

**ФОТОСИНТЕТИЧНА АКТИВНІСТЬ ПОСІВІВ СУЧАСНИХ СОРТІВ РИСУ
ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКІВ СІВБИ ТА ДОЗ МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ****ТКАЧ М.С.** – аспірантка<https://orcid.org/0000-0002-7497-6423>**ВОРОНЮК З.С.** – кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник<https://orcid.org/0000-0002-3109-0702>

Інститут рису Національної академії аграрних наук України

ЛАВРИНЕНКО Ю.О. – доктор сільськогосподарських наук, професор<https://orcid.org/0000-0001-9442-8793>

Інститут зрошуваного землеробства

Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Збільшення швидкими темпами населення планети вимагає нових рішень в аграрному секторі щодо забезпечення продуктами харчування та сировиною для інших галузей. Зростання попиту на рослинницьку продукцію неможливо задовольнити екстенсивним шляхом, адже у світі обмежений потенціал розширення орних земель, зростає дефіцит водних ресурсів, посилюється тиск несприятливих змін клімату. За останні 10 років для низки країн характерне значне уповільнення або повна відсутність позитивної динаміки підвищення врожайності найбільш важливих для людства культур – пшениці і рису. Вирішальним підходом для забезпечення продовольчої безпеки людства має стати інтенсивний метод господарювання на основі активного використання науково-технічних розробок та впровадження сучасних агроінновацій [1; 2].

Значну частину в структурі споживання населення займає продукція, яку отримують у процесі переробки зерна культур круп'яної групи – проса, гречки, рису, гороху, вівса та ін. Однією із найцінніших продовольчих культур у світі є рис, адже крупа цього злаку використовується як основний продукт харчування для більше ніж 3 млрд людей. За сучасних умов в Україні посіви рису займають досить незначні площі (10,5-12,5 тис. га щорічно) в зоні Південного Степу в межах спеціально побудованих рисових зрошувальних систем, що унеможливує екстенсивний напрям збільшення обсягів вирощування зерна цієї культури. Урожайність рису у виробництві становить 5,0-5,5 т/га, що майже вдвічі менше від потенційних можливостей культури. Таким чином, одним із напрямів збільшення власного виробництва рослинницької продукції, в тому числі і зерна рису для потреб країни є підвищення продуктивності культури шляхом впровадження інноваційних розробок – інтенсивних сортів, високоефективних технологічних прийомів вирощування [3; 4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основним фактором, який визначає формування врожаю, є фотосинтетична діяльність зелених рослин, адже відомо, що 90% біомаси накопичується шляхом фотосинтетичної асиміляції органічної речовини. Продуктивність рослин, на думку А.А. Нечипоревича, визначається розмірами та продуктивністю роботи фотосинтетичного апарату. У результаті проведення численних досліджень

встановлено високий рівень прямої кореляційної залежності між фотосинтетичним потенціалом агрофітоценозів, біомасою продукції та врожаєм зерна [5; 6].

Вагомий внесок у розвиток теорії взаємозв'язку фотосинтезу і продукційного процесу сільськогосподарських культур здійснили роботи, проведені в Інституті фізіології рослин і генетики НАН України [7; 8]. Їх відмінною рисою є системний підхід до процесу фотосинтезу в концепції «рослина – середовище». На сучасному рівні фотосинтетична функція вивчається як складник продуктивної діяльності рослин, зумовлений багатоетапністю фотосинтетичного процесу – генетичною плазмою рослин, різною чутливістю окремих етапів розвитку до змін факторів зовнішнього середовища, специфікою поглинанням і використанням фотосинтетично активної радіації (ФАР), необхідністю підтримки балансу синтезу асимілянтів і їх використання, специфічністю регуляторних зв'язків на різних рівнях структурної організації фотосинтетичного апарату [9; 10].

Процес фотосинтезу в рослині зберігає досить високий рівень гомеостазу, але значною мірою піддається дії зовнішніх умов [11]. Ефективність фотосинтезу агрофітоценозів залежить від архітекtonіки самих рослин та їх листової поверхні, фотосинтетичної діяльності окремих листків, площі та продуктивності роботи фотосинтетичної поверхні. Перші два показники пов'язані із сортовими особливостями певної культури, інші значною мірою регулюються дією агротехнічних та агроекологічних факторів.

Відомо, що життєдіяльність вищих рослин (скупність реакцій асиміляції та дихання), в т.ч. і рису, залежить від наявності в середовищі життєво необхідних факторів – вуглекислого газу, світла, тепла, води і елементів живлення. Перші три фактори порівняно постійні для певного регіону, проте і вони певною мірою регулюються за допомогою застосування органічних добрив, створення оптимальної конфігурації площі живлення рослин та строками сівби. Забезпеченість водою посівів рису за вирощування їх в умовах затопленого ґрунту практично не обмежена. І це, своєю чергою, вимагає ретельного ставлення до ефективного регулювання останнього фактора – забезпеченості рослин рису елементами мінерального живлення.

Таким чином, вивчення закономірностей мінливості показників ефективності фотосинтезу рослин та взаємозв'язку їх із продуктивністю рису залежно від доз мінеральних добрив і строків сівби сучасних сортів рису є досить актуальним напрямом досліджень із метою створення оптимальних умов для реалізації продуктивного потенціалу культури.

Мета статті. Передбачалось проаналізувати динаміку формування листової поверхні та окремих показників фотосинтетичної активності рослин рису сучасних сортів залежно від доз мінеральних добрив і строків сівби та виявити характер впливу цих показників за основними фазами росту і розвитку на формування рівня продуктивності культури.

Матеріали та методика досліджень. Польові досліді виконувалися в спеціалізованій рисовій сівозміні Інституту рису НААН протягом 2017–2019 рр. Застосована технологія вирощування культури передбачає зрошення способом вкороченого затоплення під час отримання сходів та підтримання постійного шару води від сходів до фази повної стиглості рису.

Предметом наших досліджень є сорти рису з різною тривалістю вегетаційного періоду та різним типом зернівок: Лазурит – підвид *japonica*, ранньостиглий (вегетаційний період 108-114 діб), Консул – підвид *japonica*, середньостиглий (125-132 доби); Маршал – підвид *indica*, середньостиглий (122-130 діб).

Сівбу рису проводили у три строки – починаючи з дати стійкого прогрівання ґрунту на глибині 0-5 см до 10-12 °С; наступні строки – з інтервалом 10 діб (26-28.04; 6-8.05; 16-18.05). У досліді вивчали два фони мінерального живлення – помірний N₁₂₀P₃₀ та підвищений N₁₈₀P₆₀. Норма висіву – 9 млн/га схожого насіння.

Ґрунтовий покрив дослідної ділянки представлено темно-каштановими середньосуглинковими солонцюватими ґрунтами. Вміст гумусу в орному шарі (за Тюрнімом) складав – 1,89-2,04 %, азоту – за нітрифікаційною здатністю ґрунту (за Кравковим) – 2,54-3,28 мг/100 г; форм азоту, що легко гідролізуються (за Тюрнімом-Коновою) – 47,5-59,8 мг/кг, обмінного калію та рухомих форм фосфору за Мачигіним 26,6-31,8 та 31,8-36,5 мг/кг ґрунту відповідно. Щільність ґрунту в орному шарі – 1,40-1,46 г/см³. Погодні умови у роки проведення досліджень були типовими для степової зони.

Для визначення приросту рослин у висоту, накопичення повітряно-сухої надземної маси, динаміки площі листової поверхні рослинні зразки за варіантами досліду відбирали від фази початку куцїння (3-4 листки) до фази воскової стиглості зерна. Фазу вегетації визначали при настанні її у 75% рослин, при цьому підраховували тривалість міжфазних періодів. Динаміку площі асиміляційної поверхні посівів рису, індекс листової поверхні рослин, продуктивність роботи листя та чисту продуктивність фотосинтезу сортів визначали за загальноприйнятими методиками [6].

Результати досліджень. Отримання високого рівня врожаю можливе за умови формування асиміляційного апарату, здатного максимально засвоювати енергію сонячних променів та швидко накопичувати біомасу рослин. Важливим показником, який характеризує ступень розвитку листової поверхні посіву, є індекс листової поверхні (ІЛП), що визначається відношенням сумарної площі органів асиміляції рослин до одиниці поверхні площі посіву – м²/м². Значення цього показника залежить від площі листя однієї рослини та густоти стояння рослин в агрофітоценозі.

Відомо, що кожен агротехнічний прийом, спрямований на підвищення врожайності, може бути ефективним лише тоді, коли він сприяє прискоренню розвитку листової поверхні, досягненню оптимального індексу листової поверхні і збереженню оптимальних розмірів асиміляційного апарату в активному стані більш тривалий час. Збільшення ІЛП понад оптимальні значення супроводжуються зниженням ефективності фотосинтетичних реакцій, зменшенням приростів сухої речовини та індексу урожайності. На основі створення моделі фотосинтезу встановлено, що при значеннях ІЛП 3,0 м²/м² і менше інтенсивність фотосинтезу практично не залежить від конфігурації розташування листків, більш високі значення показника характерні для рослин із вертикальним розташуванням листків [12].

За результатами наших досліджень встановлено, що істотне підвищення значення ІЛП (у середньому від 1,69 до 5,04 м²/м²) відбувалося від фази початку фази куцїння і сягало максимального значення у фазу трубкування та поступово зменшувалося у фазі наливу та достигання зерна (табл. 1).

Таблиця 1 – Індекс листової поверхні (ІЛП) рослин рису залежно від досліджуваних факторів, м²/м² (середнє за 2017–2019 рр.)

| Строки сівби | Доза мінеральних добрив | Фази росту і розвитку рису | | | | |
|--------------|----------------------------------|----------------------------|-----------|-----------|------------------|-------------------|
| | | 3 листки | 6 листків | 8 листків | викидання волоті | молочна стиглість |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Лазурит | | | | | | |
| I | N ₁₂₀ P ₃₀ | 1,59 | 2,21 | 3,54 | 4,55 | 3,64 |
| | N ₁₈₀ P ₆₀ | 1,86 | 2,43 | 3,81 | 5,00 | 4,00 |
| II | N ₁₂₀ P ₃₀ | 1,32 | 2,08 | 3,24 | 4,58 | 3,66 |
| | N ₁₈₀ P ₆₀ | 1,74 | 2,32 | 3,51 | 4,99 | 3,99 |
| III | N ₁₂₀ P ₃₀ | 0,89 | 1,70 | 2,89 | 4,23 | 3,39 |
| | N ₁₈₀ P ₆₀ | 1,36 | 2,00 | 3,12 | 4,54 | 3,63 |
| Консул | | | | | | |
| I | N ₁₂₀ P ₃₀ | 2,00 | 2,89 | 4,24 | 5,39 | 4,31 |
| | N ₁₈₀ P ₆₀ | 2,33 | 3,36 | 4,76 | 6,05 | 4,84 |

Закінчення таблиці 1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--------|----------------------------------|------|------|------|------|------|
| II | N ₁₂₀ P ₃₀ | 1,82 | 2,70 | 4,01 | 5,57 | 4,45 |
| | N ₁₈₀ P ₆₀ | 2,11 | 3,01 | 4,50 | 6,45 | 5,16 |
| III | N ₁₂₀ P ₃₀ | 1,04 | 1,94 | 3,11 | 4,25 | 3,40 |
| | N ₁₈₀ P ₆₀ | 1,62 | 2,16 | 3,53 | 4,88 | 3,90 |
| Маршал | | | | | | |
| I | N ₁₂₀ P ₃₀ | 1,98 | 2,87 | 3,89 | 4,94 | 3,96 |
| | N ₁₈₀ P ₆₀ | 2,09 | 3,20 | 4,38 | 5,53 | 4,43 |
| II | N ₁₂₀ P ₃₀ | 1,69 | 2,25 | 3,39 | 4,77 | 3,81 |
| | N ₁₈₀ P ₆₀ | 1,92 | 2,59 | 3,78 | 5,53 | 4,43 |
| III | N ₁₂₀ P ₃₀ | 1,22 | 1,96 | 3,39 | 4,44 | 3,55 |
| | N ₁₈₀ P ₆₀ | 1,82 | 2,47 | 3,75 | 5,06 | 4,05 |

Динаміка значень показника ІЛП різнилася за сортами, які вивчалися в досліді. Найменшу щільність асиміляційного покриття формували рослини рису сорту Лазуріт; показник ІЛП у цього сорту в середньому за варіантами досліду становив від 1,46 на початку кушіння до 4,65 м²/м² у фазу трубкування. Більш потужне асиміляційне покриття формували рослини рису сорту Консул, рослини цього сорту інтенсивно формували листовий апарат протягом всієї фази кушіння. Індекс листової поверхні збільшувався на 16,9-24,7%, порівняно із сортом Лазуріт. Подібна тенденція, але дещо в меншому ступені, спостерігалася і в рису сорту Маршал, показник підвищувався на 8,5-22,4%, порівняно з ранньостиглим сортом.

Найбільшу сумарну площу листя на одиницю площі утворювали ранні посіви (третя декада квітня) рису. Показник ІЛП за цього строку сівби за усередненими показниками різнився від 1,98 на початку кушіння до 5,24 м²/м² наприкінці фази трубкування. За пізнього строку сівби в другій половині травня ІЛП посівів рису зменшувався в середньому до 1,33-4,57 м²/м² (на 12,9-32,9%) відповідно за фазами розвитку рису. Що стосується сортів рису, то показник ІЛП у ранньостиглого

сорту на пізньому строці сівби зменшувався на 8,2-34,8% порівняно із пізнім, а в сорту Консул із більш тривалим періодом вегетації аналогічно – на 20,2-38,6%.

Підвищення дози мінеральних добрив із 120 кг/га до 180 кг/га д.р. азоту та з 30 кг/га до 60 кг/га д.р. фосфору сприяло формуванню підвищеної щільності асиміляційної поверхні листя протягом усієї фази кушіння у середньому на 3,8-12,4%; на більш пізніх етапах росту і розвитку рослин рису усіх сортів за цих варіантів удобрення істотної різниці не спостерігалася.

Ефективність роботи сформованої листової поверхні залежить як від інтенсивності процесів фотосинтезу та їх спрямованості, так і від того, наскільки природи сухої речовини перевищують витрати від дихання. Тому для отримання високих врожаїв треба прагнути не тільки сформувати більшу площу листової поверхні, але й створити умови, щоб продуктивність роботи асиміляційного апарату була найбільш продуктивною.

Продуктивність роботи листя характеризується показником накопичення сухої маси на одиницю площі листя. Зміна величини продуктивної роботи листя в динаміці залежно від строків сівби та мінерального живлення представлена в таблиці 2.

Таблиця 2 – Продуктивність роботи листя (поверхнева щільність) рису різних сортів залежно від строків сівби та доз мінеральних добрив, кг зеленої маси/м² (середнє за 2017–2019 рр.)

| Строки сівби | Доза мінеральних добрив | Фази росту і розвитку рису | | | |
|--------------|----------------------------------|----------------------------|-----------|-----------|------------------|
| | | 3 листки | 6 листків | 8 листків | викидання волоті |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Лазуріт | | | | | |
| I | N ₁₂₀ P ₃₀ | 0,76 | 0,89 | 1,51 | 1,95 |
| | N ₁₈₀ P ₆₀ | 0,80 | 0,96 | 1,65 | 2,08 |
| II | N ₁₂₀ P ₃₀ | 0,85 | 0,85 | 1,50 | 1,82 |
| | N ₁₈₀ P ₆₀ | 0,79 | 0,94 | 1,64 | 1,93 |
| III | N ₁₂₀ P ₃₀ | 0,97 | 0,83 | 1,39 | 1,73 |
| | N ₁₈₀ P ₆₀ | 0,69 | 0,84 | 1,49 | 1,82 |
| Консул | | | | | |
| I | N ₁₂₀ P ₃₀ | 0,65 | 0,93 | 1,66 | 2,15 |
| | N ₁₈₀ P ₆₀ | 0,73 | 1,00 | 1,80 | 2,34 |
| II | N ₁₂₀ P ₃₀ | 0,76 | 0,96 | 1,66 | 2,03 |
| | N ₁₈₀ P ₆₀ | 0,83 | 1,06 | 1,77 | 2,13 |
| III | N ₁₂₀ P ₃₀ | 0,98 | 0,89 | 1,52 | 1,92 |
| | N ₁₈₀ P ₆₀ | 0,63 | 0,97 | 1,57 | 1,96 |
| Маршал | | | | | |
| I | N ₁₂₀ P ₃₀ | 0,56 | 0,80 | 1,65 | 2,13 |
| | N ₁₈₀ P ₆₀ | 0,63 | 0,85 | 1,70 | 2,26 |

Закінчення таблиці 2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-----|----------------------------------|------|------|------|------|
| II | N ₁₂₀ P ₃₀ | 0,66 | 0,90 | 1,60 | 2,00 |
| | N ₁₈₀ P ₆₀ | 0,64 | 0,91 | 1,64 | 2,00 |
| III | N ₁₂₀ P ₃₀ | 0,91 | 0,92 | 1,48 | 1,90 |
| | N ₁₈₀ P ₆₀ | 0,61 | 0,86 | 1,59 | 1,94 |

За результатами отриманих даних встановлено, що протягом періоду вегетації продуктивність роботи листя збільшується за варіантами досліду в середньому з 0,75 кг/м² на початку фази кушіння до 2,01 кг/м² у фазу викидання волоті.

Спрямованість цього процесу пов'язана з тим, що на початкових етапах росту і розвитку рослини активно формують додаткову асиміляційну поверхню, темпи накопичення сухої речовини при цьому відбуваються повільніше. У фазу викидання волоті, коли процеси формування листової поверхні завершуються, а фотосинтетичний процес, темпи накопичення біомаси та перетворення продуктів асиміляції в запасні продовжують активно діяти, продуктивність роботи листя підвищується.

Що стосується динаміки цього показника за сортами рису, які вивчалися в досліді, то продуктивність роботи листя на початкових етапах росту і розвитку в ранньостиглого сорту Лазуріт була дещо вищою, порівняно з іншими сортами, оскільки він на цей час формував меншу площу асиміляційної поверхні. Починаючи з фази трубкування продуктивність роботи листя в середньостиглих сортів була вищою в середньому за варіантами досліду на 5,2-10,6%.

Підвищення дози мінеральних добрив на всіх сортах сприяло підвищенню ефективності роботи асиміляційної поверхні рослин у середньому на 0,2-20,6%, значне підвищення показника спостерігалось з фази трубкування.

На ранніх посівах (третя декада квітня) продуктивність роботи листя рослин рису усіх сортів була

вищою, порівняно із більш пізніми посівами, в середньому на 1,6-12,7%, починаючи з фази трубкування. На ранніх стадіях росту і розвитку, у період кушіння варіанти досліду, висіяні в I-II декадах травня, формували меншу листову поверхню, але накопичували достатню кількість сухої речовини, продуктивність роботи листя на цих посівах була вищою.

Важливим показником, який характеризує активність фотосинтетичної діяльності рослин, є чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ). Показник визначається як кількість накопиченої сухої біомаси одиницею площі листка за одиницю часу. ЧПФ є комплексним параметром, який залежить не тільки від інтенсивності фотосинтезу, але й від процесів дихання. Цей показник може сильно варіювати як протягом вегетації, так і залежно від дії факторів біотичного й абіотичного характеру. Його величина протягом вегетації за даними різних джерел може коливатися від 0 до 15-20 г/м² за добу [6].

Протягом вегетаційного періоду показник ЧПФ у середньому за варіантами досліду підвищувався від фази початку кушіння до початку трубкування рослин (5,55-7,83 г/м² за добу), у період росту трубки до початку викидання волоті знижувався (до 4,79 г/м² за добу) і у фазу наливу до молочновоскової стиглості зерна підвищувався до 6,25 г/м² за добу. Таким чином, рослини рису найбільшу фотосинтетичну активність проявляють у період утворення максимальної кількості листя, перед фазою трубкування (табл. 3).

Таблиця 3 – Чиста продуктивність фотосинтезу рису різних сортів залежно від строків сівби та доз мінеральних добрив, г/м² за добу (середнє за 2017-2019 рр.)

| Строки сівби | Доза мінеральних добрив | Міжфазні періоди | | | |
|----------------|----------------------------------|----------------------|-----------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| | | 3 листки – 6 листків | 6 листків – 8 листків | 8 листків – викидання волоті | викидання волоті – молочна стиглість |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Лазуріт | | | | | |
| I | N ₁₂₀ P ₃₀ | 4,76 | 7,56 | 5,29 | 6,82 |
| | N ₁₈₀ P ₆₀ | 4,77 | 8,18 | 5,40 | 6,01 |
| II | N ₁₂₀ P ₃₀ | 4,58 | 7,46 | 5,22 | 7,43 |
| | N ₁₈₀ P ₆₀ | 4,80 | 7,93 | 5,28 | 6,26 |
| III | N ₁₂₀ P ₃₀ | 5,01 | 7,29 | 4,99 | 8,48 |
| | N ₁₈₀ P ₆₀ | 5,10 | 7,44 | 5,05 | 7,13 |
| Консул | | | | | |
| I | N ₁₂₀ P ₃₀ | 6,33 | 7,94 | 4,62 | 5,82 |
| | N ₁₈₀ P ₆₀ | 6,62 | 8,32 | 4,96 | 4,60 |
| II | N ₁₂₀ P ₃₀ | 6,16 | 7,86 | 4,52 | 6,81 |
| | N ₁₈₀ P ₆₀ | 6,50 | 8,18 | 4,80 | 5,07 |
| III | N ₁₂₀ P ₃₀ | 5,49 | 7,68 | 4,43 | 7,54 |
| | N ₁₈₀ P ₆₀ | 6,40 | 7,79 | 4,53 | 5,83 |
| Маршал | | | | | |
| I | N ₁₂₀ P ₃₀ | 5,48 | 7,87 | 4,54 | 5,69 |
| | N ₁₈₀ P ₆₀ | 5,90 | 8,09 | 4,69 | 4,49 |

Закінчення таблиці 3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-----|----------------------------------|------|------|------|------|
| II | N ₁₂₀ P ₃₀ | 5,33 | 7,82 | 4,53 | 7,19 |
| | N ₁₈₀ P ₆₀ | 5,65 | 7,85 | 4,59 | 5,25 |
| III | N ₁₂₀ P ₃₀ | 5,20 | 7,71 | 4,40 | 6,98 |
| | N ₁₈₀ P ₆₀ | 5,43 | 7,93 | 4,45 | 5,04 |

У досліді простежувалася різниця в динаміці ЧПФ за різними сортами. Так, у середньостиглих сортів рису Консул і Маршал показник чистої продуктивності фотосинтезу був вищим на 3,1-29,2%, порівняно з ранньостиглим сортом Лазуріт протягом усього періоду кушіння, і навпаки, починаючи з фази трубкування активність фотосинтезу останнього сорту значно підвищувалася. Загалом за період вегетації показник ЧПФ найменшим був у рису сорту Маршал із тривалістю вегетаційного періоду 122-130 діб, який належить до індійського підвиду.

Стосовно строків сівби, то в середньому за період вегетації більш ефективно фотосинтетичні реакції відбувалися в рису сорту Лазуріт – за сівби його у другій половині травня, а сортів Маршал і Консул – у першій половині травня. При цьому показник ЧПФ на ранніх посівах всіх сортів рису був вищим, порівняно з варіантами, які висівалися пізніше, де рис висівали в другій половині травня (третій строк сівби), був найвищим – 6,83 г/м² за добу, що за усередненою оцінкою на 22,6% вище від раннього посіву.

Внесення більшої дози мінеральних добрив сприяло підвищенню чистої продуктивності фотосинтезу в середньому за варіантами досліду від фази кушіння до викидання волоті на 2,9-5,8%, при цьому суттєвіше підвищення ефективності фотосинтезу в процесі внесення підвищеної дози добрив спостерігалось на ранніх етапах росту і розвитку рослин рису усіх сортів, що вивчалися в досліді. У фазу наливу зерна ЧПФ підвищувалася в середньому на 20,8% на варіантах із помірним внесенням мінеральних добрив, порівняно з максимальною дозою.

За результатами отриманих даних польових досліджень та обчислень статистичним методом кореляційного аналізу встановлено високий рівень прямої залежності між урожайністю нових сортів рису і такими показниками фотосинтетичної діяльності, як індекс листової поверхні – 0,779±0,16, продуктивність роботи листя – 0,830±0,14, чиста продуктивність фотосинтезу – 0,736±0,17. Такі закономірності більшою мірою простежуються від фази повного кушіння до фази викидання волоті рослинами рису (табл. 4).

Таблиця 4 – Кореляційний зв'язок урожайності зерна і показника чистої продуктивності фотосинтезу сортів рису (r ± S_r)

| Сорт рису | Міжфазні періоди | | | |
|-----------|----------------------|-----------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| | 3 листки – 6 листків | 6 листків – 8 листків | 8 листків – викидання волоті | викидання волоті – молочна стиглість |
| Лазуріт | -0,231±0,487 | 0,727±0,343 | 0,772±0,318 | 0,698±0,358 |
| Консул | 0,636±0,386 | 0,852±0,262 | 0,876±0,241 | 0,767±0,321 |
| Маршал | 0,786±0,309 | 0,816±0,289 | 0,822±0,285 | 0,616±0,394 |

Висновки. Найвища врожайність зерна рису сучасних сортів може бути отримана за формування оптимальної площі асиміляційного апарату рослин і створення необхідного режиму живлення. Максимальна чиста продуктивність фотосинтезу, максимальна продуктивність листового покриву та найвища урожайність досягається за використання сортів рису Консул та Маршал, у процесі проведення сівби в третій декаді травня із внесенням перед сівбою мінеральних добрив дозою N₁₈₀P₆₀.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Tester M., Langridge P. Breeding technologies to increase crop production in a changing World. *Science*. 2010. Vol. 327, Iss. 5967. P. 818–822. doi: 10.1126/science.1183700
2. Gilliham M., Able J. A., Roy S. J. Translating knowledge about abiotic stress tolerance to breeding programmers. *Plant Journal*. 2017. Vol. 90, Iss. 5. P. 898–917. doi: 10.1111/tj.13456
3. Гадзало Я.М., Гладій М.В., Саблук П.Т., Лузан Ю.Я. Розвиток аграрної сфери економіки в умовах децентралізації управління в Україні. Київ : Аграрна наука, 2018. 328 с.

4. Орленко О.В., Жуйков Г.Є. Економічний потенціал круп'яної галузі України: регіональні та світові тенденції розвитку. *Економіка 21 сторіччя: проблеми та шляхи вирішення* : Монографія / За заг. ред. Г.О. Дорошенко, М.С. Пашкевич. Харківський інститут фінансів. Дніпропетровськ : НГУ, 2014. 394 с.

5. Ничипорович А.А. Фотосинтетическая деятельность растений и пути повышения их продуктивности. *Теоретические основы фотосинтетической продуктивности*: сборник. Москва : Наука, 1972. С. 511-526.

6. Ничипорович 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. Москва : Изд-во АН СССР, 1961. 135 с.

7. Гуляев Б.И., Ильяшук Е.М., Митрофанов Б.А. и др. Фотосинтез и продукционный процесс. Киев : Наук. думка, 1983. 144 с.

8. Гуляев Б.И., Рожко И.И., Рогаченко А.Д. и др. Фотосинтез, продукционный процесс и продуктивность растений. Киев : Наук. думка, 1989. 152 с.

9. Morgun V.V., Priadkina G.A., Stasik O.O., Zborivska O.V. Relationships canopy assimilation surface capacity traits and grain productivity of winter

wheat genotypes under drought stress. *agricultural science and practice*. 2019. 6(2):18–28. doi:10.15407/agrisp6.02.018.

10. Вожегова Р.А., Коковихін С.В., Заєць С.О., Нетіс В.І., Онуфран Л.І. Ефективність використання сонячної енергії посівами сої в умовах зрошення півдня України. *Зрошуване землеробство*. 2019. Вип. 71. С. 23–27. DOI: <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2019.71.5>

11. Long S.P., Zhu X.G., Naidu S.L. et al. Can improvement in photosynthesis increase crop yield? *Plant Crop. Environ.* 2006. 29, N 3. P. 315-330.

12. Устенко Г.П., Нечипорович А.А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах как основа формирования урожая. Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. Москва : Изд-во АН СССР, 1963. С. 37-70.

REFERENCES:

1. Tester, M., & Langridge, P. (2010). Breeding technologies to increase crop production in a changing World. *Science*, 327, 5967, 818–822. doi: 10.1126/science.1183700 [in English].

2. Gilliam, M., Able, J.A., & Roy, S.J. (2017). Translating knowledge about abiotic stress tolerance to breeding programmers. *Plant Journal*, 90, 5, 898–917. doi: 10.1111/tpj.13456 [in English].

3. Gadzalo, J.M., Gladii, M.V., Sabluk, P.T., & Luzan, Yu. (2018). *Rozvytok aharnoi sfery ekonomiky v umovakh detsentralizatsii upravlinnia v Ukraini* [The development of the agrarian sphere of economy in the conditions of decentralization in Ukraine]. Kyiv: Agrarna nauka, 328 [in Ukrainian].

4. Orlenko, O.V., & Zhujkov, G.E. (2014). *Ekonomichnij potencial krup'janoji galuzi Ukraini: regional'ni ta svitovi tendencii rozvitku* [The economic potential of the large area of Ukraine: regional and development trends]. *Ekonomika* 21 storichchja: problemi ta shljahi virishennja: Monografija. D.: NGU [in Ukrainian].

5. Nichiporovich, A.A. (1972). Fotosinteticheskaja dejatel'nost' rastenij i puti povyshenija ih produktivnosti [Photosynthetic activity of plants and ways to increase their productivity]. *Teoreticheskie osnovy*

fotosinteticheskoy produktivnosti: sbornik – Theoretical foundations of photosynthetic productivity: collection, 511-526 [in Russian].

6. Nichiporovich, A.A., Stroganova, L.E., Chmora, S.N., & Vlasova, M.P. (1961). Fotosinteticheskaja dejatel'nost' rastenij v posevah [Photosynthetic activity of plants in sowing]. *Metody i zadachi ucheta v svjazi s formirovaniem urozhaja*. M.: Izd-vo AN SSSR [in Russian].

7. Guljaev, B.I., Il'jashuk, E.M., & Mitrofanov, B.A. (1983). *Fotosintez i produkcionnyj process* [Photosynthesis and production process]. Kiev: Nauk. dumka, 144 [in Russian].

8. Guljaev, B.I., Rozhko, I.I., & Rogachenko, A.D. (1989). *Fotosintez, produkcionnyj process i produktivnost' rastenij*. [Photosynthesis, production process and plant productivity] Kiev: Nauk. dumka [in Russian].

9. Morgun, V.V., Priadkina, G.A., Stasik, O.O., & Zborivska, O.V. (2019). Relationships canopy assimilation surface capacity traits and grain productivity of winter wheat genotypes under drought stress. *agricultural science and practice*, 6(2):18–28. doi:10.15407/agrisp6.02.018 [in English].

10. Vozhehova, R.A., Kokovikhin, S.V., Zayets, S.O., Netis, V.I., & Onufran, L.I. (2019). Efektyvnist vykorystannya sonjachnoyi enerhiyi posivamy soyi v umovakh zroshennya pivdnja Ukrainy [Efficiency of using solar energy by soybean crops under irrigation conditions in the south of Ukraine]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigated agriculture*, 71, 23–27. DOI: <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2019.71.5> [in Ukrainian].

11. Long, S.P., Zhu, X.G., & Naidu, S.L. et al. (2006). Can improvement in photosynthesis increase crop yield? *Plant Crop. Environ*, 29, 3, 315-330 [in English].

12. Ustenko, G.P., & Nechiporovich, A.A. (1963). Fotosinteticheskaja dejatel'nost' rastenij v posevah kak osnova formirovanija urozhaja [Photosynthetic activity of plants in crops as a basis for crop formation]. *Fotosintez i voprosy produktivnosti rastenij – Photosynthesis and plant productivity issues*. M.: Izd-vo AN SSSR, 37-70. [in Russian].