УДК: 631. 582: 633.491


**О. Л. Кірілеско,** доктор сільськогосподарських наук
*Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН*

# ФОТОСИНТЕТИЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРМОВИХ КУЛЬТУР У ПРОМІЖНИХ ПОСІВАХ

*Розглянуто можливість збільшення використання сонячної енергії на фотосинтез та підвищення продуктивності ріллі за рахунок вирощування проміжних культур (ріпак, перко, суріпиця, редька олійна, гірчиця біла). Встановлено високу їх ефективність в проміжних посівах.*

***Ключові слова:*** *фотосинтез, озимі культури, післяжнивні, індекси продуктивності культур, біогідротермічний потенціал.*

Фотосинтез – основна функція і головний процес живлення рослин, у результаті якого створюється 90—95 % біологічного урожаю. Отже, для збільшення врожайності необхідно, перш за все, збільшити їх фотосинтетичну продуктивність, коефіцієнт використання енергії сонячної радіації на фотосинтез [8].

Особливо непродуктивно втрачається потенційно активна енергія сонячної радіації тому, що фактичний період вегетації рослин виявляється більш коротким, ніж потенційно можливий, маючи на увазі, наприклад, довжину періоду із середньодобовими температурами вище 5 °С. Тут особливо велике недовикористання енергії сонячної радіації у весняні місяці, (березень, квітень і, частково, травень), коли освітленість буває хорошою для активної фотосинтетичної діяльності, але температури ще низькі; також непродуктивно використовується сонячна енергія наприкінці літа і восени, особливо після збирання врожаю зернових колосових культур (озимої пшениці, ячменю, озимого жита та інших) [1, 2, 3].

В різних умовах і зонах це може здійснюватися різними шляхами. Одним із прийомів покращення використання фотосинтетично активної радіації (ФАР) є вирощування кормових культур у проміжних посівах.

Виходячи з положення, що основним джерелом живлення рослин є фотосинтез і рушійною силою для нього служить фотосинтетична активна радіація, вважають, що продовження фотосинтезу весняних посівів поукісними і післяжнивними культурами є одним із засобів підвищення його коефіцієнту корисної дії, який забезпечує одержання високого біологічного і господарського врожаю [4, 5]. У західних областях України за рік на 1 га поля поступає близько 5100 млн ккал ФАР. Відповідно, активність сонця значно зростає з березня (440 млн ккал/га) і досягає найвищого рівня в липні (750 млн ккал/га), за тим повільно знижується до мінімуму в грудні

(120 млн ккал/га). Але, в середньому за вересень, жовтень її кількість не нижча, ніж в березні, що свідчить про можливості успішної вегетації з березня по жовтень включно холодостійких рослин, якими є капустяні

Величина урожаю залежить від продуктивності фотосинтезу – виробництво його інтенсивності на робочу площу зеленого листя. Таким чином, урожай визначають два фізіологічні процеси – вегетація рослин, яка забезпечує листову поверхню і фотосинтез. Дані досліджень приводять до висновку, що відростання і створення зеленої поверхні листя озимих культур у березні і вегетація поукісних і післяжнивних посівів на звільнених полях від рослинного покриву з липня по жовтень-листопад, значно підвищує використання енергії ФАР, яка надходить [6, 7].

За оптимальної густоти посіву і нормальних умовах вирощування, кормові капустяні культури в короткі строки утворюють поверхню листя в 40—50 тис. $м^2$/га, дають порівняно з іншими рослинами високий добовий приріст біомаси і забезпечують значну продуктивність фотосинтезу (табл. 1).

**1. Площа листової поверхні і чиста продуктивність фотосинтезу в озимих і післяжнивних культур у проміжних посівах**

| Культури | Площа листової поверхні, $м^2$/га | | Чиста продуктивність фотосинтезу, $г/м^2$ на добу | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | через 20 днів після початку вегетації | наприкінці вегетації | через 20 днів після початку вегетації | наприкінці вегетації | середня ЧПФ |
| Озимі | | | | | |
| Суріпиця | 18,4 | 32,2 | 5,41 | 4,59 | 4,58 |
| Перко | 24,3 | 36,5 | 4,30 | 5,10 | 5,16 |
| Ріпак | 13,9 | 33,8 | 7,03 | 6,17 | 6,01 |
| Жито з викою | 16,0 | 38,4 | 2,50 | 1,55 | 4,12 |
| Пшениця з викою | 53,4 | 53,4 | 2,0 | 3,44 | 3,44 |
| Жито | 14,9 | 30,2 | 2,61 | 1,38 | 3,69 |
| Пшениця | 4,8 | 44,1 | 3,42 | 4,54 | 4,24 |
| Післяжнивні | | | | | |
| Вика з вівсом | 16,1 | 79,4 | 1,93 | 0,69 | 1,36 |
| Гірчиця біла з горохом | 12,8 | 48,5 | 3,74 | 2,03 | 2,89 |
| Редька олійна | 9,6 | 59,2 | 3,48 | 2,69 | 3,08 |
| Озимий ріпак з горохом | 7,2 | 47,2 | 3,15 | 1,06 | 1,87 |

Зеленою поверхнею листя і всією рослиною промениста енергія поглинається далеко не повністю. Із всього спектру сонячної радіації найбільш важливу роль в утворенні органічної речовини мають випромінювання з довжиною хвилі від 380 до 710 нм. Цю область спектру прийнято називати фотосинтетично активною радіацією (ФАР).

Із цієї кількості при фотосинтезі з перетворенням в хімічну енергію засвоюється не більше 2—3 %. Приблизний енергетичний баланс листка рослини в процентах поглинення листом світлової енергії може бути вираженний наступними показниками: на випаровування вологи – 40 %, тепла – 35 %, відображення – 10 %, проходження мимо – 10 %, на фотосинтез – 5 %. Теоретично можна підвищити ККД ФАР до 5—6 %, але в польових умовах він не сягає навіть 2 %. ККД фотосинтезу багато в чому залежить від густоти стояння рослин на одиниці площі і від облистяності. Однак, безмірне збільшення листової поверхні ККД ФАР не підвищує. Встановлено, що оптимальна площа листя для фотосинтезу культурних рослин складає 3,5—4,0 м$^2$ посіву. Збільшення площ листя до 30—40 тис. м$^2$/га добові прирости сухої маси збільшуються, але з різної швидкістю. Потім вони достигають максимальних розмірів, і зменшуються (рис. 1). Площа листя, якій відповідні максимальні добові прирости, є оптимальною для даної культури та її посівів (рис. 2).

Таким чином, оптимальна площ листя в проведених дослідженнях для озимих капустяних культур – 30 тис. м$^2$/га, а для озимого жита та пшениці – 40 тис. м$^2$/га. За рахунок вирощування двох урожаїв помітно збільшується використання сонячної енергії на фотосинтез і утворення органічної речовини. Якщо кукурудза весняного посіву за період вегетації використала тільки 0,73 % енергії ФАР яка падає на посіви за максимальний період вегетації, вика + овес – 0,52 % і ярий ячмінь 1,32 %, то у двох культур різного строку посіву цей показник значно збільшувався, в посівах ярий ячмінь + післяжнивні до 1,47—1,68 %, вико-овес + озимі + кукурудза – 1,48—1,65 % (табл. 2).

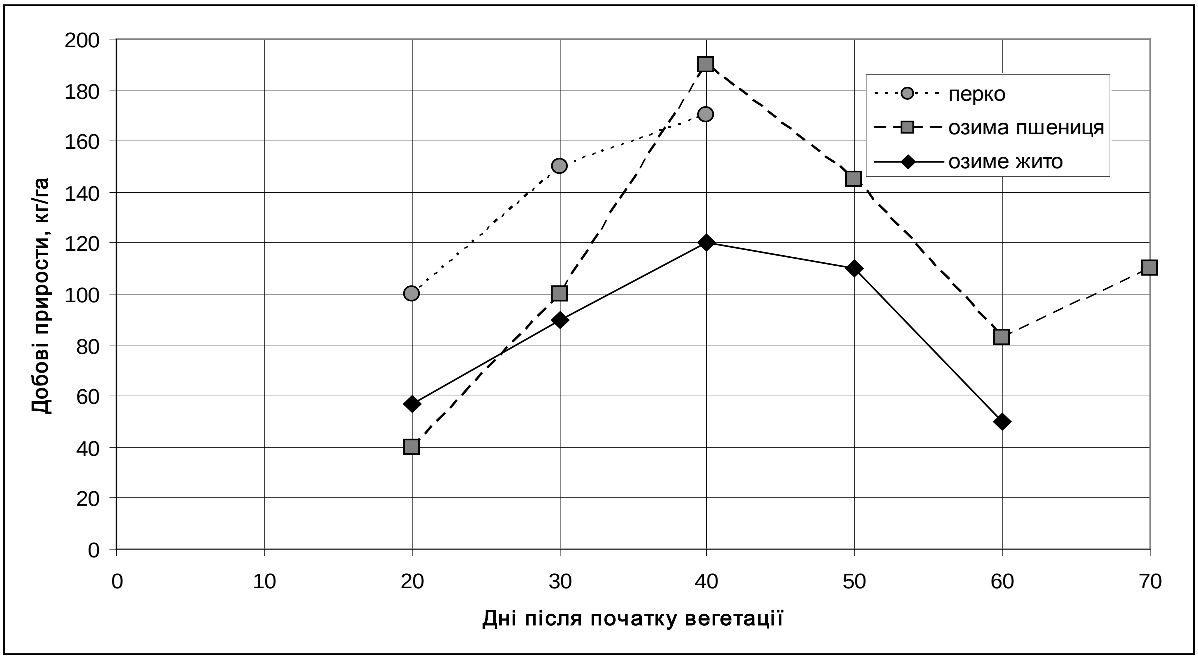


**Рис. 1. Добові прирости сухої речовини озимих культур**

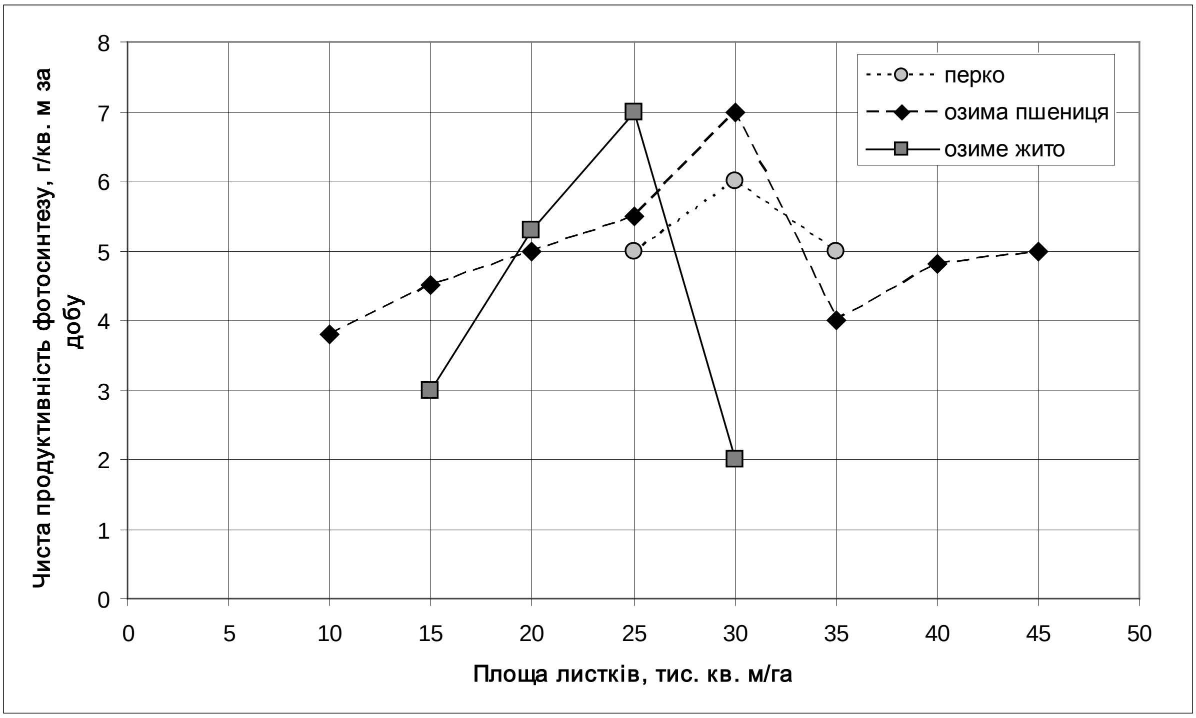


**Рис. 2. Чиста продуктивність фотосинтезу озимих культур**

Покращання умов мінерального живлення за рахунок внесення добрив також дає змогу помітно збільшити коефіцієнт використання ФАР рослинами кормових культур (перко) – на 0,31—0,50 %.

**2. Продуктивність і показники фотосинтетичної діяльності рослин кормових культур у проміжних посівах**

| Культури | Збір з 1 га, ц сухої речовини | | Використання ФАР, % | |
|---|---|---|---|---|
| | проміжна культура | всього за 2 урожаї | проміжна культура | всього за 2 урожаї |
| Озимі | | | | |
| Суріпиця | 31.2 | 103,8 | 0,36 | 1,08 |
| Перко | 35.8 | 110,6 | 0,39 | 1,12 |
| Ріпак | 36.6 | 107,2 | 0,42 | 1,13 |
| Жито з викою | 37.7 | 97,6 | 0,39 | 1,01 |
| Пшениця з викою | 32.4 | 87,7 | 0,38 | 0,96 |
| Жито | 38.2 | 94,1 | 0,43 | 0,99 |
| Пшениця | 32.5 | 88,3 | 0,43 | 1,01 |
| Кукурудза весняного посіву, контроль | — | 74,2 | — | 0,73 |
| Післяжнивні | | | | |
| Вика + овес | 18,2 | 63,4 | 0,28 | 1,60 |
| Гірчиця біла з горохом | 15,0 | 60,2 | 0,24 | 1,56 |
| Редька олійна з горохом | 14,8 | 60,0 . | 0,26 | 1,58 |
| Озимий ріпак з горохом | 20,2 | 65,4 | 0,27 | 1,59 |
| Ярий ячмінь (контроль) | — | 45,2 | — | 1,32 |

Сонячна енергія, опади і ґрунтові умови складають єдиний екологічний комплекс, математичне вираження якого об'єднано в формулі, що дозволяє з високою точністю визначній продуктивність сухої маси.

$$КР = W \times T/36 \times R$$

де КР – біогідротермічний потенціал;

W – продуктивна волога (середньорічна кількість опадів х на стік, мм);

Т – період вегетації (декади); 36 – число декад в році;

R — радіаційний баланс за цей період (ккал/см$^2$).

Проведені нами дослідження показали, що в середньому за 25 років запаси продуктивної вологи в ґрунті на час посіву післяжнивних культур склали 137 мм, за вегетаційний період випало 109 мм опадів і при коефіцієнті використання літніх опадів 0,5 в ґрунті накопичилось 190 мм продуктивної вологи.

Для визначення продуктивності сухої маси ми користувались графіком гідротермічного потенціалу Таким чином, урожайність сухої маси при цьому складає 42,0 ц/га сухої речовини.

Як витікає із результатів наших досліджень (у середньому за 25 років), в конкретних екологічних умовах регіону тільки холодостійкі капустяні рослини (озимий ріпак, ярий ріпак, гірчиця біла і редька олійна) в післяжнивних посівах здатні формувати органічну масу сухої речовини порядком 42 ц/га, в той час, як традиційні кормові культури (кукурудза, соняшник) такі врожаї формують 1—3 рази за 10 років. Отже, для формування урожаю, екологічний фактор (тепло) регіону краще використовують холодостійкі капустяні культури (табл. 3).

**3. Вплив температури повітря на формування врожайності кормових рослин у проміжних посівах**

| Культури та їх суміші | Сума активних температур за вегетацію, ∑ > 5°С. | Індекси продуктивності культур, кг на 1 $^0$С тепла | |
|---|---|---|---|
| | | Збір з 1 га | |
| | | кормових одиниць | перетравного протеїну |
| Озимі культури | | | |
| Озима суріпиця | 804 | 3,88 | 0,67 |
| Перко | 804 | 4,45 | 0,71 |
| Озимий ріпак | 924 | 3,96 | 0,66 |
| Озиме жито | 1044 | 3,11 | 0,40 |
| Післяжнивні культури | | | |
| Гірчиця біла | 821 | 3,97 | 0,89 |
| Редька олійна | 821 | 2.58 | 0,62 |
| Ярий ріпак | 821 | 2,94 | 0,64 |
| Яра суріпиця | 821 | 2,25 | 0,47 |
| Озимий ріпак | 821 | 3,23 | 0,60 |
| Вика з вівсом | 821 | 1,14 | 0,20 |
| Кукурудза | 691 | 0,41 | 0,08 |

Для визначення індексів продуктивності кормових культур користувались формулою:

$$И_п = П/Т$$

де $И_п$ – індекс продуктивності кормових культур; П – продуктивність культур; Т – сума позитивних температур $\sum > 5°C$.

**Висновки.** За рахунок вирощування двох урожаїв помітно збільшується використання сонячної енергії на фотосинтез і утворення органічної речовини. Якщо кукурудза весняного посіву за період вегетації використала тільки 0,73 % енергії ФАР яка падає на посіви за максимальний період вегетації, вика + овес – 0,52 % і ярий ячмінь 1,32 %, то у двох культур різного строку посіву цей показник значно збільшувався, в посівах ярий ячмінь + післяжнивні до 1,47—1,68 %, вико-овес + озимі + кукурудза – 1,48—1,65 %.

## Бібліографічний список


1. *Кірілеско О. Л.* Продуктивність і фотосинтетична активність проміжних посівів кормових культур у Західному Лісостепу УРСР / О. Л. Кірілеско. // Вісник с.-г. науки, 1983. — № 5. – С. 37—39.

2. *Кірілеско О. Л.* Продуктивність і фотосинтетична діяльність проміжних посівів кормових культур на Буковині / О. Л. Кірілеско // Корми і кормовиробництво. — К.: Урожай, 1982. – Вип. 13 – С. 19—21.

3. *Кірілеско О. Л.* Вирощування двох-трьох урожаїв на рік з однієї площі в західному Лісостепу УРСР / О. Л. Кірілеско // Вісник с.-г. науки. – К.:Урожай, 1982. – № 3.– С. 24—26.

4. *Ничипорович А. А.* Фотосинтез и теория получения высоких урожаев / А. А. Ничипорович. – М.: АН СССР, 1956. – С. 55—75.

5. *Ничипорович А. А.* Фотосинтетическая деятельность растений в посевах / А. А. Ничипорович. – М.: АН СССР, 1961. – С. 421—433.

6. *Утеуш Ю. А.* Новые перспективные кормовые культуры / Ю. А. Утеуш – К.: Наукова думка, 1991. –191 с.

7. *Устенко Г. П.* Проблемы фотосинтеза / Г. П. Устенко, Г. Ф. Гайдуков. – М.: АН СССР, 1959. – С. 461—466.

8. *Тимирязев К. А.* Солнце, жизнь и хлорофилл / К. А. Тимирязев. — М., 1965. – С. 17—22.


*Надійшла до редколегії 01. 03. 2015 року*