
СТОРІНКА МОЛОДОГО ВЧЕНОГО

PAGE OF A YOUNG SCIENTIST

УДК 633.854.79:631.5:581.132

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.140.71>

ФОТОСИНТЕТИЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ РОСЛИН РІПАКУ ОЗИМОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ОСОБЛИВОСТЕЙ ГІБРИДІВ ТА УДОБРЕННЯ

Безкоровайний В.М. – аспірант кафедри технологій у рослинництві,
Поліський національний університет
Мойсієнко В.В. – д.с.-г.н.,
професор кафедри технологій у рослинництві,
Поліський національний університет

У статті наведено результати наукових досліджень, проведених на чорноземі типовому впродовж 2022–2024 рр. в умовах ТОВ «Поділля Плюс» Шепетівського району Хмельницької області. Метою наукових досліджень було дослідити фотосинтетичну діяльність рослин ріпаку озимого залежно від особливостей сучасних гібридів та удобрення за фазами росту і розвитку рослин та міжфазними періодами в умовах Правобережного Лісостепу України. Наукові експерименти виконували відповідно до поставлених завдань, включаючи проведення польових, лабораторно-польових і лабораторних дослідів, а також комплексу фенологічних спостережень за ростом і розвитком рослин ріпаку озимого.

Установлено, що площа асиміляційної поверхні гібриду BAYER ДК Експешин за період стеблуння-цвітіння була максимальною серед гібридів ріпаку озимого і становила від 13,1 тис. м²/га до 38,7 тис. м²/га (на фоні N₁₄₀P₄₀K₄₀). Приріст площі листкової поверхні за рахунок комбінованого внесення добрив N₁₄₀P₄₀K₄₀ + Yara Vita Брасітрел Про, 2 л/га (BVCH 31) становив у фазі стеблуння 2,3 тис. м²/га, у фазі бутонізації – 2,8 тис. м²/га, у фазі цвітіння відповідно 3,1 тис. м²/га. Оптимальна площа листкової поверхні у період цвітіння становила в середньому за роки досліджень 41,8 тис. м²/га.

Найбільший фотосинтетичний потенціал середньораннього гібриду Експешин сформовано у міжфазний період бутонізація-цвітіння – 2,352 млн. м²-діб/га за внесення N₁₄₀P₄₀K₄₀ (фон) та 2,641 млн. м²-діб/га за комбінованого внесення N₁₄₀P₄₀K₄₀ + Yara Vita Брасітрел Про, 2 л/га (BVCH 31).

Найвища чиста продуктивність фотосинтезу ріпаку озимого зафіксована у міжфазний період бутонізація-цвітіння на варіанті з використанням добрив N₁₄₀P₄₀K₄₀ + Yara Vita Брасітрел Про, 2 л/га (BVCH 31) у гібриду BASF InVigor 1030 – 12,94 г/м² за добу, у гібриду NPZ LEMVKE Mercedes – 12,78 г/м² за добу та гібриду BAYER ДК Експешин – 13,12 г/м² за добу.

Ключові слова: ріпак, гібриди, удобрення, міжфазні періоди, площа листкової поверхні, фотосинтетичний потенціал, чиста продуктивність фотосинтезу.

Bezkorovainyi V.M., Moisiienko V.V. Photosynthetic activity of winter rape plants depending on hybrid characteristics and fertilization

The article presents the results of scientific research conducted on typical chernozem in 2022–2024 in the conditions of Podillya Plus LLC in Shepetivka district of Khmelnytskyi region. The purpose of the research was to investigate the photosynthetic activity of winter rape plants depending on the characteristics of modern hybrids and fertilizers by phases of plant growth

and development and interphase periods in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. The scientific experiments were performed in accordance with the objectives, including field, laboratory and laboratory-field experiments, as well as a set of phenological observations of the growth and development of winter rape plants.

It was found that the area of assimilation surface of the hybrid BAYER DK Exception during the period of stemming-flowering was the maximum among winter rape hybrids and ranged from 13.1 thousand m^2/ha to 38.7 thousand m^2/ha (against $N_{140}P_{40}K_{40}$). The increase in the leaf surface area due to the combined application of fertilizers $N_{140}P_{40}K_{40} + Yara Vita Brassitrel Pro, 2 l/ha$ (BBCH 31) was 2.3 thousand m^2/ha in the stemming phase, 2.8 thousand m^2/ha in the budding phase, and 3.1 thousand m^2/ha in the flowering phase, respectively. The optimal leaf surface area during the flowering period averaged 41.8 thousand m^2/ha over the years of research.

The highest photosynthetic potential of the mid-early hybrid Exception was formed in the interphase period of budding-flowering – 2.352 million m^2 -days/ha with the application of $N_{140}P_{40}K_{40}$ (background) and 2.641 million m^2 -days/ha with the combined application of $N_{140}P_{40}K_{40} + Yara Vita Brassitrel Pro, 2 l/ha$ (BBCH 31).

The highest net productivity of photosynthesis of winter rape was recorded in the interphase period of budding-flowering in the variant with the use of fertilizers $N_{140}P_{40}K_{40} + Yara Vita Brassitrel Pro, 2 l/ha$ (BBCH 31) in the BASF InVigor 1030 hybrid – 12.94 g/m^2 per day, in the NPZ LEMBKE Mercedes hybrid – 12.78 g/m^2 per day and the BAYER DK Exception hybrid – 13.12 g/m^2 per day.

Key words: rapeseed, hybrids, fertilizers, interphase periods, leaf surface area, photosynthetic potential, net photosynthetic productivity.

Постановка проблеми. У формуванні продуктивності польових культур вирішальне значення належить фотосинтетичній діяльності рослин. Відомо, що листкова поверхня засвоює сонячну енергію і синтезує органічні сполуки, які формують нові органи рослин і врожай. Огляд літературних джерел свідчить про встановлення залежності площі листкової поверхні посіву рослин від впливу різних елементів технології вирощування сільськогосподарських культур. Так, науковці досліджували фотосинтетичну продуктивність рослин пшениці озимої залежно від строків сівби, сорту, умов живлення та захисту рослин [2, 3, 10, 15, 18], пшениці ярої від дії гербіциду і регулятора росту, способів сівби та норм висіву [8, 16], ячменю ярого залежно від удобрення та позакоренових підживлень [7, 19], сої залежно від сорту, способу сівби і норми висіву [9, 11], кукурудзи залежно від строків сівби та систем захисту рослин в умовах зрошення [5, 14] та інших культур.

Існує твердження, що добрими або високопродуктивними вважаються посіви, фотосинтетичний потенціал (ФП) яких становить 2,2–3,0 млн. m^2 -днів/га, середніми є посіви за показника 1,0–1,5 млн. m^2 -днів/га і недостатніми за значення 0,5–0,7 млн. m^2 -днів/га. Саме ФП характеризує можливість посівів використовувати для процесу фотосинтезу ФАР. Слід відмітити, що даний важливий показник залежить від біологічного виду рослин, їх облистяності, фенологічної фази росту і розвитку та елементів технології вирощування, які формують урожайність культури, у тому числі і насіння ріпаку озимого.

Гідротермічні умови України сприятливі для нормального росту і розвитку рослин ріпаку озимого. Однак, потенціал більшості вітчизняних та іноземних сортів і гібридів цієї культури у виробничих умовах становить лише 1,7–2,8 т/га, що значно нижче середньоєвропейського рівня. Тому удосконалення і розробка елементів адаптивних технологій вирощування, особливо в умовах зміни клімату, сприятиме отриманню високої врожайності насіння ріпаку на рівні 4,0–5,0 т/га. Вирощування високопродуктивних гібридів в умовах Правобережного Лісостепу потребує оптимізації строків сівби, норми висіву, системи удобрення, захисту рослин від шкочочинних організмів тощо [4, 12].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Фотосинтетична діяльність рослин ріпаку озимого залежно від умов вирощування, сортів, гібридів, строків сівби, норм висіву, застосування регулятора росту та мікродобрив висвітлена в працях наступних дослідників, результати яких різняться між собою. Вчені відмічають, що незалежно від гібриду максимальна площа листкової поверхні в кінці осінньої вегетації виявлена за сівби 5 вересня і внесенні $P_{30}K_{150}$ в основне удобрення та $НРК_{90}$ при посіві ріпаку – 28,0 тис. $m^2/га$. Після відновлення весняної вегетації та запланованих підживлень найбільше значення площі листкової поверхні було одержано на цьому ж варіанті у фазу повного цвітіння – 56,93 тис. $m^2/га$. Найбільша листкова поверхня рослин ріпаку озимого гібриду Мерседес у фазу стеблуння становила 14,1 тис. $m^2/га$, у фазу бутонізації 22,5 тис. $m^2/га$ та у фазу цвітіння 43,7 тис. $m^2/га$. Сівба ріпаку озимого 21 серпня була кращою у сорту Везувій, який забезпечив асиміляційну площу у фазі ВВСН 60–69 за використання трьох мікродобрив Вуксал Мікроплант, Аскофол і Теріос відповідно 85,5, 84,7 та 84,1 тис. $m^2/га$. Фотосинтетичний потенціал у період сходи-воскова стиглість насіння становив у ріпаку сорту Черемош – 2,667 млн. m^2 -днів/га, у гібриду Мерседес – 2,612 млн m^2 -днів/га. Чиста продуктивність фотосинтезу рослин сорту Черемош становила 8,68 $г/м^2$ за добу та гібриду Мерседес – 8,58 $г/м^2$ за добу [1, 13, 17].

На звичайному чорноземі Миколаївщини встановлено, що взаємодія азотного підживлення і обробки рослин озимого ріпаку препаратом Хелафіт комбі викликає синергетичний ефект, який призводить до зростання листкової поверхні на 18% та вмісту хлорофілу в листі на 33–35%. Приріст урожаю озимого ріпаку досягає максимуму за дози азоту 90 $кг/га$ діючої речовини та дворазового внесення препарату і становить для сорту 0,79, а гібриду – 1,11 $т/га$ [20]. У дослідях В.В. Гамаюнової, І.М. Гаро виявлений тісний зв'язок між облістяністю рослин за фазами росту ріпаку озимого, яка коливалася в межах від 17,5% до 49,5%, формуванням листкової поверхні (від 4,4 до 46,8 тис. $m^2/га$), фотосинтетичним потенціалом посівів (від 3,0 до 3,4 млн. m^2 -днів/га) і чистою продуктивністю фотосинтезу (від 7,4 до 8,9 $г/м^2$ за добу) цієї культури [6]. Вчені ІСГКР НААН відмічають, що для одержання високих урожаїв насіння необхідно, щоб листки ріпаку мали оптимальний розмір поверхні у період максимального розвитку рослин і тривалого часу. Найвищі показники фотосинтетичного потенціалу в дослідях рослини ріпаку формували на початку дозрівання.

Вищевикладені результати досліджень свідчать, що головне значення фотосинтезу, перш за все, полягає у забезпеченні енергією рослин ріпаку озимого, яка утворюється з вуглекислого газу і води під впливом сонячних променів. Дана енергія використовується рослинами частково для своєї життєдіяльності, а невитрачений потенціал накопичується в органічній речовині. Виділений кисень у процесі фотосинтезу необхідний для існування життя на Землі.

Мета досліджень. Дослідити фотосинтетичну діяльність рослин ріпаку озимого залежно від особливостей сучасних гібридів та удобрення за фазами росту і розвитку рослин та міжфазними періодами в умовах Правобережного Лісостепу.

Методика та умови досліджень. Експериментальні дослідження із сучасними гібридами ріпаку озимого проводили впродовж 2022–2024 рр. в умовах ТОВ «Поділля Плюс» Шепетівського району Хмельницької області на чорноземі типовому. Уміст гумусу на дослідних ділянках 3,2%, рН (сольове) 6,7; уміст азоту, що легко гідролізується, 122 $мг/кг$ ґрунту; рухомого фосфору 123 $мг/кг$; обмінного калію 238 $мг/кг$.

Схема польового трифакторного дослідю включала наступні чинники: Фактор А – гібриди: InVigor 1030 (BASF); Мерседес (NPZ LEMBKE); Експешн (BAYER). Фактор В – удобрення: 1. $N_{140}P_{40}K_{40}$ (фон); 2. $N_{140}P_{40}K_{40}$ (фон) + Yara Vita Брасітрел Про, 2 л/га (ВВСН 31). Фактор С – фунгіциди (у фазі цвітіння ВВСН 65): 1. Контроль; 2. Пропульс, 0,9 л/га; 3. Піктор, 0,5 л/га; 4. Аканто Плюс, 1,0 л/га; 5. Сіметра, 1,0 л/га.

Облікова площа дослідної ділянки 100 м², повторність триразова. Розміщення ділянок у дослідях систематичне. Ширина міжряддя – 30 см. Попередником ріпаку озимого був ячмінь ярий. Норма висіву становила 450 тис. насінин/га. Гібриди ріпаку озимого, що вивчали, є середньостиглими. Агротехніка вирощування ріпаку озимого загальноприйнята для зони Лісостепу Правобережного.

Під ріпак озимий вносили 150 кг на гектар діамофоски ($N_{10}P_{26}K_{26}$), 100 кг сульфату амонію та 300 кг аміачної селітри. Захист рослин від шкодочинних організмів проводили тричі: восени і навесні (період відновлення вегетації та в середині цвітіння).

Добриво Yara Vita Брасітрел Про – збалансована комбінація основних мікроелементів, що особливо підходять для олійних культур. Хімічний склад добрива Yara Vita Брасітрел Про: азот, загальний (N) – 4,5%; кальцій (CaO) – 8,1%; магній (MgO) – 7,7%; бор (B) – 3,9%; марганець (Mn) – 4,6%; молібден (Mo) – 0,3%.

Для обробки і узагальнення експериментальних даних використовували розрахунковий, статистичний методи та дисперсійний аналіз.

Результати досліджень. Установлено, що площа листків ріпаку формувалася за рахунок росту рослин різних гібридів впродовж вегетаційного періоду та використання добрив, фунгіциди (фактор С) суттєвого впливу на асиміляційну площу рослин не мали (табл. 1).

Таблиця 1

Динаміка площі листової поверхні рослин ріпаку озимого залежно від елементів технології вирощування, тис. м²/га (середнє за 2022–2024 рр.)

Фунгіцид (фактор С)	Площа листової поверхні рослин, тис. м ² /га					
	стеблуння ВВСН 39		бутонізація ВВСН 55		цвітіння ВВСН 65	
	удобрення (фактор В)					
	$N_{140}P_{40}K_{40}$ (фон)	Фон + Брасітрел Про	$N_{140}P_{40}K_{40}$ (фон)	Фон + Брасітрел Про	$N_{140}P_{40}K_{40}$ (фон)	Фон + Брасітрел Про
гібрид InVigor 1030 (фактор А)						
Контроль	12,3	14,3	18,4	20,8	37,6	40,6
Пропульс	12,6	14,5	18,7	21,4	38,0	40,5
Піктор	12,8	14,9	19,3	21,8	38,4	41,1
Аканто Плюс	12,7	14,6	18,6	21,4	38,1	40,6
Сіметра	12,5	14,4	18,5	21,3	37,9	40,4
гібрид Мерседес (фактор А)						
Контроль	11,1	13,5	17,6	19,7	35,0	37,5
Пропульс	11,9	13,6	17,9	19,8	35,2	37,9
Піктор	12,2	13,9	18,1	19,9	35,8	38,1
Аканто Плюс	11,8	13,6	17,8	19,6	35,3	37,7
Сіметра	11,6	13,7	18,0	19,8	35,4	37,6

Продовження таблиці 1

гібрид Екеспшн (фактор А)						
Контроль	13,1	15,4	18,9	21,7	38,7	41,8
Пропульс	13,6	15,8	19,4	22,0	39,3	42,3
Піктор	13,8	16,3	19,7	22,9	39,5	42,4
Аканто Плюс	13,6	15,9	19,4	22,3	39,3	42,1
Сіметра	13,5	15,7	19,2	22,2	39,2	42,2

У фазу стеблуння ріпаку (ВВСН 39) відбувається формування бічних пагонів і генеративних органів. Згодом рослини активно ростуть у висоту. Максимальна площа листкової поверхні виявлена у рослин гібриду Екеспшн, яка становила 13,1–13,8 тис. м²/га на варіанті N₁₄₀P₄₀K₄₀ (фон) та 15,4–16,3 тис. м²/га за внесення Фон + Брасітрел Про. У гібриду InVigor 1030 асиміляційна площа ріпаку становила на ділянках з внесенням N₁₄₀P₄₀K₄₀ (фон) 12,3–12,8 тис. м²/га, а на варіанті N₁₄₀P₄₀K₄₀ (фон) + Брасітрел Про – 14,3–14,9 тис. м²/га. Рослини гібриду Мерседес сформували найменшу площу листків – 11,1–12,2 тис. м²/га (N₁₄₀P₄₀K₄₀ – фон) та 13,5–13,9 тис. м²/га (N₁₄₀P₄₀K₄₀ + Брасітрел Про).

У період бутонізації (ВВСН 55), яка триває в середньому 20–25 днів, рослини ріпаку починають фактичну закладку майбутнього врожаю та інтенсивно формують листкову поверхню. Так, за внесення N₁₄₀P₄₀K₄₀ (фон) площа листків незалежно від гібриду коливалася від 17,6 до 19,4 тис. м²/га. Позакореневе використання Yara Vita Брасітрел Про, 2 л/га на фоні N₁₄₀P₄₀K₄₀ сприяло формуванню листкової площі від 19,6 до 22,9 тис. м²/га.

Фаза цвітіння тривала 25–30 днів. Це одна із найбільш критичних фаз розвитку культури, під час якої важливою є наявність вологи, адже у разі її дефіциту рослини формують меншу кількість квіток і площу листків, а вже сформовані пагони можуть відмирати. Рослини гірше засвоюють поживні речовини і знижується їхня стійкість до хвороб. Установлено, що в середньому за три роки досліджень гібриди формують найбільшу листкову поверхню, яка знаходиться в межах від 35,0 до 42,4 тис. м²/га. Під час цвітіння площа листя досягає максимуму і після цього починається процес усихання.

Площа листкової поверхні гібриду InVigor 1030 за період стеблуння-цвітіння зростає від 12,3 тис. м²/га до 37,6 тис. м²/га за внесення мінеральних добрив N₁₄₀P₄₀K₄₀. Поєднання N₁₄₀P₄₀K₄₀ з використанням Yara Vita Брасітрел Про сприяло збільшенню площі листків з 14,3 до 40,6 тис. м²/га (рис. 1).

Площа листкової поверхні гібриду Мерседес за період стеблуння-цвітіння була аналогічною і зростає від 11,1 тис. м²/га до 35,0 тис. м²/га на ділянках з внесенням N₁₄₀P₄₀K₄₀, що на 1,2 та 2,6 тис. м²/га менше порівняно з гібридом InVigor 1030. Внесення N₁₄₀P₄₀K₄₀ + Yara Vita Брасітрел Про забезпечило збільшення площі листків з 13,5 до 37,5 тис. м²/га, що на 0,8 і 3,1 тис. м²/га менше по відношенню до гібриду InVigor 1030 (рис. 2).

Установлено, що площа асиміляційної поверхні гібриду BAYER ДК Екеспшн за період стеблуння-цвітіння була максимальною серед гібридів ріпаку озимого і становила від 13,1 тис. м²/га до 38,7 тис. м²/га (N₁₄₀P₄₀K₄₀). Приріст площі листкової поверхні за рахунок комбінованого внесення добрив N₁₄₀P₄₀K₄₀ + Yara Vita Брасітрел Про, 2 л/га (ВВСН 31) становив у фазі стеблуння 2,3 тис. м²/га, у фазі бутонізації – 2,8 тис. м²/га, у фазі цвітіння відповідно 3,1 тис. м²/га. При цьому найбільш оптимальна площа листкової поверхні виявлена у гібриду Екеспшн

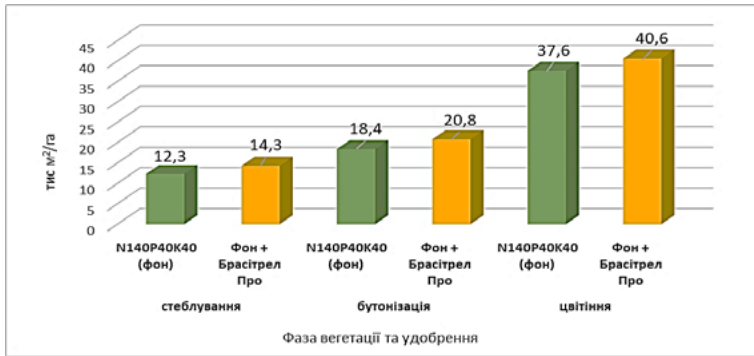


Рис. 1. Площа листкової поверхні рослин гібриду InVigor 1030 залежно від удобрення та фази вегетації, тис. м²/га (середнє за 2022–2024 рр.)



Рис. 2. Площа листкової поверхні рослин гібриду Мерседес залежно від удобрення та фази вегетації, тис. м²/га (середнє за 2022–2024 рр.)



Рис. 3. Площа листкової поверхні рослин гібриду Експрес залежно від удобрення та фази вегетації, тис. м²/га (середнє за 2022–2024 рр.)

у період цвітіння і становила в середньому за роки досліджень 41,8 тис. м²/га. Це середньоранній гібрид, адаптований до різних природно-кліматичних умов та технологій вирощування з різним рівнем забезпечення ресурсами. Рослини добре засвоюють мінеральний азот. Гібрид стійкий до зимових температур та до розтріскування стручків (рис. 3).

Установлено, що фотосинтетичний потенціал посіву ріпаку озимого залежав від біологічних особливостей гібриду, удобрення, а також міжфазних періодів росту і розвитку рослин. Так, рослини середньораннього гібриду Експешн максимальне значення фотосинтетичного потенціалу формували у міжфазний період бутонізація-цвітіння – 2,352 млн. м²-діб/га за внесення N₁₄₀P₄₀K₄₀ (фон) та 2,641 млн. м²-діб/га за комбінованого внесення N₁₄₀P₄₀K₄₀ + Yara Vita Брасітрел Про, 2 л/га (ВВСН 31). У міжфазний період 4 справжні листки-утворення розетки листя (6–8 листків) рослини цього гібриду сформували за внесення добрив фотосинтетичний потенціал на рівні 0,521–0,556 млн. м²-діб/га. Міжфазний період стеблуння-бутонізація забезпечив втричі більший фотосинтетичний потенціал порівняно з раннім міжфазним періодом утворення розетки листків. За внесення мінеральних добрив у нормі N₁₄₀P₄₀K₄₀ (фон) фотосинтетичний потенціал гібриду Експешн становив 1,554 млн. м²-діб/га, а на ділянках з внесенням N₁₄₀P₄₀K₄₀ + Yara Vita Брасітрел Про, 2 л/га (ВВСН 31) – 1,638 млн. м²-діб/га (табл. 2).

Таблиця 2

Фотосинтетичний потенціал рослин різних гібридів ріпаку озимого залежно від міжфазних періодів та удобрення, млн. м²-діб/га (середнє за 2022–2024 рр.)

Гібрид (фактор А)	Удобрення (фактор В)	ФП ріпаку за міжфазними періодами, млн. м ² -діб/га		
		4 справжні листки-утворення розетки листя (6–8 листків)	стеблуння-бутонізація	бутонізація-цвітіння
InVigor 1030	N ₁₄₀ P ₄₀ K ₄₀ (фон)	0,494	1,542	2,346
	Фон + Брасітрел Про	0,534	1,628	2,628
Мерседес	N ₁₄₀ P ₄₀ K ₄₀ (фон)	0,476	1,524	2,315
	Фон + Брасітрел Про	0,516	1,603	2,576
Експешн	N ₁₄₀ P ₄₀ K ₄₀ (фон)	0,521	1,554	2,352
	Фон + Брасітрел Про	0,556	1,638	2,641
НІР ₀₅ , млн. м ² -діб/га		0,012	0,024	0,035

Фотосинтетичний потенціал рослин гібриду InVigor 1030 становив у міжфазний період – 4 справжні листки-утворення розетки листя (6–8 листків) на ділянках з удобренням – 0,494–0,534 млн. м²-діб/га. У міжфазний період стеблуння-бутонізація ФП збільшився до 1,542–1,628 млн. м²-діб/га і в період бутонізація-цвітіння був найбільшим – 2,346–2,628 млн. м²-діб/га. Приріст ФП залежно від позакореневого підживлення Yara Vita Брасітрел Про, 2 л/га (ВВСН 31) становив 0,282 млн. м²-діб/га або 10,7%.

Результати досліджень свідчать, що найменший фотосинтетичний потенціал сформовано рослинами гібриду Мерседес. Так, у ранньому міжфазному періоді незалежно від удобрення цей показник становив 0,476–0,516 млн. м²-діб/га,

у період стеблуння-бутонізація – 1,524–1,603 млн. м²-діб/га і в період бутонізація-цвітіння відповідно становив 2,315–2,576 млн. м²-діб/га. Використання добрива Yara Vita Брасітрел Про сприяло збільшенню ФП ріпаку озимого на 10,1%.

Установлено, що з ростом рослин ріпаку озимого чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) значно зростає і свідчить про приріст загальної біомаси рослин за певний проміжок часу відносно показника середньої площі листків. Даний показник показує роботу фотосинтетичного апарату не лише за біометричними даними рослин, а й за кількістю діб активного функціонування листкового апарату (табл. 3).

Таблиця 3

Чиста продуктивність фотосинтезу рослин ріпаку озимого залежно від гібридів та удобрення, г/м² за добу (середнє за 2022–2024 рр.)

Гібрид (фактор А)	Удобрєння (фактор В)	ЧПФ ріпаку за міжфазними періодами, г/м ² за добу		
		4 справжні листки-утворення розетки листя (6–8 листків)	стеблуння-бутонізація	бутонізація-цвітіння
InVigor 1030	N ₁₄₀ P ₄₀ K ₄₀ (фон)	5,32	9,24	10,27
	Фон + Брасітрел Про	6,54	12,40	12,94
Мерседес	N ₁₄₀ P ₄₀ K ₄₀ (фон)	5,12	9,12	9,86
	Фон + Брасітрел Про	6,34	12,15	12,78
Експешн	N ₁₄₀ P ₄₀ K ₄₀ (фон)	5,42	9,32	10,64
	Фон + Брасітрел Про	6,72	12,51	13,12
НІР ₀₅ , г/м ² за добу		0,14	0,32	0,44

У міжфазний період від формування чотирьох листків до утворення розетки (6–8 листків) ЧПФ незалежно від гібриду і удобрення коливалася в межах від 5,12 до 6,72 г/м² за добу. Більш оптимальними відмічені гібриди InVigor 1030 та Експешн, у яких за внесення N₁₄₀P₄₀K₄₀ + Yara Vita Брасітрел Про чиста продуктивність фотосинтезу зростала відповідно на 1,22 та 1,30 г/м² за добу. Міжфазний період стеблуння-бутонізація характеризувався значно вищими показниками у даних гібридів, приріст становив 3,16 та 3,19 г/м² за добу. Найвища чиста продуктивність фотосинтезу посівів ріпаку озимого в середньому за три роки досліджень формувалася у міжфазний період бутонізація-цвітіння на варіанті комбінованого використання мінеральних добрив N₁₄₀P₄₀K₄₀ + Yara Vita Брасітрел Про, 2 л/га (ВВСН 31) – 12,94 г/м² за добу (гібрид InVigor 1030), 12,78 г/м² за добу (гібрид Мерседес) і 13,12 г/м² за добу (гібрид Експешн).

Висновки. За площею листкової поверхні гібрид BAYER ДК Експешн переважає гібрид Мерседес на 9,6% у фазі стеблуння і на 10,3% у фазі цвітіння. Гібрид BASF InVigor 1030 відповідно формує площу листків на 6,9 та 7,6% більше порівняно з гібридом NPZ LEMBKE Мерседес.

Рослини середньораннього гібриду Експешн формували максимальне значення фотосинтетичного потенціалу у міжфазний період бутонізація-цвітіння – 2,352 млн. м²-діб/га за внесення N₁₄₀P₄₀K₄₀ (фон) та 2,641 млн. м²-діб/га

за комбінованого внесення $N_{140}P_{40}K_{40}$ + Yara Vita Брасітрел Про, 2 л/га (ВВСН 31). Приріст фотосинтетичного потенціалу від мікродобрива Yara Vita Брасітрел Про становить 10,9%.

Оптимальний показник чистої продуктивності фотосинтезу було зафіксовано в міжфазний період бутонізація-цвітіння на варіанті комбінованого використання мінеральних добрив $N_{140}P_{40}K_{40}$ + Yara Vita Брасітрел Про, 2 л/га (ВВСН 31) у гібриду InVigor 1030 – 12,94 г/м² за добу, у гібриду Мерседес – 12,78 г/м² за добу та гібриду Експешн – 13,12 г/м² за добу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бахмат М.І., Сендецький І.В. Фотосинтетична продуктивність рослин ріпака озимого залежно від норм висіву та застосування регулятора росту «Вермийодіс». *Plant and Soil science. Рослинництво та ґрунтознавство*. 2020. Vol. 11, № 3. С. 51–60. <http://doi.org/10.31548/agr2020.03.051>
2. Білоусова З.В., Кенєва В.А. Вплив системи мінерального живлення на роботу листового апарату рослин пшениці озимої. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія»*. 2022. Вип. 3(49). С. 9–15. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.3.2>
3. Вожегова Р.А., Сергєєв Л.А. Фотосинтетична діяльність насінневих посівів пшениці озимої залежно від удобрення та захисту рослин в умовах Півдня України. *Наукові доповіді НУБІП України*. 2018. № 2(72). <https://doi.org/10.31548/dopovidi.2018.02.014>
4. Волощук О. П., Сендецький В. М., Мельничук Т. В., Сендецький І. В. Продуктивність ріпаку озимого за застосування регулятора росту Вермийодіс та різних норм висіву. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2022. Вип. 71 (2). С. 67–84. DOI: [https://doi.org/10.32636/01308521.2022-\(71\)-2-5](https://doi.org/10.32636/01308521.2022-(71)-2-5)
5. Гадзало Я.М., Вожегова Р.А., Лікар Я.О. Фотосинтетичні показники гібридів кукурудзи залежно від строків сівби та систем захисту рослин в умовах зрощення. *Аграрні інновації*. 2024. № 26. С. 7–14. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.26.1>
6. Гамаюнова В. В., Гаро І. М. Фотосинтетична діяльність ріпаку озимого залежно від основного обробітку ґрунту, строку і способу сівби. *Вісник Сумського НАУ. Серія «Агрономія і біологія»*. Суми, 2017. Вип. 2 (33). С. 124–128.
7. Гораш О.С., Климишена Р.І. Формування площі листової поверхні та накопичення сухої речовини рослинами ячменю озимого залежно від удобрення. *Вісник аграрної науки*. 2013. №12. С. 29–32.
8. Грицасенко З.М., Заболотна А.В. Інтенсивність дихання рослин і продуктивність фотосинтезу пшениці ярої залежно від дії гербіциду і рістрегулятора. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2010. № 2. С. 21–23.
9. Дідора В.Г., Баранов А.І., Ступніцька О.С. Формування фотосинтетичного апарату сої залежно від норм висіву та строків посіву в умовах Полісся України. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія»*. Суми, 2013. Вип. 3 (25). С. 138 – 140.
10. Желязков О.І., Самойленко О.А., Педаш О.О., Бондаренко А.С., Бойко О.В., Романенко О.Л. Фотосинтетична діяльність рослин пшениці озимої залежно від технологічних прийомів вирощування в Присивашші. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2012. № 2. С. 103–105.
11. Лотиш І. І. Формування площі листової поверхні посівів сої залежно від сорту, способу сівби та норми висіву в умовах недостатнього зволоження Лісостепу. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2017. № 1–2. С. 167–171.
12. Мазур В. А., Мацера О. О. Аналіз структурних елементів урожайності рослин озимого ріпаку залежно від впливу удобрення та строку посіву. *Збірник нау-*

кових праць ВНАУ: Сільське господарство та лісівництво. 2018. Вип. 9. С. 41–50. URI: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agf_2018_9_6.

13. Мацера О.О. Формування площі листової поверхні та фотосинтетичного потенціалу рослин озимого ріпаку залежно від строку посіву та системи удобрення. *Збірник наукових праць ВНАУ: Сільське господарство та лісівництво*. 2017. Вип. 6 (том 1). С. 55–62.

14. Паламарчук В. Д. Вплив строків сівби на площу листової поверхні гібридів кукурудзи різних груп стиглості. Вісник Львівського національного аграрного університету. *Агронімія*. 2018. № 22(1). С. 290–299. URI: <http://repository.vsau.org/repository/getfile.php/18952.pdf>

15. Панфілова А.В., Гамаюнова В.В. Фотосинтетична діяльність посівів пшениці озимої залежно від сорту та живлення в умовах південного Степу України. *Наукові горизонти*. 2018. № 2 (65). С. 3–10. URI: <http://ir.znau.edu.ua/handle/123456789/9491>

16. Рожков А.О. Показники фотосинтетичного потенціалу пшениці ярої залежно від впливу способів сівби та норм висіву. *Агробіологія*. 2014. №2. С. 68–73.

17. Савчук Ю.М., Антоненко О.Ф. Формування фотосинтетичного потенціалу ріпаку озимого залежно від умов вирощування в Правобережному Лісо-степу України. *Scientific journal «Plant and Soil Science»*, 2018. 1(286), 163–172. <https://www.europub.co.uk/articles/-A-423196>

18. Свідерко М.С. Фотосинтетична продуктивність рослин озимої пшениці залежно від строків сівби й умов живлення / М. С. Свідерко, А. М. Шувар, Л. Ю. Ткаченко, О. Ф. Тимчишин, Л. Л. Беген, М. Ю. Тимків. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2015. Вип. 58 (II). С. 90–97.

19. Тинько В.В. Фотосинтетична продуктивність посівів ячменю ярого залежно від удобрення та позакореневих підживлень. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. №24. С. 241–250. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2022-1-18>

20. Щербаков В. Я., Домарацький Є. О. Особливості фотосинтетичної діяльності рослин озимого ріпаку залежно від азотних підживлень та рістрегулюючих препаратів. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2018. Вип. 87. С. 148–154. <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/15034>