4	22,4	24,0	33,2	32,3	10,8	10,6
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	6,8	6,0	14,2	11,7	24,9	27,0	36,5	35,0	12,1	11,6

Примітка. Ж – сорт Журавка, Р – сорт Радуга.

Встановлено також, що збільшення норми висіву зумовлює загальне збільшення асиміляційної поверхні рослин у середньому на 2,4 – 4,9 тис. м^2/га для рядкових посівів та на 7,9 – 12 тис. м^2/га для черезрядних.

У середньому за період 2010 – 2012 рр. найбільшу асиміляційну поверхню відмічено у варіанті 1,5 млн шт. схожих насінин/га з внесенням $N_{60}P_{60}K_{60}$ 49,4 тис. м^2/га для Журавки та 44,3 тис. м^2/га для Радуги. Найменшу у варіанті 0,5 млн шт. /га схожих насінин – 36,5 тис. м^2/га та 35,0 тис. м^2/га, відповідно.

Підтверджено, що приріст асиміляційної поверхні за різних норм висіву є різним і залежить від погодних умов та норми висіву. Максимальною асиміляційна поверхня рослин була в 2010 році 37,9 тис. м^2/га у фазі бутонізації та 49,2 тис. м^2/га у фазі цвітіння в середньому за варіантами.

Мінімальним цей показник був в 2011 році – 24,6 та 34,2 тис. м^2/га для сорту Журавка та 23,3 і 28,0 тис. м^2/га для сорту Радуга.

Встановлено, що площа асиміляційної поверхні у фазі цвітіння, в середньому за сортами, визначається значенням таких показників за період сходи – цвітіння як середньодобова температура (r = -0,639), сума опадів (r = 0,974), вологість повітря (r = 0,980), ГТК (r = 0,978), коефіцієнтом зволоження (r = 0,973) і виражається множинною залежністю Y = -142,843 + 11,147 X_1 – 64,100 X_3 + 81,485 X_4 (при R_{adj} = 0,9995) (де X_1 – середньодобова температура повітря, ºС; X_3 – ГТК; X_4 – коефіцієнт зволоження, R_{adj} – скоректований коефіцієнт множинної кореляції на суттєвість коефіцієнтів регресійного рівняння). Таким чином, формування асиміляційної поверхні редьки олійної визначається в основному гідротермічними особливостями вегетації за співвідношенням атмосферного і ґрунтового зволоження та температурного режиму.

Погодні умови впливали не лише на величину площі листків, але й на характер динаміки її формування (рис. 1).

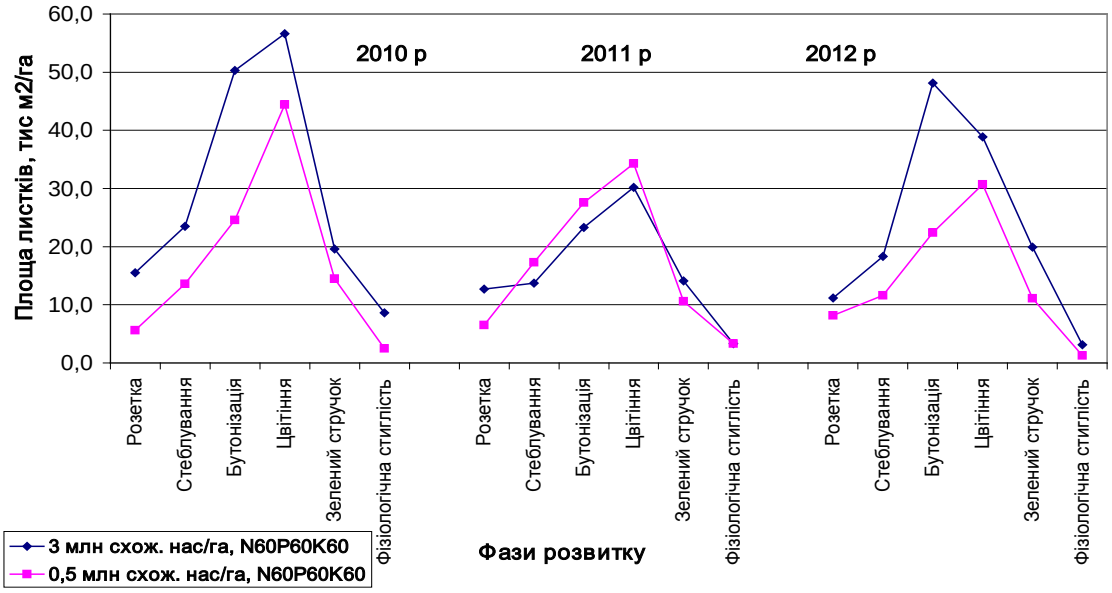
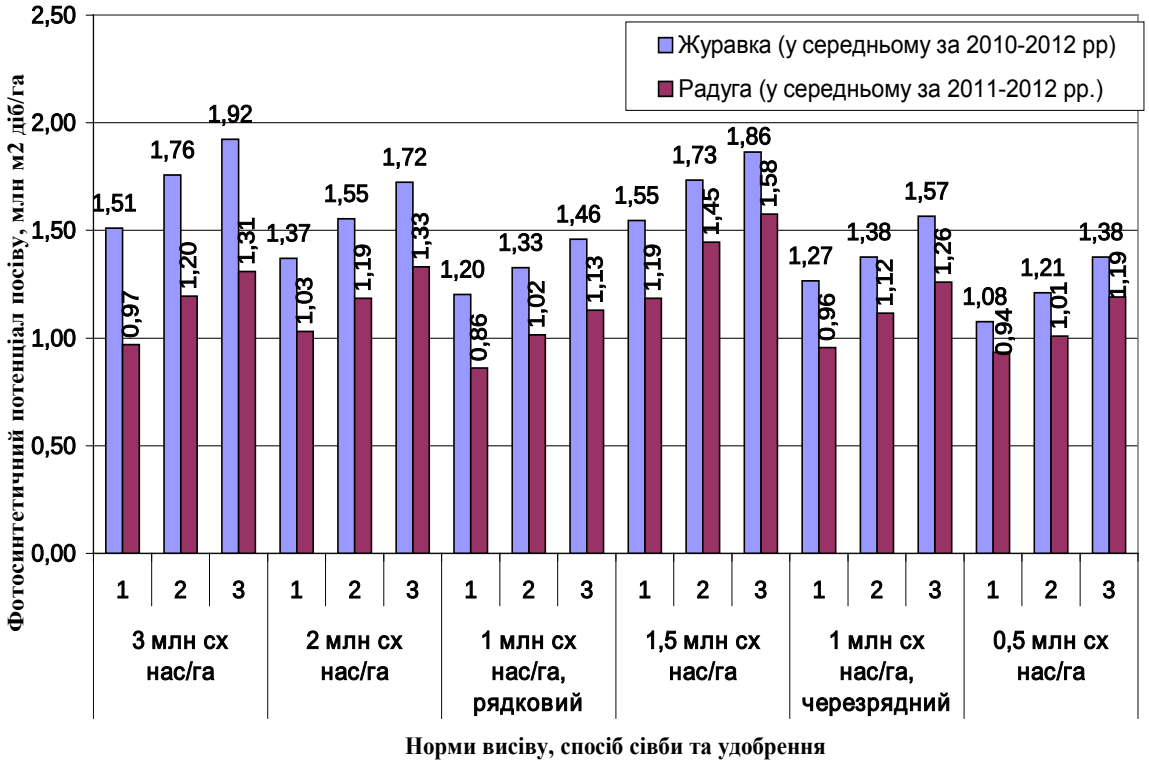


Рис. 1. Динаміка наростання асиміляційної поверхні сорту Журавка залежно від норми висіву, способу сівби та удобрення, 2010 – 2012 рр.

Нами встановлено, що достатнє зволоження та помірне динамічне наростання позитивних температур у період вегетації (2010 р.), створювало сприятливі умови для інтенсивного наростання листкової маси. При цьому, максимальної площі листків рослини досягали в різні фенофази залежно від норми висіву та способу сівби. Збільшення норми висіву та зменшення ширини міжрядь забезпечувало максимальну площу листків у фазі бутоні-

зації. За умов недостатнього зволоження, а особливо, за дефіциту ґрунтової вологи (2011 р.), посіви з більшою нормою висіву за рахунок підвищеної конкуренції за воду та інші фактори життя, знижують загальні ростові процеси, в тому числі, і приріст площі листків, на противагу посівам з нижчою нормою висіву. У випадку нестійкого зволоження, швидкого наростання середньодобових температур (умови 2012 року) рослини у варіантах з вищою нормою висіву інтенсивно і прискорено розвиваються, формуючи максимальну асиміляційну площу листя до фази бутонізації.

Проте, окремо взята площа в будь-який з періодів не може достатньо характеризувати асиміляційну поверхню посіву. Інтегральним показником площі листкової поверхні посіву є його фотосинтетичний потенціал посіву (ФП) (рис. 2).



Зміст цифрових підписів: 1 – Без добрив; 2 – $N_{30}P_{30}K_{30}$; 3 – $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Рис. 2. Фотосинтетичний потенціал посівів редьки олійної за міжфазний період сходи – зелений стручок, залежно від норми висіву, способу сівби та удобрення, млн м^2 діб/га.

Серед рядкових посів максимальний ФП за період сходи – зелений стручок встановлено для норми висіву 3 млн шт./га схожих насінин у середньому за роки досліджень 1,73 млн м^2 діб/га. Серед черезрядних позитивно відмічено варіант 1,5 млн шт./га схожих насінин в середньому 1,71 млн м^2 діб/га. Для Радуги, період досліджень якої включав лише роки з мен-

шою вологозабезпеченістю посівів, формування ФП мало дещо інший характер. Для рядкових посівів максимум сформовано у варіанті з нормою висіву 2 млн шт./га схожих насінин, а для черезрядних у варіанті 1,5 млн шт./га схожих насінин – 1,40 млн м^2 діб/га. Мінеральні добрива позитивно впливали на формування ФП посіву у всіх варіантах досліду забезпечуючи середній приріст при внесенні $N_{60}P_{60}K_{60}$ до контролю на рівні 18,9 – 35,7 %.

Чиста продуктивність фотосинтезу посівів (ЧПФ) була також різною, залежно від норми висіву, способу сівби та удобрення (табл. 2) і мала в середньому значення від 5,45 – 5,61 г/м^2 за добу по сортах за норми 3 млн шт./га схожих насінин до 9,14 – 9,43 г/м^2 за добу за норми 1,5 млн шт./га схожих насінин.

Динаміка ЧПФ мала коливальний характер. Максимальні її значення встановлено для міжфазних періодів сходи – розетка, бутонізація – цвітіння та цвітіння – зелений стручок. Високі значення ЧПФ на рівні 8 – 18 г/м^2 за добу можна пояснити оптимальним освітленням рослин в перші фази росту та мінімальне їх затінення. Цим пояснюється і збільшення величини ЧПФ в період сходи – розетка для норм 0,5 та 1,0 млн шт./га схожих насінин.

У дослідженнях відмічено, що застосування мінеральних добрив в нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ підвищує інтенсивність фотосинтезу в середньому на 13 – 16 % та зміщує його максимуми на період стеблування – цвітіння.

2. Чиста продуктивність фотосинтезу посівів редьки олійної, залежно від норми висіву, способу сівби та удобрення, г/м^2 за добу (у середньому за період досліджень)

Норма висіву (млн шт./га схожих насінин), спосіб сівби	Удобрення	Журавка	Радуга
		Міжфазний період розетка – зелений стручок	
3,0 млн, рядковий	Без добрив	5,11	4,63
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	5,41	5,58
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	5,83	6,61
2,0 млн, рядковий	Без добрив	7,85	7,03
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	8,37	7,60
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	8,55	7,93
1,0 млн, рядковий	Без добрив	4,20	5,28
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	4,50	5,85
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	5,08	6,17
1,5 млн, черезрядний	Без добрив	8,82	8,85
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	9,41	9,07
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	10,05	9,50
1,0 млн, черезрядний	Без добрив	7,50	8,24
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	8,26	8,90
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	8,44	9,00
0,5 млн, черезрядний	Без добрив	5,37	6,70
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	5,57	7,25
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	6,27	7,62

У наших дослідженнях визначено істотні кореляційні залежності між ФП посіву редьки олійної та показниками його кормової продуктивності (табл. 3).

Представлені дані дають змогу стверджувати, що ФП посіву впливає на формування його кормової продуктивності (R^2 = 64 – 94 % за урожайністю листостеблової маси та 66 – 86 % за виходом сухої речовини). Для показника ЧПФ ці значення становлять 46 – 69 % та 57 – 73 %, відповідно. Вихід сухої речовини, відповідно до даних множинної кореляції, значною мірою, визначається ЧПФ та ФП посіву з різною вираженістю залежно від сорту та умов року.

Аналіз продуктивності фотосинтезу сортів редьки олійної залежно від норм висіву, способу сівби та удобрення (табл. 4) засвідчує, що добове накопичення сухої речовини у середньому за період сходи – зелений стручок коливалося в межах 36,6 – 104,2 кг/га у Журавки та 35,3 – 100,9 кг/га у Радуги.

3. Кореляційні залежності між кормовою продуктивністю і фотосинтетичною діяльністю посівів редьки олійної за міжфазний період розетка – зелений стручок, 2010 – 2012 рр. (n = 18)

Сорт	Рік	ФП посіву, млн м^2 діб/га	ЧПФ, г/м^2 за добу	Суха маса, т/га	Листостеблова маса, т/га
Журавка	2010	–	0,442	0,912**	0,938**
			–	0,756**	0,677**
				–	0,973**
	2011	–	0,622**	0,816**	0,832**
			–	0,811**	0,779**
				–	0,984**
	2012	–	0,553*	0,887**	0,935**
			–	0,856**	0,760**
				–	0,974**
Радуга	2011	–	0,622**	0,816**	0,832**
			–	0,811**	0,779**
				–	0,984**
	2012	–	0,616**	0,929**	0,972**
			–	0,824**	0,706**
				–	0,970**
Вихід сухої речовини, т/га (Y)					
Журавка	2010	$Y = -2,555 + 0,302X_1 + 2,697X_2$ (R_{adj} = 0,963)			
	2011	$Y = -1,221 + 0,226X_1 + 2,628X_2$ (R_{adj} = 0,859)			
	2012	$Y = -2,423 + 0,284X_1 + 3,295X_2$ (R_{adj} = 0,984)			
Радуга	2011	$Y = -1,682 + 0,279X_1 + 2,849X_2$ (R_{adj} = 0,907)			
	2012	$Y = -1,608 + 0,178X_1 + 2,920X_2$ (R_{adj} = 0,852)			

Примітки: 1.* - достовірно на 0,05 % рівні значущості; 2. ** – достовірно на 0,01 % рівні значущості; 3. X_1 – *чиста продуктивність фотосинтезу, г/м^2 за добу*; X_2 – *фотосинтетичний потенціал посіву, млн м^2 діб/га;* R_{adj} – *скоректований коефіцієнт множинної кореляції на суттєвість коефіцієнтів регресійного рівняння.*

У результаті досліджень встановлено, що наростання біомаси на одиниці площі залежало від факторів вивчення. Найвищі показники добового

накопичення сухої речовини відмічено для черезрядної сівби у варіанті 1,5 млн шт./га схожих насінин на удобреному фоні $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 100,9 – 104,2 кг/га за добу залежно від сорту. Для рядкової сівби – за норми висіву 2 млн шт./га схожих насінин – 66,7 – 78,7 кг/га за добу, відповідно. Мінеральні добрива для обох норм удобрення позитивно вплинули на формування показника, чим забезпечили усереднений приріст у розрізі варіантів на рівні 32,3 – 37,7 %.

4. Показники продуктивності фотосинтезу посівів редьки олійної за період сходи – зелений стручок залежно від норми висіву, способу сівби та удобрення

Норма висіву (млн шт./га схожих насінин), спосіб сівби	Удобрення	Журавка (2010 – 2012 рр.)		Радуга (2011 – 2012 рр.)	
		Добове накопичення сухої речовини, кг/га	Вихід сухої речовини на 1000 одиниць ФП, кг	Добове накопичення сухої речовини, кг/га	Вихід сухої речовини на 1000 одиниць ФП, кг
3,0 млн, рядковий	Без добрив	62,26	2,19	41,24	2,06
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	73,62	2,28	59,41	2,51
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	81,82	2,34	69,90	2,75
2,0 млн, рядковий	Без добрив	69,38	2,70	56,86	2,82
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	79,04	2,83	68,57	3,04
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	87,72	2,90	74,77	3,01
1,0 млн, рядковий	Без добрив	36,59	1,66	35,29	2,09
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	43,11	1,81	43,40	2,27
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	51,79	1,99	51,38	2,48
1,5 млн, черезрядний	Без добрив	81,13	2,78	80,00	3,38
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	93,87	2,94	89,72	3,32
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	104,19	3,11	100,92	3,49
1,0 млн, черезрядний	Без добрив	53,70	2,29	51,92	2,83
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	62,13	2,54	63,06	3,14
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	70,18	2,55	71,93	3,25
0,5 млн, черезрядний	Без добрив	33,75	1,67	41,12	2,35
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	40,24	1,82	45,05	2,48
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	50,00	2,11	52,99	2,61

Продуктивність фотосинтетичного потенціалу посівів також залежала від досліджуваних факторів з таким самим характером розподілу в межах варіантів.

Найбільший вихід сухої речовини на 1000 одиниць ФП відмічено на варіантах з нормою висіву 1,5 млн шт./га схожих насінин де вносили $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 2,95 – 3,40 кг, залежно від сорту. У варіантах з нормами висіву

3,0 і 0,5 млн шт./га схожих насінин цей показник був на 24 – 37 % нижчим у сорту Журавка, та на 28 – 29 % нижчим у сорту Радуга.

Висновки. Встановлено, що в умовах Лісостепу правобережного оптимальні умови для формування асиміляційного апарату редьки олійної, який забезпечує максимальну кормову продуктивність її посівів, складаються в результаті застосування $N_{60}P_{60}K_{60}$ за норми висіву 2 млн шт./га схожих насінин рядкового та 1,5 млн шт./га схожих насінин черезрядного способу сівби.

Бібліографічний список

1. *Квітко Г. П.* Перспективи вирощування та кормова цінність редьки олійної в правобережному Лісостепу України [Текст] / Г. П. Квітко, Н. Я. Гетман, Я. Г. Цицюра, Т. В. Цицюра // Корми і кормовиробництво. – Вип. 67. – 2010. – С. 29 – 39.

2. *Полуэктов Р. А.* Модели продукционного процесса сельскохозяйственных культур [Текст] / Р. А. Полуэктов, Э. И. Смоляр, В. В. Терлеев, А. Г. Топаж. – И-ство С.-Петербургского университета, 2006. – 396 с.

3. *Ничипорович А. А.* Световое и углеродное питание растений (фотосинтез) [Текст] / А. А. Ничипорович. – М. : Агропрормиздат, 1988. – 540 с.

4. Методика проведення досліджень у кормовиробництві та годівлі тварин / [А. О. Бабич, М. Ф. Кулик, П. С. Макаренко і ін.]; під ред.. А. О. Бабича. – К.: Аграрна наука. – 1998. – 80 с.

5. Ничипорович А. А. Методические указания по учету и контролю важнейших показателей процессов фотосинтетической деятельности растений в посевах [Текст] / А. А. Нечипорович, З. Е. Кузьмин, Л. Я. Полозова. – М.: Наука, 1969. – 93 с.

6. *Образцов А. С.* Объёмный способ определения площади листовой поверхности растений в посевах [Текст] / А. С. Образцов, В. М. Ковалёв // Физиология растений. – 1976. – Т. 23. – Вып. 5. – С. 1084 – 1087.

7. Digimizer image analysis software [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.scientificsoftware-solutions.com/product.php?productid=17597.