

**Дослідження механізму дії
біокомплексу SOIL ACTIVE
(мікробний консорціум Агрінос А)**



Загальні положення

Мета дослід: визначити механізм дії Soil Active (мікробний консорціум Агрінос А) у ґрунті при осінньому внесенні на пшениці озимій.

Локація: Київська обл, Кагарлицький рн, с. Зорівка

Сезон: 2022-2023 р

Оператор дослід: Staphyt



Культура	Схема дослід	Спосіб внесення
Пшениця озима	Контроль – КАС 50 л/га Дослід – КАС 50 л/га + Агрінос А 1.5 л/га	Обприскування ґрунту із послідуною заробкою

Дата відбору зразків ґрунту	Фаза розвитку пшениці	К-ть зразків ґрунту	Стан ґрунту
10 Жовтня 2022	День посіву	1 спільний зразок (15 см)	Вологий ґрунт
11 Листопада 2022	Осіннє кушення	По 2 зразки із шару ґрунту глибиною 15 см	Вологий ґрунт
25 Квітня 2023	Вихід у трубку		Вологий ґрунт
20 Травня 2023	Прапорцевий лист		Сухий ґрунт
13 Червня 2023	Після запилення		Сухий ґрунт

Тип аналізу	Лабораторія
Мікробіологія Агрохімія	Інститут мікробіології та вірусології ім. Заболотного Агрохімічна лабораторія Farmer.ua

Загальні положення



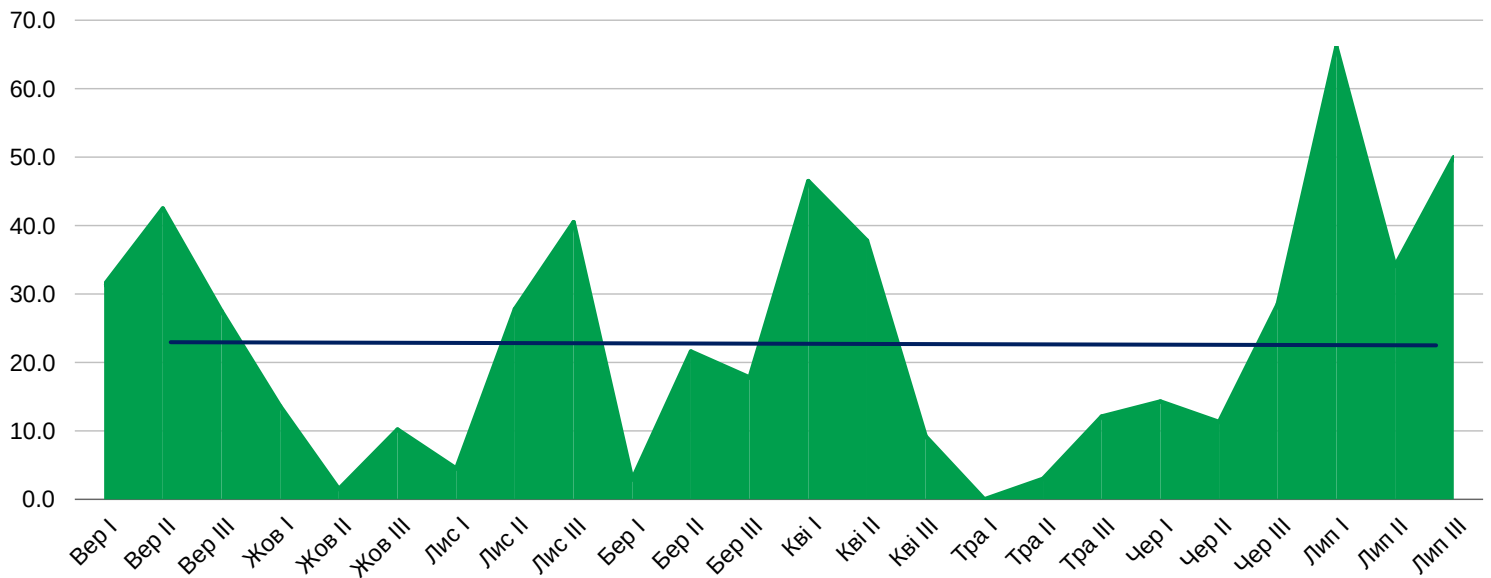
Загальний опис:	
Культура	Пшениця
Сорт	Естафета
Попередник	Ріпак
Закладка дослідю	06.10.2022
Дата посіву	08.10.2022
Дата сходів	15.10.2022
Норма висіву	4.5 млн/га
Глибина посіву	5 см
Температура повітря	19.5 ° C
pH ґрунту	7.3
Органічна речовина	4.3%
Дата збору	04.08.2023

За 2 дні до посіву пшениці (06.10.2022) провели закладку дослідю. Внесли КАС 50 л/га в якості контролю та КАС 50 л/га + Агрінос А 1.5 л/га як досліджуваний варіант.

При посіві внесли 100 кг/га NPK 16-16-16.

По МТ було внесено селітру 200 кг/га.

Динаміка опадів у період проведення досліджень

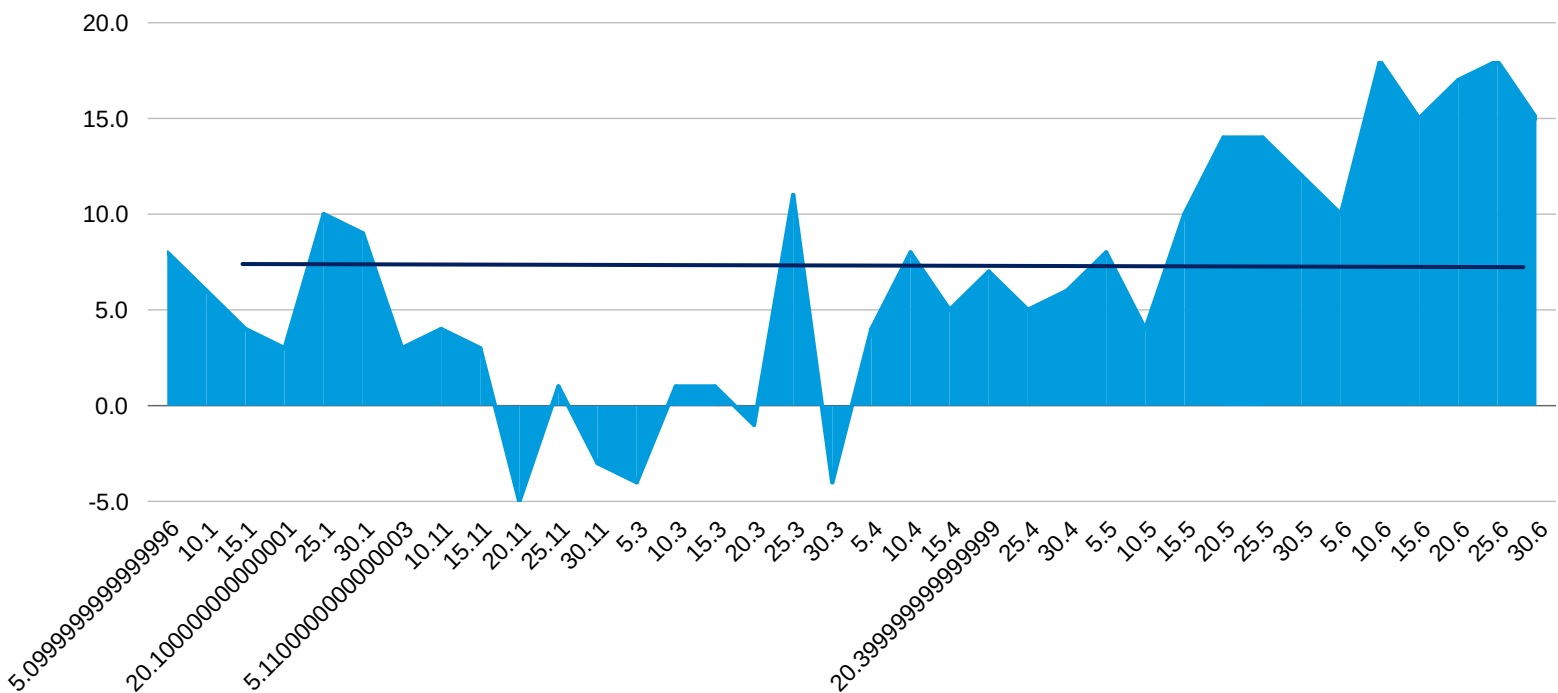


Із жовтня 2022 року по червень 2023 року випало сумарно 388 мм. Сюди можна додати значні вересневі опади 2022 року (101 мм), що дали можливість отримати рівномірні сходи після жовтневого посіву.

Задовільне вологозабезпечення спостерігали у період від середини листопада до середини квітня, що забезпечило гарне укорінення пшениці та повноцінний стартовий розвиток.

Також, було зафіксовано 2 періоди із низькою кількістю опадів. Восени – увесь жовтень та перша декада листопада та навесні – від середини квітня до середину червня.

Динаміка температур у період проведення досліджень



Осінній розвиток пшениці був можливий протягом жовтня та першої декади листопада, поки середньодобова температура трималася на рівні вищому від +3С.

Весняне відновлення вегетації було зафіксовано у третій декаді березня із моментом виходу на стабільні плюсові температури. До кінця квітня за показниками температури та вологості склалися оптимальні умови для активної вегетації пшениці та функціонування мікробної складової ґрунту.

Із середини травня почався стрімкий набір температур, що на фоні відсутності опадів призвело до пересушування верхнього шару ґрунту. Це було дуже добре помітно при відборі зразків ґрунту 20 травня та 13 червня.

Діагностика ґрунту за функціональними групами МКО

У відібраних зразках ґрунту проводили моніторинг активності основних еколого-функціональних груп мікроорганізмів:

Фізіологічні групи МКО	Властивості
Азотфіксатори	Фіксують атмосферний азот (N_2). із утворенням амонію (NH_4^+).
Амоніфікатори	Перетворюють органічні речовини із утворенням амонію (NH_4^+).
Амілолітики	Засвоюють нітратний азот (NO_3^-) та переводять його у органічну форму.
Фосфатмобілізатори	Трансформують фосфор в доступну форму.
Педотрофи	Відновлюють родючість ґрунту. Є ознакою загального стану «здоров'я» ґрунту.
Оліготрофи	Розвиваються при низьких концентраціях поживних речовин у ґрунті. Активний розвиток свідчить про проблеми зі «здоров'ям» ґрунту.
Целюлозолітики	Розкладають поживні рештки, беруть участь у синтезі органічної речовини.

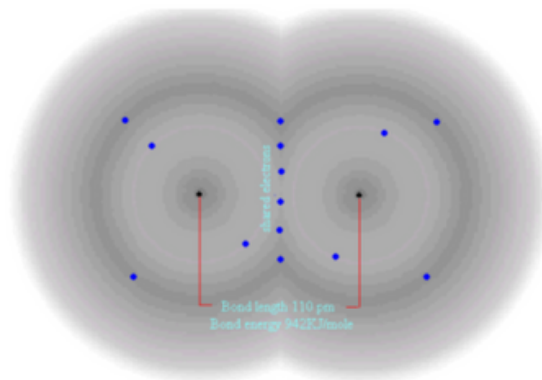
Характеристика азотфіксаторів

Атмосферне повітря на 78% складається із молекулярного азоту (N_2), у складі повітря ґрунту ця цифра доходить до 86%.

За підрахунками, на кожному гектарі ґрунту знаходиться близько 70 т атмосферного азоту.

Проблема даної молекули полягає у тому, що азот у ній зв'язаний дуже міцним потрійним зв'язком і тому не може засвоюватися рослинами.

Молекула азоту (N_2)



N-фіксація – це процес трансформації молекулярного азоту повітря (N_2) у доступну для рослин форму (NH_4). Його можуть здійснювати лише організми, що здатні синтезувати специфічний фермент Нітрогеназу і притаманний одноклітинним аеробним та анаеробним видам бактерій, що класифікуються, як N-фіксатори.

Виділений ними «біологічний» азот має переваги перед азотом мінеральних добрив. Він екологічно безпечний, не шкодить рослинам, не призводить до забруднення рослинної продукції та ґрунтів нітратами.

Характеристика амоніфікаторів та амілолітиків

Амоніфікатори - мікроорганізми, що розкладають органічні азотовмісні речовин рослинного і тваринного походження та органічні добрива (в т.ч. хітин) із утворенням аміаку. Амоніфікуючими можуть бути аеробні та анаеробні мікроорганізми (прокаріоти, мікроміцети, стрептоміцети), які продукують ферменти (протеази).

Аміак, який утворюється в результаті життєдіяльності цих мікроорганізмів, а також проміжні продукти розпаду білків (аміни, амінокислоти та їх похідні) можуть засвоюватись рослиною в якості джерела основного елементу живлення – азоту. Амоніфікатори забезпечують синтез нових гумусових речовин, які є основою родючості ґрунту.

Амілолітики - група мікроорганізмів, що здійснюють процес розкладання безазотистих сполук ґрунту. При цьому вони засвоюють мінеральний азот ґрунту (NO_3) та іммобілізують його, включаючи до складу власного білку. Це сприяє зменшенню втрат нітратного азоту та переведення його у біологічну форму, що є безпечною для рослин.

Кількість амілолітиків зростає при збільшенні кількості нітратів у ґрунті.

Динаміка N-фіксаторів, Амоніфікаторів, Амїлолітікїв та нїтратного азоту у ґрунті



Основні види мікроорганїзмів, чия діяльність у ґрунті пов'язана із азотом, показали значний рівень приросту активності (від +65% до + 112%) у період найбільш інтенсивного споживання азоту культурою (25 Квітня). Вміст нїтратної форми азоту, як результат їхньої діяльності, також був вищим (+43 кг/га та + 82 кг/га), що забезпечило краще живлення пшениці.

Характеристика фосфатмобілізаторів

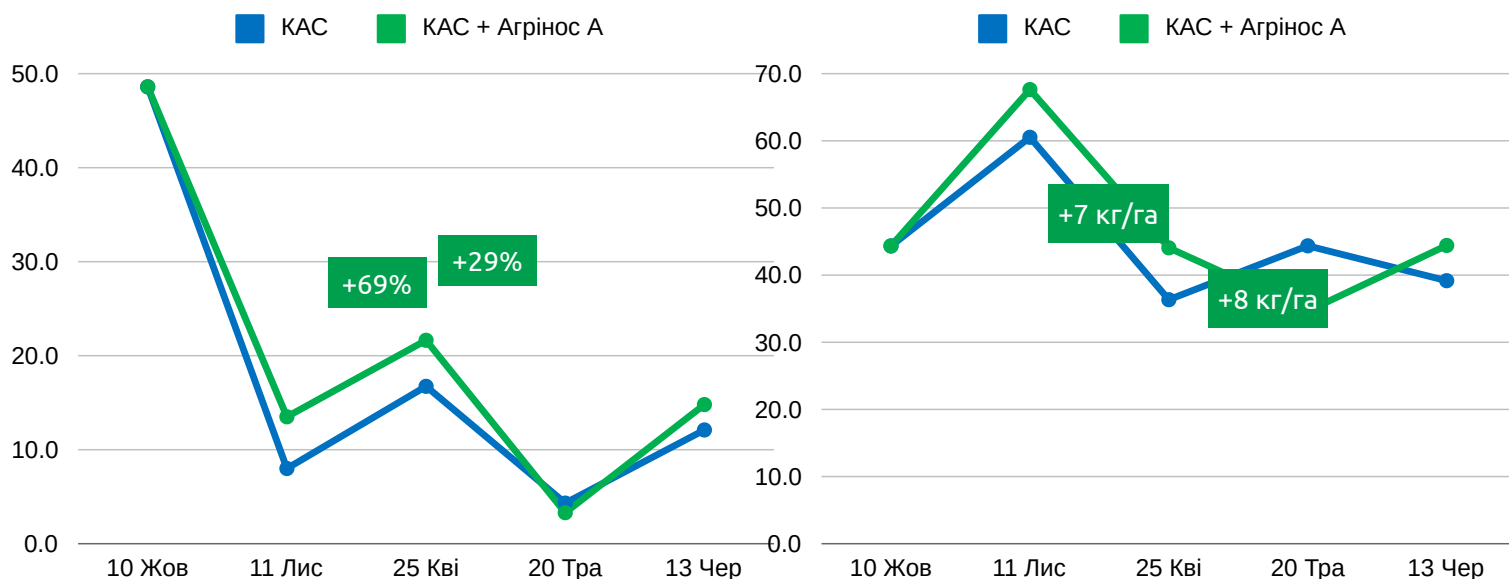
У ґрунті фосфор зустрічається як у вигляді важкорозчинних неорганічних сполук (фосфатів кальцію, заліза, алюмінію), так і у формі органічних речовин (фітин – до 50%, гліцерофосфат, залишки нуклеїнових кислот, тощо).

Валовий вміст фосфору у ґрунтах України варіює від 1.3 до 4.5 т/га (у метровому шарі). У зв'язку із тим, що фосфор у ґрунті перебуває у важкодоступних для рослин формах у ґрунтового розчині знаходиться всього 1 кг доступного фосфору на кожні 1000 кг його валового вмісту у ґрунті.

Мобілізувати фосфор з важкорозчинних сполук здатні фосфат мобілізуючі мікроорганізми. Це обумовлено їхньою здатністю синтезувати органічні кислоти та ферменти (фосфатаза, фітаза та ін.), що розщеплюють фосфоровмісні речовини.

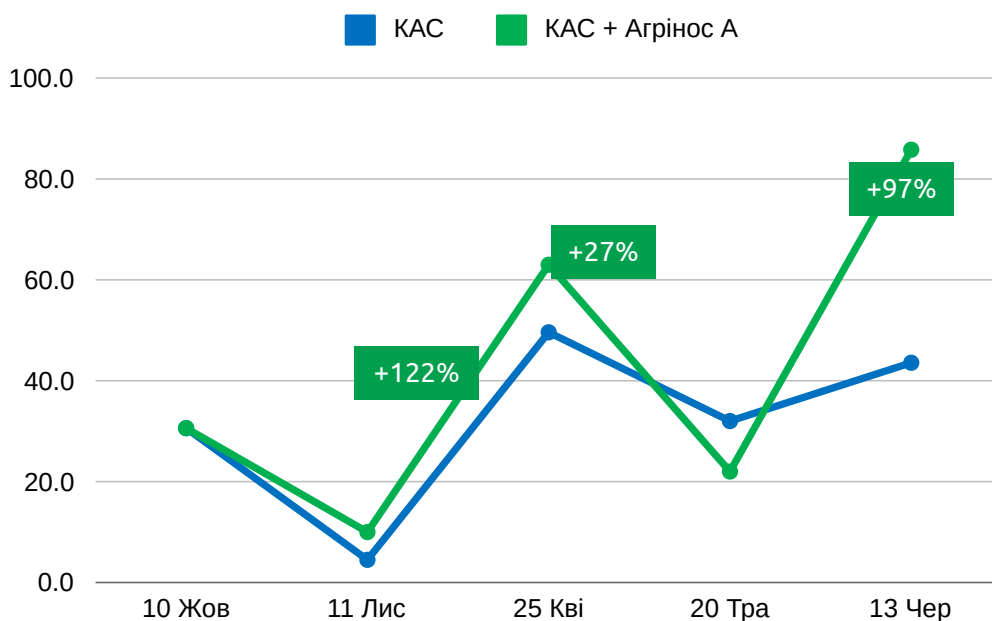
Найбільша кількість фосфат мобілізаторів спостерігається у ризосфері цукрових буряків, тоді як у ризосфері озимої пшениці, ячменю, гороху їх менше. Активністю мобілізації фосфату з важкорозчинних сполук характеризуються мікроорганізми родів *Pseudomonas*, *Azotobacter*, *Enterobacter*, *Bacterium*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Agrobacterium*, *Burkholderia*, *Penicillium*, *Rhodotorula*, сульфатвідновлювальні бактерії роду *Desulfobacterium*, мікоризні гриби, *Trichoderma* та інші.

Динаміка Фосфатмобілізаторів та вміст водорозчинного фосфору у ґрунті



Протягом ранніх фаз розвитку озимої пшениці у період найвищої потреби у фосфорі для розвитку кореневої системи було зафіксовано високу активність мікроорганізмів фосфатмобілізаторів. У порівнянні до контролю динаміка їх кількості у ключові періоди спостереження (11 листопада та 25 квітня) була вищою на + 29% та +69% відповідно. Як результат, у ці ж періоди фіксували вищий вміст водорозчинних форм фосфору у ґрунті (+7 та +8 кг/га), що особливо важливо, адже за температури нижчої від +10С споживання фосфору із ґрунту є ускладненим для рослин.

Динаміка Педотрофів у ґрунті

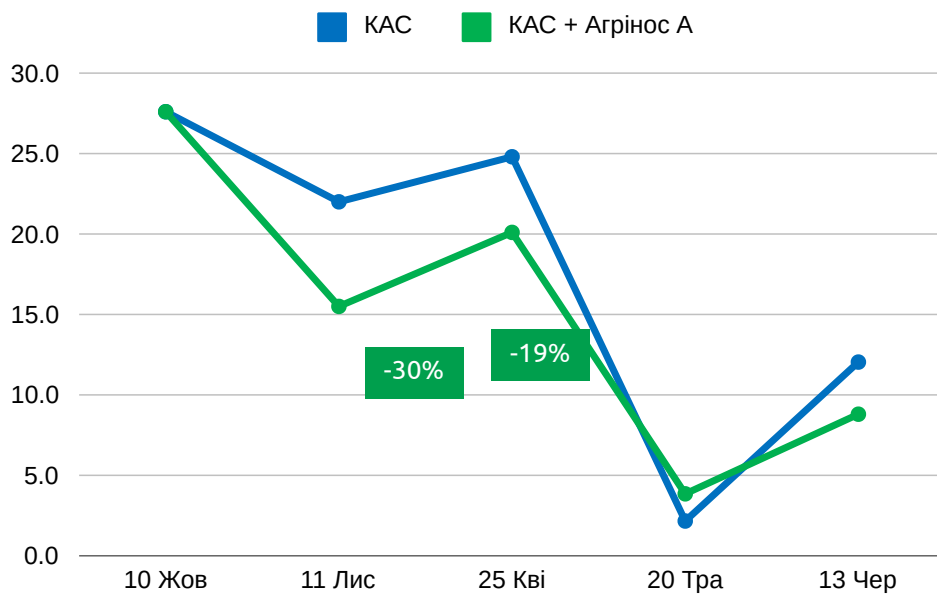


Педотрофи використовують водорозчинні фракції ґрунту, до якої входять розчинні мінеральні і органічні сполуки азоту, фосфору, калію, мікроелементів, білки, амінокислоти, вуглеводи, полісахариди, вітаміни, а також фульвати і гумати.

Педотрофи - найбільш поширена група ґрунтових мікроорганізмів, яка адекватно відображує загальний розвиток мікробіоти у ґрунті, і відіграють суттєву роль у формуванні ґрунтової родючості.

Згідно даних, отриманих у ході досліджень, кількість аборигенних педотрофів на контролі була меншою, ніж у варіанті із внесенням мікробного консорціуму Агрінос А. Подібна тенденція спостерігалася протягом майже усього періоду відбору зразків від жовтня 2022 року до червня 2023 року навіть за умов екстремальної зміни вологості ґрунту від зволоженого у жовтні-квітні до пересохлого у травні-червні. Це свідчить про те, що Агрінос А містить у своєму складі відповідні види мікроорганізмів, що краще пристосовані до агрокліматичних умов, що склалися у період проведення досліджень.

Динаміка Оліготрофів у ґрунті



Оліготрофи завершають мінералізацію органічних сполук ґрунту. Вони здатні розвиватися при дуже низькому вмісті поживних речовин за умов, коли решті мікроорганізмів бракує ресурсів для повноцінного функціонування.

Зазвичай їх висока кількість свідчить про несприятливі умови у ґрунті для розвитку корисної мікрофлори.

Протягом майже усього періоду спостереження кількість оліготрофів у варіанті із Агрінос А була нижчою, ніж на контролі, що свідчить про більш повноцінне функціонування корисної мікрофлори ґрунту.

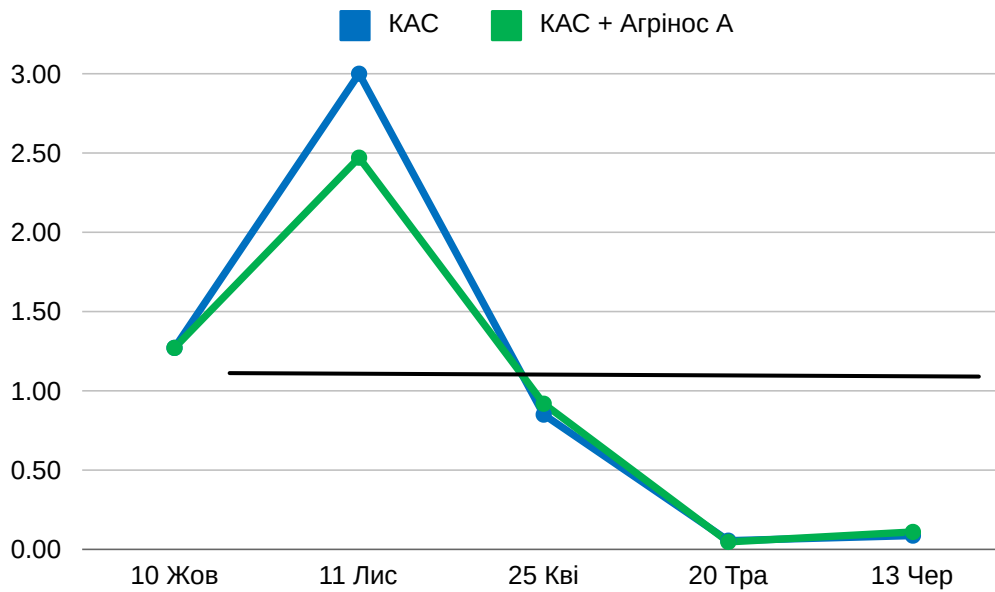
Екологічні коефіцієнти

На основі отриманих даних був проведений аналіз екологічних коефіцієнтів:

Індекс мінералізації-іmobilізації (IMI)	Індекс педотрофності (ІП)	Індекс оліготрофності (ІО)
<p>Співвідношення амілолітичних мко, що використовують аміачний (мінеральний) азот до амоніфікуючих мко, що засвоюють органічний азот (білкові речовини ґрунту)</p>	<p>Співвідношення педотрофних мко, що беруть участь у перетворенні водорозчинної фракції поживних речовин ґрунту, до амоніфікуючих мко, що засвоюють органічний азот</p>	<p>Співвідношення оліготрофних мко, що завершають мінералізацію органічних сполук ґрунту, до амілолітичних мко, що засвоюють мінеральний азот</p>

Екологічні коефіцієнти

Індекс мінералізації/імобілізації



ІМІ – співвідношення **амілолітичних** мко, що використовують мінеральний азот до **амоніфікуючих** мко, що засвоюють органічний азот (білкові речовини ґрунту).

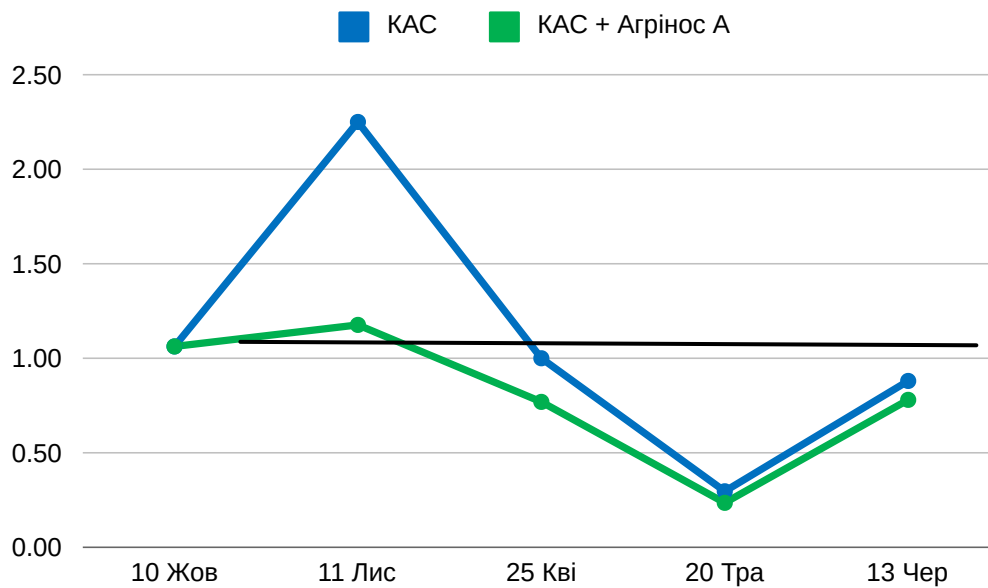
Якщо **ІМІ** більше 1 – це свідчить про прискорення розкладання гумусу (трансформації органічної речовини) або про не сприятливі умови для розвитку мко.

У осінній період спостерігався дуже високий ІМІ (2.5-3.0), отже відбувалася досить інтенсивна мінералізація гумусу. У варіанті із Агрінос А показник ІМІ був на 0.5 меншим, що свідчить про те, що процес мінералізації гумусу був більш збалансованим.

Протягом весни та початку літа ІМІ був дуже низьким (менше 1).

Екологічні коефіцієнти

Індекс педотрофності



ІП – співвідношення **педотрофних до амоніфікуючих** мко.

Якщо **ІП** більше 1 на фоні внесення мінеральних добрив або при нестачі поживних речовин (весна) - це свідчить про домінування педотрофів та прискорення розкладання гумусу для отримання гумінових та фульвових кислот із метою засвоєння азоту. Це призводить до зменшення органіки ґрунту.

Якщо **ІП** більше 1 на фоні внесення органічних добрив або при наявності сидератів чи великої кількості поживних залишків - це свідчить про відновлення гумусу та наближення до цілинних земель (> 6).

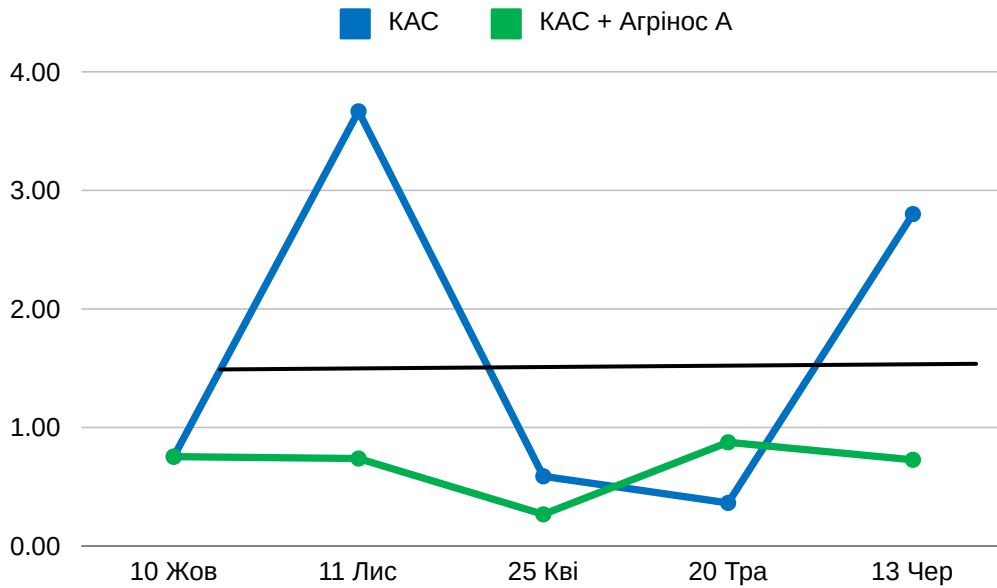
Протягом усього періоду досліджень **ІП** був нижчим у варіанті із Агрінос А, ніж на контролі.

На фоні застосування мінеральних добрив (КАС перед посівом та селітра по мерзло-талому) і при відсутності органічних добрив це є ознакою кращого збереження гумусу.

11 листопада було зафіксовано дуже високий показник ІП (2.25) на контролі, що свідчить про інтенсивне перетворення гумусу для засвоєння мінерального азоту внесеного перед посівом.

Екологічні коефіцієнти

Індекс оліготрофності



ІО – співвідношення **оліготрофних** мко, що завершають мінералізацію органічних сполук ґрунту, до **амілолітичних** мко, що засвоюють мінеральний азот.

Якщо **ІО** більше 1 –свідчить про несприятливі деградаційні процеси в ґрунті – посилення конкуренції за доступний азот між мко і рослинами, що веде до втрати орг. речовини.

Протягом усього періоду спостереження **ІО** у варіанті із Агрінос А був меншим 1, що свідчить про більш сприятливі умови для розвитку корисної мікрофлори.

У дослідному варіанті у осінній період та на початку літа **ІО** був більше 1 (3.67 та 2.8 відповідно), що свідчить про високу конкуренцію за поживні речовини у ці періоди.

Висновки

В цілому біокомплекс Soil Active (мікробний консорціум Агрінос А) показав позитивний вплив на динаміку ключових корисних функціональних груп мікроорганізмів майже протягом усього періоду спостереження (вегетації пшениці). Фіксували більшу кількість азотфіксаторів, амоніфікаторів, амілолітиків, фосфатмобілізаторів та педотрофів. І в той же час менше невибагливих оліготрофів, що є ознакою більш збалансованого стану ґрунтової біоти.

Аналіз екологічних індексів, також, показав більш збалансований стан ґрунтової біоти у варіанті із Агрінос А, що забезпечило, як краще живлення рослин, так і збереження гумусу, родючості ґрунту.

Динаміка вмісту доступних форм азоту та фосфору також була позитивною у варіанті із внесення Агріносу А. Було зафіксовано відчутне збільшення кількості нітратного азоту (+43 та 82 кг/га) у період його інтенсивного споживання (листопад та середина квітня). Те ж саме можна сказати і про водорозчинний фосфор, адже протягом ранніх фаз розвитку пшениці (осінь-середина весни) його вміст був вищим на 69% та 29% відповідно. Це саме той період, коли відбувається формування кореневої системи пшениці і, відповідно, потреба у фосфорі є найвищою.