

УДК: 633.853.494:631.8.022.3

**ФОРМУВАННЯ ПЛОЩІ ЛИСТОВОЇ  
ПОВЕРХНІ ТА  
ФОТОСИНТЕТИЧНОГО  
ПОТЕНЦІАЛУ РОСЛИН ОЗИМОГО  
РІПАКУ ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКУ  
ПОСІВУ ТА СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ**

**О.О. МАЦЕРА**, асистент  
Вінницький національний аграрний  
університет

*В умовах Лісостепу Правобережного вивчено вплив різних строків сівби та рівнів основного мінерального живлення на формування важливих показників фотосинтетичної продуктивності рослин озимого ріпаку. Відмічено, що площа листової поверхні та фотосинтетичний потенціал залежать як від строку посіву, так і від рівня мінерального живлення.*

***Ключові слова:** озимий ріпак, фотосинтез, площа листової поверхні, фотосинтетичний потенціал, система удобрення, строк посіву, гібрид.*

**Табл. 2. Літ. 10.**

**Постановка проблеми.** Фотосинтез є найбільш характерною і важливою особливістю зелених рослин. Це основне джерело формування їх біомаси. У процесі фотосинтезу рослини за рік утворюють близько 400 млрд. т органічної речовини, виділяючи близько 460 млрд. т кисню. Найбільше накопичення сухої маси врожаю відбувається шляхом фотосинтезу в листках. Формування площі листової поверхні та фотосинтетичного потенціалу є передумовою отримання максимальних врожаїв культури. Показник площі листової поверхні, тривалість її функціонування залежить від генотипу сорту чи гібриду, ґрунтово-кліматичних умов зони вирощування та елементів технології вирощування культури [1].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Процес фотосинтезу складний за своєю природою і надзвичайно важливий. Врожаї сільськогосподарських культур значною мірою залежать від фотосинтезу та вміння забезпечувати його найвищу продуктивність [2, 3, 4, 5]. Все рослинництво, по суті справи, являє собою систему найкращого використання фотосинтетичної функції рослин. З цієї точки зору, кожен агрозахід, що має на меті збільшення врожайності, виявляється ефективним в таких випадках: якщо він дає можливість одержувати в посівах площу листків, яка швидко розвивається і досягає великих розмірів; якщо він підвищує інтенсивність і продуктивність роботи кожного квадратного метра площі листків та зберігає їх в активному стані можливо більш тривалий період часу, і якщо він сприяє найкращому використанню продуктів фотосинтезу [6, 7, 8].

Хід росту площі, листків та її розміри, насамперед, можуть визначатися темпом формування і густотою посівів рослин. Посіви з великою густотою

рослин надмірно рано формують велику площу листків, але це негативно відображається на закладанні, формуванні та розвитку репродуктивних органів. З цієї точки зору окремі рослини в зріджених посівах можуть знаходитись в значно кращих умовах. Однак для того, щоб такий зріджений посів зімкнувся і на кожному гектарі утворилась достатньо велика площа листків (40-45 тис. м<sup>2</sup>), кожна окрема рослина повинна досягати великих розмірів і утворювати велику площу листків [7, 8].

Озимий ріпак за своїми морфологічними ознаками є рослиною, яка відповідає зазначеним особливостям. Під дією добрив та строків посіву гібриди озимого ріпаку, що вивчались в досліді сформували площу листкової поверхні, яка в подальшому визначила їх продуктивність.

**Виклад основного матеріалу.** Ріпак повільно росте і розвивається в початковій періоді вегетації. Внесення мінеральних добрив сприяє кращому розвитку листкової поверхні з 9,5-12,2 тис. м<sup>2</sup>/га до 13,6-17,4 тис. м<sup>2</sup>/га. Максимальна площа листкової поверхні в рослин спостерігається у фазі цвітіння і плодоношення, та коливається залежно від сортів, в межах 20,6-48,2 тис. м<sup>2</sup>/га. Іншою особливістю озимого ріпаку є різке коливання площі листкової поверхні між періодами формування осінньої та початком утворення весняної розетки листків, яке пов'язане із перезимівлею рослин. Отже, хід росту площі листків може служити і показником ступеня забезпечення посівів мінеральним живленням, і показником нормальності ходу зміни основних фаз росту. Враховуючи вищезазначене нами було встановлено динаміку формування площі листкової поверхні в основні періоди росту і розвитку рослин озимого ріпаку. Так, за результатами досліджень (табл.1) на

Таблиця 1

**Площа листкової поверхні рослин ріпаку озимого гібриду Екзотік залежно від строків посіву та удобрення (середнє за 2012-2015 рр.), тис. м<sup>2</sup>/га**

Строк посіву	Варіант удобрення	Фаза росту і розвитку рослин				
		4 справжні листки	утворення розетки листя (6-8 листків)	бутонізація	цвітіння	Дозрівання
10 Серп.	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	4,93	19,07	16,10	27,03	1,83
	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>60</sub>	5,43	21,17	19,60	32,53	2,23
	N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	5,83	21,77	22,60	37,93	2,43
	N <sub>180</sub> P <sub>90</sub> K <sub>180</sub>	6,23	23,37	27,70	44,03	3,03
	N <sub>240</sub> P <sub>120</sub> K <sub>240</sub>	<b>6,53</b>	<b>24,47</b>	<b>30,80</b>	<b>51,73</b>	<b>3,13</b>
21 Серп.	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	3,43	16,57	16,20	30,43	1,43
	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>60</sub>	3,83	17,47	18,30	35,43	1,73
	N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	4,23	18,67	19,90	40,53	1,93
	N <sub>180</sub> P <sub>90</sub> K <sub>180</sub>	4,43	19,57	25,60	46,33	2,53
	N <sub>240</sub> P <sub>120</sub> K <sub>240</sub>	4,53	21,17	28,60	54,33	2,63
05 Вер.	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	3,33	7,27	11,50	23,93	1,43
	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>60</sub>	3,73	8,47	13,40	29,23	1,63
	N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	3,93	9,57	15,10	34,53	1,83
	N <sub>180</sub> P <sub>90</sub> K <sub>180</sub>	3,93	10,47	21,00	40,63	2,33
	N <sub>240</sub> P <sub>120</sub> K <sub>240</sub>	4,20	11,50	23,10	45,33	2,43

кінець осіннього періоду вегетації (утворення розетки листків) найбільша площа листкової поверхні ранньостиглого гібриду Екзотік (24,47 тис. м<sup>2</sup>/га) була сформована за першого строку посіву 10 серпня у варіанті із внесенням Р<sub>30</sub>К<sub>150</sub> в основне удобрення, НРК<sub>90</sub> при посіві.

Сформована площа листкової поверхні на зазначеному варіанті перевищувала відповідний показник контролю (строк посіву 10 серпня, N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub> – 19,07 тис. м<sup>2</sup>/га) на 5,4 тис. м<sup>2</sup>/га. Проте, найнижчими показниками площі листкової поверхні характеризувався варіант із третім строк посіву 05 вересня по всіх варіантах удобрення. За максимального рівня удобрення N<sub>240</sub>P<sub>120</sub>K<sub>240</sub> площа листкової поверхні восени становила 11,50 тис. м<sup>2</sup>/га, що було менше від цього ж варіанту удобрення за першого строку посіву 10 серпня на 12,97 тис. м<sup>2</sup>/га.

У весняний період вегетації та після підживлення озимого ріпаку азотними добривами, найбільша площа листкової поверхні рослин була сформована у фазу повного цвітіння (51,73 тис. м<sup>2</sup>/га) у варіанті із внесенням Р<sub>30</sub>К<sub>150</sub> в основне удобрення, НРК<sub>90</sub> при посіві та трьох підживлень N<sub>60</sub>; N<sub>60</sub>; N<sub>30</sub>, що перевищувало варіант без удобрення за цього ж строку посіву на 24,70 тис. м<sup>2</sup>/га).

Для одержання високих врожаїв не достатньо тільки мати велику площу листків у період максимуму, а отримавши не можна ще гарантувати одержання високого врожаю. Для цього необхідно, щоб оптимальна листкова поверхня в період максимуму її розвитку була тривалою за часом її роботи. Тому, для моніторингу динаміки формування урожайності, застосовують показник фотосинтетичного потенціалу, який характеризується сумою щоденних показників площі листків у посіві за весь вегетаційний період або окремими фазами розвитку рослин [9, 10].

За даними А. А. Ничипоровича добрими вважаються посіви, фотосинтетичний потенціал яких складає 2,2-3,0 млн. м<sup>2</sup>-днів/га, середніми – 1,0-1,5 млн. м<sup>2</sup>-днів/га і поганими при 0,5-0,7 млн. м<sup>2</sup>-днів/га.

В результаті проведених розрахунків нами виявлено, що найвищі показники фотосинтетичного потенціалу ранньостиглого гібриду Екзотік рослини озимого ріпаку формували у міжфазний період бутонізація-цвітіння (табл. 2). Кращим виявився варіант із нормою добрив N<sub>240</sub>P<sub>120</sub>K<sub>240</sub> у всіх строках посіву, при цьому найвищим було значення за першого строку посіву 10 серпня – 3,237 млн. м<sup>2</sup>-днів/га, за другого строку посіву одержане значення було меншим на 0,557 млн. м<sup>2</sup>-днів/га та за третього строку посіву меншим на 0,782 млн. м<sup>2</sup>-днів/га. Найнижчі показники фотосинтетичного потенціалу були одержані на варіантах без внесення добрив з всіх строків посіву. При цьому максимальне значення фотосинтетичного потенціалу було одержано за першого строку посіву – 1,655 млн. м<sup>2</sup>-днів/га, дане значення перевищувало значення другого строку посіву на 0,209 млн. м<sup>2</sup>-днів/га та значення за третього строку посіву – на 0,596 млн. м<sup>2</sup>-днів/га.

Таблиця 2

**Фотосинтетичний потенціал ріпаку озимого ранньостиглого гібриду  
Екзотік залежно від строку посіву та удобрення (середнє за 2012-2015 рр.),  
млн. м<sup>2</sup>-днів/га**

Строк посіву	Варіант удобрення	Міжфазний період росту і розвитку рослин ріпаку озимого		
		4 справжні листки - утворення розетки листків (6-8 листків)	стеблування-бутонізація	бутонізація-цвітіння
10 серпня	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	0,403	1,001	1,655
	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>60</sub>	0,435	1,148	2,034
	N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	0,497	1,303	2,453
	N <sub>180</sub> P <sub>90</sub> K <sub>180</sub>	0,557	1,502	2,900
	N <sub>240</sub> P <sub>120</sub> K <sub>240</sub>	0,482	1,532	<b>3,237</b>
21 серпня	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	0,186	0,809	1,446
	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>60</sub>	0,192	0,889	1,659
	N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	0,183	0,968	1,915
	N <sub>180</sub> P <sub>90</sub> K <sub>180</sub>	0,176	1,110	2,296
	N <sub>240</sub> P <sub>120</sub> K <sub>240</sub>	0,197	1,242	2,680
05 вересня	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	0,090	0,463	1,059
	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>60</sub>	0,094	0,539	1,328
	N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	0,099	0,609	1,560
	N <sub>180</sub> P <sub>90</sub> K <sub>180</sub>	0,084	0,750	2,064
	N <sub>240</sub> P <sub>120</sub> K <sub>240</sub>	0,080	0,870	2,455

**Висновки.** Незважаючи на зазначене коливання показника фотосинтетичного потенціалу по гібридах, строках посіву та варіантах удобрення, посіви озимого ріпаку можна оцінити як добрі, за диференціацією запропонованою А. А. Ничипоровичем, тобто фотосинтетичний потенціал їх знаходиться в діапазоні 2,2-3,0 млн. м<sup>2</sup>-днів/га у міжфазному періоді бутонізація-цвітіння. Лише у контрольних варіантах без внесення добрив за всіх строків посіву вони оцінюються як середні, їх значення коливаються від 1,059 до 1,655 млн. м<sup>2</sup>-днів/га.

Таким чином, в умовах Правобережного Лісостепу України під дією норми добрив N<sub>240</sub>P<sub>120</sub>K<sub>240</sub> та строку посіву 10 серпня озимий ріпак формував площу листової поверхні та фотосинтетичний потенціал, які створювали кращі умови для синтезу органічної речовини, що в подальшому формувала продуктивність рослин.

**Список використаної літератури**

1. Андреева Г. Ф. Фотосинтез и азотный обмен растений / Г. Ф. Андреева // Физиология фотосинтеза. – М.: Наука, 1982. – С.89-104.
2. Авратовщук Н. Генетика фотосинтезу М.: Колос, 1980. – 103 с.
3. Сытник К. М., Мусатенко Л. И., Богданова Т. Л. Физиология листа. Киев: Наукова Думка, 1978. – 391 с.
4. Фотосинтез. В двух томах / Под ред. Говинджи. М.: Мир, 1987. – Т. 1. – 727 с., Т. 2. – 468 с.

5. Хит О. Фотосинтез. – М.: Мир, 1972 – 313 с.
6. Нечипорович А. А. Реализация регуляторной функции света в жизнедеятельности растений как целого и в его продуктивности. – В сб.: фоторегуляция метаболизма и морфогенеза растений. – М., Наука, 1974. – С. 56-61.
7. Нечипорович А. А. Фотосинтез и вопросы интенсификации сельского хозяйства. – М.: Наука, 1965. – 47 с.
8. Нечипорович А. А., Строганова Л. Е., Чмора С. Н., Власова М. П. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах (Методы и задачи учета в связи с формированием урожая). М.: Изд. Академии наук СССР, 1961. – 133 с.
9. Тарчевський І. А. Основи фотосинтеза. Учебное пособие для биологических специальностей вузов. – М.: Высшая школа. – 1977. – 253 с.
10. Эдвардс Дж., Уокер Д. Фотосинтез  $C_3$  и  $C_4$  – растений: механизмы и регуляция. – М.: Мир. – 1986. – 598 с.

#### **Список використаної літератури у транслітерації / References**

1. Andreeva H. F. Fotosyntezy y azotnyy obmen rastenyuy / H. F. Andreeva // Fyzyolohyya fotosynteza. – М.: Nauka, 1982. – P.89-104.
2. Avratovshchukova N. Henetyka fotosyntezy. М.: Kolos, 1980. – 103 p.
3. Sutnyk K. M., Musatenko L. Y., Bohdanova T. L. Fyzyolohyya lysta. Kyev: Naukova Dumka, 1978. – 391 p.
4. Fotosyntezy. V dvukh tomakh./ Pod red. Novyndzhy. М.: Myr, 1987. – Т. 1. – 727 p., Т. 2. – 468 p.
5. Khyt O. Fotosyntezy. – М.: Myr, 1972 – 313 p.
6. Nechyporovych A. A. Realyzatsyya rehulyatornoy funktsyy sveta v zhyznedeyatel'nosty rastenyuy kak tseloho y v eho produktyvnosty. – V sb.: fotorehulyatsyya metabolyzma y morfoheneza rastenyuy. – М., Nauka, 1974. – P. 56-61.
7. Nechyporovych A. A. Fotosyntezy y voprosy yntensyfykatsyy sel'skoho khozyaystva. – М.: Nauka, 1965. – 47 p.
8. Nechyporovych A. A., Strohanova L. E., Chmora S. N., Vlasova M. P. Fotosyntetycheskaya deyatel'nost' rastenyuy v posevakh (Metody y zadachy ucheta v svyazy s formyrovanyem urozhaev). М.: Yzd. Akademyy nauk SSSR, 1961. – 133 p.
9. Tarchevs'kyuy Y. A. Osnovy fotosynteza. Uchebnoe posobyе dlya byolohycheskykh spetsyal'nostey vuzov. – М.: Vysshaya shkola. – 1977. – 253 p.
10. Edwards Dzh., Uoker D. Fotosyntezy S3 y S4 – rastenyuy: mekhanyzmy y rehulyatsyya. – М.: Myr. – 1986. – 598 p.

## АННОТАЦИЯ

### **ФОРМИРОВАНИЕ ПЛОЩАДИ ЛИСТОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ И ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА РАСТЕНИЙ ОЗИМОГО РАПСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКА ПОСЕВА И СИСТЕМЫ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ / МАЦЕРА О. О.**

В условиях Лесостепи Правобережной изучено влияние различных сроков сева и уровней основного минерального питания на формирование важных показателей фотосинтетической продуктивности растений озимого рапса. Отмечено, что площадь листовой поверхности и фотосинтетический потенциал зависят как от срока посева, так и от уровня минерального питания.

**Ключевые слова:** озимый рапс, фотосинтез, площадь листовой поверхности, фотосинтетический потенциал, система удобрения, срок посева, гибрид.

## ANNOTATION

### **THE FORMATION OF LEAF SURFACE AREA AND PHOTOSYNTHETIC POTENTIAL OF WINTER RAPESEED PLANTS DEPENDING ON THE SOWING DATES AND FERTILIZATION SYSTEM/ MATSERA O. O.**

Photosynthesis is the most characteristic and important feature of green plants. This is their main source of biomass. Plants create about 400 billion tones of organic matter, allocating about 460 billion tones of oxygen a year during photosynthesis process.

The process of photosynthesis is difficult and very important. The yields of crops are largely dependent on photosynthesis and the ability to ensure its superior performance. The course of leaf surface growth and its sizes can be determined by the rate of formation and density of crop plants.

Under the influence of fertilizers and sowing dates winter rapeseed hybrids, which were studied in the experiment, formed the leaf surface area, which is further defined their performance.

Thus, according to the study (Table 1) at the end of the autumn growing season, (formation of leaves rosette) the largest area of leaf surface of early matured hybrid Ekzotik (24.47 thousand. m<sup>2</sup> / ha) was formed in the first sowing term on August 10 in the version with the introduction of P<sub>30</sub>K<sub>150</sub> in the basic fertilization and NPK<sub>90</sub> during the sowing.

In the spring growing season and after foliar fertilization of winter rapeseed by nitrogen fertilizers, the largest plant leaf surface area was established in the phase of full flowering (51.73 thousand m<sup>2</sup> / ha) in the variant of introduction to the main P<sub>30</sub>K<sub>150</sub> fertilizer, NPK<sub>90</sub> during the sowing and three foliar fertilizing N<sub>60</sub>; N<sub>60</sub>; N<sub>30</sub>, which exceeded the variant without fertilization by the same deadline for sowing 24.70 thousand m<sup>2</sup> / ha).

As a result of the calculations, we were found that the highest photosynthetic capacity of early matured plants of winter rapeseed hybrid Ekzotik was obtained in interfacial period budding-flowering (Table. 2).

The best variant was the variant with fertilizer rate  $N_{240}P_{120}K_{240}$  for all sowing dates, while the highest value was obtained by the first sowing date on 10<sup>th</sup> of August – 3,237 million m<sup>2</sup>-days/ha.

**Key words:** winter rapeseed, photosynthesis, leaf surface area, fertilisation system, sowing dates, photosynthetic potential.

**Авторські дані**

**Мацера Ольга Олегівна** – асистент кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії Вінницького національного аграрного університету (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3. e-mail: matsera@vsau.vin.ua).