

Міністерство освіти і науки України
Дніпровський державний аграрно-економічний
університет

Крамарьов С. М., Крамарьов О. С., Демиденко В.Г.,
Хорошун К.О., Пісоцький С.С., Бондарь В.Ю.,
Рубан С.М., Цуркан К.П.

**НЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ
ВИКОРИСТАННЯ КАРБАМІД-АМІАЧНИХ
СУМІШЕЙ(КАС) В СУЧАСНИХ СИСТЕМАХ
УДОБРЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ
КУЛЬТУР**



Дніпро, 2020

**Міністерство освіти і науки України
Дніпровський державний аграрно-економічний
університет**

**Крамарьов С. М., Крамарьов О. С., Демиденко В.Г.,
Хорошун К.О., Пісоцький С.С., Бондарь В.Ю.,
Рубан С.М., Цуркан К.П.**

**ЭКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ
ВИКОРИСТАННЯ КАРБАМІД-
АМІАЧНИХ СУМІШЕЙ (КАС) В
СУЧАСНИХ СИСТЕМАХ УДОБРЕННЯ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР**

Монографія

Заредакцією доктора сільськогосподарських наук, старшого наукового
співробітника, професора
Крамарьова С.М.

(присвячується 100-річчю від дня заснування Дніпровського державного
аграрно-економічного університету)

**Дніпро,
Нова ідеологія
2020 р.**

УДК 631.84

К77

Крамарьов С.М., Крамарьов О.С., Демиденко В.Г., Хорошун К.О., Пісоцький С.С., Бондарь В.Ю., Рубан С.М., Цуркан К.П. Економічна ефективність використання карбамід-аміачних сумішей (КАС) в сучасних системах удобрення сільськогосподарських культур. – Дніпро: Нова ідеологія, 2020. – 195 с.

Наведені дані про значення азоту в мінеральному живленні рослин та особливості використання водних розчинів карбамід-аміачних сумішей КАС в системах удобрення основних сільськогосподарських культур. Проаналізовано обсяги виробництва, динаміку цін КАС, розглянуто технологію виробництва, особливості зберігання, транспортування та внесення, фізико-хімічні властивості, знайдено шляхи зниження корозійної активності, зменшення непродуктивних втрат азоту та з'ясовано оптимальні строки, визначено ефективні способи і науково-обґрунтовані дози внесення цих азотних добрив в посівах різних сільськогосподарських культур.

Для керівників, спеціалістів сільського господарства і наукових працівників.

Kramarev S.M., Kramarev O.S., Demydenko V.G., Khoroshun K.O., Pisotsky S.S., Bondar V.J., Ruban S.M., Tsurcan K.P. Use of carbamide-ammonia mixtures (CAM) in modern fertilizer systems of agricultural crops. - Dnipro: New Ideology, 2020p.–195 p.

The data on the value of nitrogen in mineral nutrition of plants and the peculiarities of the use of aqueous solutions of carbamide-ammonia mixtures (CAM) in fertilizer systems of the main crops were given. The volumes of production, the dynamics of prices, the technology of production, the features of storage, transportation and introduction, physical and chemical properties were analyzed. The ways of reducing the corrosion of the elucidated activity, the reduction of unproductive nitrogen losses and optimal time lines were found. Effective methods and scientifically substantiated dose rates of these nitrogen fertilizers in crops of different crops were determined.

For managers, agricultural specialists and researchers.

Рецензенти:

доктор сільськогосподарських наук, професор Ярчук І.І.,
доктор сільськогосподарських наук, професор Харитонов М. М.,
доктор сільськогосподарських наук, професор Якунін О.П.
доктор сільськогосподарських наук, професор Ткаліч Ю.І.
кандидат сільськогосподарських наук. с.н.с.. Чабан В.І.

Рекомендовано до видання Вченою радою Дніпровського державного аграрно-економічного університету протокол №2 від 25 жовтня 2018 року.

ISBN 978-617-7068-63-0

Вступ

Україна володіє неоціненним національним багатством – чорноземними ґрунтами. В Україні зосереджено 26,0 млн. га високородючих чорноземних ґрунтів, що становить 6% світових запасів чорноземів. Ці ґрунти відрізняються від інших високим рівнем потенційної родючості: порівняно високим запасом гумусу і поживних речовин, найбільш сприятливими для сільськогосподарських рослин структурою та водним режимом, нейтральною реакцією ґрунтового розчину, високою буферністю й біологічною активністю. Слід відмітити, що своїх позитивних властивостей чорнозем набував не відразу, а впродовж десятків тисячоліть в умовах надзвичайно сприятливого клімату на якісних лесових ґрунтоутворних породах під пологом переважно трав'янистої рослинності. Однак, нині процес дегуміфікації й погіршення агрофізичних та агрохімічних показників охопив поряд з іншими ґрунтами й найбільш родючі і цінні ґрунти – чорноземи. Введення їх у сільськогосподарське використання зумовило різкі зміни у співвідношення практично усіх процесів і властивостей: надходження в ґрунт органічної речовини та її мінералізації, фізичні показники (погіршення структури) та водний режим (зменшення вмісту продуктивної вологи), розпочала розвиватися декальцинація. Великою проблемою останніх десятиріч стала нещадна експлуатація найбільшого багатства держави – ґрунтів. Нині повсюдно не виконується головний закон землеробства – повернення в ґрунт винесених з нього вирощеними врожайми поживних речовин. Це призвело до різкого зниження вмісту гумусу, елементів мінерального живлення, розвитку ерозійних процесів тощо, що сприяє зниженню природної родючості ґрунту. Для підтримання позитивного балансу поживних речовин у ґрунті, недопущення подальшої деградації ґрунтів, необхідно вносити добрива.

Особливо важливе значення для агропромислового комплексу нашої держави має виробництво та науково обґрунтоване використання мінеральних добрив. В нашій країні вони забезпечують приріст урожайності

сільськогосподарських культур у середньому на 25-30% та поліпшують біохімічні показники якості вирощеної продукції. Безумовно, внесення їх у ґрунт потрібно поєднувати з використанням органічних добрив, соломи, гички, важливо якнайширше використовувати сидеральні добрива, щоб ґрунт міг постійно поповнювати свої гумусні запаси. Використання добрив повинно проводитись на основі розроблених науково обґрунтованих зональних систем удобрення. Такі системи мають бути зональними, екологічно безпечними, економічно і енергетично обґрунтованими, адаптивними до конкретних ґрунтово-кліматичних та соціально-економічних умов.

Це пов'язано з тим, що сільське господарство нашої країни ведеться в дуже різноманітних, часто складних ґрунтово-кліматичних умовах – від сухих степів до відносно вологих передгірських і гірських районів Карпат. На всіх цих величезних просторах існують свої, притаманні лише цим територіям, зовнішні чинники, які суттєво впливають на продуктивність рослин. В даний час найбільш об'єктивним чинником, який впливає на продуктивність рослин, є зміни клімату. Так, якщо раніше ГТК зон Полісся складав 1,4, Лісостепу–1,2, Степу–1,1, то в 2017 році цей показник був, відповідно, 1,2; 1,1 і 1,0. В зв'язку з цим системи удобрення і всі їх ланки повинні бути суворозональними, якомога повніше враховувати місцеві природні, економічні, екологічні і соціальні умови ведення господарства.

Серед всіх видів добрив, які випускає нині тукова промисловість нашої держави, домінуюче положення займають азотні добрива, роль яких у підвищенні врожайності дуже велика. Ще в кінці XIX століття академік Д.М.Прянішніков теоретично обґрунтував можливість застосування азотних добрив і з тих пір їх почали використовувати в сільському господарстві. Статистичні дані свідчать про те, що і у всьому світі простежується стійка тенденція до значного виробництва і більшого застосування в посівах сільськогосподарських культур порівняно з іншими видами туків, азотних добрив. Серед існуючого асортименту азотних добрив починає розширюватись ланка рідких їх форм. Це перш за все пов'язано з тим,

що для виготовлення рідких азотних добрив не вимагається азотної або сірчаної кислот і не потрібно виконувати такі складні технологічні операції, як упарювання, кристалізація, гранулювання і сушка, на які витрачається багато часу і електроенергії. Основні переваги рідких азотних добрив полягають у спрощенні виробничого процесу, легкості механізації, транспортування і внесення добрив у ґрунт, відсутності злежуваності і доброї сегрегації поживних речовин, більш рівномірному розподілі азоту в кореневмісному шарі тощо. Крім того, використання добрив у рідкому вигляді дозволяє швидше нарощувати потужності по виробництву добрив завдяки можливості будівництва заводів за скороченими схемами, що призводить також до значного зниження вартості одиниці поживної речовини в рідких добривах.

Великого поширення набули такі види рідких азотних добрив, як безводний і водний аміак, аміакати та карбамід-аміачні суміші КАС. Ця монографія присвячена розгляду фізико-хімічних властивостей та особливостей використання в посівах сільськогосподарських культур одного з найбільш поширеного виду рідких азотних добрив – КАС, виробництво якого з кожним роком поступово зростає, а якість, завдяки удосконаленню технології виробництва, поліпшується. В зв'язку з цим, даному добриву сільгоспвиробники все частіше віддають перевагу порівняно з іншими видами азотних туків. Сьогодні для аграрія аспект економічної ефективності, зменшення витрат на виробництво сільськогосподарської продукції і підвищення рентабельності набуває ще більшого значення, оскільки змінився режим відшкодування ПДВ на деякі культури і знизилася їх прибутковість. Тому при вирощуванні культур пошук оптимальних рішень і обов'язкових технологічних елементів, які пов'язані із внесенням добрив, дуже важливий. В цьому відношенні переваги КАС по відношенні до інших туків, безперечні.

Перші польові досліді з цими добривами під науковим керівництвом професора Крамарьова С.М. були розпочаті в 1986 році на Ерастівській дослідній станції ДУ Інституту зернових культур НААН України, а з 2015 року продовжувались до теперішнього часу на дослідному полі Дніпровського

державного аграрно-економічного університету. В цій монографії проведено узагальнення отриманих результатів і коротко показана технологія виробництва КАС та особливості використання його розчинів в посівах різних сільськогосподарських культур.

Автори намагалися в даній монографії зосередити увагу читача на сучасних інноваційних здобутках з вирішенням проблем використання розчинів КАС в посівах різних сільськогосподарських культур, а також зробити посильний внесок в подальший розвиток теоретичних і практичних основ агрохімічної науки з технології використання водних розчинів даних добрив. Наскільки результативно авторам удалось виконати свою задачу – судити зацікавленому читачу та експертам. Автори монографії виносять глибоку вдячність рецензентам: докторам с.-г. наук, професорам Якуніну О.П., Ярчуку І.І., Харитонову М.М., Ткалічу І.І., кандидату с.-г. наук, старшому науковому співробітнику Чабану В.І. за їхню прискіпливу працю, цінні поради та пропозиції, за позитивну оцінку даної монографії і сподіваються, що вона стане в нагоді та буде корисною для спеціалістів-агрономів, керівників аграрного бізнесу, науковцям, аспірантам, і всім, кому не байдужа турбота про родючий потенціал ґрунтів та продуктивність і біохімічні показники якості вирощеної сільськогосподарської продукції. Завдяки інформації, яка міститься в цій монографії агрономи зможуть з максимально можливою ефективністю використовувати водні розчини КАС в посівах озимої пшениці, соняшника, кукурудзи, ріпаку та інших сільськогосподарських культур, а також для проведення прикореневого і позакореневого підживлення КАСами посівів пшениці озимої, озимого ячменю та ріпаку в ранньовесняний період вегетації.

Автори виносять подяку читачеві за висловлені зауваження, побажання та пропозиції щодо змісту і форми даної монографії. Листи зі своїми побажаннями та зауваженнями просимо надсилати за адресою: 49600, м. Дніпро, вул. С.Єфремова, 25, кафедра агрохімії ДДАЕУ.

1. Три агрохімічні революції, як основа розуміння системи мінерального живлення рослин

Ми звикли жити в світі розмаїття мінеральних добрив і технологій вирощування врожаю. Здається вибір інструментів, які буде використовувати аграрне підприємство залежить лише від бажання і фінансових можливостей агрохімічної служби. Але це далеко не так. Розвиток систем живлення рослин має свою діалектику. Її розуміння дозволяє правильно формувати стратегію розвитку аграрного підприємства.

Агрономія є точною наукою. Обсяг і рівень аграрного виробництва має пряму залежність від технологій, які використовуються і ресурсів, які забезпечують реалізацію цих технологій. Тому домінуючі на той чи інший момент часу види добрив чітко детерміновані. Досягнення певного технологічного і виробничого рівня вимагає використання відповідних видів добрив. Не можливо досягати врожайності, яка відповідає третій агрохімічній революції і при цьому використовувати агрозаходи і агрохімічні засоби минулих поколінь.

З часів переходу частини населення до осілого способу життя і початку усвідомленого культивування сільськогосподарських культур, людство пережило три агрохімічних революції. Кожна з них характеризувалася якісною зміною систем живлення рослин.

Передумовою будь якої агрохімічної революції є:

- потреба забезпечення населення продуктами харчування, а виробництва технологічною сировиною без збільшення посівних площ;
- технологічні інновації;
- подолання наявних технологічних, географічних, кліматичних, біологічних, обмежень.

Збільшення врожайності сільськогосподарських культур може бути досягнуте лише за допомогою:

- зростання генетичного потенціалу сільськогосподарських культур;
- створенням умов розкриття генетичного потенціалу сільськогосподарських культур (за допомогою забезпечення повноцінного живлення, обробки землі і компенсації факторів ризику: таких як посуха, шкідники, волога та інше).

Рушійною силою агрохімічних революцій є розвиток науки і технології.

1. Перша агрохімічна революція.

Період : неоліт – 18 століття.

Передумови: Перехід до осілого способу життя. Зростання чисельності населення.

Головні інновації: поділ праці, багатопільна система, сівозміна.

Основний тренд: підтримка природної родючості.

Основні добрива: органічні відходи; зола; пожнивні залишки, тощо.

Резюме: Перша агрохімічна революція дозволила підтримати зростаюче населення, але була вкрай не ефективною і спрямована на натуральне господарство. Підхід до підбору добрив був емпіричним.

2. Друга агрохімічна революція.

Період: 17 – 20 століття

Передумови: Перехід до капіталістичного ладу. Зростання чисельності міського населення. Розвиток промислового виробництва основних засобів праці.

Головні інновації: розвиток аграрної і хімічної науки. Закон мінімуму. Нові методи обробки ґрунту.

Основний тренд: меліорація, відновлення балансу поживних речовин.

Основні добрива: На першому етапі (природні добрива): чилійська селітра, калійні солі, природні фосфати. На другому етапі (синтетичні): аміак, карбамід, аміачна селітра, амофос, хлорид калію, тукосуміші NPK та ін.

Резюме: Перехід до капіталістичного господарства вимагав збільшення обсягів виробництва продуктів харчування.

Друга агрохімічна революція була викликана необхідністю зростання ефективності аграрного виробництва. Сільськогосподарське виробництво перетворилося на масову і уніфіковану індустрію.

Третя агрохімічна революція.

Період: кінець 20 і початок 21 століття.

Передумови: Збільшення факторів ризику. Зелена революція. Розвиток мікробіології і генетики.

Головні інновації: Закон толерантності Шелфорда. Збільшення генетичного потенціалу сільськогосподарських культур виведення високопродуктивних сортів та гібридів. Розвиток сучасних високоефективних технологій хімічного аналізу і контролю зразків ґрунту та рослин.

Основний тренд: Управління ростовими процесами. Подолання природних обмежень.

Основні добрива:

- комплексні добрива;
- добрива з контрольованим розчиненням поживних речовин;
- традиційні добрива з комплексами мікроелементів в хелатній формі та регуляторами росту рослин;
- добрива для фертигації, позакореневого підживлення, суспензійні і аерозольні добрива;
- бактеріальні-органомінеральні комплекси;

- органо-мінеральні добрива пролонгованої дії;
- інгібітори нітрифікації;
- реаніматори гумусового шару ґрунту;
- штучні ґрунтозамінники.

Резюме: Третя агрохімічна революція викликана необхідністю інтенсифікації агровиробництва при одночасному подоланні зростаючої кількості негативних факторів. Агротехнології нового покоління відрізняються пов'язаністю всіх технологічних операцій в єдину систему, погоджену з генетичним потенціалом і мікроперіодами онтогенезу рослин.

В кожній з цих агрохімічних революцій чільне місце займає мінеральне живлення рослин. Серед елементів мінерального живлення рослин домінуюче положення займає азот. Оскільки всі сільськогосподарські культури зі своїми врожайми виносять його з ґрунту в найбільшій кількості. В зязку з цим вданій монографії буде йти мова про роль цього елемента живлення в житті рослин та про одне із найбільш поширених азотних добрив –карбамід аміачну суміш КАС.

2. Фізіологічне і агрохімічне значення азоту

2.1. Роль мінеральних форм азоту в живленні рослин

Впершеінтерес до азотного живлення рослин проявивсяще вдалекому XVIII столітті. Це відбулосяпісля відкриття в 1777 році азоту, як хімічного елемента.Відомий французький вченийхімік Антуан Лоран Лавуаз'є сказав, що слово "азот" означає "нежиттєвий", тобто такий, що не підтримує горіння та дихання. Відомо, що азот інертний, тобто важко вступає в реакцію з іншими хімічними елементами і навіть із киснем. З одного боку, ця властивість азоту дорого обходиться людству, оскільки потребує значнихенергетичних витрат

для створення життєво необхідних сполук, насамперед аміаку. З іншого, – інертність азоту запобігає його взаємодії з киснем в атмосфері, що рятує флору й фауну нашої планети від згубної дії кислотних дощів. Співвітчизник вченого Лавуаз'є, хімік Шапталь запропонував назвати азот латино-грецькою назвою "нітрогеніум", що значить "селітру народжуючий," оскільки після гниття органічних азотовмісних сполук утворюються нітратні азотні солі – селітри. Не відразу людство зрозуміло необхідність для рослин і важливість для зростання свого добробуту, хімічного елемента азоту. Це сталося тільки після проведення тривалих наукових досліджень.

Перші фундаментальні дослідження вивчення азотного живлення рослин відносяться до середини XIX століття, коли видатний французький агрохімік Жан Батист Буссенго (1802–1887) піддав науковій критиці теорію Теєра про гумусове живлення рослин і висунув в 1837 році нову – *азотну теорію живлення*. Вирощуючи рослини в умовах ретельно контрольованого мінерального живлення, він з'ясував шляхи надходження азоту, установив, що бобові (горох, конюшина) збагачують прожарений пісок азотом, а пшениця до цього нездатна. Ж. Б. Буссенго встановив, що кількість азоту в ґрунті була і є чинником, що лімітує утворення рослинної продукції. Виконаними науковими дослідженнями було встановлено, що серед всіх потрібних для рослин елементів мінерального живлення домінуюче положення займає азот, який у підвищенні врожайності сільськогосподарських культур відіграє основну роль. Сучасними зарубіжними і вітчизняними дослідженнями переконливо доказано правоту наукових результатів Ж.Б. Буссенго і було неодноразово підтверджено величезну роль азоту у цьому відношенні. Адже ніякий інший поживний елемент не лімітує так запаси продуктів харчування на нашій планеті, як азот. Тому не дарма в агрономічній практиці азот називають елементом росту. І це справді так, оскільки всі ростові процеси, фотосинтез і обмін речовин були б неможливі без участі цього елемента мінерального живлення бо він формує врожай і поліпшує біохімічні показники якості врожаю.

Перш за все азот є структурним компонентом азотовмісних органічних сполук і бере активну участь у всіх життєвоважливих обмінних процесах, які весь час проходять у рослинах впродовж всього вегетаційного періоду росту та розвитку. «Вся історія землеробства в Західній Європі, – писав академік Д.М. Прянішніков, – свідчить про те, що головною умовою, яка визначає середню величину врожайів... була ступінь забезпеченості сільськогосподарських культур азотом». Дуже різко зменшується сира і суха маса рослин при виключенні із поживного середовища азоту.

Якщо вважати, щодля формування однієї тонни основної продукції з урахуванням побічної потрібно 4,4-44,0 кг азоту (рис.1), а його винесення основними сільськогосподарськими культурами перебуває в межах 60-200 кг/га, то в такому разі можна припустити, що запасів в ґрунті цього елемента мінерального живлення рослинам вистачить на сотні років. Однак, це далеко не так. Основна частина азоту ґрунту (98-99%), представлена органічними сполуками, з яких рослина безпосередньо його споживати не може. Для його мінералізації й переходу в простіші, доступні для рослин форми потрібні час і певні умови. І тільки 1-2% загального азоту ґрунту міститься в мінеральних формах, доступних для живлення рослин. До того ж процеси азотного живлення рослин доволі складні, тому оптимальне забезпечення рослин цим елементом мінерального живлення можливе лише завдяки всебічному їх живченню і науково обґрунтованому використанню при розробці систем удобрення сільськогосподарських культур.

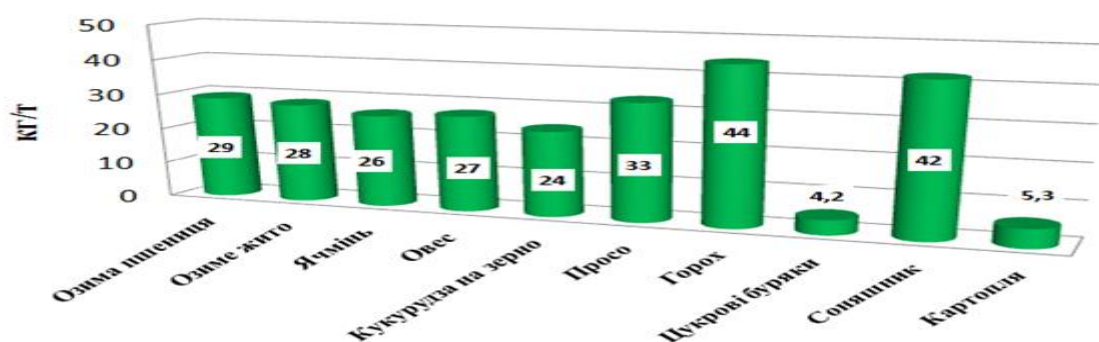


Рис.1 Винесення азоту з 1 т основної з урахуванням побічної продукції різними сільськогосподарськими культурами

Загалом удобрення азотом є складною стратегією, прорахунки в якій можуть не тільки коштувати підприємству надмірних витрат, а й навіть знижувати врожайність і погіршувати якість вирощеної продукції. Тому спочатку ми розглянемо всі процеси, пов'язані з азотним живленням рослин, які відбуваються в ґрунті і рослині, а вже потім надамо слушні рекомендації щодо розробки системи азотного удобрення рослин різних сільськогосподарських культур. Науковими дослідженнями переконливо встановлено, що рослини вбирають із ґрунту азот переважно у формі катиону амонію NH_4^+ і аніону NO_3^- , а також в незначній кількості вони можуть засвоювати азот деяких амінокислот, аміно-цукрів та інших відносно простих азотовмісних органічних речовин. Ще на початку ХХ століття академік Д.М. Прянішніков встановив, що нітратний і амонійний азот для живлення рослин є рівноцінним. Однак, поведінка в ґрунті їх різне. Нітратний азот в ґрунті постійно рухається вздовж і впоперек ґрунтового профілю. Слід завжди пам'ятати, що ця форма азоту дуже динамічна, тому що не поглинається ґрунтовими колоїдами, а в більшості випадків відштовхується від них і може легко рухатись горизонтально та вертикально в ґрунтовому профілі (рис. 2). Така дія нітратів сприяє втратам азоту із шару ґрунту, в якому міститься активна зона кореневої системи, а також сприяти забрудненню ними ґрунтових вод. Особливо активно відбувається промивання нітратів в глибокі шари на ґрунтах із легким гранулометричним складом і із тих, що тривалий час не зайняті рослинністю



Рис. 2 Нітратний азот в ґрунті постійно рухається

Амонійний азот, навпаки, рухається дуже повільно, оскільки в основному знаходиться в поглинутому стані на поверхні ґрунтових колоїдів, які несуть на ній вільні хімічні зв'язки з негативним зарядом і здатні приєднувати до себе позитивно заряджені катіони, такі як NH_4^+ і міцно утримувати їх (рис.3). Це перш за все пов'язано з тим, що ґрунтові колоїди мають негативний заряд, а амонійний азот позитивний, тому катіон амонію притягується до них і легко та швидко поглинається ґрунтовими колоїдами і вони будуть знаходитися в поглинутому стані на їх поверхні до початку обмінних реакцій. У зв'язку з цим, в ґрунті катіон амонію не рухається і поглинається кореневим волоском коріння лише після проходження обмінних реакцій між ґрунтовими колоїдами та ґрунтовим розчином. Амонійний азот часто зв'язується із часточками ґрунту, і таким чином, уникає вимивання. До того ж він більш схильний до випаровування (тому амонійні форми азоту завжди загортають у ґрунт). Амонійний азот, за сприятливих умов нітрифікації – оптимальна температура, волога й достатня наявність кисню, швидко перетворюється на нітратний (нітрифікація). Тому, завдяки зменшенню непродуктивних втрат азоту, амонійна форма азоту, при внесенні її з осені, економічно більш ефективна ніж нітратна.

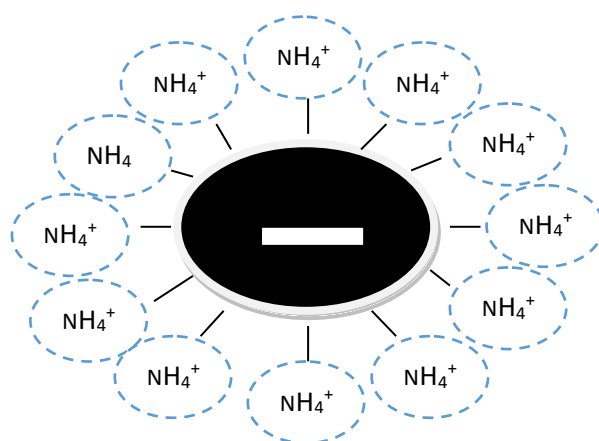


Рис.3 Амонійний азот в поглинутому стані на поверхні ґрунтового колоїду

Ці дві форми азоту відрізняються між собою не тільки своїми властивостями, в них по-різному проявляється їх участь у синтезі органічних азотовмісних речовин. Так, амонійний азот рослини використовують швидше своїх біохімічних процесах, ніж нітратний, оскільки для синтезу органічних

азотовмісних речовинім потрібна в першу чергу відновлена форма азоту. Нітратнийже азот, перш ніж увійти до складу амінокислот і білків, повинен спочатку бути відновлений у рослинах до амонійного. При достатній кількості вуглеводів і ферментів азот нітратів відновлюється до амонійного азоту ще в коренях. При нестачі вуглеводів нітрати надходять до надземної частини рослини. Амонійний азот, який надходить у рослини з ґрунту та утворюється в них у результаті обмінних процесів, зокрема реакції дезамінування амінокислот і відновлення нітратів, не нагромаджується в рослинах, а використовується для синтезу азотистих органічних сполук. Слід зазначити, щонадлишок аміачного азоту в тканинах шкідливий для рослин. Основним шляхом зв'язування аміаку в рослинах є взаємодія його з кетокислотами. При цьому утворюються амінокислоти. Вони можуть передавати свої амінні групи іншим кетокислотам (процес переамінування). Цей процес особливо важливий для синтезу білків, а також нових кетокислот, які беруть участь у синтезі жирів, вуглеводів та інших сполук. За участю аміаку утворюються аміди амінодикарбонових кислот – аспарагін та глютамін. Це також запобігає утворенню зайвого аміаку в рослинах. У цілому весь складний цикл синтезу азотистих речовин у рослинах починається з аміаку, а розпад їх завершується його утворенням. За висловом академіка Д.М. Прянішнікова, *аміак є альфою і омегою обміну азотистих речовин у рослинах*.

Залежно від конкретних умов вирощування рослини можуть віддавати перевагу амонійній або нітратній формам азоту. Так, за нейтральної реакції ґрунту перевагу має амонійна форма азоту, а на кислих ґрунтах – нітратна. Неоднаково впливає і катіонний склад ґрунтового розчину на засвоєння мінеральних форм азоту. Так, калій та натрій сприяють засвоєнню нітратів, а кальцій та магній збільшують інтенсивність використання рослинами амонійного азоту. Особливо чутливі до різних форм азотного живлення рослини в молодому віці. Так, сходи рослин, у яких насіння має мало запасних поживних речовин, значно гірше переносять надлишок амонійного азоту, ніж

нітратного, оскільки амонійний азот викликає токсикоз у проростаючого насіння.

1.2.Зміна інтенсивності поглинання рослинами азоту впродовж їх онтогенезу

Слід відмітити, що процеси обміну азотистих речовин і оновлення білків відбуваються впродовж усього життя рослин, але характер і темпи цих процесів різняться по фазах розвитку. При проростанні насіння наявні в ньому білки гідролізуються з утворенням аспарагіну, який використовується на синтез нових білків та інших азотистих сполук. З появою на поверхні ґрунту проростків та формування у молодій рослині перших листків і початком фотосинтетичних процесів вона переходить від гетеротрофного до автотрофного живлення, а потреба в азоті починає вже забезпечуватися за рахунок ґрунтових запасів, яких в більшості випадків не вистачає і тут в нагоді стають внесені азотні добрива. Найбільш інтенсивно рослина починає поглинати азот з ґрунту і використовує його на синтез білків у період максимального росту і утворення вегетативних органів. Нерівномірність засвоєння рослинами азоту покажемо на прикладі озимої пшениці. Зміна інтенсивності поглинання нею азоту впродовж вегетації показана на (рис. 4). З цього (рис. 4) видно, що найбільш інтенсивно рослини пшениці озимої поглинають азот в фазі кущення та вихід в трубку – 28 та 36% відповідно від загальної кількості поглинутого азоту впродовж всієї вегетації. У фазі колосіння і цвітіння інтенсивність поглинання азоту різко знижується до 2% і знов поступово наростає до 16% в період наливу зерна (молочної та воскової його стиглості) (рис. 4). Поряд із зміною інтенсивності поглинання рослинами азоту впродовж вегетації в них також змінюється в часі кількість і відсотковий вміст цього елемента живлення в різних органах.

Інтенсивність засвоєння рослинами озимої пшениці азоту впродовж вегетації

- критичні фази розвитку озимої пшениці:
- проростання насіння і сходи;
- кущіння;
- Вихід у трубку;
- Колосіння і цвітіння;
- Налив зерна

Засвоєння азоту в %:

• 8;



• 28;



• 36;



• 2;



• 16



Рис.4 Зміна інтенсивності засвоєння рослинами пшениці озимої азоту впродовж вегетації

Так, тканини молодих рослин завжди більш багаті азотом. Впродовж вегетаційного періоду загальна кількість азоту у рослині (винос) збільшується, але його відносний вміст у більшості органів зменшується. Так, у надземній частині пшениці при достатньому забезпеченні рослин азотом в перші дні вегетації і до кушення міститься 3,1-5,4% азоту, в фазі виходу в трубку – 2,7-4,3%, цвітіння – 2,4-3,6%, у фазі повної стиглості – близько – 0,4%, а зерні – 2,4-2,9% в перерахунку на суху речовину. За недостатнього вмісту азоту в ґрунті вміст його в рослинах буде нижчим за наведені вище показники по фазах росту. Такі посіви необхідно підживлювати. За високого вмісту азоту в рослинах останні підживлювати недоцільно.

Тут буде доречним відмітити, що у всіх ґрунтово-кліматичних зонах України з трьох головних поживних елементів за впливом на продуктивність рослин і якість вирощеного врожаю **провідна роль належить азоту.**3

посиленням азотного живлення у рослинах зростає синтез азотистих білкових речовин і зменшується кількість вуглеводів (цукрів, крохмалю). Це перш за все пов'язано з тим, що без азоту не може бути білка, а без білка не може бути життя, а життя на планеті Земля буде існувати до тих пір, поки буде збережений на її поверхні родючий шар ґрунту і наявні в ньому в доступній для рослин формі мінеральний азот разом з іншими поживними речовинами. До такого цілковитого розуміння провідної ролі поживного режиму ґрунту і особливо вмісту в ньому мінеральних форм азоту в житті людей і вирішенні продовольчої проблеми на Землі прийшли нині вччені в усьому світі. Бо при дефіциті в ґрунті рухомих форм поживних речовин і насамперед недостатчі в ґрунті мінеральних форм азоту порушуються всі найважливіші функції і розвиток рослин, адже азот надзвичайно важливий органічний елемент. Поряд з білками даний елемент мінерального живлення входить до складу молекул всіх без виключення видів амінокислот, поліпептидів, нуклеїнових кислот, АТФ, міститься у хлорофілі, фосфатидах, алкалоїдах, ферментах, вітамінах, пігментах, фітогормонах та в інших сполуках. Оскільки всі вищеперераховані органічні речовини містять в своєму складі азот, то в такому випадку без азоту не можуть утворюватись в рослинах органічні речовини.

1.3. Ознаки дефіциту азоту в рослинах

Вміст азоту в рослинних білках доволі високий і становить 14-19%. У сухій речовині рослин його вміст варіює від 0,4 до 5%. Слід підкреслити, що всі без виключення ферменти, які є каталізаторами процесів обміну у рослинах, – це білкові речовини. Отже, при виникненні азотного дефіциту буде відбуватися уповільнення процесів біосинтезу, обміну хімічних сполук і зниження інтенсивності фотосинтезу. Також без азоту неможлива побудова хромосом – основних носіїв спадковості й передачі спадкової інформації. При недостатньому азотному живленні рослин в них зменшується нагромадження запасних білків і погіршується якість багатьох видів вирощеної продукції. Тривалими науковими дослідженнями і виробничою практикою переконливо

доведено, що азот завжди був і залишається й, мабуть, будещедовго основним лімітуючим елементом мінерального живлення, а його поступова акумуляція – головним чинником подальшого розвитку родючості ґрунтів.

За нестачі азоту рослини відстають у рості, а їх листки набувають блідо-зеленого, жовтуватого забарвлення. Внаслідок реутилізації (повторного використання поглинутих рослиною елементів живлення для синтезу нових органічних речовин), нестача цього елемента в першу чергу проявляється на листках, що вже закінчили ріст, тобто старих, які зазвичай розташовані в нижній частині стебла. Пожовтіння цих листків через розклад хлорофілу поступово переходить у побуріння тканин та їх засихання, особливо верхнього кінчика листка, що в кінцевому результаті зменшує продуктивність рослин, знижує інтенсивність проходження в них біохімічних процесів і погіршує якість вирощеної продукції. Нормальне азотне живлення, навпаки, підвищує продуктивність рослин. При цьому листя має темно-зелене забарвлення, рослини добре кущаться, формують велике листя і повноцінні репродуктивні органи, в яких прискорюється синтез білка, і вони тривалий час впродовж всієї вегетації зберігають свою активну життєдіяльність.

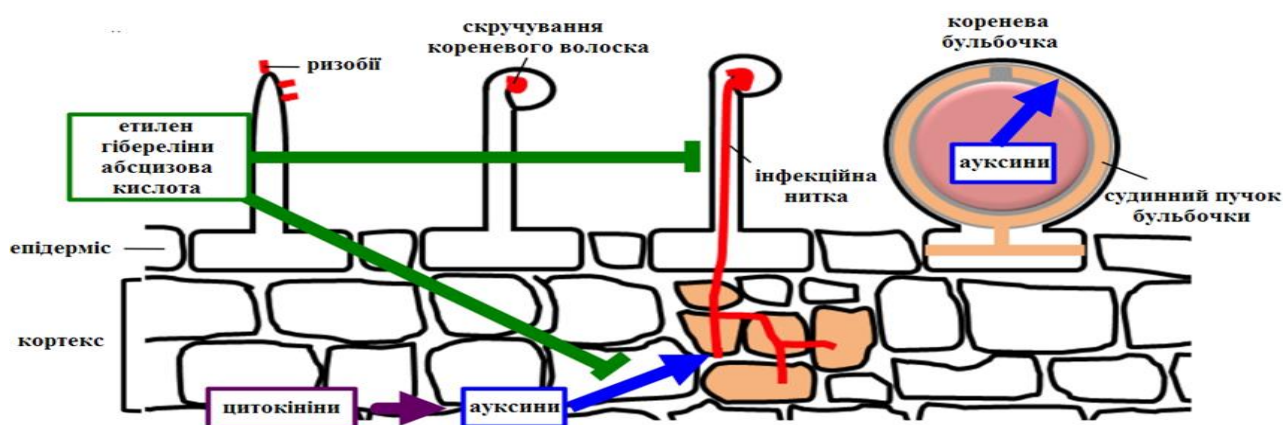
У зв'язку з цим потреба сільськогосподарських культур в азоті порівняно з іншими елементами мінерального живлення виявляється частіше і більшою мірою. Тому вплив азоту на врожайність сільськогосподарських культур є найвищим і як наслідок цього, найбільш повна реалізація генетичного потенціалу сучасних сортів і гібридів тісно пов'язана з необхідністю успішного вирішення проблеми азоту в землеробстві. А вже вітчизняна і зарубіжна сільськогосподарська практика переконливо доводить, що неможливо отримувати високі врожаї всіх без виключення сільськогосподарських культур без внесення азотних добрив. Виявляється ця проблема характерна не тільки для нашої держави, вона також стосується і інших країн світу.

1.4. Причини виникнення дефіциту мінеральних форм азоту в різних типах ґрунтів України

Виникнення існуючої нині проблеми азоту в мінеральному живленні рослин і в землеробстві різних країн світу можна пояснити двома головними причинами. Ці причини пов'язані, перш за все, з наявністю трьох міцних ковалентних зв'язків між атомами в молекулі азоту на розривання яких потрібно витратити велику кількість енергії, низьким вмістом в ґрунті мінеральних форм азоту та недостатнім використанням можливостей бобових культур в поповненні ґрунтових запасів біологічним азотом. А тепер давайте розглянемо кожен з цих причин більш детально.

По-перше, сільськогосподарські рослини, крім бобових культур, не здатні безпосередньо споживати азот з повітря, який становить 78,2% його об'єму і 75,6% по масі. У фізичній вазі кількість молекулярного азоту в атмосфері дуже велика. Так, над кожним гектаром земної поверхні в атмосфері є близько 70 тис. тонн молекулярного, на превеликий жаль, не доступного для рослини азоту. Практично на нашій планеті запас молекулярного газоподібного азоту невичерпні – $3,8 \cdot 10^{15}$ т. Однак, не дивлячись на таку велику кількість молекулярного азоту, кількість хімічно зв'язаного азоту, що зазвичай утворюється в атмосфері під час грозових розрядів, невелика – до 2-5 кг/га щорічно. Цей азот у вигляді аміаку і нітратів разом з опадами надходить в ґрунт, але його кількість незначна й ні в якій мірі не в змозі вирішити цієї важливої проблеми, навіть частково. Тобто за рахунок грозових розрядів, які виникають в атмосфері весною та влітку за дощової погоди під час блискавок, неможливо в повній мірі забезпечити потребу рослин у мінеральному азоті. Отже, небіологічні процеси фіксації азоту за рахунок грозових розрядів та під впливом ультрафіолетових променів в кількісному відношенні несуттєві, так як разом дають не більше 0,5% хімічно зв'язаного азоту. Лише бобові рослини за допомогою бульбочкових бактерій здатні засвоювати цей елемент мінерального живлення безпосередньо з атмосферного

повітря, переводячи його в амонійну та нітратну форми в значній кількості (рис. 5). З цією метою насіння бобових культур інокуюють спеціальними бактеріальними препаратами, які містять у своєму складі бульбочкові бактерії, що проникають через клітинні оболонки в цитоплазми, інтенсивно розмножуються і фіксують атмосферний азот, забезпечуючи ним бобові культури впродовж їх вегетації. Бобові культури в свою чергу забезпечують ці бактерії готовими органічними речовинами. Таким чином між ними виникає симбіоз (рис. 5).



Взаємозв'язок бульбочкових бактерій з клітинами тканин кореня сої.



Рис. 5 Бульбочкові бактерії на коренях рослин сої

За таких умов мікробіологічне зв'язування молекулярного азоту атмосфери забезпечує його перехід від інертного до мобільного і здійснюється великою групою мікроорганізмів, поширених у різних ґрунтах. В даному

випадку відношення бульбочкових бактерій і бобових рослин взаємовигідні (рис. 5). За рахунок бульбочкових бактерій в ґрунт може надходити від 80 до 200 кг/га біологічного азоту. Всі інші рослини, крім бобових, вирішувати проблему азотного живлення таким чином не в змозі і їм потрібно надати готовий для споживання азот в мінеральній формі. Вільноживучі азотфіксуючі ґрунтові бактерії також вирішити цю проблему не в змозі, оскільки вони переводять атмосферний молекулярний азот в мінеральну форму в незначній кількості. Тому в даному випадку потрібно шукати інші, більш надійні, джерела надходження в ґрунт цього досить важливого елемента мінерального живлення рослин.

По-друге, головним джерелом азоту у ґрунті для живлення рослин є вміст у ґрунті мінеральних форм азоту (амонійного та нітратного), а також лабільної азотовмісної органічної речовини, здатної за сприятливих метеорологічних умов до швидкої мінералізації. Однак, на превеликий жаль, практично весь азот в орних ґрунтах України знаходиться в негідролізованих органічних сполуках, тобто у важкорозчинній і недоступній рослинам формі. Джерелом надходження органічних сполук у ґрунт є органічні добрива та різні рослинні рештки. Давайте проведемо прості математичні розрахунки і подивимось, яку кількість доступного для рослин мінерального азоту можна отримати за внесення органічних добрив. На отримання 100-150 кг доступних для живлення рослин мінеральних форм азоту (враховуючи, що в гумусі утримується близько 5% азоту) повинно мінералізуватись 2-3 т/га гумусу. Прості розрахунки показують, що одна тонна гною на чорноземах утворює близько 0,07 тонни гумусу, тобто для відновлення 2-3 тонн гумусу необхідно вносити щорічно не менше 30-40 т/га гною, якого в нашій державі в такій кількості нині немає, що пов'язано з різким скороченням чисельності поголів'я великої рогатої худоби. Наслідком цього є отриманий невтішний результат: в ґрунтах України доступного для рослин азоту у вигляді нітратів і сполук амонію дуже мало. До того ж основна маса азоту ґрунту входить до складу різних органічних сполук, рослинних решток та перегнійних речовин і перебуває в

недоступному для живлення рослин стані. В них зосереджена основна маса ґрунтового азоту (рис 6). Вміст загального азоту в орному шарі різних типів ґрунтів невисокий і варіює від 0,05 до 0,3% та прямо залежить від наявності в них органічних речовин. Запаси його в орному шарі ґрунту варіюють від 2,4 до 8,7 т/га (табл. 6). Дослідження, проведені на основі великого масиву даних, показали, що існує пряма залежність (коефіцієнт кореляції $r > 0,9$) між вмістом у ґрунтах загального азоту і гумусу. Ґрунтові відміни нечорноземної зони містять такі кількості валового азоту: супіщані 0,05-0,07%, суглинкові 0,10-0,20, глинисті 0,10-0,23, торфяні 0,5-1%.

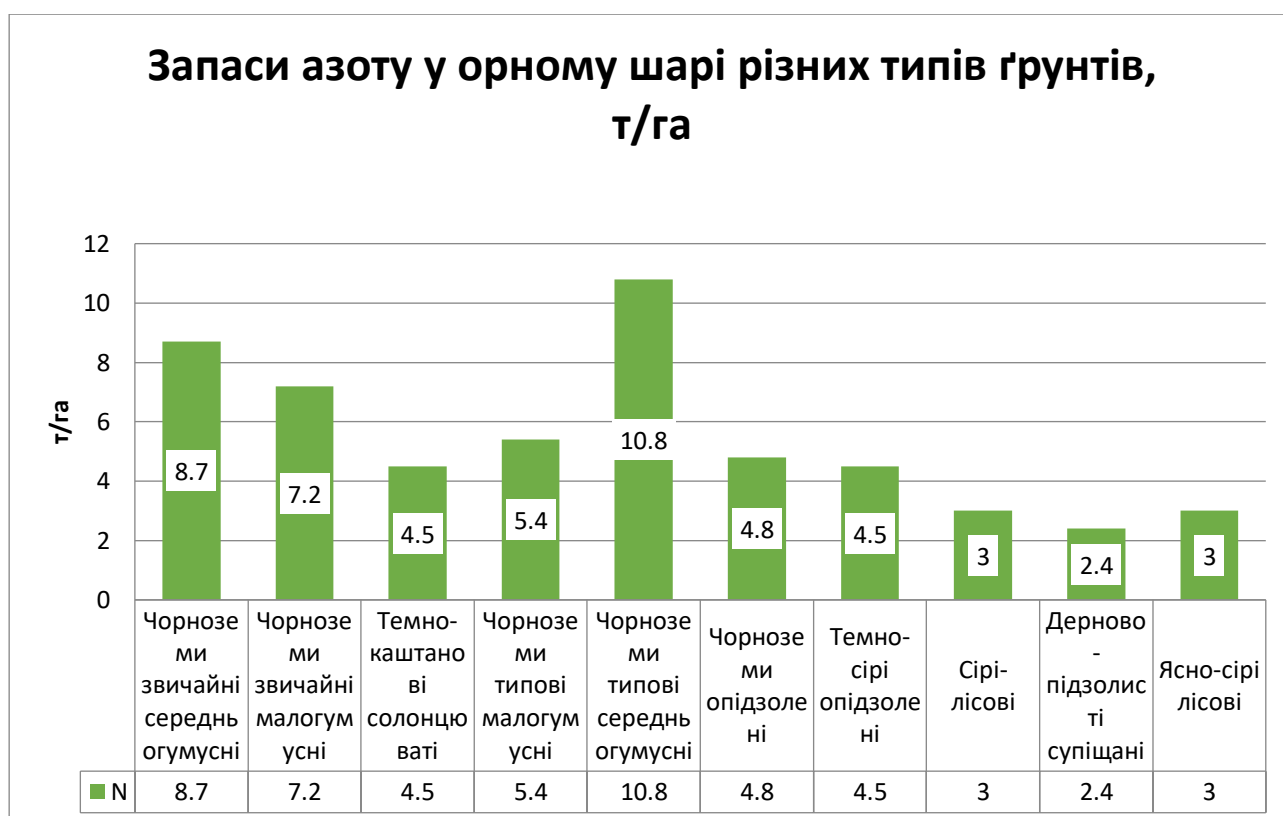


Рис. 6 Запаси валового азоту т/га в різних типах ґрунтів України

Надзвичайно важливу роль як джерело азоту в ґрунті відіграє гумус, але в більшості ґрунтів України його запаси поступово зменшуються. Найменше міститься гумусу в ґрунтах Полісся (2,0%), значно більше - в Лісостепу (3,6%) і Степу (3,5%). Цей показник варіює досить сильно по окремих адміністративних областях: поліських – від 1,6 до 2,8%, лісостепових – від 2,8 до 4,9%, степових – від 2,3 до 4,5%. Слід відмітити, що гумус в ґрунті знаходиться в стані

постійного оновлення і тому потрібно дбати, щоб його синтез перевершував розклад, а баланс завжди був тільки позитивним. Лише в такому випадку в ґрунті завжди буде достатня кількість мінеральних форм азоту, яких в більшості випадків не вистачає для забезпечення потреб рослин. Результати агрохімічних аналізів переконливо показують, що тільки приблизно 1% азоту від загальної кількості його ґрунтових запасів перебуває у вигляді мінеральних сполук, які можуть поглинатися з ґрунтового розчину кореневими волосками рослин. Багатші на органічні речовини чорноземні ґрунти містять у своєму складі трохи більше мінерального азоту, але навіть їх запаси також порівняно невеликі тому, що вони варіюють в межах всього лише 2-3% від загальних азотних запасів. В зв'язку з цим, в більшості випадків і в цих ґрунтах, особливо після поганих попередників (соняшнику, зернової кукурудзи, сорго та ін.) в ґрунтовому розчині залишається рослинам сільськогосподарських культур дуже мало мінеральних форм азоту. Постачання рослин мінеральними формами азоту з органічних речовин ґрунту може відбутися лише після їх мінералізації за активної участі ґрунтових мікроорганізмів та ферментів, а для цього потрібно, щоб у ґрунті склався сприятливий для мікробіоти температурний і водний режим, при якому вона буде в змозі активно розмножуватися і виконувати свої функції. В даному випадку сприятливі температура і вологість – це лише умови для розкладу органічної речовини, а сам процес її мінералізації відбувається під впливом, дощових черв'яків, мікроорганізмів і ферментів, які цими мікроорганізмами виділяються в ґрунтовий розчин. В даному випадку органічна речовина ґрунту служить субстратом і джерелом енергії для ґрунтової мікрофлори. Від її кількості і хімічного складу залежить характер та інтенсивність мікробіологічних процесів, що проходять в ґрунті (рис. 7).



Рис. 7 Грунтова біота, яка приймає активну участь в мінералізації гумусу

Перші дослідження з вивчення процесу мікробіологічного розкладання органічної речовини, перетворення її в гумус і послідууючої його мінералізації з утворенням амонійного та нітратного азоту почали проводитись ще в 1880 році П. А. Костичевим, який належить до плеяди вчених, що були піонерами з вивчення цього досить важливого природного процесу. Йому між іншим, належить висновок, що темнозбарвлені продукти розкладання рослинних тканин (гумусні речовини) не отримуються в присутності лише одних бактерій, а є результатом сумісної життєдіяльності бактеріальних і грибкових мікроорганізмів, актиноміцетів та хімічної взаємодії складових частин розкладаючого органічного азотовмісного матеріалу (рис. 7). Амоніфікуючі бактерії, актиноміцети, мікроскопічні гриби й інші мікроорганізми обумовлюють мінералізацію органічної речовини ґрунту і здійснюють вивільнення доступних для рослин спочатку амонійного, а потім вже і нітратного азоту. Нині процес мікробіологічного розкладання органічної речовини широко використовується в технологічному процесі при виробництві біогумусу та при виготовленні компостів.

В ґрунті постійно проходить такий процес: органічна азотовмісна речовина послідовно перетворюється на такі мінеральні форми азоту: >NH_2^+ >NH_4^+ >NO_3^- . Однак, чисельність мікроорганізмів, які приймають участь в мінералізації органічних решток і метаболізмі азоту весь час під впливом антропогенного фактору зменшується (табл.1). Це перш за все пов'язано із зменшенням вмісту гумусу в ґрунті (рис. 8), яке викликане різким скороченням внесення в ґрунт органічних добрив (рис. 10).



Рис.8 Вміст гумусу в ґрунтах різних адміністративних областей України

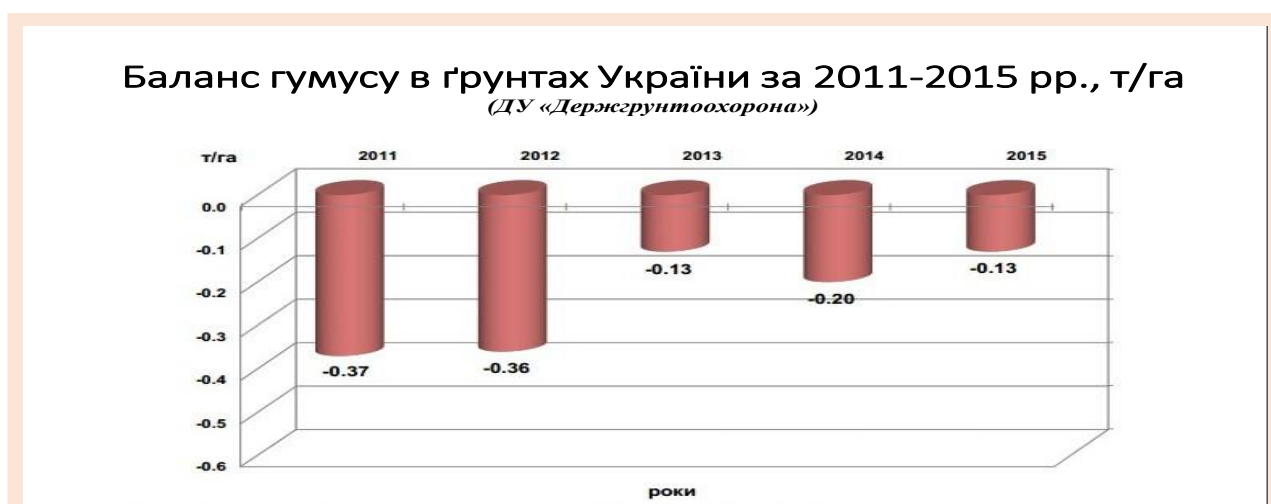


Рис. 9 Від'ємний баланс гумусу в ґрунтах України

В результаті в ґрунтах нашої держави формується з року в рік від'ємний баланс гумусу (рис.9). Існує доволі тісна залежність між кількістю внесених в ґрунт органічних добрив і вмістом в ґрунті гумусу (рис.10, 11).

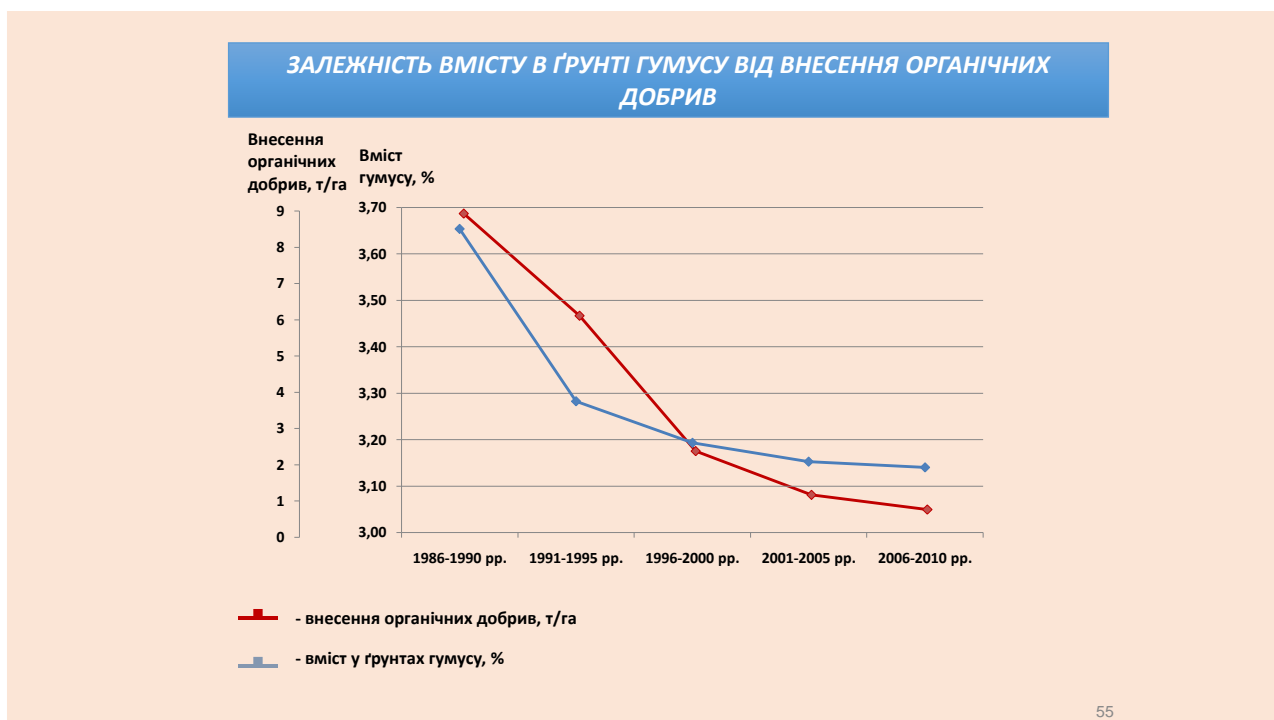


Рис. 10. Залежність між вмістом у ґрунті гумусу і кількістю внесення органічних добрив

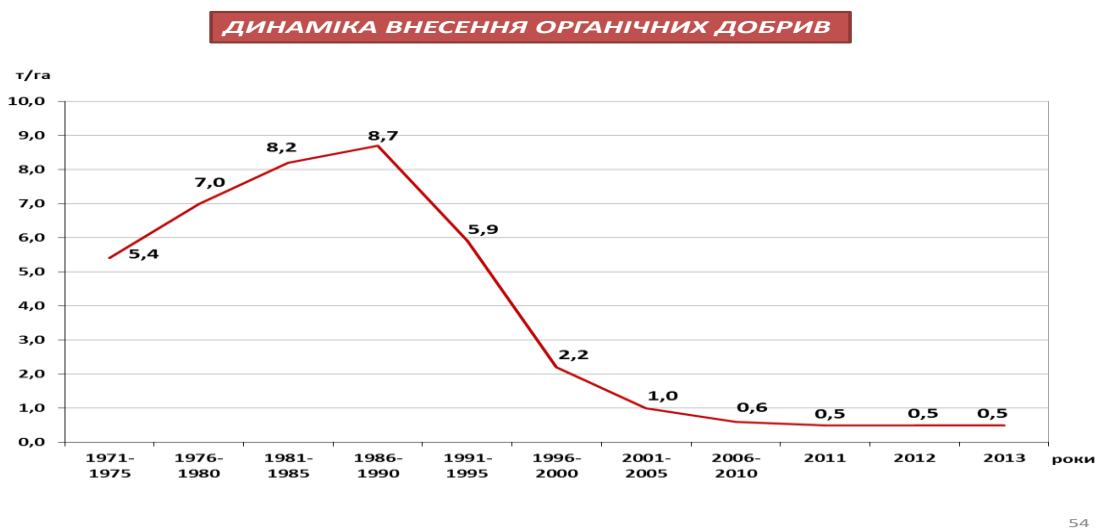


Рис. 11 Зменшення обсягів внесення органічних добрив у господарствах України

В ґрунті, за створення в ньому сприятливих умов для проходження мінералізації, азотовмісні органічні сполуки рослинних решток під впливом амоніфікуючих і нітрифікуючих бактерій поступово перетворюються на катіони NH_4^+ та аніони NO_3^- і потім поглинаються корінням рослин. Спочатку амоніфікуючі бактерії, актиноміцети, мікроскопічні гриби проводять мінералізацію органічної речовини в ґрунті з послідуочим вивільненням з неї доступного для рослин амонійного азоту. У подальшому окисленні аміачних солей до азотистої кислоти (перша фаза) беруть участь бактерії роду *Nitrosomonas*, *Nitrocystis* і *Nitrosospira*, а до азотної кислоти (друга фаза) – бактерії роду *Nitrobacter*. В основі нітрифікації лежить дегідрування аміаку, що здійснюється ферментом дегідразою, і з'єднання азоту з киснем за допомогою відповідних оксидаз.

Таблиця 1

Зменшення чисельності амоніфікувальних бактерій млн./г ґрунту під впливом антропогенного чинника

| Шари ґрунту, см | Чисельність бактерій, млн./г ґрунту | | Коефіцієнт мінералізації і іммобілізації азоту |
|-----------------|-------------------------------------|--------------------------------|--|
| | амоніфікувальні | які засвоюють мінеральний азот | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| рілля | | | |
| 0 – 5 | 1,2 ± 0,06 | 5,9 ± 0,2 | 4,9 |
| 5 – 10 | 0,9 ± 0,06 | 3,1 ± 0,0 | 3,4 |
| 10 – 15 | 0,9 ± 0,03 | 3,3 ± 0,2 | 3,7 |
| 15 – 25 | 1,3 ± 0,02 | 4,5 ± 0,1 | 3,5 |
| 25 – 35 | 1,1 ± 0,05 | 2,5 ± 0,1 | 2,3 |
| 35 – 45 | 0,9 ± 0,04 | 1,7 ± 0,2 | 1,9 |
| 45 – 65 | 0,8 ± 0,02 | 1,4 ± 0,1 | 1,8 |
| цвітня | | | |
| 0 – 5 | 1,3 ± 0,02 | 11,1 ± 0,3 | 8,5 |
| 5 – 10 | 1,6 ± 0,04 | 4,7 ± 0,1 | 2,9 |
| 10 – 15 | 1,5 ± 0,04 | 3,9 ± 0,4 | 2,6 |
| 15 – 25 | 1,3 ± 0,04 | 3,4 ± 0,2 | 2,6 |
| 25 – 35 | 1,2 ± 0,07 | 2,5 ± 0,2 | 2,1 |
| 35 – 45 | 1,1 ± 0,04 | 2,2 ± 0,1 | 2,0 |
| 45 – 65 | 0,6 ± 0,04 | 1,9 ± 0,1 | 3,2 |

Цей процес можливий за певних умов, а саме: оптимальної (22-25°C) температури ґрунту, близької до нейтральної реакції ґрунтового розчину, наявності кисню й вологи, спеціальних мікроорганізмів нітрифікаторів. Фактично процес нітрифікації триває з кінця весни до середини осені. Таким

чином, трансформація азоту самим тісним чином пов'язана з ґрунтовою мікрофлорою і від її діяльності залежить азотний режим ґрунту, тобто кількість у ньому мінеральних форм азоту. Процес мінералізації органічної речовини найбільш активно проходить за створення в ґрунтісприятливого гідротермічного режиму. В ґрунті немає жодного процесу в якому б не приймала активну участь мікрофлора. Під час сільськогосподарського використання ґрунтів, займаючись землеробством, людина розорює їх, вносить в них різноманітні види токсичних речовин у вигляді пестицидів (гербіцидів, фунгіцидів, інсектицидів, дефоліантів і т.д.), важких металів і т.д., які за своєї сукупної дії зменшують чисельність у ґрунті корисної мікрофлори і в результаті погіршується азотний режим ґрунту (табл. 1).

Поряд з мінеральним азотом може бути доступним для рослин ще і легкогідролізований азот, який служить першим резервом для збагачення ґрунтів на мінеральні форми азоту. В основному він представлений азотом амідів та амінокислот, які можуть швидко мінералізуватись і забезпечити рослини мінеральними формами азоту впродовж всього вегетаційного періоду. Але середньозважений вміст легкогідролізованого азоту в ґрунтах України невисокий і становить всього лише 105,4 мг/кг ґрунту. В цілому в ґрунтах України переважає дуже низький та низький вміст легкогідролізованого азоту на більшій частині площ орних земель (93,1% площ), у тому числі на Поліссі – 90,5%, Лісостепу – 94,3% та Степу – 93,3% наявних посівних площ.

Слабкодоступним і майже недоступним для рослин в ґрунті є важкогідролізований і негідролізований азот відповідно. Важкогідролізований азот – можливий подальший резерв для збагачення ґрунтів на мінеральні форми азоту; цей азот представлений тільки амінами, частиною необмінного аміаку та азотом гумінів, а негідролізований азот представлений меланінами, бітумами, необмінним амонієм і майже не бере участь в азотному обміні між ґрунтом і рослиною.

По-третє, в умовах сучасного землеробства, крім поповнення ґрунту азотом, весь час відбувається його витрачання внаслідок використання рослинами і виносу з урожаєм, а також в результаті вимивання з ґрунту опадами і поливними водами нітратної форми азоту. В рослинах, і особливо в їх генеративних органах, міститься велика кількість азоту, яка кожен рік з основною продукцією вилучається з полів. Значна кількість азоту втрачається за рахунок сильного розвитку ерозійних процесів й особливо денітрифікації та з інших причин, як із самого ґрунту, так із внесених в нього азотних добрив. Значні втрати азоту викликає денітрифікація, яка проходить під впливом денітрифікуючих бактерій і призводить до втрачання цього поживного елемента у вигляді молекулярного азоту або його оксидів NO та N₂O. Здійснюється денітрифікація численною групою бактерій, що носять загальну назву денітрифікаторів (*Bact. denitrificans*, *Bact. stutzeri*, *Bact. fluorescens* і ін.). Як свідчать результати досліджень, найбільша частка втрат азоту із всіх вище перелічених видів все ж таки відбувається за рахунок процесів денітрифікації і надходження різних газоподібних форм азотних сполук в атмосферу. Завдяки цьому й ті невеликі запаси в ґрунті мінерального азоту збіднюються.

Втручання людини у багатовіковий процес ґрунтоутворення, і, перш за все, розорювання цілинних земель внесло суттєві зміни у природний замкнений колообіг поживних речовин, який віками постійно проходив в ґрунті. Використання ґрунтів для сільськогосподарського виробництва призвело до інтенсифікації мінералізації органічної речовини ґрунту, порушення складного процесу відтворення головних показників їх потенційної родючості. Натомість стали активно розвиватись різні види деградації ґрунтів, які пов'язані з погіршенням фізичних, агрохімічних та фізико-хімічних показників. Особливо сильне занепокоєння викликає дегуміфікація, яка охопила всі без виключення типи ґрунтів України й зумовлює систематичне поступове зменшення вмісту в них гумусу, а разом з тим збіднює їх азотний фонд. За таких умов вирощування сільськогосподарських культур на наших полях супроводжується інтенсивним

розкладанням гумусу, яке значно перевершує його синтез і призводить до виникнення дефіциту в ґрунті поживних речовин. Цілком очевидно, що **в нинішніх умовах господарювання на українських ґрунтах сучасних агрохолдингів, корпорацій та фермерських господарств з різною формою власності всі зусилля їх керівників направлені на грабіжницьке використання наявних запасів поживних речовин і особливо ґрунтового азоту за рахунок впровадження у виробництво інтенсивних технологій вирощування, передусім тих сільськогосподарських культур, які забезпечують високу рентабельність – переважно соняшнику, ріпаку та кукурудзи і це відбувається на фоні практичного виведення із сівозміни зернобобових і багаторічних трав. За таких умов господарювання азотний фонд ґрунтів невдовзі буде повністю вичерпаним.**

1.4. Шляхи створення бездефіцитного балансу гумусу в ґрунті

Який же вихід з цього скрутного становища, що виникло нині в сільському господарстві України? Перш за все потрібно терміново відновлювати тваринництво. На кожен гектар ріллі повинна бути одна корова, за рахунок гною якої можна буде поступово відновлювати втрачені запаси гумусу в ґрунті і поліпшувати зруйновану його структуру. Використання лише одних мінеральних добрив без органічних неминуче призведе до прискорення мінералізації гумусу ґрунтовими мікроорганізмами, на ченеодноразово звертав увагу в своїх наукових працях В.Р. Вільямс й це нині повсюдно спостерігається на території нашої держави. Щорічні втрати гумусу через підвищення темпів мінералізації органічної речовини порівняно з їх накопиченням на території України становлять 18 млн. тонн на всій площі ріллі, або 0,6 т/га за рік. У районах з сильною водною ерозією та дефляцією втрати гумусу ще більші. Так, на Поліссі лише за водної ерозії середньорічні втрати гумусу дорівнюють 2,4 млн. т, у лісостеповій зоні –10,3, у степовій –11, в цілому по Україні –23,7 млн. т. (рис.12).



Рис. 12 Розвиток в Україні ерозійних процесів

В умовах гострої економічної кризи в господарствах з різною формою власності вирощування сільськогосподарських культур ведеться за рахунок нещадної експлуатації природної родючості ґрунтів, що призводить до зменшення гумусних запасів. Щоб цього не відбувалося в майбутньому, потрібно технології вирощування всіх сільськогосподарських культур перевести на **гумусозберігаючі**. Справа в тому, що між запасами в ґрунті гумусу і врожайністю сільськогосподарських культур існує тісний кореляційний зв'язок, який виражається коефіцієнтом кореляції 0,8-0,9. Зазначимо, що існуючий зв'язок при таких показниках коефіцієнтів вважається дуже тісний. Для цього бажано у виробничих умовах підтримувати бездефіцитний баланс гумусу за рахунок широкого використання зональних оптимізованих систем удобрення і внесення в ґрунт органічних добрив. Для ведення землеробства з бездефіцитним балансом гумусу слід вносити гною в середньому на 1 га сівозміни на Поліссі – 15-16 т, в лісостеповій зоні – 10-12, в степовій – 8-10 т. Для розширеного відтворення гумусу внесення органічних добрив найближчим часом слід збільшити в зоні Полісся до 18-20 т/га, в лісостеповій зоні – 13-15 т/га, в степовій зоні – 10-12 т/га, тобто в середньому по країні до 11 т/га. Важливим резервом поновлення органічної речовини

угрунті є рослинні рештки, що залишаються на полі після проведення збирання врожаю сільськогосподарських культур. З підвищенням врожайності їх кількість зростає. В сівоzmіни потрібно обов'язково ввести багаторічні трави, серед яких в степовій зоні в сівоzmінах обов'язково повинна завжди бути присутня люцерна (рис.13).



Рис. 13. Посіви люцерни в сівоzmіні

В умовах природних зон України посіви багаторічних трав у польових сівоzmінах забезпечують щорічне поповнення втрат гумусу в ґрунтах: Полісся – близько 0,2, лісостепова зона – 0,1 т/га. Істотним джерелом органічної речовини є сидерати.



Рис. 14. Загортання в ґрунт сидеральних культур

Їх щорічне вирощування на площі 10 млн.га дозволило б накопичувати 250 млн. т біомаси, що еквівалентно 100 млн. т. гною (рис.14). При інтенсивному землеробстві доцільною є проміжна культура сидератів, що дає змогу використовувати зелене добриво в сівозмінах без зміни структури посівних площ. Джерелом збільшення внесення органічних добрив і підвищення запасів гумусу в ґрунті є внесення соломи (рис.15). За вмістом органічної речовини та здатністю відтворення гумусу 1т соломи є еквівалентом 4-5т підстилкового гною.



Рис.15 Солома важливий резерв поповнення запасів органічної речовини в ґрунті

Оскільки співвідношення С:N в соломі злакових є значним і становить 70-80 до 1, то для підвищення коефіцієнта гуміфікації під час їх внесення потрібно на кожну її тону додатково вносити 8-10 кг діючої речовини мінерального азоту. Серед існуючого асортименту азотних добрив для прискорення мінералізації соломи найбільш доцільно використовувати розчини КАС. Для задоволення потреб землеробства в органічних добривах разом з використанням традиційних їх видів потрібно вишукувати нові органічні матеріали. Це насамперед сапропелі, різні відходи органічних речовин гідролізної, харчової, шкіряної промисловості, компости та ін.

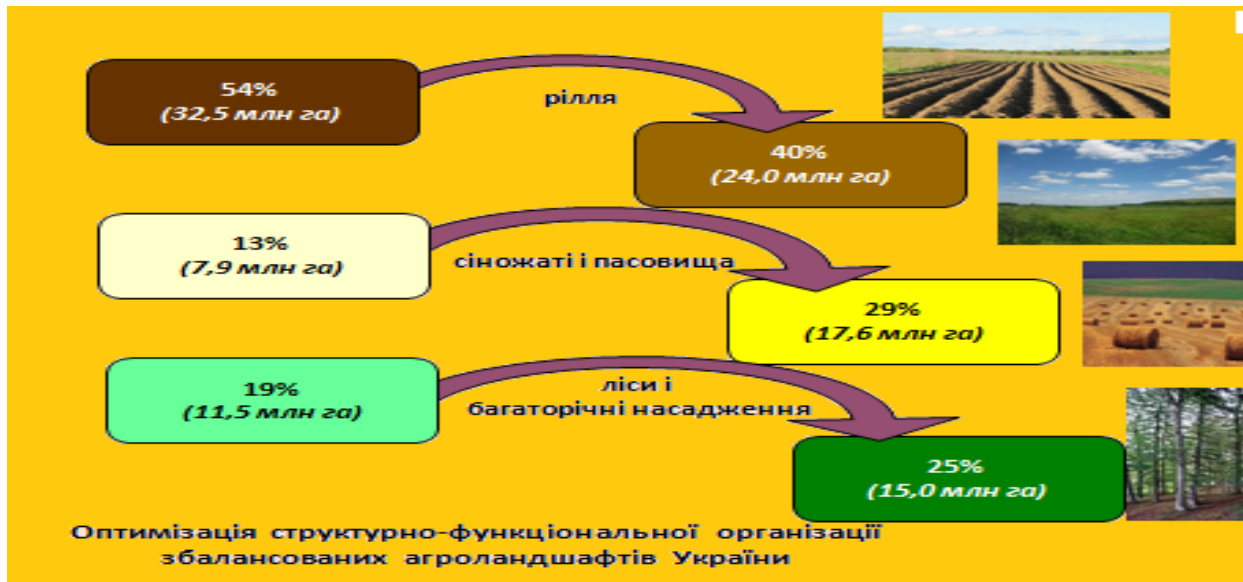


Рис.16 Оптимізація структурно-функціональної організації агроландшафтів України

Потрібно терміново провести структурно-функціональну організацію агроландшафтів України, шляхом виведення з ріллі малопродуктивних земель і переведення в луки та пасовища землі схильні до розвитку на них ерозійних процесів. Це особливо стосується земель розташованих на схилах з кутом нахилу більше семи градусів (рис. 16). Ґрунти розташовані на схилах розпаюванню не повинні підлягати і на них терміново потрібно виконати протиерозійні заходи.

Ліквідувати існуючий дефіцит в ґрунті мінеральних форм азоту можна за рахунок внесення в нього азотних добрив. Однак, дуже складно правильно прорахувати потреби рослин у азотних добривах. Для цього недостатньо знати, який об'єм поживного елемента потрібний певній культурі, виходячи з очікуваного рівня врожайності. Важливими факторами тут є мінералізація ґрунтового органічного азоту, можливе допостачання азоту далі впродовж вегетації рослин, а також його імовірна фіксація у ґрунті. Так, високий рівень мінералізації дає можливість скорочувати норму внесення азотних добрив, хоча прорахувати постачання азоту дуже важко. Це пов'язано з тим, що воно сильно залежить від перебігу погодних умов. Залежно від того, як швидко прогріватиметься ґрунт, скільки в ньому буде вологи і наскільки активно одразу

ж спрацюють мікроорганізми, які здійснюють мінералізацію, вивільнення азоту може проходити, як повільно і в необхідний культурі час, так і блискавично, в період, коли потреби в елементі вже може і не бути. Різні попередники також здатні по різному впливати на ймовірне вивільнення азоту з їхніх поживних решток. Так, найвищий ступінь мінералізації спостерігається після вирощування бобових. Як імовірний об'єм вивільненого азоту залежить від виду ґрунтів, так різні ґрунти потребують різного об'єму так званого залишкового азоту. Відповідно, при розрахунку фактичної потреби в удобренні враховується цілий ряд показників.

Важливу роль у відновленні втрачених запасів гумусу є впровадження у виробництвозональних науково обґрунтованих сівозмін та ґрунтозахисних технологій обробітку ґрунту, різноманітних органічних, мінеральних та бактеріальних добрив, пестицидів та стимуляторів росту, меліоративних засобів і заходів, сучасних сільськогосподарських машин тощо.

2. Азотні добрива

2.1. Структура українського ринку азотних добрив

Виробнича практика переконливо показала, щоголовною складовою в системах удобрення кожної сільськогосподарської культури є використання азотних добрив. Азотні добрива представлені в трьох групах: гранульовані, рідкі та водорозчинні. Найбільшого поширення набула гранульована форма (аміачна селітра, карбамід, вапнякова аміачна селітра, вуглеаміакати та ін.). Рідкі мінеральні добрива представлені в наступному асортименті: аміак безводний (який можна швидше віднести до газоподібної форми), аміачна вода, рідкі комплексні добрива РКД і карбамід-аміачні суміші КАС трьох марок (КАС-28, КАС-30 і КАС-32). Ці азотні добрива використовуються в широких масштабах у виробничих умовах. До того ж виробництво азотних добрив випереджає по обсягам всі інші туки. Аналогічна тенденція спостерігається і на світовому ринку азотних туків. Міжнародна асоціація виробників добрив прогнозує

щорічний ріст світового виробництва азотних добрив на рівні 1,8%, а використання – на 1,2%. Така тенденція в виробництві азотних добрив буде спостерігатись з 2016 по 2021 роки.

В умовах сьогодення виробництво азотних добрив в Україні в основному зорієнтовано на експорт. З 2011 р. по 2017 р. частка експорту в загальному обсязі виробництва азотних туків становила в середньому від 45 до 68%. Виключенням із цього є лише карбамідно-аміачна суміш КАС, частка експорту якої у виробництві азотних туків не перевищує 0,5%. В той же час, національний виробник азотних добрив не забезпечує вітчизняні потреби агропромислового комплексу, за виключенням потреб у карбаміді. Однак, після введення антидемпінгових податків на аміачну селітру в 2014 році ціни виросли й на карбамід, що відбулося синхронно з ростом цін на аміачну селітру і карбамід-аміачну суміш. Існуючий внутрішній дефіцит азотних добрив частково ліквідується за рахунок імпорту, частка якого становить близько 22-23% (в середньому за останні 5 років). Слід відмітити, що сучасна орієнтація азотної тукової промисловості на експорт відбувається в скрутних економічних умовах, коли вітчизняний товаровиробник відчуває гостру потребу в азотних добривах. За рахунок експорту азотних добрив відбувається зростання врожайності сільськогосподарських культур за кордоном, оскільки проведеними науковими дослідженнями в різних країнах світу переконливо доказано, що азотні добрива відіграють домінуючу роль в зростанні врожайності сільськогосподарських культур і поліпшенні біохімічних показників якості вирощеної продукції.

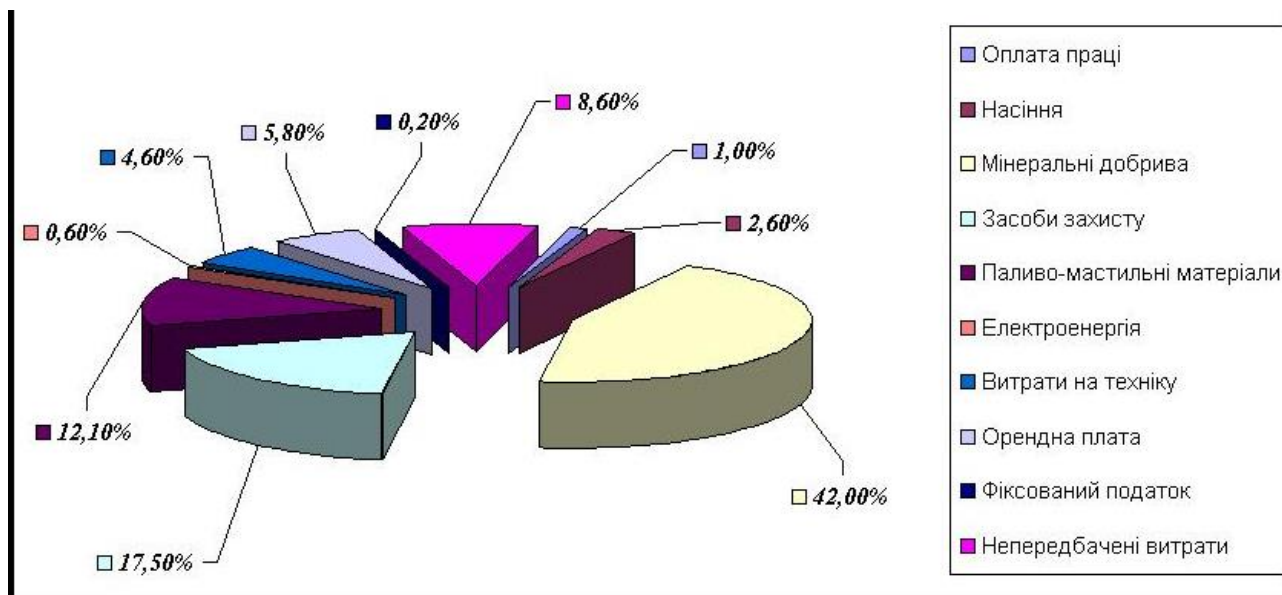


Рис.17 Порівняльна оцінка витрат в технологіях вирощування зернових колосових культур

Також слід відмітити, що в технологіях вирощування більшості сільськогосподарських культур нині витрати на добрива доволі значні і становлять майже 42% (рис. 17), тому їх використання повинно бути науково обґрунтованим.



Рис. 18. Домінування виробництва азотних добрив в Україні

У всьому світі в Україні зокрема, простежується стійка тенденція до зростання виробництва і застосування азотних добрив, які в промисловості виробляють з аміаку та азотної кислоти (рис.18).

Азотні добрива, які містять менше ніж 35% азоту, вважають простими, а добрива що містять більше ніж 35% азоту –концентрованими.До концентрованих відносятьлише два види азотних добрив –безводний аміак (83% азоту)і карбамід (46% азоту). Сучасний асортимент азотних добрив відносно невеликий і представлений такими їх видами: безводний аміак, аміакати,аміачна вода, хлорид амонію, аміачна селітра, кальцієва селітра, вапняно-аміачна селітра, натрієва селітра, сульфат амонію, сульфат-нітрат амонію, карбамід, вуглеамонійні солі і карбамід-аміачні суміші, які скороченопозначаються - (КАС).Дольова частка КАС в структурі українського ринку виробництва азотних добрив ще на жаль невелика і становитьвсього лише 9% (рис.20). Однак, спостерігається стійка тенденція до зростання дольової частки КАС в стуктурі азотного ринку на 7% в 2015-2016рр. в порівнянні з 2012 роком (рис.19). В умовах сьогодення синтезовані й інші спеціальні азотні добрива (сечовино-формальдегідні, сечовино-ацетальдегідне, кротонілдендисечовина, ізобутилідендисечовина, оксамід), аленині у виробничих умовах ці туки використовуються дуже рідко і їх дольова частка в структурі азотних добрив нашої державизаймає менше 1%.

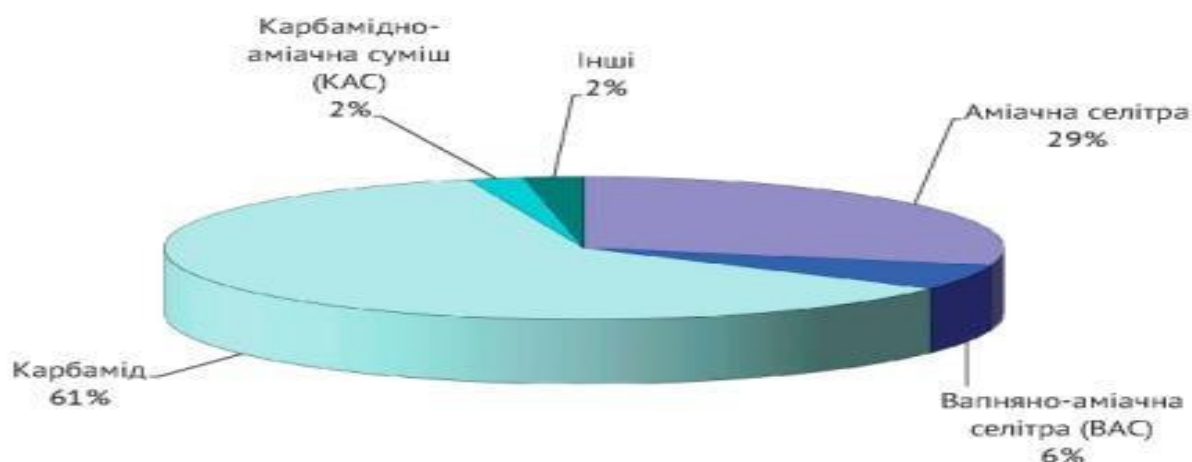


Рис.19.Дольова частка КАС в структурі українського ринку азотних добрив у 2012 році

Вони в основному належать до повільнодіючих пролонгованих азотних добрив з важкорозчинною у воді формою азоту. Вони можуть бути використані лише на гідроморфних ґрунтах з надмірною вологістю та при зрошенні.

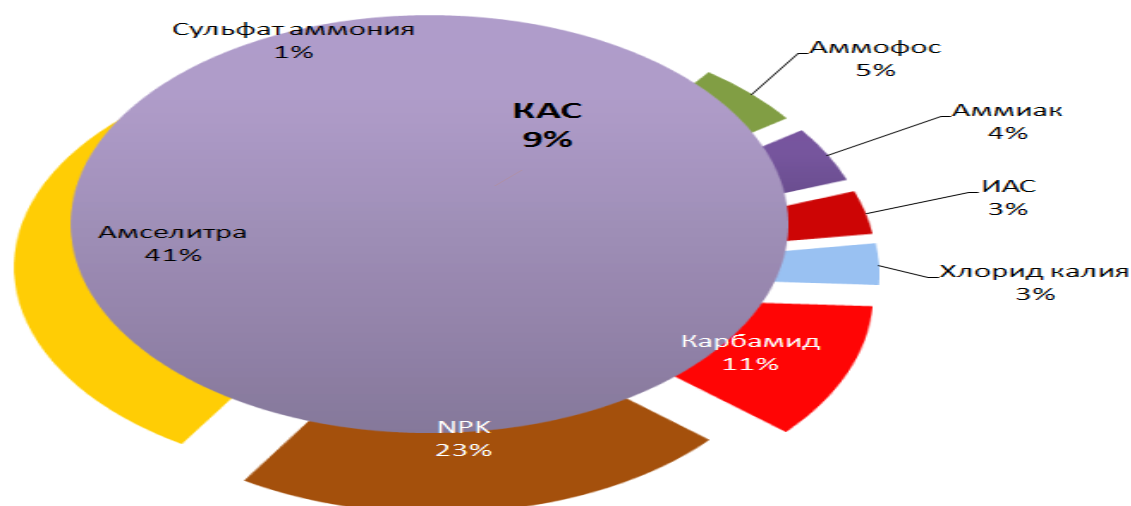


Рис. 20.Дольова частка карбамід-аміачних сумішей в структурі українського ринку азотних добрив у 2015-2016рр.

В асортименті азотних добрив представлені рідкі та тверді форми, які містять у своєму складі нітратний, амонійний та амідний азот.Кожна з цих форм азоту має свої характерні риси для неї особливості і їх потрібно враховувати, оскільки ефективність застосування азотних добрив значною мірою залежить від правильного вибору їх форми, визначенні оптимальних норм внесення в найбільш сприятливі строки. В економічно розвинених країнах широко впроваджується у виробництво концепція мінерального живлення 4R's:

- Right fertilizer source (правильна форма добрив);
- Right rate (правильне дозування);
- Righttime (правильний термін застосування);
- Rightplace(правильне місце внесення).

Невід'ємною частиною даної концепції є використання стартових добрив та комплексу підживлень.Це дає можливість не тільки економити добрива, а й

використовувати їх на різних посівах у різний час у найбільш відповідному вигляді з найвищою користю.

2.2. Карбамід-аміачна суміш КАС

ВАТ «АЗОТ» вперше в Україні розпочав випуск карбамідно-аміачної суміші (ТУ У 113-03-629-90) для ґрунтів всіх типів під будь-які сільськогосподарські культури. В умовах сьогодення серед існуючого асортименту азотних добрив товаровиробників все більше розпочинають приваблювати карбамід-аміачні суміші КАСи не дивлячись на те, що вони не належать до концентрованих азотних добрив. В чому ж тут справа? Давайте разом з вами розглянемо це досить важливе питання. Спочатку перелічимо основні переваги даного добрива над твердими туками. КАС при всій своїй зовнішній простоті відноситься до інноваційних видів добрив. Його рідка форма якнайкраще підходить для точного землеробства і технологій землеробства в умовах нинішніх кліматичних змін. Основні загальні переваги КАСів над гранульованими азотними добривами такі:

- найменші непродуктивні втрати азоту;
- низька собівартість внесення;
- нетоксичні і вибухобезпечні;
- після внесення проявляють пролонговану дію впродовж (8-25 днів);
- єдине добриво, яке містить в своєму складі одночасно три форми азоту:
 - нітратна – доступна відразу після внесення;
 - амонійна – доступна після переходу в нітратну форму;
 - амідна – переходить в амонійну, а потім амонійна в нітратну.

КАС – універсальне добриво, його можна вносити в будь-яку пору року та характеризується високою технологічністю внесення:

- під основний обробіток ґрунту і перепосівну культивуацію;

- підживлення сільськогосподарських культур у всі фази вегетації навіть у посушливий період;
- універсальне добриво для підживлення, особливо в запізнілі терміни;
- призупиняє негативну дію вірусів мікоплазми;
- забезпечує високу рівномірність внесення у порівнянні із твердими (гранульованими) азотними добривами;
- його можна ефективно вносити в баковій суміші із засобами захисту рослин та іншими водорозчинними добривами;
- найбільш ефективно азотне добриво, яке можна успішно використовувати в посушливих умовах, які нині дуже часто виникають в зв'язку з глобальним потеплінням.

В умовах сьогодення посуха є скоріше закономірністю, а ніж випадковістю, оскільки оптимально зволожені роки становлять всього лише 7,6% (табл. 2). За таких посушливих кліматичних умов, більшу ефективність будуть проявляти рідкі форми добрив. Тверді добрива, перш ніж стануть доступними для рослин, повинні розчинитись у воді, якої за таких кліматичних умов в ґрунті обмаль, і лише після цього вони стануть доступними для рослин. Рідкі мінеральні добрива попереднього розчинення не потребують.

**Розподіл років в степовій зоні України за ступенем зволоження
(гідротермічний коефіцієнт Селянинова)**

| Класифікація років за ступенем зволоження | Роки | ГТК | % років з різним ступенем зволоження |
|---|---|---------|--------------------------------------|
| Оптимально зволожені | 1912,1913,1933,1976,1977,1980,1996 | 1,3-1,6 | 7,6 |
| Слабко посушливі | 1902,1906,1910,1917,1925,1929,1941,1948,1966,1973,1974,1978,1984,1985,1988,1991,1995,1997 | 1,0-1,2 | 19,6 |
| Посушливі | 1904,1905,1911,1915,1918,1919,1924,1926,1928,1930,1931,1932,1938,1942,1943,1945,1946,1947,1949,1951,1952,1955,1956,1957,1960,1963,1964,1965,1969,1970,1971,1972,1979,1981,1982,1983,1987,1989,1990,1992,1993,1994 | 0,7-0,9 | 45,6 |
| Сильно посушливі | 1909,1914,1923,1927,1934,1935,1936,1937,1939,1940,1950,1954,1959,1961,1962,1967,1968 | 0,5-0,7 | 18,5 |
| Дуже сильно посушливі | 1907,1916,1920,1921,1922,1944,1954,1968 | >0,4 | 8,7 |

Вони легко поглинаються ґрунтом і можуть проникати через тріщини в глибші його шари (рис.21).



Рис.21. Наслідки сильних посух

В посушливих умовах тверді добрива залишаються не використаними рослинами тривалий час, до випадання перших атмосферних опадів.

2.3. Порівняльна оцінка розчинів КАС з іншими азотними добривами

Нині серед вітчизняних товаровиробників популярність карбамідно-аміачної суміші зростає з кожним днем. Сфери її застосування дуже широкі. В порівнянні з кожним конкретним азотним добривом КАС має й свої тільки йому притаманні переваги на розгляді яких необхідно зупинитись більш детально.

Так, нині висококонцентроване азотне добриво безводний аміак все частіше залишається без належної уваги, а в той же час КАСи отримують широке поширення у виробничих умовах. Справа тут в тому, що не кожне господарство може в себе використати безводний аміак, оскільки для його внесення потрібна спеціальна техніка. До того ж це добриво можна вносити не завжди, а бажано лише восени за прохолодної погоди і тільки у вологий ґрунт. З іншого боку не можна вносити його і в сильно перезволожений ґрунт, оскільки він сильно мажеться, налипає на ходові та робочі органи агрегатів, що приводить до втрат азоту. У місцях входу робочих органів в ґрунт, у процесі його підсихання утворюються глиби, які потім тривалий час будуть осередками, що будуть перешкодою для подальших технологічних операцій з його обробіткою. Отже, вологість ґрунту повинна відповідати його фізичній стиглості, яка настає за вологості близько 60% від польової вологості. Для різних за механічним складом ґрунтів оптимальні показники вологості знаходяться в таких межах: супіщані – 16-18%, легкосуглинисті – 20-22%, середньо суглинисті – 22-24%, важкосуглинисті – 24-26%, глинисті – 26-28%. Оскільки чорноземи Степу і Лісостепу України в основному мають важко суглинистий механічний склад, то відповідно і оптимальна їх вологість для внесення безводного аміаку повинна бути 24-28%. Стимує широке використання безводного аміаку обставина про яку не скрізь згадують в

літературних джерелах, справа в тому, щовнесення цього добрива може привести до руйнування структури ґрунту.

Безводний аміак і аміачна вода часто застосовуються для передпосівного внесення під просапні культури. Аміак зазвичай вносять за 10-20 днів до сівби, а після внесення роботи на полі припиняються до висіву культури. Виробнича практика показує, що у тому випадку коли не буде витримуватись цей термін і будуть відразу ж розпочаті посівні роботи, то завжди спостерігається пошкодження насіння і проростків аміаком, який може дифундувати в ґрунті і фіксуватиметься ґрунтовими частинками. До того ж відразу після внесення безводного аміаку, в ґрунті різко пригнічується активність ґрунтових мікроорганізмів. Отже, у безводного аміаку є плюси та мінуси. Вагомай плюс — простота внесення та невисока ціна. Але є й вагомі мінуси — він згубно впливає на ґрунтову мікрофлору, процес внесення неможливо проконтролювати повністю, для якісного внесення потрібно робити додаткові технологічні операції з вирівнювання поля. Наведені виробничі приклади дають переконливу відповідь на поставлене питання.

Інше висококонцентроване добриво карбамід або сечовина в найбільшій мірі підходить для позакореневого підживлення, але воно також не отримало такого широкого поширення при виконанні цього агрозаходу як КАС. Це перш за все пов'язано з тим, що при проведенні позакореневого підживлення сечовину потрібно заздалегідь розчинити в воді, (процес розчинення сечовини у воді ендотермічний) і для цієї мети бажано використовувати сечовину лише з вмістом в ній біурету не вище за 0,3%. За вмісту в сечовині біурету 2-3% на рослинах виникає токсикоз. Зазвичай гранульована сечовина містить у своєму складі до 1% біурету. При внесенні сечовини в ґрунт її варто своєчасно загортати, оскільки втрати з неї азоту у вигляді аміаку можуть досягати до 70%. Загортання сечовини в ґрунт пов'язане з додатковими витратами та й не завжди вдається вчасно провести цей агрозахід. Виробничий досвід показує, що при поверхневому внесенні карбаміду на сухий ґрунт без негайного його загортання газоподібні втрати азоту у вигляді аміаку можуть сягати 30-50%, а іноді до

70%. Пояснити такі великі втрати сечовини за внесення її в ґрунт можна таким чином: сечовина внесена в ґрунт або на пожнивні залишки, при взаємодії з водою швидко переходить в аміак. Цей процес відомий в науці, як гідроліз сечовини. Якщо амонійний азот залишається на пожнивних рештках, він переходить в аміак. Оскільки аміак це газ, він випаровується в атмосферу. Втрачається азот і при прикореновому підживленні карбамідом без загортання в ґрунт в посівах зернових культур. Особливо швидко цей процес проходить за високих температур при яких дуже сильно проявляє свою активність фермент уреаз. За поверхневого внесення сечовину краще вносити стрічками, щоб зменшити контакт її гранул з ґрунтовим ферментом уреазою, який переведе її в аміак.

Слід також звернути увагу на те, що гранульовані добрива (аміачна селітра і сульфат амонію) ідеально підходять для їх внесення в ґрунт під передпосівну культивуацію або при проведенні прикоренового підживлення рослин у фазі інтенсивного поглинання азоту. Однак, за внесення їх центробіжними розкидачами у виробничих умовах не вдається рівномірно розподілити ці добрива по полю і на ділянках де було їх внесено у великих дозах іноді спостерігається вилягання озимих зернових культур та непродуктивні втрати азоту (рис. 22). На жаль, під час внесення аміачної селітри в умовах тимчасового або постійного надлишку вологи, значна частина нітратного азоту вимивається із ґрунтовою водою, коли він знаходиться нижче зони кореневої системи.



Рис. 22Внесення аміачної селітри на поверхню ґрунту центробіжними розкидачами

Азот при цьому стає недоступним, отже, втраченим для живлення рослин. У такому добриві нітратний азот у процесі денітрифікації (перетворення нітратного азоту в газоподібний) випаровується в атмосферу. Характерно, що денітрифікація розвивається при обмеженій кількості кисню в ґрунті, при його значному ущільненні, при надмірній заболоченості місцевості. За підвищених температур ґрунту, коли мікроорганізми активізуються, можливість розвитку денітрифікації зростає.

Використання рідкогазотного добрива КАС дає можливість внести його рівномірно звичайними штанговими обприскувачами. Внесення КАС, як рідких добрив більш рівномірніше, ніж твердих, гранульованих. За рахунок рівномірного внесення ефективність КАС виявилась вищою в порівнянні з аміачною селітрою, внесеною на поверхню ґрунту центробіжним розкидачем. Проведена порівняльна оцінка ефективності КАС-28 і еквівалентної дози аміачної селітри, внесених весною в однаковій дозі N_{60} при проведенні прикореневого підживлення озимої пшениці в господарстві «Агроцентр К» П'ятихатського району Дніпропетровської області показала незаперечні переваги КАС. Там, де було внесено КАС, посів культури був рівномірно темно-зеленого кольору, а там, де була внесена аміачна селітра, – колір змінювався від темно-зеленого до світло-зеленого, що пов'язано з нерівномірністю розподілу по полю центробіжним розкидачем гранул аміачної селітри (рис. 22). Під час збирання врожаю різниця між цими двома азотними добривами також була очевидною: на 3,5 ц/га було додатково отримано зерна пшениці озимої за рахунок КАС в порівнянні з еквівалентною дозою аміачної селітри. На цьому виробничому досліді можна упевнитись, що розчинами КАС досягається відносно висока рівномірність їх внесення по полю.

З літературних джерел відомо, що аналогічні дослідження з проведення порівняльної оцінки ефективності водних розчинів КАС і аміачної селітри, внесених в однаковій дозі N_{120} проводились в 1988-1989 рр. у Львівському сільськогосподарському інституті. Результати виконаних досліджень показали, що розчини КАС забезпечили приріст врожаю зерна озимої пшениці на 4,6 ц/га

більший ніж аміачна селітра, за врожаюзерна на контролі 45,0 ц/га. При заміні аміачної селітри на КАС спостерігається значне зменшення або відсутність взагалі захворювання на фузаріоз та септоріоз на зернових культурах, що сприяє збільшенню врожайності зернових культур та зростанню вмісту клейковини в зерні.

Швидкому поширенню КАС у виробничих умовах сприяло й те, що вартість виробництва і капітальні витрати на одиницю азоту значно нижчі, ніж при виробництві твердих добрив. Вища економічна ефективність розчинів КАС порівняно з твердими азотними добривами зумовлена підвищенням продуктивності праці і низькою вартістю азоту, що міститься в добривах. Розрахунки показали, що внесення КАС порівняно з аміачною селітрою дає змогу скоротити експлуатаційні затрати на 9%, капітальні – на 30%, а затрати праці на 34% порівняно з внесенням такої кількості поживних речовин у вигляді твердих добрив. Фактор сезонності для рідких добрив менш актуальний, зберігання значно дешевше, що дає змогу закуповувати їх заздалегідь. Купити КАС можна і в міжсезоння – гарантійний термін зберігання КАС без зміни якісних показників становить 6 місяців. У більшості мінеральних азотних добрив діюча речовина – продукт хімічної переробки природного газу. Кількість витрат природного газу на один кілограм діючої речовини в рідких добривах значно менший ніж у твердих туках. Постачання КАС здійснюється залізничними і автоцистернами. Вартість КАС визначається ринковим сезонним попитом. Тому купити КАС по більш низькій ціні можливо в міжсезонний період.

Використання у виробничих умовах вуглеамонійних солей та кальцієвої селітри також не набуло широкого поширення через їх високу гігроскопічність. Натрієва селітра в основному вноситься на кислих ґрунтах в посівах цукрового буряка, особливо при припосівному внесенні. На інших ґрунтах її використання обмежене. Хлористий амоній в основному вносять в ґрунт восени, щоб хлор цього добрива встиг за осінньо-зимовий період вимитись за межі кореневмісного шару ґрунту, внаслідок чого знижується його токсичність.

Застосування цього добрива для внесення в підживлення і в рядки при сівбі не доцільне, оскільки інтенсивне надходження амонію в молоді рослини може зумовити токсичну дію надлишку аміаку. Виходячи з вище перелічених обставин, рідкі азотні добрива КАС цих вад не мають ініні розпочинають займати позиції лідера з використання їх у посівах сільськогосподарських культур в різних ґрунтово-кліматичних зонах України.

2.4. Початок використання КАС у виробничих умовах

Важливим резервом, що дозволяє швидше нарощувати потужності по виробництву хімічно зв'язаного азоту, є випуск рідких азотних добрив КАС. Перші дослідні зразки рідких азотних добрив КАС з'явилися в Україні в 1985 році, а в 1986 році професор Крамарьов С.М. на Єрастівській дослідній станції ДУ Інституту зернових культур НААН України вже розпочав проводити перші польові дослідження з цими добривами в посівах кукурудзи. З кінця 80-х років в Україні почався масовий випуск нового азотного добрива – суміші розчинів карбаміду і аміачної селітри – КАС. Перша наукова конференція на якій розглядались питання пов'язані з технологією виробництва КАС, можливість їх сумісного внесення з інгібіторами нітрифікації, мікроелементами і пестицидами була проведена 13 червня 1990 року у м. Талліні (Естонія). Цю наукову конференцію проводив Державний інститут азотної промисловості (ДІАП) (м. Москва, РФ).

Нині використання рідких добрив КАС в господарствах України постійно зростає. Цьому сприяють такі фактори, як технологічність внесення, краще засвоєння рослинами і значно нижча в порівнянні з твердими формами ціна. КАС не містить у своєму складі вільного аміаку і тому є універсальним за способом та строками внесення; відтак, він має певні технологічні переваги перед гранульованими азотними добривами. Результати випробувань показали, що рідкі азотні добрива КАС за ефективністю рівноцінні твердим азотним добривам, а в окремих випадках виявили свої переваги, які чітко виділялись в

посушливі роки. Давайте розберемо причини завдяки яким розчини КАС мають незаперечні переваги порівняно з еквівалентними дозами твердих азотних добрив в посушливі роки. Справа тут ось в чому: для того щоб рослини могли поглинути азот, тверді азотні добрива потрібно розчинити у воді, яка за умов посухи є дефіцитом. Також розчинені тверді добрива суттєво підвищують концентрацію ґрунтового розчину та його осмотичний тиск. Натомість розчини КАС завдяки своїй дифузії охоплюють більший об'єм ґрунту, не викликаючи суттєвого зростання осмотичного тиску, та рівномірно розподіляються в ґрунті. Азот з рідких добрив має значно вищий порівняно з твердими коефіцієнт використання. За несприятливих умов зволоження приріст врожаю зернових при використанні КАС для підживлення (у порівнянні з аміачною селітрою) становить 3,0-4,5 ц/га. На конференції в м. Талліні (Естонія) вперше були представлені експериментальні дані, які показали можливість сумісного внесення КАС з різними компонентами із тих пір розпочались дослідження з вивчення ефективності цих добрив в різних ґрунтово-кліматичних зонах.

2.5.Обсяги валового виробництва та динаміка цін на КАС в Україні

Експерти зазначають, що український ринок дуже привабливий для виробників мінеральних добрив і інших агрохімічних продуктів, адже зростання попиту на цю продукцію зумовлене збільшенням в Україні посівних площ та розширенням земельних банків агрохолдингів. В середньому, за різними підрахунками, цього річ обсяг мінеральних добрив у грошовому вимірі сягнув 7 млрд. гривень. І це при тому, що сільгоспвиробники не в достатньому обсязі вносять добрива у ґрунти, наприклад, азотних споживається приблизно 50-55% від загальної потреби. Головним фактором розвитку ринку добрив є зростання попиту на сільськогосподарську продукцію. Найперші добрива, які купують аграрії, – азотні, використовуються для внесення під передпосівну культивування та для підживлення сільськогосподарських культур впродовж їх вегетації. При правильному використанні азотні добрива не наносять шкоди навколишньому середовищу і додають досить суттєвий приріст врожаю.

Азотні добрива – єдиний сегмент, де Україна не просто забезпечувала свій аграрний сектор, але й є постачальником на світовий ринок (лише 70-80% сульфату амонію, що використовується – іноземного виробництва). Азотні добрива є стратегічною сировиною для України. Сьогодні вітчизняні виробники можуть повністю задовольнити потреби ринку власними азотними добривами. Українські підприємства можуть виробляти: 1,8-1,9 млн т/р. аміачної селітри (100-120% поточних потреб українського ринку); 2-2,3 млн т/р. карбаміду (250-300% поточних потреб українського ринку); близько 550 тис т/р. КАС без урахування дрібнотоннажних виробництв, що працюють за технологією розчинення твердих компонентів +150 тис. т/р. (110-150% поточних потреб українського ринку). Серед існуючого асортименту азотних добрив КАС вважається одним із найперспективніших добрив на внутрішньому ринку. Рівень його споживання зріс у 1,5 рази порівняно з минулорічними показниками. Зростає світове виробництво КАС. Так, якщо в 2014 році воно складало близько 33 мільйонів тон, то до 2020 року воно має зрости до 37,5 мільйонів тон.

Імпортом добрив в Україну займається приблизно 70 компаній. Найбільше цієї продукції завозиться з Польщі, Італії, Турції та Ізраїлю. А серед найбільших дистриб'юторів-імпортерів такі компанії: «Ерідон», «Агроскоп», «Сид-Агро», «Агрон», «Агріматко Україна», «Зелена лінія», «Агрозахист Донбас», «Агрофармахім», «АгроРось», «Авангард», «Райз», «Агροстатус», «АгриСол». Найспекотнішим часом для імпортерів є сезон продажів, що припадає на березень, квітень і травень, відповідно більшість добрив завозяться саме у цей період. Імпорт не є критично важливим для українського ринку КАС, але він дозволяє збалансувати ринок в періоди пікового споживання. Тому для формування реального конкурентного ринку мінеральних добрив Україна має сформувавати кілька альтернативних шляхів їх постачання.

Загалом азотна промисловість останнім часом була лідером українського експорту агрохімічної продукції, але зараз ситуація дещо змінилася. В знаки далось подорожчання газу, через що виробництво в Україні деяких видів

добрив стало нерентабельним. Але, не дивлячись на такі скрутні економічні умови, навіть за випадку повного припинення імпорту, вітчизняний ринок може відчути дефіцит лише в період пікового споживання. Однак, проблема тут полягає не у відсутності продукту, а у складностях логістики і зміщенні споживацької активності на обмежений відрізок часу, коли всім аграрним підприємствам для внесення під передпосівну культивуацію потрібен КАС. В даному випадку імпортований продукт буде відігравати на ринку позитивну роль. Він допомагає збалансувати попит/пропозицію в період пікової активності споживачів аграрного сектору. Але провідну роль на цьому ринку продовжують відігравати національні виробники. Тому потрібен підхід, який дозволить збалансувати інтереси імпортерів і українських виробників, щоб не опинитися в ситуації коли боротьба з «монополією» українських виробників призведе до монополії з боку імпортерів. Безумовно, активність товарного ринку залежатиме від цін на добрива. Собівартість азоту в КАС найбільш низька, оскільки втрати цього елемента живлення за внесення КАС не перевищує 10% від загального азоту, в той час, як за внесення гранульованих азотних туків вони сягають 30-40%. Ціну диктує попит. Жоден товаровиробник, як вітчизняний, так і імпортер не продаватиме добрива на ринку за ціною меншою від тієї, за яку їх готові купувати аграрії. Однак, слід пам'ятати і необхідно розуміти, що експортна ціна і ціна внутрішнього ринку ніколи не співпадатимуть. Тому що собівартість виробленого продукту буде різною. Експортна ціна – це ціна на гуртові партії (4-30 тис. т) в більшості випадків не фасованого товару, який спрямовується безпосередньо споживачеві і за який отримується гарантована оплата (як правило, наперед). Українська ціна – це ціна, яка містить видатки на зберігання товару, пошук покупців, проміжне банківське фінансування і специфічно українські складові (ризики і спекулятивна сезонна націнка). Експерти зазначають, що ціноутворення на внутрішньому ринку України, в першу чергу, пов'язано з ціноутворенням на світових ринках і формується, насамперед, від цін в порту Південний. Проте, дорогий газ і дешеві добрива на світовому ринку створюють українським виробникам добрив несприятливі умови.

Українські аграрії продовжують збільшувати використання мінеральних добрив азотної групи, зокрема КАСу і карбаміду. Найбільш швидкозростаючим сегментом на ринку азотних добрив України є рідкі добрива - КАС, динаміка споживання яких у порівнянні з минулими роками поступово зростає. На відміну від аміачної селітри, виробництво карбаміду і КАС не зосереджене в одних руках. Відзначимо, в основному український КАС відвантажується споживачеві автомобільним транспортом. «Єврохім» здійснює поставки цього продукту залізничним транспортом і орієнтується на оптового покупця, що дозволяє збільшувати присутність імпортової продукції на ринку України. За даними вітчизняних аграрних асоціацій, після запровадження у 2014 р. антидемпінгового мита на аміачну селітру ціни на українському ринку азотних добрив різко зросли та залишалися завищеними порівняно із експортними цінами із України та цінами на світових ринках. Примітно, що подібна ситуація спостерігалася й з карбамідом та КАС, щодо яких протекціоністські заходи на той час не застосовувалися. За даними дослідження агентства «ААА», після збільшення антидемпінгових мит на аміачну селітру з РФ в липні 2014 року на внутрішньому ринку України ціни на селітру, карбамід і КАС до початку 2015 року синхронно зросли, досягнувши в середині березня 2015 року позначки 400 дол./т. США. Світові ціни на той момент були в діапазоні 239-282 дол. (рис. 23) за тону в залежності від виду добрива.

Ціни на КАС, дол за тону

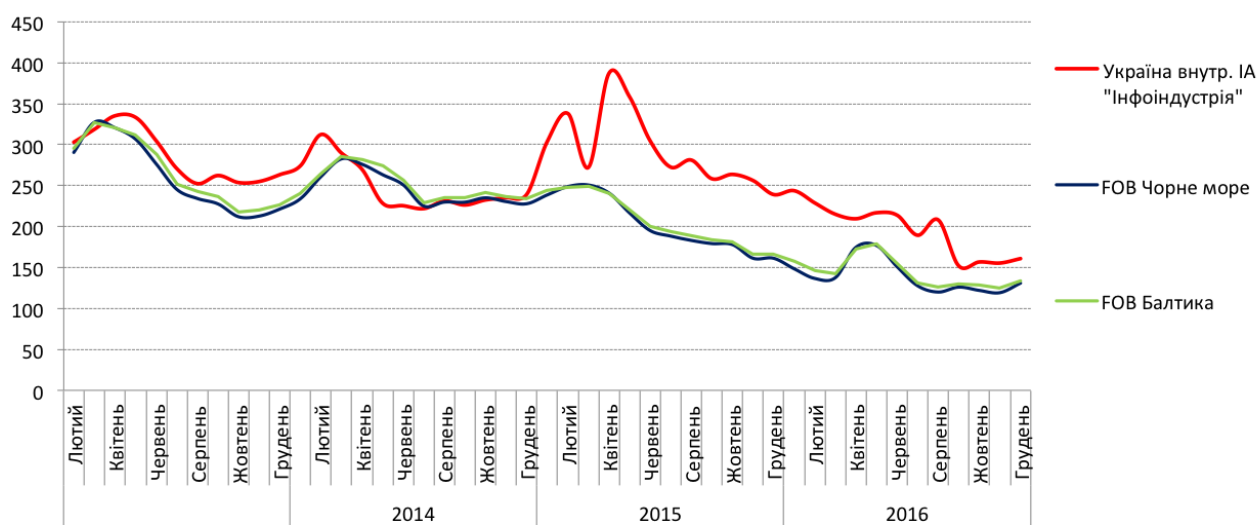


Рис. 23. Динаміка цін на КАС в Україні за 2013-2016 роки

Збільшення внутрішніх цін на аміачну селітру і КАС склало 54% і 63% відповідно. Зростання цін на карбамід зафіксовано на рівні 25 %, незважаючи на його надлишок на внутрішньому ринку, який, навпаки, мав би привести до падіння цін. За аналогічний період експортні ціни на КАС виросли всього на 4 %, а на карбамід та аміачну селітру не змінилися. Сільгоспвиробники не можуть застосовувати добрива в потрібному обсязі через постійне подорожчання цієї продукції. Відповідно витрати на добрива зростають і в структурі собівартості зібраного урожаю: в деяких культурах їх вартість сягає 35%.



Рис.24. Динаміка обсягів виробництва КАС в Україні за 2013-2017 рр.

За розрахунками Всеукраїнської аграрної ради, переплати аграріїв від монополії на ринку добрив у 2015-2016 роках від різниці внутрішніх та експортних цін склали 4,1 та 3,1 мільярдів гривень відповідно. На 2017 рік прогнози втрати вітчизняних виробників сільськогосподарської продукції сягнуть вже 6,5 млрд грн.

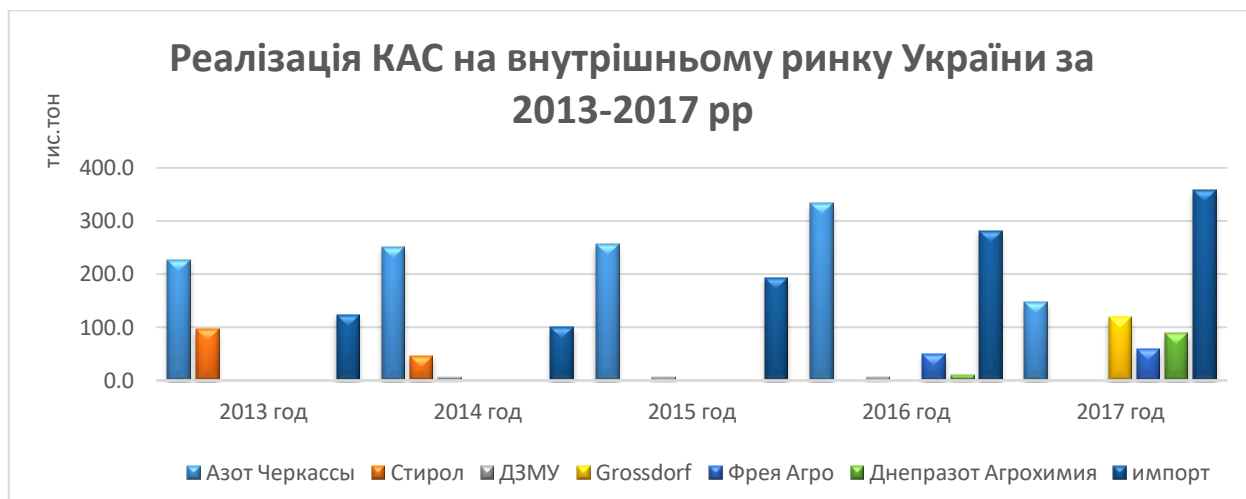


Рис. 25. Динаміка обсягів реалізації КАСів на внутрішньому ринку України за 2013-2017 рр.

Слід наголосити, що загострення проблеми цін на азотні добрива відбувається на тлі збільшення попиту на них внаслідок активізації аграрного виробництва в Україні. Так, після деякого зменшення у 2015 р., торік азотних добрив було внесено 1197,4 тис т, або на 21,5 % більше, ніж рік тому.

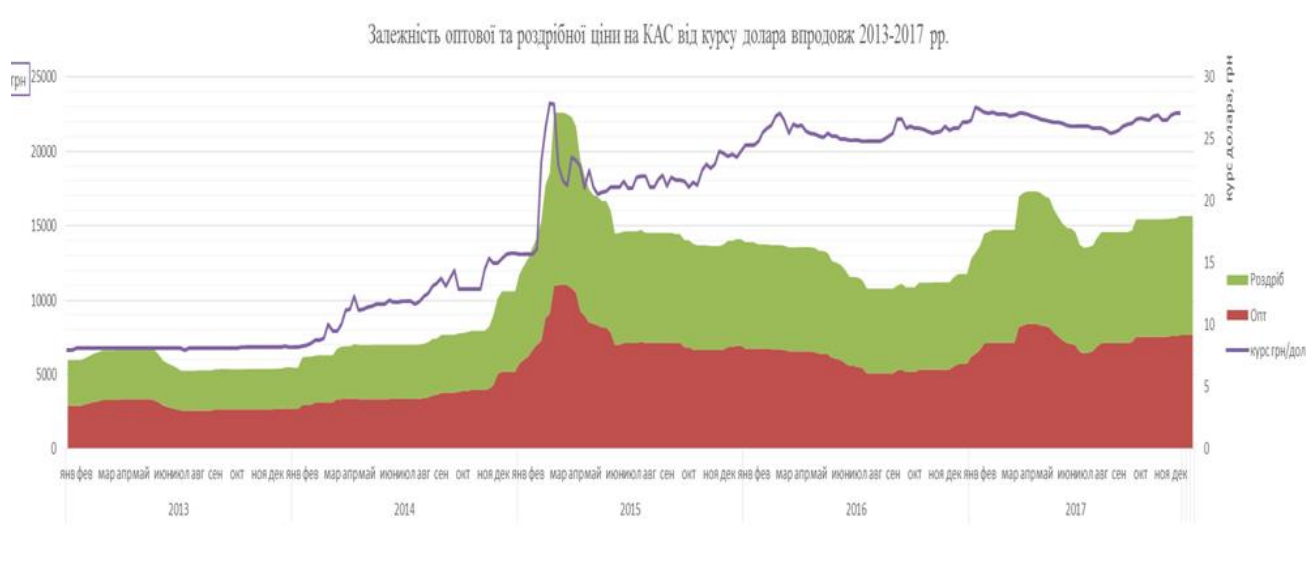


Рис. 26. Залежність цін на КАС від курсу долара

При цьому за 10 місяців 2016 року виробництво карбаміду, КАС та аміачної селітри зросло в порівнянні з 10 місяцями 2015 року на 62, 103 та 342 тис. т відповідно, а імпорт карбаміду за 2016 р. збільшився на 100,1 тис. т (40,4 %), КАС – на 59,9 тис. т

(29,4 %), селітри – зменшився на 5,8 тис. т. (5,7 %) (рис.24-25). За оперативними даними, українськими агропідприємствами станом на середину квітня 2017 р. було придбано 743 тис. т азотних добрив, що на 3,6 % більше, ніж рік тому. Отже, зростання попиту аграріїв на азотні добрива у 2016 р. було практично симетрично компенсоване внутрішнім виробництвом та імпортом, що не дає підстав для висновків про значний негативний вплив імпорту на національне виробництво. В той же час, зменшення частки імпортової селітри та відповідне збільшення її виробництва в Україні може розцінюватися, як позитивний ефект імпортичних мит. Визначаючи політику держави на ринку азотних добрив, слід перш за все враховувати значну важливість цього ринку для продовольчої безпеки України та реалізації конкурентного потенціалу України в аграрній сфері. Тому забезпечення безперебійного постачання добрив є критично важливим і має бути пріоритетом такої політики. Ціна на КАС знаходиться в тісній залежності від курсу долара (рис. 26).

2.6. Фізико-хімічні властивості КАС

Карбамідно-аміачна суміш КАС – це водний розчин аміачної селітри та карбаміду в якій не міститься вільного аміаку й яка має певні технологічні переваги перед твердими гранульованими азотними добривами. Можна виділити шість основних причин по яких 89% фермерів Європи переходять на КАС:

1. низька собівартість азоту в КАС;
2. низькі втрати азоту при внесенні до 10%, а у твердих гранульованих азотних добрив – 30-40%;
3. Простіша і ефективніша логістика: менше часу витрачається на погрузку, перевезення і внесення;
4. скорочені технологічні витрати завдяки можливості внесення КАС сумісно з мікродобривами і пестицидами;
5. можливість використання КАС в різні фази розвитку рослин;
6. одночасне кореневе і позакореневе живлення рослин: через листову поверхню за рахунок амідного азоту; а через кореневу систему

за рахунок нітратної та амонійної форм цього елемента живлення рослин (рис. 27).

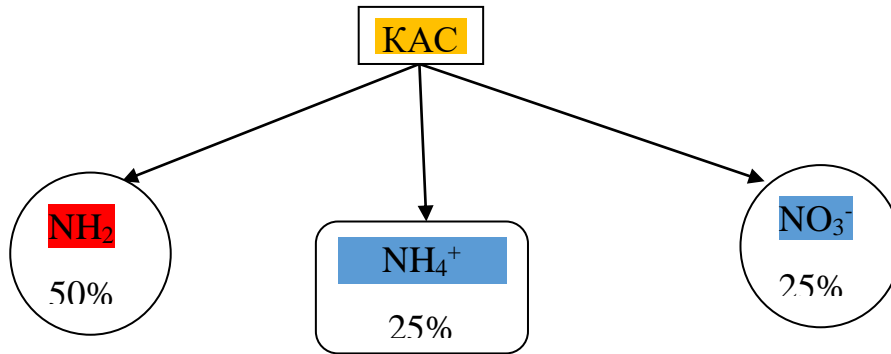


Рис. 27 Співвідношення між формами азоту в складі розчинів КАС

Давайте проведемо ознайомлення з цими добривами більш детально і розпочнемо наше з ними знайомство з розгляду їх хімічного складу та технології виробництва. Карбамід-аміачна селітра (КАС), або карбамід-аміачна суміш – суміш концентрованих водних розчинів карбаміду та аміачної селітри масові частки яких відповідно становлять 31-36 і 40-44%. Промисловість випускає три форми цього добрива: КАС-28, КАС-30 і КАС-32 із вмістом азоту відповідно 28, 30 і 32.

Якщо прийняти весь азот, який міститься в складі КАС за 100%, тоді ускладі трьох марок КАС і азот перебуває у трьох формах – аміачній (25%), нітратній (25%) та амідній (50%) (рис. 27). **Всі ці форми у даному добриві не летючі і не спричиняють втрат азоту, тому його можна вносити поверхнево без загортання в ґрунт.** Нітратна і аміачна форми є безпосередньо доступні для рослин. Спочатку засвоюється нітратний азот, який дуже рухомий у ґрунті. Аміачний азот затримується в ґрунті і не вимивається у глибші шари. При внесенні КАС у ґрунт ця форма акумулюється в орному шарі і стає доступною для рослин впродовж вегетації. Частина аміачної форми перетворюється у нітратну. Амідна форма в ґрунті трансформується у аміачну, а пізніше в нітратну.

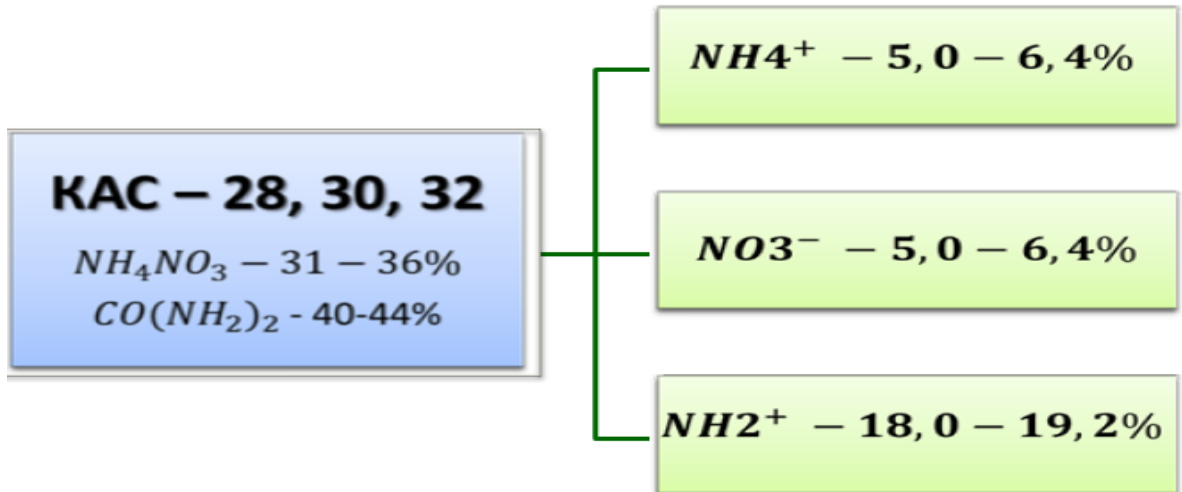


Рис.28 Вміст різних форм азоту в складі КАС

Така система засвоєння азоту робить КАС добривом швидкої та пролонгованої дії (рис. 29). Таким чином, КАС забезпечує пролонговане живлення рослин азотом. Через відсутність у складі КАС вільного аміаку він не випаровується в атмосферу під час внесення, однак наявність амонійної форми робить бажаним мінімальне загортання, особливо в умовах високих температур і відсутності опадів після внесення.

Добриво має прозору або світло-жовту консистенцію із незначним запахом аміаку, його густина 1,26-1,31 г/см³, рН 7-8 (табл. 4). До речі щільність КАСів можна перевірити самостійно простим приладом ареометром (тим, що заміряють щільність розчину сірчаної кислоти в акумуляторах), а їх якість вже потрібно оцінювати по стандартизованих методиках у спеціальних агрохімічних лабораторіях, які мають змогу точно встановити вміст амонійного, нітратного та амідного азоту. Наприклад, у КАС-28 міститься NO_3^- – 7%, NH_4^+ – 7%, NH_2 – 14%. 100 кг КАС-28 займає об'єм 78 дм³ і містить 28 кг азоту; 100 дм³ КАС-28 добрива містить 35,8 кг азоту і має масу 128 кг.

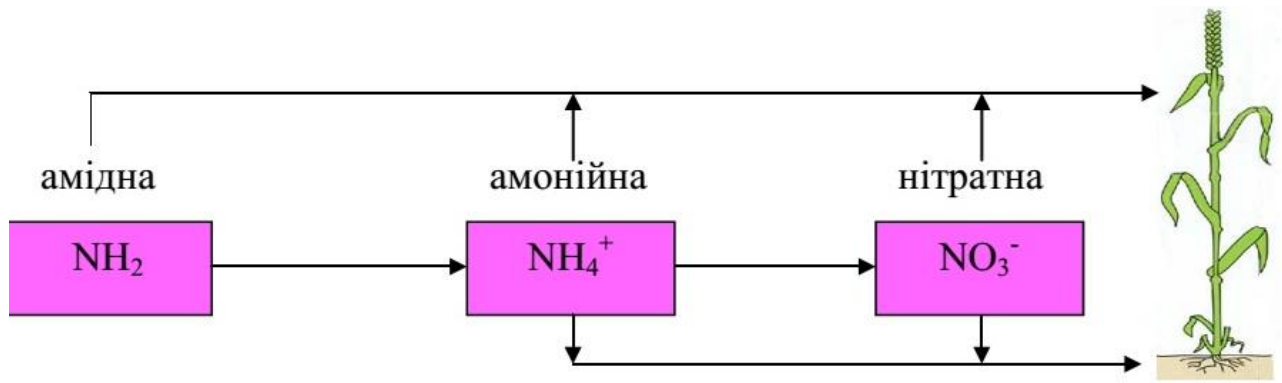


Рис. 29 Три форми азоту (амонійна, нітратна і амідна) в складі КАС

Амідна форма азоту (NH₂) легко проникає в рослину через листову поверхню (позакоренево). Для проникнення через корінь їй потрібно більше часу, тому що вона повинна спочатку перетворитися в амонійну, а потім в нітратну, які добре поглинаються кореневою системою. Цей процес лімітується наявністю в ґрунті уробактерій і температурою. Швидкість поглинання рослинами амідної, амонійної і нітратної форм азоту залежить від температури ґрунту (табл. 3).

Таблиця 3

Залежність швидкості поглинання рослинами різних форм азоту від температури ґрунту

| | |
|---|---|
| $\text{NH}_2 \rightarrow \text{NH}_4^+$ | $\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_3^-$ |
| 2°C - 4 дні | 5°C - 6 тижнів |
| 10°C - 2 дні | 10°C - 2 тижні |
| 20°C - 1 день | 20°C - 1 тиждень |



Кожна речовина і суміші різних речовин мають свої притаманні лише їм фізико-хімічні властивості. Не виключенням в цьому відношенні є і КАС, фізико-хімічні властивості його наведені в (табл.4). Фізико-хімічні

властивості цього добрива дають змогу зберігати його впродовж року. Температура кристалізації КАС-32 – 0°C, тоді, як КАС-30 – -9°C, КАС-28 – -17°C. Тому в холодну погоду краще застосовувати КАС-28.

ВАТ «АЗОТ» вперше в Україні розпочав випуск карбамідно-аміачної суміші (ТУ У 113-03-629-90) для ґрунтів всіх типів під будь-які сільськогосподарські культури.

Таблиця 4

Фізико-хімічні властивості розчинів КАС

| Показники | КАС-28 | КАС-30 | КАС-32 |
|---|---------------------------------------|-----------|-----------|
| Зовнішній вигляд | Безбарвна або слабо забарвлена рідина | | |
| Густина при 20°C г/см ³ | 1,26-1,27 | 1,28-1,29 | 1,30-1,32 |
| Лужність в перерахунку на вільний аміак | 0,1-0,3 | 0,1-0,3 | 0,1-0,3 |
| Масова частка, % карбаміду | 30-32 | 33-35 | 35-37 |
| Масова частка, % аміачної селітри | 39-41 | 41-43 | 43-45 |
| Сума % азоту не менше | 28 | 30 | 32 |
| Інгібітор корозії в перерахунку на Р ₂ О ₅ , % не менше | 0,2 | 0,2 | 0,2 |

Утворення кристалів і короткотривале замерзання розчинів КАС в складських ємностях не є великою небезпекою, оскільки з підвищенням температури кристали розчиняються, і азотні добрива повністю відновлюють свої властивості. Розчини КАС не горять і не вибухають. Гарантійний термін зберігання шість місяців. В'язкість розчинів КАС при температурі 20°C в середньому дорівнює 5 мПа, що в кілька разів нижча в'язкості РКД 10-34-0, рН розчинів 7-8 (тал. 4). Міцність КАС залежить від температури навколишнього

середовища тому при визначенні дози цього добрива в кожному конкретному випадку варто перевіряти його витрату за 1 секунду.

Для попередження кристалізації і корозії металу в розчин КАС додають фосфат амонію або рідкі комплексні добрива РКД марки NP = 10-34, NP = 11-37 з розрахунку 0,2% P₂O₅та імпорتنі інгібітори типу "Корблок" чи "Новокор". Додавання в розчин КАС інгібіторів корозії (фосфатів амонію) значно знижує їх корозійну активність. Розчин КАС можна отримувати різними способами, які різняться вихідними компонентами: із гранульованого карбаміду та аміачної селітри; із рідких напівпродуктів (плавів); за інтегральною схемою – із плаву карбаміду і плаву нітрату амонію, отриманих нейтралізацією азотної кислоти аміаком, що не прореагували під час синтезу карбаміду. Зазвичай КАС виготовляють шляхом взаємодії аміаку з неконцентрованою азотною кислотою, з послідуочим дозуванням в утворений розчин аміачної селітри, необхідної кількості карбаміду, інгібітора корозії і послідуочною гомогенізацією отриманої суміші. Собівартість азоту в КАС найбільш низька, оскільки втрати азоту при внесенні КАС не перевищують 10% від загального азоту, водночас, як при внесенні гранульованих азотних добрив досягають 30-40 %.

2.7. Технологія виробництва КАС в ПАС «Хімдивізіон»

Виробництво КАС на ПАС «Хімдивізіон» проводиться шляхом змішування карбаміду не обробленого антизлежувальними речовинами (зокрема, ліламіном) і концентрованого розчину аміачної селітри в співвідношенні $0,78 \pm 0,05$ з послідуочим введенням до складу розчину інгібітора корозії. Розчин аміачної селітри концентрацією вищою за 70% отримують в нейтралізаторі шляхом нейтралізації неконцентрованої азотної кислоти власного виробництва газоподібним аміаком з послідуочим використанням тепла, яке виділяється під час реакції взаємодії азотної кислоти з аміаком, в послідуочих технологічних процесах виробництва КАС. Використання в технологічному процесі високотемпературного режиму в

межах 130°C дає змогу повністю розчинити в насиченому розчині аміачної селітри карбамід і отримувати кінцевий якісний продукт КАСів трьох марок, який відповідає всім вимогам стандарту. Стічні води під час виробництва КАС не утворюються. У випадку утворення кристалів на стінках трубопроводів і сховищ, їх видалення проводять промиванням водою, з послідуєчим її використанням для розчинення карбаміду. Отримання високоякісного продукту досягається ще й тим, що при виробництві КАС використовують вихідні речовини в яких відсутні різноманітні шкідливі домішки.



Рис. 30-31.Зберігання розчинів КАС

Для зберігання розчинів КАС можна використовувати складські ємності, призначені для аміачної води і рідких комплексних добрив, а також інші спеціальні ємності, наприклад у багатошаровому еластомеру (рис. 30).Склад зберігання КАС це одна або кілька ємностей з можливістю з'єднання між собою за типом сполучених посудин для швидкого і доступного забору необхідної кількості добрив (рис.30).

2.8 Переваги ємностей для зберігання КАС:

Зберігання КАС

Внесення рідких азотних добрив в сучасному рослинництві набирає обертів. Тому в Україні на сьогоднішній день є актуальною проблема – де і як зберігати КАС (карбамідо-аміачна суміш), яка є агресивним середовищем. Основною перевагою складу КАС є доступність добрив в будь-який час, незалежно від погодних умов, фінансових можливостей, динаміки цін, курсу долара. Раз в сезон закупити і користуватись. Для малих обсягів зберігання підходять пластикові, гнучкі ємності, але коли мова йде про сотні й тисячі тонн, то доцільніше використовувати металеві резервуари.

Стратегія компанії ТОВ «Центррезервуарсервіс» – динамічний розвиток, вихід на європейський ринок. Тож, ця компанія стала першою, яка професійно розглянула і ефективно вирішила питання довгострокового зберігання цих мінеральних добрив.

Вона виготовляє резервуари зі сталі марки *316L*, що має всі необхідні показники міцності та відповідає нормативним документам. Щодо корозії внутрішньої поверхні резервуару, ця компанія підійшла з практичної точки зору, тобто, співвідношення: ціна – якість. Внутрішня поверхня готується за допомогою піскострумного очищення з певним ступенем шорсткості і по ній наноситься спеціальний склад антикорозійного покриття. Спостереження за резервуарами, обробленими таким чином, після тривалого зберігання в ньому розчинів КАС, дало зрозуміти, що якість покриття не постраждала і резервуар залишився без пошкоджень, оскільки він добре захищений від корозії.

Практика показала, що необов'язково утеплювати резервуар при незначних низьких температурах, простіше забезпечити систему перемішування КАСу. Безумовно, резервуар виготовлений із нержавіючої сталі і утеплений – це на довготривале використання, яке може бути близьким до століття, але навіщо платити більше. Бізнесу необхідний продукт, котрий в максимально короткі терміни поверне витрачені капітальні вкладення і почне приносити прибуток. Отже, основні переваги металевих ємностей – цеміцність, довгострокове зберігання, великі об'єми.



Рис. 30-2. Металеві ємності для зберігання розчинів КАС

- найвища якість мембрани дозволяє зберігати агресивні речовини, такі як КАС;
- для установки ємностей для КАС необхідні мінімальні загальнобудівельні роботи;
- ємності КАС в розібраному вигляді дуже компактні (ємність 2000 м³ перевозиться однією машиною);
- ємності для КАС при необхідності можуть розбиратися і перевозитися для установки в інше місце;
- підйомна техніка для збирання ємностей для КАС не потрібна;

- ємності для КАС можуть встановлюватися підземно;
- 350 типорозмірів: від 18 до 4000 м³ для наземних резервуарів від 18 до 1219 м³ – для підземних;
- у ємності для питної і технічної води можна встановлювати будь-яку обв'язку;
- ємності можуть утеплятися пінополістиролом, комплектуватися системою підігріву.

Наповнюючи ємності, призначені для аміачної води, розчинами КАС, варто враховувати, що густина КАС, в середньому становить 1,3 г/см³. Наповнювати резервуари КАС більше ніж на 80% не рекомендується, оскільки це може призвести до деформації ємності і втрат цих добрив. Фізико-хімічні і корозійні властивості цього добрива, а також конструкційні, агротехнічні та експлуатаційно-технічні показники машин, призначених для застосування рідких комплексних добрив, дають змогу використовувати їх і для внесення КАС. При застосуванні переобладнаної техніки для внесення КАС потрібно на ній замінити деталі з кольорових металів і їх сплавів на полівінілхлоридні або склопластикові, а як прокладні матеріали використовувати пластинчасту гуму на основі стирольного каучуку. Для підведення КАСів від резервуара до штанг обприскувачів як гнучкі трубопроводи можна використовувати гумові напірні рукава з текстильним каркасом.

Оскільки КАС містить у своєму складі інгібітор корозії (фосфат амонію), то це дозволяє для транспортування і внесення КАС застосовувати серійні машини – підживлювачі рідкими добривами, обприскувачі, автомобільні напівпричепи, тракторні заправники, переобладнані цистерни тощо (рис. 31).

Використання КАС забезпечує зниження витрат на транспортування, розвантаження, зберігання та внесення в межах 25-30% порівняно з твердими азотними добривами. Для транспортування і внесення КАС застосовують серійні машини: підживлювачі рідкими добривами ПЖУ-2,5, ПЖУ-5, ПЖУ-9, обприскувачі ПОМ-630 і ОП-2000-2-01, автомобільні напівпричепи ГКБ-9653, ГКБ-9677, ППЦУ-9370, тракторні заправники ОЗТП-9625 і ОЗТП-9654, а також

переобладнані цистерни РЖТ-8 зі штангою АША-15, АРУП-8, РЖТ-4, ХТС-100, 27 та ін.(рис. 31).



Рис. 31.Транспортування розчинів КАС

Добриво КАС використовують за такими основними технологічними схемами:
перша схема.Завод – транспортний засіб – агрегат для внесення. Ця схема рекомендується для застосування цих добривв радіусі 40-50 км від заводу.

друга схема.Завод – транспортний засіб – глибинний склад – транспортний засіб – агрегат для внесення. Схема використовується при наступних відстанях: від заводу до глибинного складу 40-50 км і від глибинного складу до поля 20 км.

третья схема.Завод – залізнична цистерна – прирейковий склад – транспортний засіб – агрегат для внесення. Схема застосовується при наступних відстанях: від заводу до прирельсового складу більше 100 км і від прирельсового складу до поля не більше 40-50 км.

четверта схема.Завод – залізнична цистерна – прирейковий склад – транспортний засіб – глибинний склад – транспортний засіб – агрегат для внесення. Схему використовують при наступних відстанях: від заводу до прирельсового складу більше 100 км, від прирельсового складу до глибинного складу і від глибинного складу до поля 20 км.

Крім наземної техніки для позакореневого підживлення сільськогосподарських культур розчинами КАС можна використати і авіацію, наприклад, апаратуру

літака АН-2 з пристосуванням ОЖ-2 (рис. 32). КАС можна додавати і в поливну воду при проведенні фертигації за вирощування сільськогосподарських культур в південних областях на зрошенні. Також КАС можна вводити в поливну воду при проведенні краплинного зрошення.

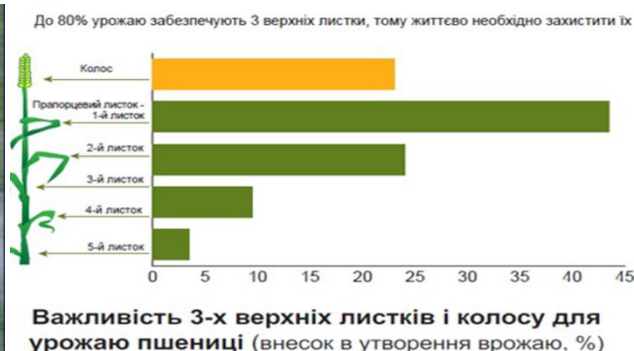


Рис. 32. Використання авіації для внесення розчинів КАС

Рис. 33. Подовження терміну функціональної активності листків

за рахунок використання КАС

Як вже неодноразово відмічалось вище: КАС – єдине азотне добриво, яке містить у своєму складі одночасно три форми азоту. Тому після внесення КАС в ґрунт воно діє пролонговано, а рослини забезпечуються азотом впродовж всієї вегетації. Всі ці форми азоту в добриві нелеткі і не спричиняють втрат поживи, тому ці добрива можна вносити поверхнево. Нітратна і аміачна форми є безпосередньо доступні для рослин. Аміачний азот затримується в ґрунті і не вимивається в глибші шари оскільки він знаходиться в обмінно-поглинутому стані на поверхні ґрунтових колоїдів. Взаємодіючи з аніонами ґрунтового розчину, амонійний азот дає різні солі і, вступаючи у фізико-хімічну взаємодію з ґрунтовими колоїдами, поглинається твердою фазою ґрунту. Швидкість і ступінь поглинання амонійного азоту ґрунтом залежить від вмісту в ньому гумусу, механічного складу і вологості, а також від способу і глибини заробки цього добрива. На важких, багатих органічною речовиною, добре оброблених і нормально зволжених ґрунтах амонійний азот поглинається краще, ніж на легких, бідних гумусом ґрунтах. При внесенні КАС у ґрунт ця форма акумулюється в орному шарі і стає доступною для рослин впродовж вегетації. Завдяки цьому листки рослин збільшують термін своєї функціональної

активності (рис. 25). Особливо це важливо для продовження терміну функціонування прапорцевого листкав рослин озимих зернових колосових культур (рис. 33).

Частина аміачної форми азоту перетворюється в нітратну. Амідна форма в ґрунті трансформується у амонійну, а пізніше в нітратну. Тобто амідна й амонійні форми в ґрунті поступово трансформуються в рухому нітратну форму, яка може вільно переміщатись вздовж і впоперек ґрунтового профілю. Така система засвоєння азоту робить КАС добривом швидкої та тривалої дії. Як уже зазначалось вище, вносити КАС можна, як восени під основний обробіток ґрунту, так і весною під передпосівну культивуацію, а також впродовж вегетації при проведенні прикореневих і позакореневих підживлень. Дуже важливим є науково встановлений факт, що при внесенні КАС в ґрунт різко зменшується активність ґрунтового ферменту уреазі і за рахунок цього знижуються непродуктивні втрати азоту з даного добрива. Під час внесення КАС досягається висока точність дозування і рівномірність розміщення на поверхні ґрунту. Дуже часто у виробничих умовах виникає питання щодо кількості внесення КАС у фізичній вазі або об'ємі (літрах) залежно від марки цього добрива, температури повітря та строку його зберігання. За щільністю КАС потрібно стежити весь час, а розрахунок кількості добрива слід проводити в кожному конкретному випадку.

Зміна щільності розчину КАС під час зберігання відбувається внаслідок зміни температури довкілля, через випаровування води (щільність зростає), або за рахунок атмосферних опадів, які потрапляють у відкриту ємкість (щільність зменшується).

Нітратна форма азоту не утримується ґрунтовим вбирним комплексом і вільно рухається в ґрунтовому розчині, а тому може вимиватись. Щоб зменшити непродуктивні втрати азоту в нітратній формі до розчину КАС

Таблиця 1.

вводять інгібітори нітрифікації (похідні піридинів, пірамідонів, тріазолів, ціанамідів тощо). Ці речовини селективно діють на мікроорганізми роду *Nitrosomonas* пригнічуючи їх життєдіяльність і таким чином затримують перетворення амонійного азоту в нітратний та сприяють збереженню азоту ґрунту і добрив в амонійній формі (блокують окислення NH_4^+ до NO_3^- і тим самим зберігають азот від непродуктивних втрат). Азот при цьому залишається в верхніх шарах ґрунту, що збільшує його доступність для засвоєння рослинами.. Інгібітори нітрифікації вводять до складу КАС у незначній кількості, не більше 0,1% маси добрива.

Інгібітори нітрифікації сприяють зростанню коефіцієнта використання азоту, зменшують вміст нітратів у вирощеній продукції, збільшують вміст білка і клейковини. На жаль, в Україні практика використання інгібіторів нітрифікації не є поширеною. Попри те, що інгібітори нітрифікації не чинять токсичної дії на комах та теплокровних, у перелік дозволених для використання в Україні

| Доза азоту, кг/га | КАС-28 | | КАС-30 | | КАС-32 | | | | | |
|-------------------|-----------------------------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|
| | Щільність г/см ³ | | | | | | | | | |
| | при 10°C= | | при 20°C= | | при 10°C= | | при 20°C= | | при 20°C= | |
| | 1,29 | | 1,27 | | 1,30 | | 1,29 | | 1,31 | |
| | кг | л | кг | л | кг | л | кг | л | кг | л |
| 20 | 71 | 55 | 71 | 56 | 67 | 51 | 67 | 52 | 63 | 48 |
| 25 | 89 | 67 | 89 | 70 | 83 | 63 | 83 | 64 | 78 | 59 |
| 30 | 107 | 83 | 107 | 84 | 100 | 77 | 100 | 78 | 94 | 72 |
| 35 | 125 | 97 | 125 | 98 | 117 | 90 | 117 | 91 | 109 | 83 |
| 40 | 143 | 111 | 143 | 113 | 133 | 102 | 133 | 103 | 125 | 95 |
| 45 | 161 | 125 | 161 | 127 | 150 | 115 | 150 | 116 | 141 | 108 |
| 50 | 179 | 139 | 179 | 141 | 167 | 128 | 167 | 129 | 156 | 119 |
| 55 | 196 | 152 | 196 | 154 | 183 | 141 | 183 | 142 | 172 | 131 |
| 60 | 214 | 166 | 214 | 169 | 200 | 154 | 200 | 155 | 188 | 144 |

вони ще не входять. Натомість у світі використовується до 120 найменувань цих препаратів, найбільше їх застосовують у США, Канаді, РФ, Польщі, Словаччині та Німеччині. Зараз в Україні іде процес синтезу та реєстрації цих препаратів.

2.9. Технологія використання розчинів КАС в посівах сільськогосподарських культур

Технологія використання розпочинається з визначення дози внесення КАС. Норми й дози внесення КАС залежать від виду культури, строку й способу внесення, попередника та інших чинників. Ніяких спеціальних обмежень не існує.

КАС можна використовувати в такі строки й способи:

- восени – для деструкції пожнивних решток (соломи, стебел), вносити під основний обробіток ґрунту та передпосівний обробіток озимих;
- навесні – під передпосівний обробіток;
- у період вегетації сільськогосподарських культур для кореневого і позакореневого (листового) живлення та в системах краплинного зрошення.

Останніми роками, зважаючи на різке зменшення поголів'я худоби, відпала необхідність використання соломи злакових культур для годування і підстилки тваринам. Тому, велика частина побічної продукції залишається на полі для поповнення органічної речовини ґрунтів. За такого ведення землеробства необхідно враховувати такий важливий факт, як потреба в додатковому використанні азоту саме для мінералізації соломи або інших рослинних залишків. Встановлено, що для мінералізації соломи або стебел злакових культур на кожну їх тону необхідно додатково вносити 10 кг азоту. Солома має високий вміст вуглецю, тому удобрення соломною стимулює діяльність мікроорганізмів. Це веде до тимчасової фіксації азоту з ґрунту. Приорювання соломи без азотних добрив призводить до різкого зменшення

мінерального азоту в ґрунті та зниження врожаю наступних культур. Особливе значення має відношення вуглецю до азоту. Мінералізація буде повноцінною, якщо відношення C:N =20:1. У соломистих рослинних рештках воно становить C:N=50-100 :1. При такому співвідношенні мінералізація соломи може тривати до двох років. Тому, щоб знизити співвідношення C:N, покращити умови мінералізації, необхідно забезпечити потрібний баланс азоту і вуглецю. Якщо, припустимо, був зібраний врожай зерна озимої пшениці 5 т/га, то маса соломи складе не менше 6 т/га (тобто співвідношення другого до першого рівне 1,2). Отже для мінералізації цієї маси необхідно внести не менше 40-60 кг/га азоту. При виборі азотного добрива для виконання цього агрозаходу пріоритет бажано надати КАС. Завдяки своїй рідкій формі КАС рівномірно розподілиться по поверхні соломи та проникне всередину рослинних решток, змочивши у них усю зовнішню та внутрішню поверхні, цим досягається якісна мінералізація. Вносити КАС потрібно штанговими обприскувачами. Відразу після внесення КАС, щоб заробити солому у ґрунт, на поле пускають важку дискову борону типу БДТ-7.



Рис. 34Внесення розчинів КАС для прискорення мінералізації
пожнивних решток

Розчини КАС можна також використовувати для приготування подвійних і потрійних рідких тукосумішей. Техніка приготування азотно-фосфорних розчинів проста, оскільки розчини КАС можна змішувати з РКД (рідкими комплексними добривами) марки 10-34-0 в будь-яких співвідношеннях

безпосередньо в ємностях машин для внесення. При отриманні потрібних збалансованих по поживних речовинах розчинів сумарна концентрація поживних речовин не перевищує 30%. Для збільшення концентрації в рідку тукоsumіш необхідно вводити стабілізатори, що перешкоджають швидкому осадку твердої фази.

Приготування рідких тукоsumішей (розчинів і суспензій) зводиться в основному до послідовного дозування, перемішування або подрібнення компонентів. Щоб прискорити процеси розчинення твердих вихідних компонентів, потрібно підігріти воду до температури 70-80°C. Як вихідні компоненти використовують РКД 10-34-0, КАС, сечовину, калій хлористий, воду. Для стабілізації суспензій застосовують бентонітову глину (глинопорошок), фосфогіпс або суперфосфат, які додають в кількості 1-3% маси суспензії. При приготуванні розчинів компоненти перемішуються до повного розчинення, при отриманні суспензій потрібно утворити стійку суміш, яка не осідає на протязі декількох діб. Потрібні розчини, а також суспензовані тукоsumіші готують тільки на спеціальних змішувальних установках.

2.10. Правила внесення нерозбавлених КАСів на посівах озимих культур:

При використанні КАСів у виробничих умовах слід дотримуватись таких правил:

1. Добрива вносять спеціально обладнаними обприскувачами. Добриво має контактувати лише з кислотостійкою гумою і керамічними розпилювачами. КАС вноситься за допомогою спеціальних плоскоструменевих грубокраплистих розпилювачів з великими отворами, або розливних труб, що служать для рядкового або смужного внесення. Робочий тиск в обприскувачі має бути низьким.

2. На відміну від пестицидів і добрив для листового внесення (карбамід, $MgSO_4 + H_2O$, мікродобрив на хелатній основі тощо), які передбачають старанний дрібнокраплистий розпил рідини і повне покриття нею листової поверхні, нерозбавлений КАС вноситься цілковито іншим способом. Розпилювачі мають формувати великі краплини розчину, які під своєю вагою

спадають (скапують) з листків на ґрунт. Цей спосіб зменшує покриття розчином листової поверхні і запобігає її пошкодженню (опікам).

3.КАС вноситься лише на суху листову поверхню. На вологих рослинах навіть крупні краплі розчину не стікають на ґрунт, що призводить до опіків. Тому не можна вносити КАС після дощу, ввечері та ранком, коли є роса.

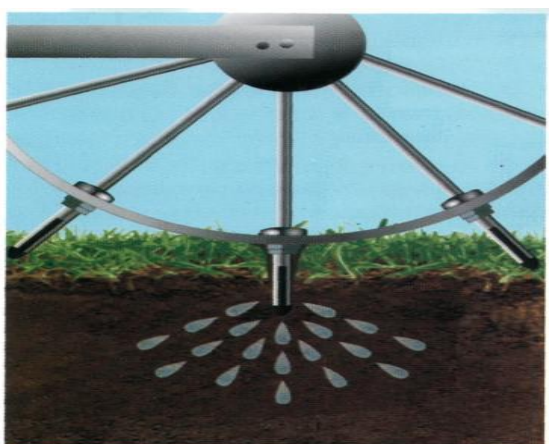
4.Краще вносити КАС за допомогою спеціальних розливних труб, особливо на широкорядних посівах, на схильних до опіків культурах у пізніх фазах вегетації.



Рис. 35 Прикореневе підживлення озимої пшениці струмком водних розчинів КАС

5.КАС не можна розчиняти у воді з метою зменшення гектарної норми азоту і обприскувати таким розчином рослини. При розбавленні 1:1 та навіть 1:2 є великий ризик підпалити рослини (викликати опіки). Найбільше непорозумінь щодо внесення КАС пов'язано власне з тим, що це добриво помилково вносять так, як пестициди.

В сучасних умовах для прикореневого підживлення практикують



проведення інжекторного локального підживлення розчинами КАС безпосередньо в ґрунт (рис. 36). В даному випадку розчини КАС під тиском вприскуються в ґрунт і потім за рахунок дифузії поширюються в ньому. У випадку внесення в ґрунт (під основний обробіток ґрунту або передпосівну культивуацію) КАСів виготовлених не індустриальним способом шкідливих ознак в рослин не виявлено, тільки за умови коли посівні роботи будуть розпочинатися через п'ять діб після внесення цих добрив, коли частина амонійного азоту встигне нітрифікуватись в нітратні сполуки, тому що на проросток здійснюють шкідливий вплив підвищені концентрації амонійного азоту. **Рис.36. Локальне підживлення посівів розчинами КАС**



Рис. 37.Крупнокапельне внесення розчинів КАС (зліва - пятиструменеві розпилювачі FL; справа – дефлекторні розпилювачі FD)

В послідуочі фази розвитку корегувати азотне живлення рослин можна за рахунок проведення позакореневого підживлення.

2.11. Вибір розпилювачів для внесення розчинів КАС

Максимальну ефективність від використання КАС можна отримати лише за умови високої якості самого добрива та компонентів бакової суміші робочого розчину (засобів захисту рослин, макро- та мікродобрив, стимуляторів росту), правильно встановленої дози та строків внесення, врахування особливостей погодніх умов і відповідно до цього – правильного

вибору та експлуатації розпилювачів. Слід пам'ятати, що абсолютно універсальних форсунок не існує.

Оскільки КАС вноситься без розбавлення на ґрунт для кореневого живлення, а для листового (позакореневого) з розбавленням, то вимоги до характеру самого розпилу робочого розчину тут різні. Як показує практика, нехтування цими вимогами при використанні КАС призводить до негативних наслідків. Для прикладу вибору розпилювачів скористаємося досвідом німецької компанії Lechler GmbH (Лехлер), яка вже на протязі останніх 125 років займається їх розробкою та виробництвом, продукція якої є світовим стандартом якості.

Сьогодні для внесення рідких добрив компанія Lechler GmbH пропонує дефлекторні розпилювачі FD, п'ятиструменеві розпилювачі FL, інжекторні ID3 та IDK, підвісні аплікатори-шланги 5S. Щоб зробити правильний вибір розпилювачів, слід добре розуміти їх основні характеристики.

Нерозбавлений розчин КАС вноситься обприскувачами на ґрунт для кореневого живлення рослин азотом, або безпосередньо в ґрунт на глибину 6-12 см одночасно з культивацією чи посівом (встановлюють на сівалки, культиватори та дискові борони пристосування для внесення рідких добрив). Найбільше проблем виникає тоді, коли доводиться вносити КАС на ґрунт при вегетуючих рослинах. Науково обґрунтована система удобрення озимих культур передбачає роздільне внесення азоту в періоди найбільшої потреби. Не бажано вносити весь азот до посіву озимих, оскільки надмірний розвиток рослин восени послабить зимостійкість, а на легких ґрунтах через вимивання нітратної форми буде втрачений. В той же час, на початку весняної вегетації рослини озимих культур в найбільшій мірі потребують саме азотного живлення.

Дефлекторна форсунка FD на сьогоднішній день є найбільш доцільним вибором для внесення нерозбавленого розчину КАС по вегетуючих рослинах на початкових етапах росту (до фази початку трубкування). Форсунка FD забезпечує найбільш рівномірне покриття оброблюваної площі, а завдяки

горизонтальній траєкторії руху крупних крапель, рослини найменш травмуються. Ризик опіків рослин при використанні дефлекторних форсунок FD зведений до мінімуму. Крім того, форсунки даного типу в меншій мірі схильні до блокування отворів через засмічення та легко знімаються для очищення (рис. 38).

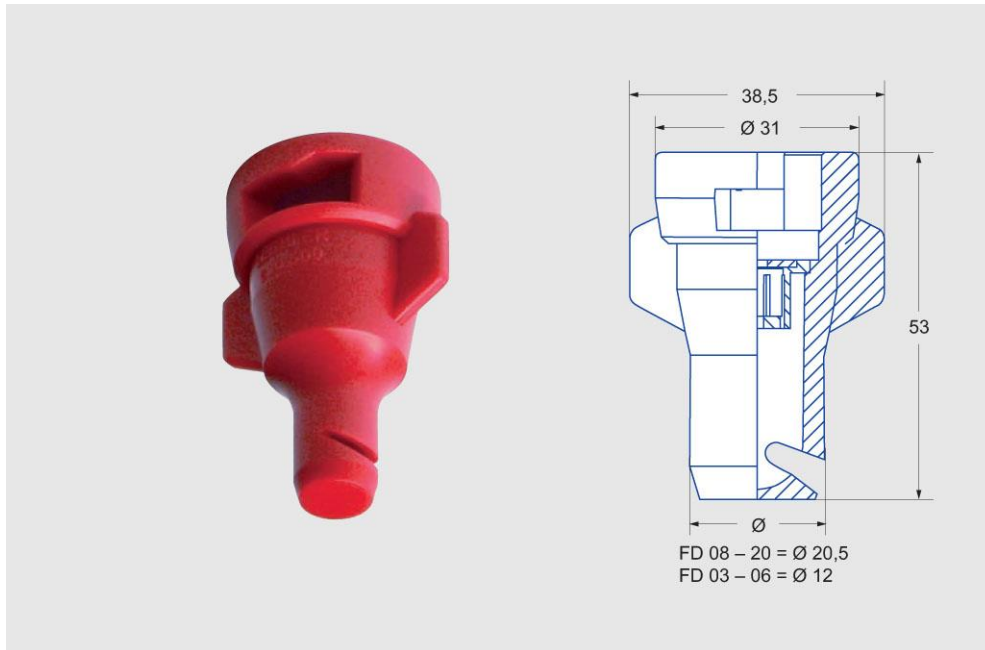






Рис.38. Дефлекторна форсунка FD. Рекомендований тиск 1,5-4,0 бар.

При виборі форсунок слід орієнтуватися також на дози внесення рідких добрив, на швидкість з якою працюватиме обприскувач, та в якому діапазоні тиску слід подавати робочий розчин на розпилювачі. Колір форсунки означає витрати води за хвилину при тиску в 3 бар (табл.2).

Таблиця 2. Дози внесення розчинів КАС в залежності від калібру форсунки Lechler FD, тиску та швидкості руху обприскувача

|    | л/хв | | КАС л/га 0,5 м  | | | | |
|---|------|-----|--|------|------|------|------|
| | Вода | КАС | 6,0 | 8,0 | 10,0 | 14,0 | 18,0 |
| | | | км/ч | км/ч | км/ч | км/ч | км/ч |

| | | | | | | | | |
|-----------|-----|------|------|-----|-----|----|----|----|
| FD | 1,5 | 0,85 | 0,75 | 150 | 113 | 90 | 64 | 50 |
|-----------|-----|------|------|-----|-----|----|----|----|

| | | | | | | | | |
|----------------------------|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|----|
| 03 (60 M) | 2,0 | 0,98 | 0,86 | 172 | 129 | 103 | 74 | 57 |
| | 3,0 | 1,20 | 1,06 | 212 | 159 | 127 | 91 | 71 |
| | 4,0 | 1,39 | 1,22 | 244 | 183 | 146 | 105 | 81 |

| | | | | | | | | |
|---|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| FD 04 (60 M) | 1,5 | 1,13 | 1,00 | 200 | 150 | 120 | 86 | 67 |
| | 2,0 | 1,31 | 1,15 | 230 | 173 | 138 | 99 | 77 |
| | 3,0 | 1,60 | 1,41 | 282 | 211 | 169 | 121 | 94 |
| | 4,0 | 1,85 | 1,63 | 326 | 245 | 196 | 140 | 109 |

| | | | | | | | | |
|---|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| FD 05 (25 M) | 1,5 | 1,41 | 1,24 | 248 | 186 | 149 | 106 | 83 |
| | 2,0 | 1,63 | 1,44 | 288 | 216 | 173 | 123 | 96 |
| | 3,0 | 2,00 | 1,76 | 352 | 264 | 211 | 151 | 117 |
| | 4,0 | 2,31 | 2,03 | 406 | 305 | 244 | 174 | 135 |

| | | | | | | | | |
|---|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| FD 06 (25 M) | 1,5 | 1,70 | 1,49 | 298 | 224 | 179 | 128 | 99 |
| | 2,0 | 1,96 | 1,72 | 344 | 258 | 206 | 147 | 115 |
| | 3,0 | 2,40 | 2,11 | 422 | 317 | 253 | 181 | 141 |
| | 4,0 | 2,77 | 2,44 | 488 | 366 | 293 | 209 | 163 |

| | | | | | | | | |
|---|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| FD 08 (25 M) | 1,5 | 2,26 | 1,99 | 398 | 299 | 239 | 171 | 133 |
| | 2,0 | 2,61 | 2,30 | 460 | 345 | 276 | 197 | 153 |
| | 3,0 | 3,20 | 2,82 | 563 | 422 | 338 | 241 | 188 |

| | | | | | | | | |
|--|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 4,0 | 3,70 | 3,25 | 650 | 488 | 390 | 279 | 217 |
|--|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|

| | | | | | | | | |
|---|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| FD 10 (25 M) | 1,5 | 2,83 | 2,49 | 498 | 374 | 299 | 214 | 166 |
| | 2,0 | 3,27 | 2,88 | 576 | 432 | 345 | 246 | 192 |
| | 3,0 | 4,00 | 3,52 | 704 | 528 | 422 | 302 | 235 |
| | 4,0 | 4,62 | 4,07 | 813 | 610 | 488 | 348 | 271 |

| | | | | | | | | |
|---|-----|------|------|------|-----|-----|-----|-----|
| FD 15 (25 M) | 1,5 | 4,24 | 3,73 | 746 | 560 | 448 | 319 | 249 |
| | 2,0 | 4,90 | 4,31 | 862 | 647 | 517 | 370 | 288 |
| | 3,0 | 6,00 | 5,28 | 1056 | 792 | 634 | 452 | 352 |
| | 4,0 | 6,93 | 6,10 | 1220 | 915 | 732 | 523 | 407 |

| | | | | | | | | |
|---|-----|------|------|------|------|-----|-----|-----|
| FD 20 (25 M) | 1,5 | 5,66 | 4,98 | 996 | 747 | 598 | 427 | 332 |
| | 2,0 | 6,53 | 5,75 | 1149 | 862 | 690 | 493 | 383 |
| | 3,0 | 8,00 | 7,04 | 1408 | 1056 | 845 | 604 | 469 |
| | 4,0 | 9,24 | 8,13 | 1626 | 1220 | 976 | 697 | 542 |

Струменеві розпилювачі рідких добрив FL розроблені значно раніше (1990 р.), проте і сьогодні користуються значною популярністю у аграріїв. За рахунок формування крупної краплі теж менше травмують рослини від опіків. На ринку України пропонуються форсунки такого типу і інших виробників, проте форсунки у яких отвори виходу розчину напрувлені вниз, розроблені для внесення рідких добрив на ґрунт (під основний чи передпосівний обробіток та на протязі 2-3 днів після посіву). Для внесення КАС по вегетуючих рослинах до періоду трубкування слід використовувати струйні форсунки у яких горизонтальна траєкторія руху крупних крапель (рис.39)



Рис.39. Семиструменеві розпилювачі KACSj-7 Teejet (США).
Рекомендований робочий тиск 1,5-4,0 бар.



Рис.40.Струменеві розпилювачі рідких добрив LechlerFL. Рекомендований тиск 1-5 бар. Кут розпили 160°, при розміщенні розпилювачів через кожні 50 см при висоті штанги над поверхнею розпили (грунту, рослини) – 100 см. Доза внесення КАС регулюється підбором дозуючих шайб які вставляються маркуванням вверху.



Рис. 41. Внесення КАС трьохструменевими розпилювачами з вертикальним рухом краплин робочого розчину

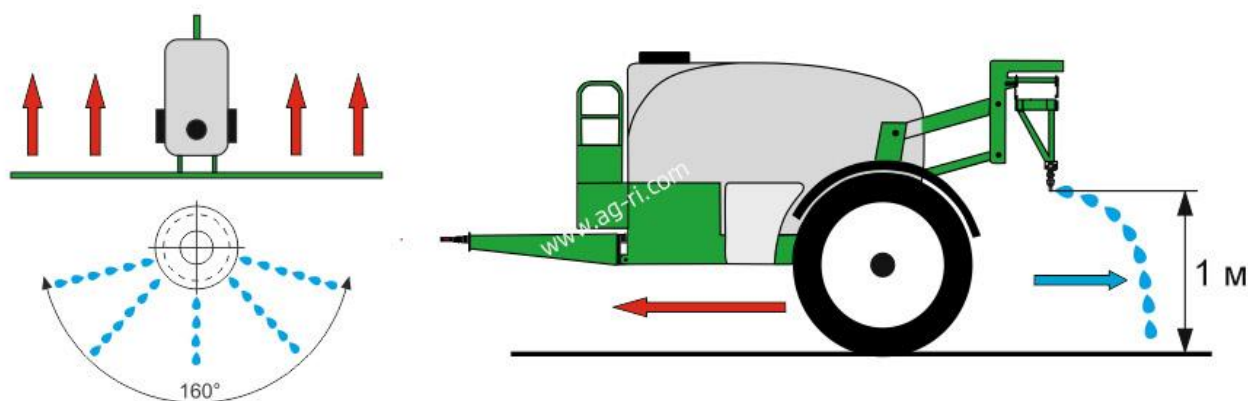


Рис.42. Схема внесення КАС з використанням 5-ти струменевих крупнокраплинних розпилювачів

Недоліком струменевих форсунок є деяка нерівномірність внесення дози добрив в поперечній площині. Якщо коефіцієнт варіації розподілу розчину в поперечній площині для дефлекторних форсунокFD становить лише 3,4 %, то для струменевих FL він зростає до 55,9% (порівняння проводилось при тиску

2,0 бар і висоті штанги для FD 60 см, а для розпилювачів FL -100см).



Рис.43. Кріплення форсунки для внесення КАС з 5-струменевим крупнокраплинним розпилювачем AgroplastRSM5 (Польща).

Починаючи з фази трубкування і до молочної стиглості зернових за умови наявності вологи, нерозбавлений КАС можна вносити на ґрунт за допомогою розливних шлангів 5S/5SL. За такого способу внесення розчин КАС не контактує з листовою поверхнею, а вноситься в прикореневу зону. За такого способу внесення загроза опіків практично виключена. Особливо ефективними є такі підживлення просапних культур.

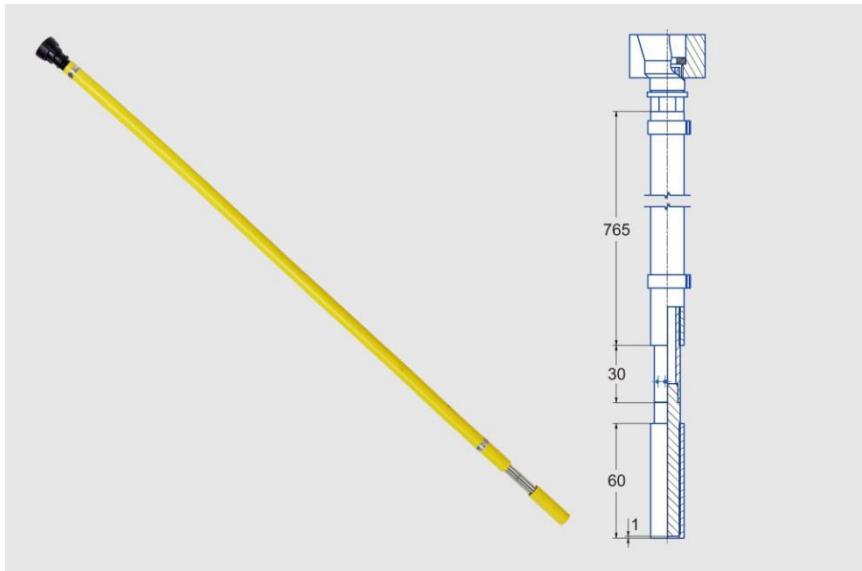





Рис.44. Гнучкий шланг 5S з 5-ти струменевим мундштуком для внесення КАС на пізніх етапах розвитку рослин. При кріпленні шлангів 5S отвори мундштука мають бути направлені в напрямку руху обприскувача.



Рис.45. Прикореневе підживлення нерозбавленим розчином КАС посівів пшениці перед колосінням з використанням розливних шлангів 5S.

Таблиця 3. Дози внесення КАС-28 при використанні шлангів Lechler 5S та 5SL

|  Ø mm |  ТИСК | л/хв. | | КАС(28) л/га 0,5 м  | | | |
|--|--|--------------|---------------|---|---------------|---------------|---------------|
| | | КАС | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 10,0 |
| Калібр | | | км/год | км/год | км/год | км/год | км/год |
| дозуюч | | | | | | | |
| их | | | | | | | |
| шайб | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|---------------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1,0/39 | 1,0 | 0,41 | 98 | 82 | 70 | 62 | 49 |
| | 1,5 | 0,50 | 120 | 100 | 86 | 75 | 60 |
| | 2,0 | 0,58 | 139 | 116 | 99 | 87 | 70 |
| | 2,5 | 0,65 | 156 | 130 | 111 | 98 | 78 |
| | 3,0 | 0,71 | 170 | 141 | 121 | 106 | 85 |
| | 3,5 | 0,76 | 182 | 152 | 130 | 114 | 91 |
| | 4,0 | 0,82 | 197 | 164 | 141 | 123 | 98 |
| | 4,5 | 0,87 | 209 | 174 | 149 | 131 | 104 |
| | 5,0 | 0,91 | 218 | 182 | 156 | 137 | 109 |

| | | | | | | | |
|---------------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1,2/48 | 1,0 | 0,59 | 142 | 118 | 101 | 89 | 71 |
| | 1,5 | 0,73 | 175 | 146 | 125 | 110 | 88 |
| | 2,0 | 0,84 | 202 | 168 | 144 | 126 | 101 |
| | 2,5 | 0,94 | 226 | 188 | 161 | 141 | 113 |
| | 3,0 | 1,03 | 246 | 205 | 176 | 154 | 123 |
| | 3,5 | 1,11 | 266 | 222 | 190 | 167 | 133 |
| | 4,0 | 1,18 | 283 | 236 | 202 | 177 | 142 |
| | 4,5 | 1,26 | 302 | 252 | 216 | 189 | 151 |
| | 5,0 | 1,32 | 317 | 264 | 226 | 198 | 158 |



Рис. 46. Система Dropleg- підлисткове обприскування добривами і засобами захисту рослин є спільною розробкою компаній Amazone, Lechler та Syngenta.

Конструкція системи Dropleg складається з пластикових трубок, на які знизу, в залежності від виду обробки, встановлюються різні форсунки для підлисткового обприскування, переважно це двухфакельні форсунки. Трубки Dropleg вільно переміщуються при русі обприскувача через рядки. Систему Dropleg можна дуже легко налаштувати на будь-які міжряддя.

Метою позакоренових підживлень розчинами добрив, пестицидів та регуляторів росту рослин є максимальне покриття листків, стебел та колосу препаратами. Для цього крапля має бути меншого розміру, а сила її натягу мінімальною. Оскільки проникнення робочого розчину в цитоплазму клітини відбувається переважно через продихи, а їх кількість найбільша в нижній частині листка, то обприскування листової поверхні з двох сторін є найбільш ефективним способом позакоренового підживлення. Сучасна система позакоренового підживлення інтегрована з системою захисту рослин, тому вимоги до внесення пестицидів мають першочергове значення, а добрива лише виконують допоміжну функцію. Якщо раніше вважалось, що для позакоренового (листового) підживлення підходить лише амідна форма азоту карбаміду, то дослідження проведені в НУБ доктором с.-г. наук М.М. Долею засвідчили високу ефективність використання розбавленого розчину КАС в

бакових сумішах з ЗЗР. Використання КАС забезпечує кращу проникність препаратів ЗЗР, а в поєднанні з мікроелементами значно посилює ефективність фунгіцидів. Тому під час приготування бакової суміші КАС з пестицидами, саме останні визначають порядок введення їх до розчину та їх вимоги до кислотності бакової суміші.

Для дрібнокраплинного нанесення робочого розчину бакової суміші і максимального покриття ним рослин використовуються щілинні та інжекторні розпилювачі. У щілинних розпилювачах потік робочого розчину перетворюється на краплини після того, як розчин пройшов границю сопла. При цьому спектр крапель за розмірами є неоднорідним і залежить від робочого тиску. Коли тиск зростає, то утворюється більше дрібних і дуже дрібних краплин. За оптимальних параметрів температури, вологості повітря та швидкості вітру при утворенні більшої кількості дрібніших краплин покриття листової поверхні найбільш рівномірне, що особливо необхідне на початкових етапах росту рослин, коли вегетативна маса незначна та при використанні пестицидів контактної дії. Проте, дрібні краплини мають меншу масу і швидкість, тому слабо проникають в середину стеблестою (фаза прапорцевого листка у зернових). Крім того, дрібні краплини схильні до зносу і випаровування, а це веде до зниження ефективності позакореневих обробок. Інжекторні розпилювачі не мають названих вище недоліків. У них утворення краплин робочого розчину відбувається безпосередньо в середині самої форсунки, причому, за більш однорідного спектру та більшої їх крупності, що і забезпечує кращу проникність бакової суміші в середину стеблестою. Коли краплина попадає на лист, то вона розпадається на дрібніші і робочий розчин краще розподіляється по поверхні листка. Таким чином, використання інжекторних розпилювачів це реальний крок до підвищення ефективності та екологічності позакореневих обприскувань добривами та пестицидам.

Серед інжекторних розпилювачів самим кращим вибором буде форсунка третього покоління Lechler- (2013 рік) моделі ID3. Потрібно пам'ятати, що це форсунки високого тиску, тому працювати з ними потрібно в діапазоні від 2 до

8 бар, що підвищує вимоги до самого обприскувача. Інжекторна форсунка буде найкращим вибором, коли потрібно вносити КАС з гербіцидами при підвищених температурах та поривах вітру (Рис.47).

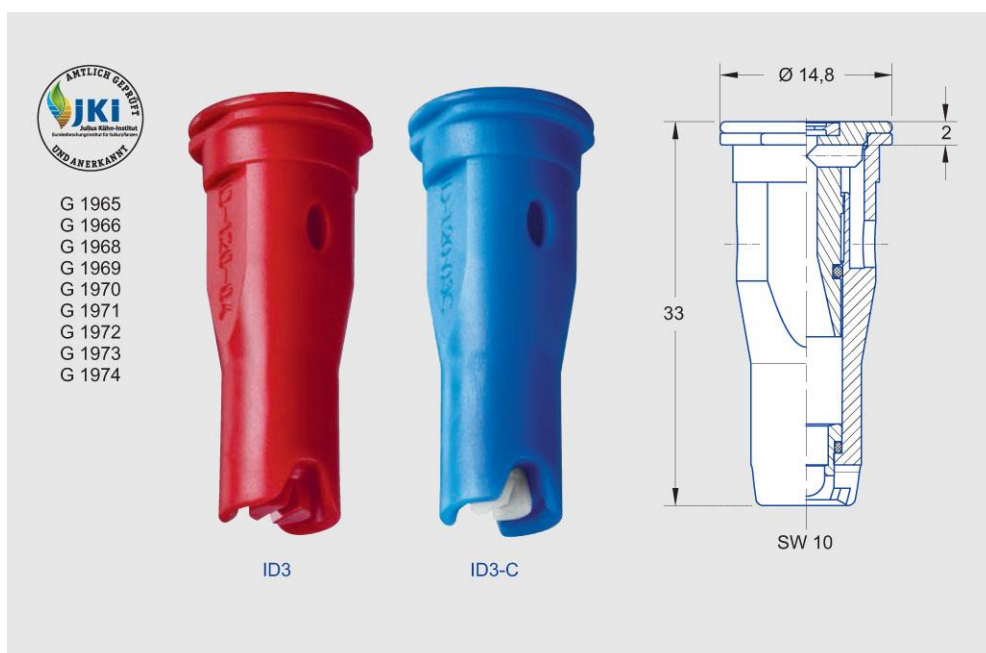


Рис.47. Інжекторні розпилювачі ID 3 та ID3-C

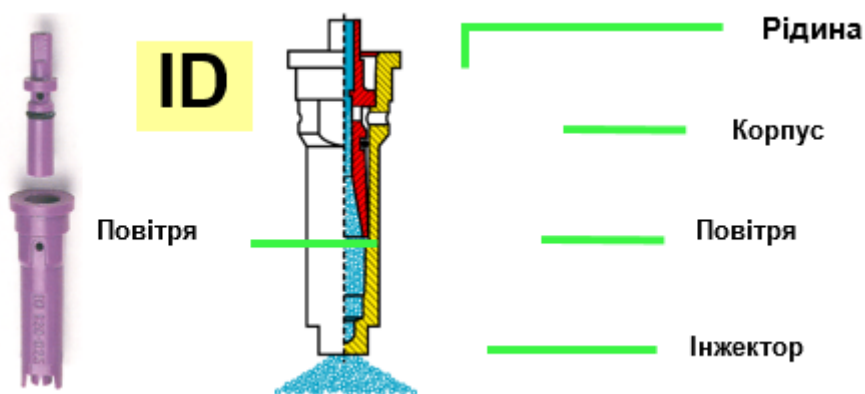



Рис.48. Схема формування краплин робочого розчину в розпилювачах ID 3

Ще більш інноваційним підходом при внесенні пестицидів контактної дії є використання двофакельних інжекторних форсунок. Вони особливо необхідні при внесенні пестицидів з добривами на ранніх етапах розвитку при висоті рослин до 25 см. Проте витрати робочого розчину мають бути на рівні 300-500 л/га. Використовуючи бойонет (кріплення) Twin-SprayCap для двох

інжекторних форсунок ID 3 можна більш ефективно працювати з препаратами контактної дії на швидкості 15-30 км/год, при витратах робочого розчину не менше 400 л/га. Обробка на підвищеній швидкості - це реальна можливість провести обробіток в оптимальні строки, який є дуже коротким.

Таблиця 4. Вибір інжекторних розпилювачів Lechler ID3 для встановленої дози внесення КАС залежно від вибраної швидкості руху обприскувача та рекомендованого тиску.

|  |  | л/хв. | | КАС л/га 0,5 м  | | | | | | | | |
|---|---|-------|---------|--|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | | КА С | 5,0 км/ год | 6,0 км/ год | 7,0 км/ год | 8,0 км/ год | 10,0 км/ год | 12,0 км/ год | 14,0 км/ год | 16,0 км/ год | 18,0 км/ год |

| | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|-----|------|------|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|
| ID-120-015 (60 М) | 2,0 | 0,48 | 0,42 | 101 | 84 | 72 | 63 | 50 | 42 | 36 | 32 | 28 |
| | 2,5 | 0,54 | 0,48 | 115 | 96 | 82 | 72 | 58 | 48 | 41 | 36 | 32 |
| | 3,0 | 0,59 | 0,52 | 125 | 104 | 89 | 78 | 62 | 52 | 45 | 39 | 35 |

| | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|
| ID-120-02 (60 М) | 2,0 | 0,65 | 0,57 | 137 | 114 | 98 | 86 | 68 | 57 | 49 | 43 | 38 |
| | 2,5 | 0,73 | 0,64 | 154 | 128 | 110 | 96 | 77 | 64 | 55 | 48 | 43 |
| | 3,0 | 0,80 | 0,70 | 168 | 140 | 120 | 105 | 84 | 70 | 60 | 53 | 47 |

| | | | | | | | | | | | | |
|------------|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|
| ID- | 2,0 | 0,81 | 0,71 | 170 | 142 | 122 | 107 | 85 | 71 | 61 | 53 | 47 |
|------------|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|

| | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|
| 120-025 (60 M) | 2,5 | 0,91 | 0,80 | 192 | 160 | 137 | 120 | 96 | 80 | 69 | 60 | 53 |
| | 3,0 | 0,99 | 0,87 | 209 | 174 | 149 | 131 | 104 | 87 | 75 | 65 | 58 |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|
| ID-120-03 (60 M) | 2,0 | 0,97 | 0,85 | 204 | 170 | 146 | 128 | 102 | 85 | 73 | 64 | 57 |
| | 2,5 | 1,08 | 0,95 | 228 | 190 | 163 | 143 | 114 | 95 | 81 | 71 | 63 |
| | 3,0 | 1,19 | 1,05 | 252 | 210 | 180 | 158 | 126 | 105 | 90 | 79 | 70 |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| ID-120-04 (60 M) | 2,0 | 1,29 | 1,14 | 274 | 228 | 195 | 171 | 137 | 114 | 98 | 86 | 76 |
| | 2,5 | 1,44 | 1,27 | 305 | 254 | 218 | 191 | 152 | 127 | 109 | 95 | 85 |
| | 3,0 | 1,58 | 1,39 | 334 | 278 | 238 | 209 | 167 | 139 | 119 | 104 | 93 |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| ID-120-05 (25 M) | 2,0 | 1,61 | 1,42 | 341 | 284 | 243 | 213 | 170 | 142 | 122 | 107 | 95 |
| | 2,5 | 1,80 | 1,58 | 379 | 316 | 271 | 237 | 190 | 158 | 135 | 119 | 105 |
| | 3,0 | 1,97 | 1,73 | 415 | 346 | 297 | 260 | 208 | 173 | 148 | 130 | 115 |

Слід враховувати, що при роботі на підвищенній швидкості формується додатковий повітряний потік від руху самого обприскувача. Так, при швидкості руху обприскувача до 30 км/год він навіть створить додатковий рух повітря до 5 м/сек. Якщо в цей час природна швидкість вітру становить 5 м/сек,

то сумарна швидкість буде на рівні 10 м/сек, що недопустимо. За таких умов робочу швидкість обприскуваче слід зменшити.

При використанні двофакельних форсунок, або кріплення Twin-SprayCar для двох інжекторний ID3, краплини розчину деяких із них, можуть попадати на елементи конструкції штанги обприскувача. В таких випадках потрібно використати адаптери-подовжувачі 5S.

Враховуючи, що сумарна частка витрат на добрива і засоби захисту рослин сягає близько 60 % від загальних грошових затрат на технологію вирощування інтенсивних культур, тому підвищення ефективності рослинництва в значній мірі залежить також від якості добрив і пестицидів та правильного вибору і експлуатації розпилювачів.

3.0. Позакореневе підживлення водними розчинами КАС

Зазвичай необхідність в проведенні позакореневого підживлення виникає за стресових ситуацій (дефіцит вологи, посуха, низькі температури, приморозки, вирощування сільськогосподарських культур на ґрунтах з високим або, навпаки, низьким показником рН, тощо), коли завдяки їм засвоєння елементів живлення кореневою системою є недостатнім і спостерігається уповільнення росту і розвитку рослин. Дуже часто такий критичний стан настає під час інтенсивного наростання вегетативної маси рослин, коли в ґрунті запаси легкодоступних елементів живлення вичерпуються, а їх поповнення не «встигає» і сильно відстає від темпів розвитку рослин. Це часто відбувається в критичні фази розвитку рослин внаслідок інтенсивного та швидкого наростання площі асиміляційної поверхні. У цьому разі поліпшити живлення рослин можна за допомогою позакорневих підживлень. Внесення елементів живлення через листову поверхню – це корисне доповнення до мінерального живлення рослин. Раціональне листове підживлення не тільки доповнює кореневе живлення, а й корегує живлення культур в критичний період їх онтогенезу. Листкове підживлення – ідеальний спосіб стимуляції фізіологічних процесів в рослині, відповідальних за підвищення якості урожаю, підсилення

стійкості рослин до шкідників і захворювань. Слід зауважити, що такий спосіб внесення добрив є допоміжним і не може замінити основного внесення.

Для того, щоб цей агрозахід дав позитивний результат, потрібно виконати цілий ряд необхідних умов. Однією із умов, яка забезпечує високу ефективність цього агрозаходу є вибір азотного мінерального добрива. Так, наприклад, при використанні сульфату амонію, селітри аміачної та аміачної води якість зерна поліпшується, проте дані добрива негативно впливають на листя та колоски пшениці, обпікаючи їх. Використання аміачної селітри для проведення цього заходу недопустимо, оскільки це добриво швидко розчиняє восковий наліт і відкриває вільний доступ до листка ультрафіолетових променів, які викликають опіки на його поверхні. Наслідком є зменшення урожаю. Для проведення позакореневого підживлення найліпшими є два види азотних добрив: **карбамід з низьким вмістом біурету і КАС виготовлений індустріальним способом.**

Виробнича практика переконливо показала, що карбамід і КАС індустріального виробництва вважається найоптимальнішим вибором серед усіх існуючих азотних мінеральних добрив для позакореневого підживлення. Чому? *По-перше*, розчин карбаміду і КАС виявляють нейтральну реакцію у воді, навіть при підвищеній концентрації. *По-друге*, за оптимальних концентрацій вони не залишають опіків на листі та стеблах культур. *По-третє*, мають здатність до швидкого засвоєння рослинами. **Концентрації добрив (5% розчин), потрапляючи в клітину, спричиняє плазмоліз, внаслідок якого не відбувається некроз тканин.** Слід звернути увагу товаровиробників на те, що для виконання цього агрозаходу КАС є значно технологічнішим ніж карбамід, тому що його не потрібно перед використанням розчиняти в воді, бо він сам весь час знаходиться в рідкому агрегатному стані і при виливанні його в воду швидко з нею змішується, утворюючи розчин необхідної концентрації. КАС – це перш за все дуже гнучкий додатковий інструмент живлення сільськогосподарських культур в умовах високоефективного виробництва. Він дозволяє скоректувати підживлення в ключові фази розвитку рослин, посилити дію недостатньо ефективних чинників для отримання необхідних біохімічних характеристик

товарної продукції, наприклад збільшити вміст в зерні білку та клейковини. Вище вже відмічалось, що для виконання цього агрозаходу потрібно використовувати КАС лише заводського виробництва в складі якого витримано стандартизоване співвідношення між нітратним, амонійним та амідним азотами. У випадку використання для виконання цього агрозаходу КАСів виготовлених без дотримання стандартизованої технології, які можна витримати лише в заводських умовах, аналогічних добрив виготовлених кустарним способом без дотримання відповідної технології виготовлення, на оброблених рослинах завжди будуть виникати некрози. Справа тут ось в чому. Сам процес виготовлення КАСів не індустріальним методом зводиться до виконання таких технологічних операцій:

- у воді проводиться розчинення суміші карбаміду і аміачної селітри шляхом простого перемішування висипаних компонентів;
- процес розчинення виконують при температурі всього лише 70-75°C, при якій домогтися необхідної концентрації нітратного азоту неможливо;
- в отриманих таким способом КАСах присутні залишки нерозчинного компонента антизлежувача;
- в таких КАСах не проводиться регулювання рН отриманого розчину, що сприяє виникненню опіків на поверхні листків;
- для доведення вмісту в КАСах азоту до необхідної концентрації часто використовується сульфат амонію, який нерідко буває коксохімічного виробництва і містить у своєму складі шкідливі домішки;
- заміна аміачної селітри на сульфат амонію в КАСах виготовлених не індустріальним шляхом пов'язана з високою його розчинністю у воді (при 25°C в 100 мл води розчиняється 75,4 г $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$);
- така заміна призводить до підкислення водних розчинів КАСів, оскільки сульфат амонію більш фізіологічно кисла сіль ніж аміачна селітра;

• в КАСах виготовлених неіндустріальним способом міститься дуже мала частка нітратного азоту і завищена дольова частка амонійного азоту, що приводить до отруєння клітин і виникнення на поверхні листків некротичних п'ятен.

З чого зазвичай роблять КАС не ідустріальним способом? З карбаміду, який має підвищений вміст біурету. З сульфату амонію та аміачної селітри, які вже так залежалися у складських приміщеннях, що будь-який товарний вигляд втратили. Використовують для цього ще й будь-які інші азотовмісні добрива, що з якихось причин намокли та не можуть бути продані до використання у такому вигляді.

В тому ж випадку, коли такі КАСи використовують для проведення прикореневиx та позакореневиx підживлень на поверхні рослин з'являються опіки, які виникають з таких причин:

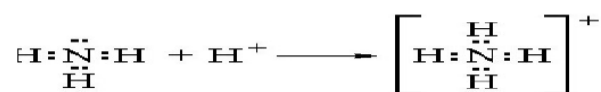
• в КАСах виготовлених неіндустріальним способом підвищений вміст амонійного азоту, який у високих концентраціях здійснює токсичний вплив на клітинирослин, руйнуючи їх;

• в цих КАСах спостерігається відхилення показника рН в сторону підкислення;

• проникаючи через продихи листків аміак, який міститься в цих КАСах приводить до руйнування рослинних тканин;

• КАСи виготовленні неіндустріальним способом не придатні для проведення позакореневого підживлення рослин бо під впливом аміаку, який в них міститься в підвищених концентраціях викликають пошкодження клітин і тканин листків – некрози.

• амонійний азот в цих КАСах легко переходить в аміак по слідуючій схемі:



Агрозахід позакореневе підживлення, як і інші елементи системи удобрення має свої переваги і недоліки. У багатьох випадках позакореневе підживлення має цілий ряд переваг над кореневим живленням:

- перш за все воно дає змогу в потрібний час забезпечити рослини необхідними поживними речовинами, при чому своєчасно доставити їх в вегетативні органи, які мають в них потребу. Цей шлях засвоєння елементів живлення значно коротший, ніж через кореневу систему;

- елементи живлення, внесені в ґрунт, рослинами засвоюються далеко не повністю (азот близько 50%). Частина їх перетворюється на недоступні для рослин сполуки. Цього не відбувається при позакореновому підживленні;

- позакореневе підживлення можна проводити в різні періоди росту і розвитку рослин;

- у періоди з низькою кількістю опадів ефективність корневих підживлень низька, оскільки добрива вносяться в сухий ґрунт, а за позакоренового підживлення їх ефективність не зменшується;

- при цьому ступінь (відсоток) і швидкість засвоєння елементів живлення із добрива КАС через листову поверхню значно вищі, ніж з добрив, внесених у ґрунт. Для цього найкраще підходить розведений водою розчин КАСу. Амідна форма азоту швидко проникає через листову поверхню зернових колосових та інших культур. Листкове живлення доцільно поєднувати із внесенням регуляторів росту рослин, мікродобрив, засобів захисту рослин;

- важливою властивістю КАС є її агрегатний стан, який дозволяє застосовувати для внесення цих добрив будь-які оприскувачі (за їх часткової переукомплектації).

До недоліків такого способу живлення рослин через листок можна віднести те, що недостатня кількість поживних речовин не зможе подолати їх дефіциту, а передозування небезпечно тим, що може попалити листки рослини. Тому для оптимізації позакоренового підживлення важливо дотримуватися принципу «золотої середини», знати процеси позакоренового живлення рослин

і параметри їх управління. Варто пам'ятати, що будь-яка рідина, яка знаходиться на поверхні листка, проникає всередину. І якщо швидкість проникнення є високою і несумісною з обміном речовин рослини, то лист зазнає опіків.

Саме тому потрібно застосовувати оптимальну дозу корисних речовин, щоб виправити чи попередити дефіцит поживних сполук і в той же час не провокувати опіки на листку. Відсоток продихових клітин, які беруть участь у листовому поглинанні, найчастіше є замалий. Не зважаючи на це, кількісний внесок цих клітин в загальному поглинанні корисних сполук може бути досить високим. Дані, оприлюднені різними експертами, засвідчують, що для мінеральних поживних речовин продихи є одним із найголовніших каналів поширення в рослинному організмі поживних речовин нанесених на листок (рис. 39). На нижній поверхні листка продихів значно більше ніж на верхній, тому при проведенні позакореневого підживлення необхідно забезпечити охоплення підживлювальним розчином всіх сторін листка.

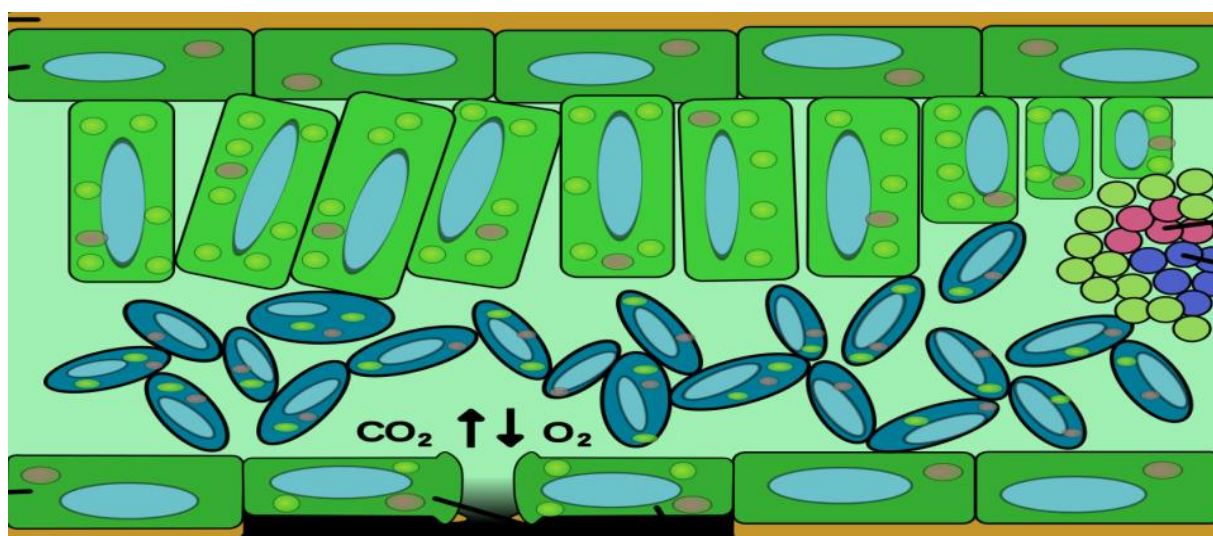


Рис. 39. Проникнення водних розчинів добрив через продихи в листок підживлювальних рослин



Рис.40. Некрози (опіки) на поверхні листків

Кращий час для позакореневого підживлення добривами КАС – ранкові (за відсутності роси) і вечірні години. У прохолодну і похмуру погоду цю роботу можна проводити протягом дня. Не слід підгодовувати рослини мінеральними добривами КАС при температурі вище 20°C, низької відносної вологості повітря, в сонячний день, так як в цих випадках можливі опіки листової поверхні рослин (рис. 39). Найбільш схильні до опіків молоді листки рослин. У всі фази розвитку рослин мінеральне добриво КАС навіть при дозі 10 кг азоту на 1 га викликає деякі опіки рослини, однак вони не призводять до зниження врожаю.



Рис. 41. Стікання крапель води з поверхні листка внаслідок великого поверхневого натягу

Слід звернути увагу на те, що вода і її розчини завдяки доволі високому поверхневому натягу, тобто здатності рідини до скорочення своєї поверхні, збирається на поверхні листка у вигляді краплі (рис. 39-40). Великі краплі під впливом гравітаційних сил тяжіння скочуються з поверхні листка, а маленькі краплі швидко висихають, утворюючи плями за рахунок компонентів розчинених в воді. Як в першому так і в другому випадку не вдається досягнути позитивного результату – проникнення поживних речовин в листок. Для того, щоб все ж таки проникнення поживних речовин у листок відбулося, потрібно зменшити поверхневий натяг рідини і дати їй змогу рівномірно розтектися по поверхні листка, змочивши її. Для проведення цього агрозаходу потрібно використовувати м'яку воду і ні в якому разі не тверду. За використання твердої води ефективність цього агрозаходу знижується.

Твердість води (англ. *hardness of water, water hardness*) — сукупність властивостей, зумовлених вмістом у воді катіонів кальцію та магнію. Якщо

вода містить значні кількості таких солей, то таку воду називають твердою, а коли цих солей немає, або вони містяться в незначних кількостях, то — м'якою. Твердість природної води коливається в широких межах; вона неоднакова в різних природних водах, в одному і тому ж водному об'єкті величина її змінюється за порами року. В поверхневих водах переважає карбонатна твердість, частка якої від загальної досягає 70-80%. Магнієва твердість води рідко перевищує 30% від загальної. Твердість підземних вод, особливо в артезіанських колодязях, менше змінюється протягом року. Твердість річкових вод України, як і мінералізація вод зростає з північного заходу на південний схід. У річкових водах Полісся твердість становить 2-3 ммоль/дм³, у Дніпрі — 4-5 ммоль/дм³, а в малих і середніх річках Приазов'я — 15-30 ммоль/дм³, що обмежує можливість використання місцевих водних ресурсів. Вода не повинна бути надмірно жорсткою! Вода сумарним вмістом іонів кальцію, магнію і натрію нижче за 180-200 мг/л, а заліза — нижче за 1 мг/л — може використовуватися без ускладнень процесу позакореневого підживлення і не може істотно знизити ефективність використання КАСів. Бажано, щоб даний показник не перевищував 350 мг/л (ppm). Для зниження жорсткості води в робочий розчин можна додавати сульфат амонію, сульфат двовалентного і тривалентного заліза. Норма застосування сульфату амонію в фізичній вазі становить 1-2% від об'єму робочого розчину. Загальна рекомендація по температурі води для приготування розчинів агрохімікатів проста: не низька (не менше 10°C), але і не дуже висока. Зазвичай оптимальною вважають температуру води від +12°C до +16°C (+15°C - +20°C).

Для зменшення поверхневого натягу до складу бакової суміші вводять поверхневоактивні речовини. Введення до складу розчинів КАС поверхневоактивних препаратів дає змогу зменшити поверхневий натяг і забезпечити рівномірне розтікання рідини по поверхні, збільшивши при цьому площу змочування листка. Завдяки цьому проникнення поживних речовин в листок буде проходити значно інтенсивніше.

Поряд з поверхнево активними речовинами до складу бакової суміші вводять мікроелементи в хелатній формі, регулятори росту рослин та прилипачі (рис.41- 45). Комплексне використання таких препаратів дає змогу рівномірно розтектися по поверхні листка розчину зосередженого в краплині й міцно приклеїтися до нього, завдяки чому нанесені компоненти будуть поступово проникати в середину цитоплазми клітин листка. Кожен з нанесених на листок компонентів буде поступово виконувати притаманні лише йому функції і сприятиме росту та розвитку рослин.

За високої концентрації водний розчин КАС може спричинити опіки. Внесення одночасно з розчинами КАС сірчаноокислого марганцю у 5% концентрації зменшує небезпеку виникнення опіків від КАС та забезпечує ефективне використання азоту. Експериментальним шляхом визначені оптимальні концентрації водних розчинів КАС з яких на листках опіки не виникають.



Рис. 42. Нанесені краплі на поверхні листка зменшують площу контакту поживних речовин



Рис. 43. Краплі розчину КАС на поверхні листків пшениці озимої



Рис. 44. Роль зменшення поверхневого натягу краплин розчинів КАС при проведенні позакореневого підживлення

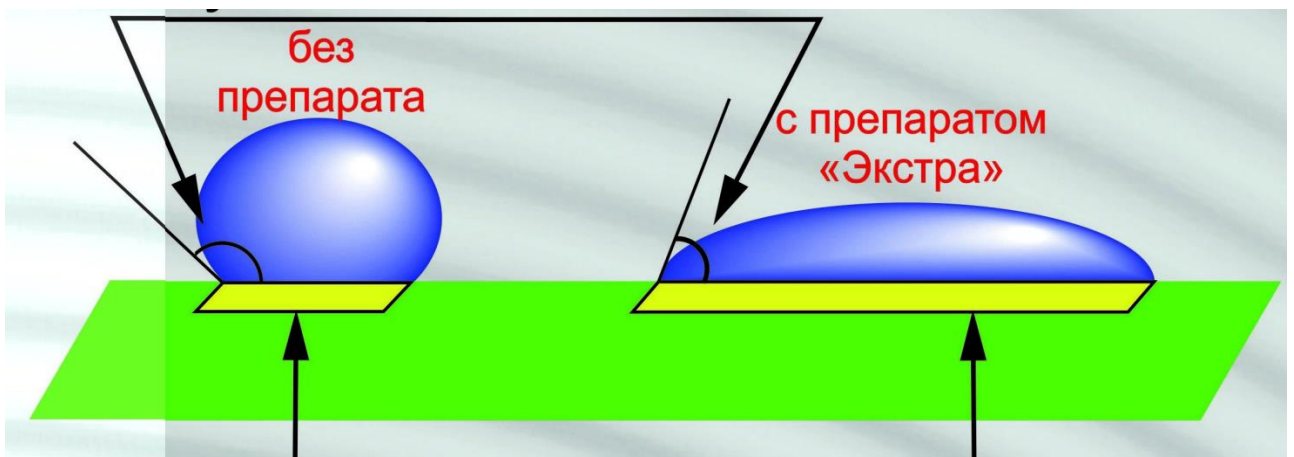


Рис. 45. Розтікання рідини по поверхні під впливом поверхнево-активних речовин

Для кожної фази розвитку рослин озимих зернових колосових культур визначені свої притаманні лише їм оптимальні концентрації водних розчинів КАС.

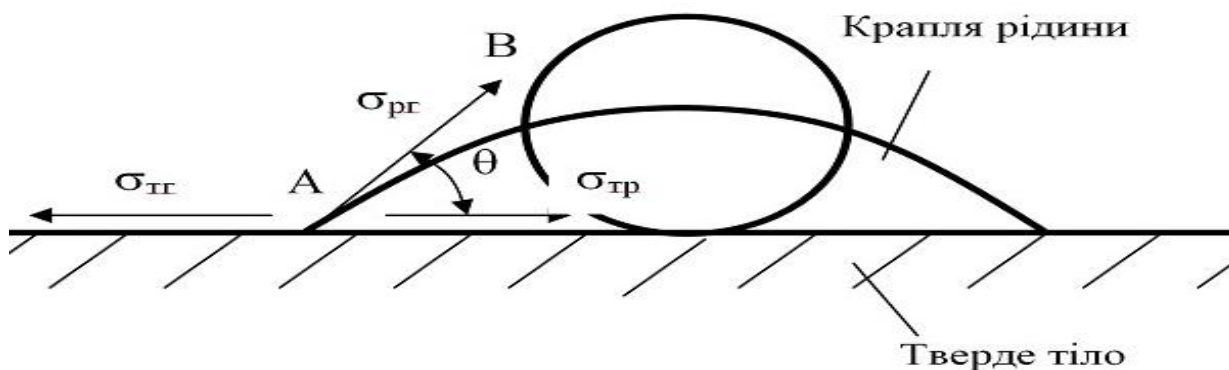


Рис. 46. Зменшення сил поверхневого натягу під впливом поверхнево-активних речовин і зростання ступеня розтікання рідини по твердій поверхні листка

Поряд з поверхнево активними речовинами, прилипачами та мікродобривами в хелатній формі до складу водних розчинів КАС можна вводити гербіциди, інсектициди, фунгіциди. Це відкриває широкі можливості для їх застосування в інтенсивних технологіях вирощування сільськогосподарських культур і знижує затрати на їх внесення. Це зменшує стресовий вплив засобів захисту рослин на культурні рослини, підвищує ефективність їх дії.

Бакові суміші з КАС готують за такими правилами:

- бак наповнюють наполовину КАС, додають заздалегідь змішаний з водою гербіцид, доводять до необхідного об'єму водою. Змішувач має бути постійно увімкненим;
- до отриманої бакової суміші вводять мікродобрива в хелатній формі і регулятори росту рослин.

До складу бакової суміші, якою будуть проводити позакореневе підживлення важливо вводити ад'ювант. Завдяки ад'юванту зменшується поверхневий натяг робочого розчину, збільшується змочуваність та площа охоплення поверхні внесеними компонентами, зростає контакт з КАСом на воскових і опушених поверхнях, збільшується проникнення цього добрива в

тканини рослин і підвищується стійкість нанесених на листок туків до змивання їх дощем з поверхні листка.



Рис. 47. Проведення позакореневого підживлення розчинами КАС

Під час проведення позакореневого підживлення пшениці озимої у різні фази розвитку (рис. 46) вміст КАСів в робочому розчині повинен бути не більше:

- на початку кущіння – 15%,
- кінець кущіння – 12%,
- початок виходу в трубку – 10%,
- кінець виходу в трубку – 6%.

Останнє позакореневе підживлення, яке проводиться в фазі молочної стиглості поліпшує біохімічні показники якості зерна. В проведенні позакореневого підживлення спостерігається така закономірність: чим пізніше воно проведено, тим менше азот впливає на врожайність зерна і більше його якість.

Кожна сільськогосподарська культура проявляє різну чутливість до впливу на них водних розчинів КАС при проведенні позакореневого підживлення. Для них допустимі такі концентрації водних розчинів КАС, які не пригнічують розвитку рослин і не викликають виникнення некрозів (опіків) на поверхні листків:

- кукурудза – 0,5%;
- соняшник – 0,3%;

- буряк– 1,5%;
- картопля – 0,7%;
- яблуна, слива, вишня – 0,5%.

Для того, щоб уникнути опіків на поверхні листків сільськогосподарських культур, потрібно за дві-тридоби до проведення позакореневого підживлення провести тестування на невеликій ділянці. Об'єм робочого розчину, яким проводять позакореневе підживлення має бути не меншим за 250-300 л/га.

У системі удобрення сільськогосподарських культур повинні бути тісно пов'язаними всі її елементи (основне, припосівне удобрення, прикореневе і позакореневе підживлення). Не дивлячись на те, що за рахунок позакореневого підживлення не можна надати рослині великої кількості поживних речовин, цей вид підживлення є своєрідна «швидка допомога» рослинам яким необхідні в критичні фази їх розвитку ті чи інші елементи живлення.

4.0. Як захистити себе від використання неякісних КАСів

Ви купуєте рідкі добрива КАС або інші? Замовляєте їх на заводі чи трейдерському складі? Очікуєте, що надійде якісний товар, а фактично отримуєте добрива зі зниженим вмістом поживних речовин?

За негласною статистикою, 5-10% рідких добрив, проданих на українському ринку, ніколи не вироблялося на підприємствах і не імпортувалося. Зрозуміло, що цей надлишковий товар не береться з повітря. Він є результатом шахрайських дій, а інколи і прямих крадіжок.

Виробники КАС та інших рідких добрив не зацікавлені в існуванні такого «тіньового бізнесу», оскільки фінальні претензії споживачів все одно спрямовуються на адресу виробника. **Тому я спробую розповісти про найбільш розповсюджені методи крадіжок рідких добрив і елементарні запобіжні засоби, що можуть унеможливити вас від таких крадіжок.**

Звичайно, красти рідкі добрива простіше, ніж гранульовані. Тарні місця відсутні, якість визначити в польових умовах важко. Але якщо дотримуватися кількох нескладних правил, простір для маневру шахраїв значно скоротиться.

Методи, які використовують шахраї.

1. Класичний

Автомобіль перевізника зупиняється по дорозі до клієнта. Частину вантажу (раніше 2-3 тонни КАС, зараз менше) зливають у сторонню ємність.

Злитий КАС (чи РКД) заміщають аналогічним обсягом води. Як результат — товар надходить до покупця з на 2-3% меншим вмістом діючої речовини. Але найгірше, коли шахраї для компенсації зменшеної густини мінеральних добрив замість води заливають сольовий розчин. Така суміш не тільки погіршує якість добрива, але й може заподіяти шкоду ґрунтам. Жоден з системно працюючих операторів ринку за жодних обставин не піде на подібний крок, але з боку не системних постачальників окремі випадки – відомі.

2. Переобладнання автомобілів перевізників.

Більш складний метод з технічної точки зору. Він полягає в обладнанні автомобілів додатковими клапанами зливу-заливу і/або «кишеннями» (прихованими і зовні непомітними ємностями) для рідини. Під час приймання покупцем таке авто за вагою відповідає заявленому в накладній. Відбір проб навіть з усіх відсіків не виявляє порушень якості рідких добрив. Але при вивантаженні водій відкриває прихований клапан, і вода змішується з КАС. Таким чином в ємності покупця опиняється розбавлене рідке добриво.

Це досить дорогий спосіб крадіжок. Зі зменшенням обсягу дозволеного до перевезення товару, він поступово стає економічно не вигідним, але все одно його необхідно враховувати.

На жаль, жодна пломба не гарантує відсутності доступу сторонніх осіб до вашого товару в автомобілі перевізника.

3. Повернення

Якщо автомобіль не проходить процедуру зважування або проходить її лише формально, можливе шахраювання з обсягами. Частина рідких добрив може не зливатися з ємностей і залишається в автомобільній цистерні з метою подальшого перепродажу. У випадку, якщо цистерна обладнана прихованими «кишенями», такий вид шахрайства не можна викрити навіть під час візуального огляду всіх відкритих ємностей.

4. Домовленості

На жаль, є і такий вид шахрайства, коли на місцевому рівні представник постачальника або перевізника і покупця домовляється про частковий злив, зменшення концентрації або прями крадіжки КАС з ємності покупця. В останньому випадку товар може повністю відповідати заявленим параметрам якості, але реальному власникові добрив від того не легше. Подібна «економія» означає, що на поля буде внесено меншу кількість КАС, відповідно, результат їх внесення, як правило, не відповідає очікуваному.

Такий вид шахрайства може бути виявлено лише самим покупцем.

Заходи безпеки, які скорочують ризики покупця при купівлі КАС та інших рідких добрив.

1. Уникати «сумнівних» перевізників і постачальників.

Якщо ціна продукту суттєво нижча за ринкову, необхідно розуміти, що продавець збирається компенсувати недоотриманий прибуток за рахунок якихось додаткових джерел прибутку. Є значний ризик, що таким джерелом буде крадіжка вашого товару. В такому разі копійчана економія призводить до значних втрат. Цей ризик стосується як низької ціни у продавців продукції, так і низьких тарифів найманих перевізників.

Для зниження ризику необхідно поставити постачальнику просте питання: «За рахунок чого ціна нижча за ринкову?» І якщо у відповідь ви почуєте, що

постачальник є благодійною організацією, головною турботою якої є комфорт і прибуток вашої компанії, варто терміново підписувати з такою компанією контракт. Тому що вам на диво пощастило. **Однак, це відразу викликає сумнів. Оскільки нині не зустрічається жодного учасника ринку з такими благородними намірами.**

Для прикладу, станом на 28 лютого вартість перевезення КАС автомобільним транспортом дешевше, ніж 20 грн/км (в обидва боки), можуть дозволити собі лише компанії, що є одночасно продавцями і власниками автопарку. Заробіток таких компаній закладений у ціну КАС. Відповідно, якщо найманий автомобіль погоджується везти КАС дешевше цієї суми, він у кращому разі лише покриває собівартість перевезень. Для отримання прибутку на перевезенні КАС із врахуванням сезонного дефіциту вартість оренди автомобіля для перевезення КАС складає від 24 грн/км. Подальші висновки кожен покупець КАС може зробити сам.

2. Аналіз кожної партії товару — процедура бажана, але не дешева. Тим не менше, проводити хоч би вибіркового аналізу необхідно. Краще для цього користуватися послугами сертифікованих лабораторій ДУ «Держґрунтохорона» або профільних інститутів, таких як Сумський державний науково-дослідницький інститут мінеральних добрив і пігментів. На жаль, далеко не всі лабораторні установи, що є на українському ринку, мають достатні знання для проведення повноцінного аналізу і коректної інтерпретації його результатів.

3. Якщо є можливість, привезений товар повинен зливатися в чисту таровану ємність. Аналізи необхідно відбирати вже після зливання рідких добрив у ємність. Відбір з автомобіля не дає 100%-ї гарантії отримання якісного товару.

4. Обов'язково проводьте зважування автомобіля. Якщо немає можливості робити це постійно, принаймні виконуйте раптові вибірково перевірки. Це буде тримати постачальників у напрузі і знизить можливість протиправних дій.

5. Автомобілі, що приходять від постачальника, повинні мати журнали (або у випадку орендованого автомобіля — акти), в яких мають зазначатися

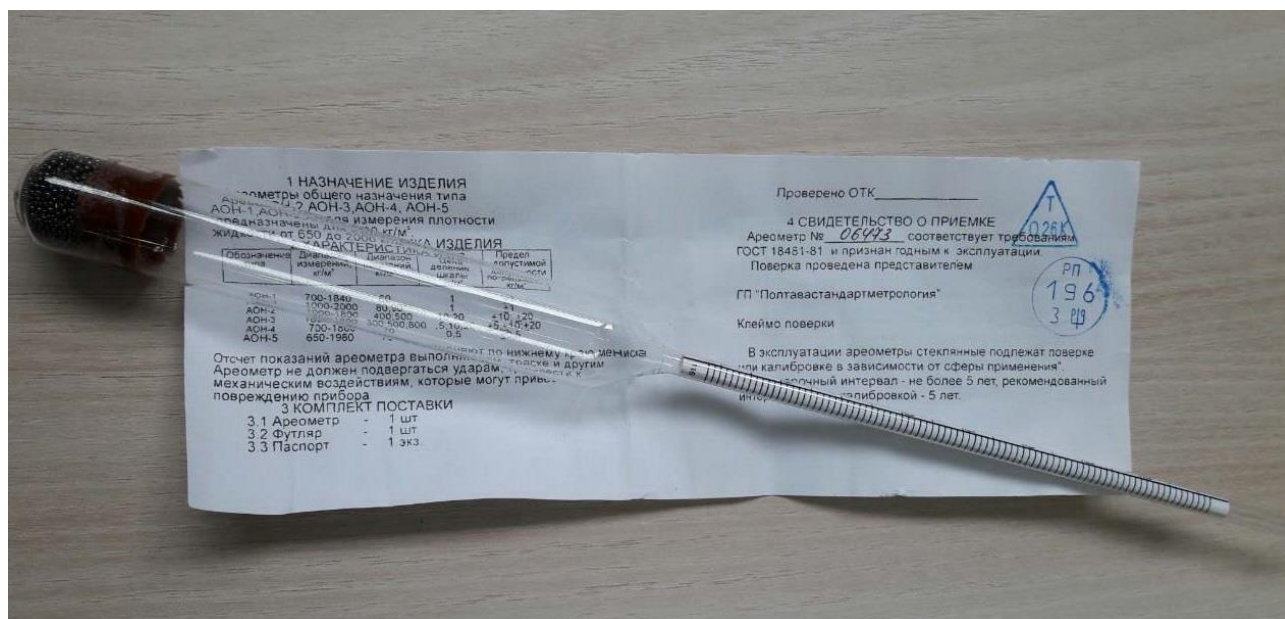
фактична кількість і густина КАС. Журнал заповнюється представником постачальника і підписується представником покупця.

6. Всі бригади, що приймають КАС на базах або в польових умовах, повинні бути обладнані ареометрами для вимірювання густини рідкого мінерального добрива.

Вимірювання густини — це найпростіший і найдоступніший метод визначення відповідності КАС заявленим параметрам. **Методи вимірювання і параметри різних типів КАС легко знайти в мережі Інтернет.**

Примітка: стандартна густина КАС 28 — 1,265-1,292 г/см³, КАС 30 — 1,285-1,316 г/см³ КАС 32 — 1,306-1,326 г/см³.

Варто зазначити, що ареометрії, які є на ринку, відрізняються. Деякі з них не розраховані на вимірювання густини саме КАС, тому одразу або з часом дають погрішність. Якісні ареометри мають бути вироблені за стандартами хімічної промисловості і мати свідоцтво про прийомку ВТК.



У рамках акції «GROSSDORF за чесний ринок» компанія безкоштовно надає ареометри своїм покупцям і партнерам. Необхідно вимагати відбір арбітражних проб.

У випадках, коли відвантажується продукція (КАС) найманими перевізниками потрібно проводити відбір арбітражної проби.

Методика: відбір здійснюється під час завантаження автомобіля, за можливістю в присутності представника покупця. Проба розміщується в 3-х окремих пляшках ємністю 1 літр. Пляшка закривається кришкою з кільцем-фіксатором і може бути опломбована паперовою пломбою, яка розривається у разі спроби відкриття пляшки. На пляшку наноситься інформація про вміст, дату відбору і номер виробленої партії. Одна пляшка залишається на нашому підприємстві. Дві разом з автомобілем передаються покупцеві. Одну з пляшок покупець може передати на аналіз в лабораторію разом із пробою, що відібрана вже ним. При цьому Дуже важливо правильно відібрати пробу из цистерни перевізника.

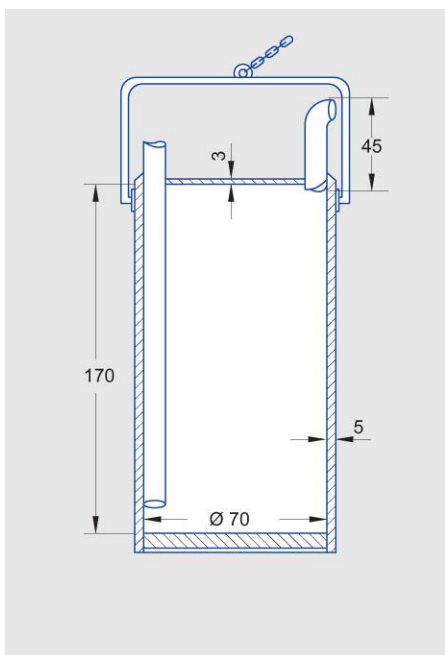


Рисунок 5. Типовий пробовідбірник для КАС: 1-ціліндр; 2-заборна трубка; 3-носик для зливу; 4-дужка з ланцюгом. Кришку, трубки і дно з'єднують зварюванням



Цей метод дає найбільшу гарантію того, що якість продукції, завантаженої на підприємстві, відповідатиме якості продукції в фінальній точці зливу.

У випадку, якщо арбітражна проба відповідає пробі, відібраній з ємності в точці зливу, всю відповідальність за недотримання якісних показників рідких добрив несе постачальник.

Зміщення кліматичних поясів, посухи і зростання середньорічних температур будуть підштовхувати до розширення використання агарних технологій управління водними ресурсами. Ефективне запровадження цих технологій неможливе в рамках традиційних схем використання і внесення мінеральних добрив. Тому застосування рідких добрив буде збільшуватися рік від року і з ним зростатиме актуальність контролю їхньої якості і кількості. Звичайно, розвиток інфраструктури дозволить зняти більшість із вказаних проблем. А поки що пильність і контроль залишаються головною зброєю в боротьбі з шахраями на ринку рідких добрив.

Визначення масової частки загального азоту проводять за методом К'єльдаля. Цей метод заснований на відновленні нітратного азоту до амонійного порошком хрому в солянокислому середовищі і мінералізації амідного азоту сірчаною кислотою в присутності сірчано-кислих солей міді і калію до амонійного азоту з

наступною відгонкою аміаку із лужного розчину в розчин сірчаної кислоти. Надлишок сірчаної кислоти титрують розчином гідроокису натрію.



Рис. 48. Визначення масової частки загального азоту в розчинах КАС за методом К'ельдаля

5. Практика використання розчинів КАС в посівах сільськогосподарських культур

Оптимізація мінерального живлення, і передусім азотного, є головною умовою отримання високих і стабільних урожаїв сільськогосподарських культур та збереження родючості ґрунтів України. Згідно з дослідженнями ФАО, приріст врожаю зерна від застосування 1 кг азоту становить у Німеччині та Франції 20,3 та 21,2 кг відповідно, а в Україні – не перевищує 10-12 кг, тому розроблення вискоелективних технологій підвищення коефіцієнтів засвоєння макро- та мікроелементів є пріоритетним при використанні мінеральних добрив (В. В. Моргун, Є. В. Санін, В. В. Швартау, 2014).

Головними причинами низької ефективності азотних добрив є:

- Незбалансованість елементів живлення у повному асортименті добрив
- Наявність кислих ґрунтів, які потребують вапнування
- Застосування неякісних органічних добрив
- Нерівномірність внесення добрив
- Недостатнє технічне забезпечення та несвоєчасність внесення
- Низький вміст в ґрунті рухомих сполук мікроелементів
- Інші чинники, які не піддаються, або слабо піддаються регулюванню: посуха, перезволоження, сонячна радіація тощо
- Неврахування особливостей конкретного сорту чи гібриду до удобрення, неправильно підібрані сорти і гібриди, не враховані особливості ґрунтів

Головними напрямками вирішення цієї проблеми є: впровадження високоврожайних сортів з генетичною здатністю до підвищеного засвоєння макро- і мікроелементів; локальне внесення мінеральних добрив; поділ дози елемента живлення на декілька внесень; позакореневі підживлення; інтеграція систем живлення та захисту рослин. Важливого значення надається також створенню вискоелективних добрив на основі складних фізіологічно збалансованих препаративних форм (В. В. Моргун, В. В. Швартау, Д. А. Киризіт, 2017).



Рис.49. Особливо недопустима нерівномірність в азотному живленні на насінницьких посівах, оскільки насіння вирощеного урожаю матиме не лише різні посівні якості, але і різні врожайні властивості

В існуючих системах землеробства, на жаль, практично не береться до уваги біологічна суть виникнення родючості ґрунтів, важливості мікробіологічних процесів перетворення азоту та інтенсивності вуглецево-азотного балансу (В. В. Волкогон, 1997; М. К. Шикула, 1998; М. М. Мірошніченко, 2010).

Згідно з результатами 10 туру агрохімічного обстеження земель сільськогосподарського призначення, поведеного ДУ «Інститут охорони ґрунтів України», майже 97 % площ за рівнем вмісту азоту, що легко гідролізується, мають дуже низький і низький вміст. Важливою умовою підвищення родючості ґрунтів, їх біологічної складової та ефективності мінеральних добрив є внесення органічних добрив (гною, сидератів, нетоварної частини врожаю, розширення площ посівів бобових культур).



Рис 50.

Відсутність сільськогосподарських знарядь для подрібнення рослинних решток, особливо стебел кукурудзи, не дозволяє якісно їх заробити у ґрунт і сприяти прискоренню мінералізації та гуміфікації...



Рис 51. З рослинними рештками потрібно вміло працювати

При врожаї зерна кукурудзи в 10 т/га маса нетоварної частини врожаю становитиме не менше 16 т/га. Згідно з рекомендаціями, на 1 т соломи чи стебел необхідно вносити 8-10 кг д.р. азоту або 349–436 кг/га аміачної селітри, вартість якої станом на жовтень 2018 р. становила 3350–4185 грн/га. Як показує практика, завдяки внесенню рідкого азотного добрива КАС разом із деструкторами целюлози рекомендовану дозу азоту можна зменшити в 2-3 рази.

Протягом 2014-2017 рр. в СТОВ «Дружба-Нова» агрохолдингу «Кернел» досліді з використанням КАС в поєднанні з деструкторами целюлози проводились спільно з НВК ТОВ «Фрея-Агро» та ННЦ «Інститут землеробства НААНУ»).

Варіант з використанням 50 л/га «КАС-Активу» (крім азоту містить до 3% водорозчинних солей гумусових кислот) виробництва НВК ТОВ «Фрея-Агро» одночасно з деструктором целюлози Інституту агроєкологій та природокористування НААНУ (1 л/га) забезпечив приріст урожаю зерна повторних посівів кукурудзи +1,53 т/га (В.Г. Демиденко, 2015).

В досліді ННЦ «Інститут землеробства НААНУ» використовувався КАС-32 (40 кг/га) з деструктором «Екостерн» (1,5 л/га) ПП «БТУ –Центр». Встановлено, що активність руйнування целюлози на даному варіанті досліді зростала удвічі – з 25 до 54 %, а приріст урожаю зерна кукурудзи в перерахунку на 14 % вологість становив +1,14 т/га (С. Корсун, Г. Давидюк, 2017).

Система удобрення направлена на підвищення коефіцієнтів засвоєння елементів живлення включає:

- Підбір сортів і культур з високою окупністю елементів живлення
- Розрахунок норми/дозы добрив – відповідно до запланованої урожайності, агрохімічних характеристик поля та погодних особливостей вегетаційного періоду
- Обґрунтовані строки та способи внесення органічних і мінеральних добрив
- Корекція живлення методами рослинної діагностики протягом вегетації
- Передпосівна обробка насіння регуляторами росту і фосфорними добривами
- Локальне внесення мінеральних добрив
- Позакореневі підживлення



Рис. 52



Рис.53.

Таблиця 6. Розміщення мінеральних добрив у шарах ґрунту залежно від вибору ґрунтообробних знарядь, %

| Ґрунтообробні знаряддя | Глибина обробітку, см | Шар ґрунту, см | | |
|------------------------------------|-----------------------|----------------|------|-------|
| | | 0-5 | 5-10 | 10-20 |
| Плуг з передплужником | 20 | 5 | 25 | 70 |
| Плуг без передплужника | 20 | 20 | 30 | 50 |
| Борона важка дискова у два сліди | 20 | 35 | 45 | 20 |
| Борона важка | 10 | 90 | 10 | - |
| Борона легка | 10 | 98 | 2 | - |
| Культиватор з пружинними лапами | 20 | 50 | 40 | 10 |
| Культиватор з стрілочастими лапами | 20 | 70 | 25 | 5 |
| Культиватор з стрілочастими лапами | 10 | 85 | 15 | - |

Розрахунок оптимальної дози внесення азоту при використанні КАС :

- на основі біологічних вимог культури, сорту чи гібриду;
- попередників;
- використання побічної продукції в якості органічних добрив;
- системи обробітку ґрунту;
- агрохімічних показників родючості ґрунтів конкретного поля;
- планової врожайності;
- погодних умов;
- фази вегетації та стану розвитку рослин;
- рекомендацій науково-дослідних установ.

**Таблиця 7. Орієнтовні дози та строки внесення рідкого органо-
мінерального добрива « КАС-АКТИВ-28» під сільськогосподарські
культури в різних ґрунтово-кліматичних зонах України**

| Культура | Спосіб внесення | Дози внесення КАС-Актив, ц/га фізичної маси | | |
|---|--|--|----------------|------------|
| | | Полісся | Лісостеп | Степ |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Пшениця озима, тритикале озиме | <i>Під передпосівну</i> | 1,0 | 0,5-1,0 | 1,0 |
| | <i>культивуацію</i> | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| | <i>Ранньовесняне підживлення до відновлення вегетації *Позакореневі підживлення I Ve.o</i> | 0,6 | 0,4-0,6 | - |
| Жито озиме | <i>Під передпосівну</i> | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| | <i>культивуацію Ранньовесняне</i> | 1,5 | 1,0 | 0,6 |

| | | | | |
|---------------------------|--|--------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| | <i>підживлення до відновлення весняної вегетації</i> | | | |
| Ріпак озимий | <i>Під передпосівну культивуацію</i> | 1,0 2,0 | 1,0 2,0-2,5 | 2,0 1,0 |
| | <i>Ранньовесняне підживлення до відновлення весняної вегетації</i> | | | |
| Ячмінь озимий | <i>Під передпосівну культивуацію</i> | - - | 0,6-1,0 1,0 | 0,6 1,0-1,5 |
| | <i>Ранньовесняне підживлення до відновлення весняної вегетації</i> | | | |
| Ячмінь ярий | <i>Під передпосівну культивуацію</i> | 2,0-2,5 | 1,5-2,0 | 1,5-2,0 |
| Пшениця яра | <i>Під передпосівну культивуацію</i> | 2,0 | 2,0-2,5 | 2,0 |
| Гречка | <i>Під передпосівну культивуацію</i> | 1,0-1,5 | 1,0 | 1,0 |
| Просо | <i>Під передпосівну культивуацію</i> | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| Горох | <i>Під передпосівну культивуацію</i> | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Соя | <i>Під передпосівну культивуацію</i> | 1,0 | 1,5 | 0,6 |
| Кукурудза на зерно | <i>Восени під оранку або весною під культивуацію</i> | - - | 3,0-4,0 3,0-4,0 | 2,0 1,5-2,0 |
| | <i>Підживлення у фазі 3-5</i> | - | 1,0 | 1,0 (за |

| | | | | |
|---------------------------|---|--|--|---|
| | <i>листоків у міжряддя</i> | | | <i>достатнього зволоження)</i> |
| Кукурудза на силос | <i>Під культивуацію до сівби Підживлення у фазі 3-5 листків у міжряддя</i> | 3,0 | 3,0-3,5 1,0 | 2,0 1,0 (за достатнього зволоження) |
| Картопля | <i>Восени під оранку:</i> <i>- на фоні гною</i> <i>або весною під культивуацію</i> | 2,0 3,0 | 2,0 2,5 | - 2,0 <i>на зрошенні</i> |
| Соняшник | <i>Восени під оранку</i> <i>або весною під культивуацію</i> | | 2,0 1,5 | 2,0 1,5 |
| Ріпак ярий | <i>Під передпосівну культивуацію</i> | 2,0 | 2,0-3,0 | 2,0 |
| Буряки цукрові | <i>Восени під основний обробіток або весною під культивуацію</i> <i>1-ше підживлення у міжряддя, фаза 2-х листків</i> <i>Друге підживлення у міжряддя, фаза 4-х листків</i> | - 2,0 1,5 1,5 | 3,0-4,0 2,5-3,5 - 1,0 | 4,0 <i>За наявн. вологи</i> 0.8-1,0 |
| Буряки кормові | <i>На фоні гною під культивуацію</i> <i>Без гною під культивуацію</i> <i>Підживлення у фазі 4 листків у міжряддя</i> | 3,0 4,0 1,5-2,0 | 3,0-3,5 4,0 1,0-1,5 | 3,5 3,0 |

| | | | | |
|--|---|----------------|----------------|----------------|
| Однорічні трави | <i>Під передпосівну культивуацію</i> | 2,0 | 1,5-2,0 | 2,0 |
| Багаторічні злакові трави | <i>Під передпосівну культивуацію</i> | 2,0 | 2,0 | 1,5-2,0 |
| | <i>Ранньовесняне підживлення трав 2-го і 3-го року використання</i> | 1,0-1,5 | 1,5 | 1,0 |
| Багаторічні бобові трави | <i>Під культивуацію при посіві під покрив ярих зернових</i> | 2,0 | 1,5 | 1,5 |
| | <i>Ранньовесняне підживлення трав 2-го і 3-го року використання</i> | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| | | | | |

****Позакореневі підживлення озимих зернових: крупнокраплинне обприскування за допомогою розпилювачів з великими отворами, або розливних труб, що монтуються на штанзі обприскувача***

Коригування доз мінерального живлення в процесі вегетації рослин методами ґрунтової і рослинної експрес-діагностики

- Фактичну доступність рослинам елементів живлення в умовах конкретної технології, у критичні періоди росту і розвитку ;
- роль сівозміни і попередника у живленні рослин ;
- зміни в доступності елементів живлення залежно від обробітку ґрунту, проведення хімічної меліорації ;
- дозволяє підбирати культури і сорти для конкретних ґрунтово-кліматичних і агротехнічних умов ;
- швидко виявити дію любого агроприйому на ґрунт і рослину ;

- швидко зорієнтуватися в оцінці стану посівів, виявити чи дійсно мінеральне живлення є причиною стану рослин в даний час;
- підтвердження, що вирощується екологічно-чиста продукція ;
- правильно використати вплив мінерального живлення в кожний період формування врожаю ;

Таблиця_8.Критичні фази потреби сільськогосподарських культур в елементах живлення

| № п/п | Культура | Фаза розвитку та механізм впливу на формування елементів структури врожаю | Підвищена чутливість до дефіциту живлення |
|-------|---|--|---|
| 1. | Пшениця озима, Ячмінь озимий, | Осіньне кушення: формування продуктивних стебел, накопичення цукрів для зимостійкості | P, K, S, Mn, Cu, Zn |
| | | Весняне кушення: відновлення весняної вегетації, ріст вторинної кореневої системи | N, P, S, Cu, Mg, Mn, Mo |
| | Тритикале озиме, Жито озиме | Кінець весняного кушення-початок виходу в трубку: закладка кількості колосків в колосі, інтенсивний ріст вторинної кореневої системи | N, S, Mg, Mn, Cu |
| | | Поява прапорцевого листка: збереження життєдіяльності верхніх листків, озерненість колоса | K, N, Mg, B, Zn, Cu |
| 2. | Ячмінь ярий, пшениця яра, тритикале яре | Кінець кушення – початок виходу в трубку: кількість пагонів продуктивного стеблестюю, закладка кількості колосків в колосі, ріст вторинної кореневої системи | N, P, K, Mg, Cu, Mn |
| | | Поява прапорцевого листка: | K, Mg, B, Cu, Zn, |

| | | | |
|-----------|-----------------------|---|-------------------------------|
| | | збереження життєдіяльності верхніх листків, озерненість колоса та його продуктивність | Mn |
| 3. | Ріпак озимий | Осіньне формування 4-6 листків: формування | N, P, K, S, B, Zn, Cu |
| | | Весняне формування розетки – стеблуння: закладка нового листя, пагонів та квіток, потенціал урожаю | N, P, S, B |
| | | Бутонізація: збільшення кількості квіток, бокових пагонів, покращення запилення | N, K, S, B, Mn |
| 4. | Кукурудза | Поява 2-5 листків: формування кореневої системи | N, P, Zn, Mn |
| | | Поява 6-8 листка: закладка елементів продуктивності качана | N, P, K, Zn, Mn, Fe, B |
| 5. | Соняшник | 3-4 пари листків: ріст кореневої системи | P, N, K, Mn, Zn |
| | | 6-7 пар листків-бутонізація: закладка продуктивних елементів кошика | K, B, P, Zn, Mn |
| 6. | Соя | 1-3 справжній листок | N, P, Mo, B |
| | | Початок бутонізації | B, Mo, K, N |
| | | Початок наливу зерна | K, S, B, Mo |
| 7. | Горох | Бутонізація: формування продуктивності стручків | Mn, Mo, Cu, Zn |
| 8. | Цукровий буряк | 6-8 листок | N, P, K, B, Mn |
| | | Сходження міжрядь | K, B, Mn |



Рис. 54. Агрохімічний супровід технології вирощування сільськогосподарських культур важлива складова успіху

Наукою і практикою доказано, що найбільша окупність добрив досягається за локального їх внесення і, особливо, при посівного. Саме тому зростає попит на переобладнання сівалок для внесення рідких добрив одночасно з посівом. Крім того, пристосування для внесення КАС монтують на культиватори та дискові борони.



Рис.

За останні 5-10 років їде інтенсивна робота по удосконаленню складу рідких добрив КАС. Карбамідно-аміачна суміш ТОВ «Фрея Агро» відрізняється від інших виробників КАС наявністю у своєму складі гумінових кислот та мікроелементів.

Їх введення покращує фізичні властивості продукту (кристалізація при температурі мінус 19-21°C, а замерзання -28-29°C), при внесенні у ґрунт посилюється активність мікробіоти і, відповідно, зростає доступність для рослин елементів живлення із ґрунту і добрив.

При позакоренових підживленнях можливість опіків рослин значно менша ніж у звичайного КАС.

Високоякісний КАС із сіркою в Україні виробляють ТОВ «Фрея-Агро і «GROSSDORF», Дніпро-Азот, а з осені 2018 року випуск рідкого добрива **КАС+S** розпочав і Черкаський Азот.

5.1. Пшениця озима

Особливо широке поширення отримали розчини КАС в посівах озимих зернових колосових культур та озимого ріпаку. З метою оптимізації азотного живлення визначену оптимальну норму добрива розподіляють на кілька строків внесення та корегують відповідно ґрунтово-кліматичних умов, попередників, сортових особливостей та фази росту і розвитку рослин.

6. В посівах озимих культур першу обробку КАС-32 проводять рано навесні при відновленні їх вегетації. Ряд науковців, які проводили дослідження з азотними добривами, вказують на високу ефективність поглинання рослинами пшениці озимої елементів живлення з відновленням весняної вегетації і до початку колосіння (2 /3 всієї кількості азоту), але від фази колосіння до фази цвітіння накопичення сухої речовини послаблюється. В зв'язку з цим в даний період вегетації рослинам потрібно надати азот для задоволення їх біологічних потреб. Залежно від розвитку рослин та стану посівів, його в більшості випадків вносять у дозі 30-60 кг/га азоту, що відповідає 72-144 л/га КАС-32 (ураховуючи, що щільність КАС-32 становить 1,32-1,34 г/см³), тобто в 100 кг КАС-32 міститься 75,5 л добрива, а азоту в діючій речовині –32%. Подальше збільшення дози азоту при підживленні у фазі кушення не бажане, оскільки існує ймовірність утворення непродуктивних стебел, що згодом може привести до зниження врожаю. Під час першої обробки, коли температура не перевищує +10°C, розводити КАС-32 водою не потрібно.

7. *У випадку, коли рослини озимих зернових колосових культур виходять із зими в фазі розвитку «шильце» з метою уникнення опіків рослин безпечніше провести підживлення посівів аміачною селітрою.* Використання для підживлення в цій фазі розвитку розчинів КАСів може викликати виникнення опіків. Останніми роками ми вже звикаємо до того, що весна рання, суха й одразу переходить в літо. За таких умов виграє той, хто вніс добрива вчасно й підібрав саме ту їх форму, яка подіє найшвидше. Тому вирішальне значення має якість добрива, а саме його розчинність та доступність для рослин.

Оптимальним за ціною і якістю вибором буде внесення КАС, бо в багатьох регіонах в більшості випадків вже весною ґрунт тріскається й вносити на його поверхню селітру не можна. В даному випадку глобальне потепління призвело до того, що навіть ранньою весною температура піднімається дуже різко, а це призводить до скорочення періоду весняного підживлення озимої пшениці. Тому цю технологічну операцію слід виконати в найкоротші строки щойно дозволить стан ґрунту. За таких складних кліматичних умов без водних розчинів КАС не обійтись. Отже у зв'язку з вище сказаним, внесення КАСу навесні відіграє важливу роль в мінеральному живленні рослин.

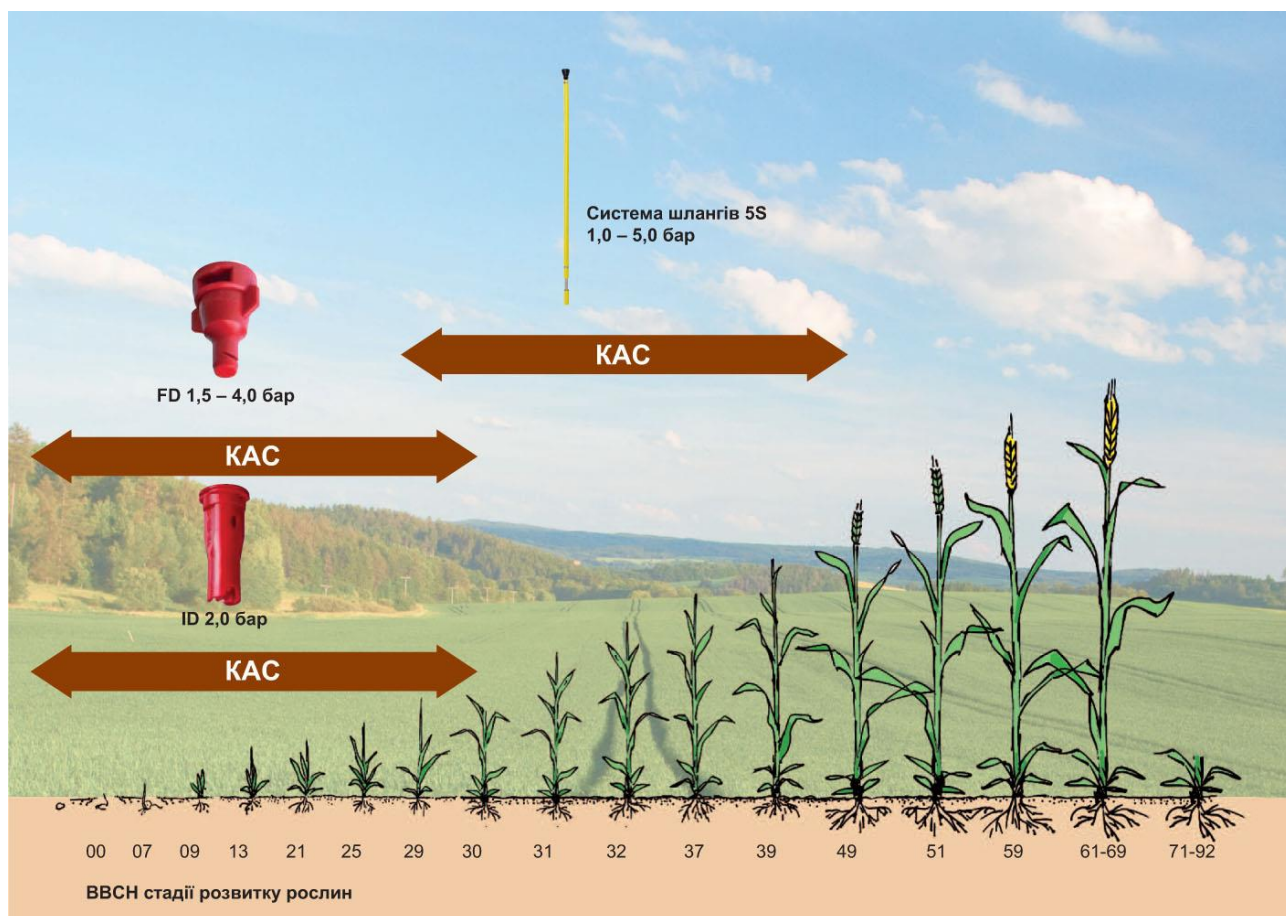


Перше весняне підживлення озимих культур доцільно проводити за відсутності снігового покриву, перед чи після відновлення вегетації рослин, у період кушіння дозою 30-40 кг діючої речовини на гектар, коли температура повітря не перевищує 10°C, розведення КАС не потребує. Можливе збільшення норми внесення добрив, залежно від фізіологічного стану рослин. За великого дефіциту азоту перше підживлення буде небезпечним для рослин навіть у дозі 80-100 кг/га. Зазвичай його проводять по мерзлоталому ґрунту або після відновлення вегетації озимих культур (рис. 35). Для виконання цього агрозаходу застосовують, як висококліренсні самохідні оприскувачі

укомплектовані шинами низького тиску (рис. 35), так і легкі самохідні машини для внесення добрив і пестицидів білоруського виробництва.

Друге підживлення бажано провести у фазі початку виходу рослин у трубку – це критичний період у розвитку озимої пшениці, коли формується колосок та кількість зерен у ньому, при цьому доза азоту не повинна перевищувати 30 кг/га у д.р. При проведенні другого підживлення, щоб запобігти опіку рослин, потрібно КАС-32 розвести водою у співвідношенні 1:2. Це підживлення проводять комбіновано з додаванням засобів захисту рослин, регуляторів росту у фазі початок виходу в трубку, при цьому разова норма азоту не повинна перевищувати 30 кг д. р. У разі другого підживлення озимих, щоб уникнути опіків, КАС доцільно розбавити водою в співвідношенні 1:2, а за спільного внесення з гербіцидом 1:3 або 1:4. За необхідності додаткового внесення азоту можливе третє пізнє живлення у фазі початку колосіння озимої пшениці з нормою не більш 10 кг/га д. р. Для внесення КАС при першому і другому підживленні розпилювачі повинні формувати великі краплі розчину, які під своєю вагою спадають з листків на ґрунт, це зменшує покриття розчином листкової поверхні і запобігає пошкодженню рослин опіками. Таким чином, у разі підживлення лише КАСом потрібна крапля такого розміру, щоб речовина скочувалася з рослини, тільки змочивши листя (рис.37). В іншому випадку рослина може одержати опік. Саме дефлекторні форсунки дають потрібний крупнокрапельний розчин. За проведення цих підживлень розчини КАС потрібно використовувати лише на суху листкову поверхню. На вологих листках навіть великі каплі не стікають на ґрунт, що призводить до опіків. Відразу після інтенсивних, зливових дощів, за наявності рясної роси застосовувати КАС у суміші не рекомендується, тому що атмосферні опади роблять структуру верхньої пластинки листків більш проникною (відповідно більш чутливою), тому обприскування посівів потрібно лише після висихання листків на рослинах. *Оптимальний час для внесення КАС у суміші з гербіцидами у вечірні години доби, тому що поглинання азоту вночі відбувається*

повільніше. Під час внесення КАС необхідно використовувати розпилювачі з розміром крапель вдвічі більше, ніж для гербіцидів

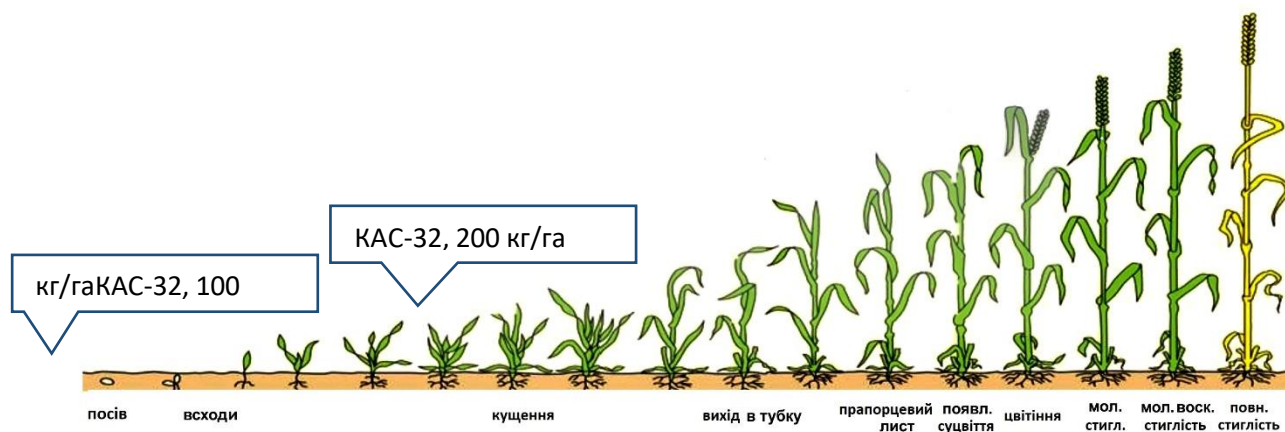


5.2. Тритикале озиме

Тритикале— штучно виведена культура шляхом схрещування пшениці (м'якої і твердої) та жита. Тому багато морфологічних ознак і біологічних властивостей у нього є проміжними між пшеницею і житом. Удобрюють цю культуру переважно мінеральними добривами, а органічні застосовують лише під попередник, тому щопряма дія органічних добрив мало переважає післядію. Мінеральні добрива значно підвищують урожайність та якість зерна. Тритикале добре реагує на внесення органічних добрив, норми яких становлять на чорноземних ґрунтах – 20-25 т/га, нечорноземних — 35-40 т/га, мінеральних — азоту 50-60 кг/га, фосфору — 60, калію — 45-50 кг/га. Навесні посіви підживлюють азотом — 30-40 кг/га. Основні посівні площі цієї

культури зосереджені в Поліссі і Лісостепу. В цих ґрунтово-кліматичних зонах органічні добрива (в Поліссі 30-35 т/га, в Лісостепу 20-25 т/га) слід вносити під основний обробіток ґрунту або під попередню культуру. На родючих ґрунтах і після кращих попередників під тритикале рекомендують вносити повне мінеральне добриво - $\mathbf{N_{60}P_{60}K_{60}}$, а після гірших попередників та на менш родючих ґрунтах - $\mathbf{N_{90-120}P_{90}K_{90}}$. Фосфорно-калійні добрива вносять під основний обробіток ґрунту, азотні для підживлення. Оптимальна норма азотних добрив складає: на темно-сірих опідзолених і сірих лісових ґрунтах - 120 кг/га азоту (4,0 ц/га КАС), на чорноземах - 90 кг/га (3,0 ц/га КАС). На бідних азотом ґрунтах, а також після гірших попередників, під тритикале озиме потрібно вносити азотні добрива восени у дозі 30 кг/га азоту (1,0 ц/га КАС). Перше підживлення проводять рано навесні у дозі 60 кг/га азоту (2,0 ц/га КАС), друге підживлення – некореневе – 5%-м розчином карбаміду у фазі молочно-воскової стиглості зерна. Позакореневе підживлення в цій фазі розвитку дає змогу одержати високоякісне зерно з добрими хлібопекарськими властивостями та з високим вмістом білку й сирі клейковини. Причому рослини, які отримували позакореневе підживлення дозрівали на 3-4 доби пізніше контрольних. Тут слід звернути увагу на таку особливість, що в цій фазі розвитку в зв'язку з добре розвиненим на поверхні листка восковим нальотом змочуваність їх водними розчинами КАС буде невисокою. Тому за проведення даного агрозаходу до складу бакової суміші потрібно обов'язково додавати розчин ад'юванту. Завдяки цьому суттєво зросте проникність амідного азоту до складу цитоплазми клітин листка.

Схема прикореневого підживлення зернових культур розчинами КАС

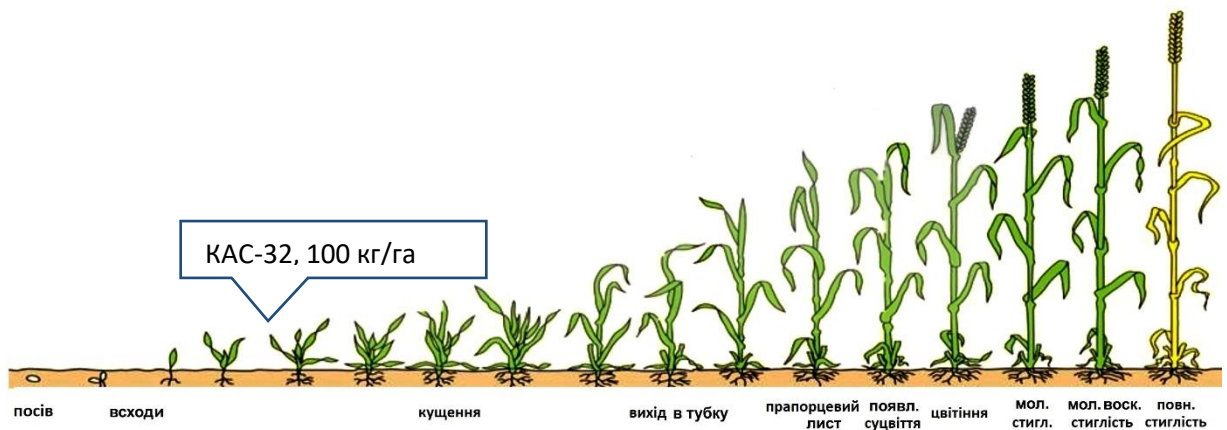


5.3. Жито озиме

Серед злакових культур озиме жито є найменш вибагливим до родючості ґрунту. У нього добре розвинена коренева система, яка забезпечує йому ефективне використання вологи і повноцінне засвоєння поживних речовин. У зв'язку з тим, що озиме жито в основному вирощують на легких малородючих дерново-підзолистих ґрунтах, воно дуже позитивно реагує на внесення органічних і мінеральних добрив. Так, за даними науково-дослідних установ внесення 30-40 т/га органічних добрив на дерново-підзолистих ґрунтах Полісся сприяє підвищенню врожаю на 7-8 ц/га. З органічних добрив використовують гній, торфогнойові компости, збагачені фосфоритним борошном. На ґрунтах Полісся вносять 30-40 т/га, на сірих лісових і чорноземних ґрунтах Лісостепу - 20-25 т/га органічних добрив здебільшого під попередники озимого жита, яке добре використовує їх післядію. Для жита оптимальним значенням рН є 5,0-6,0, тому за вирощування жита на сильно кислих ґрунтах потрібно обов'язково провести їх вапнування, за рахунок якого підвищується врожайність цієї сільськогосподарської культури. У районах з достатнім зволоженням на малородючих ґрунтах висівають поживно люпин на зелене добриво, який приносять одночасно з внесенням фосфорно-калійних добрив. Маючи на увазі, що озиме жито менш стійке до вилягання в порівнянні з пшеницею, відповідно і норми мінеральних добрив під нього нижчі. Крім того, жито озиме краще за пшеницю озиму засвоює

поживні речовини з ґрунту. В тому випадку, коли озиме жито вирощують на добре окультурених ґрунтах та після бобових культур або за внесення органічних добрив безпосередньо, тоді азотні добрива в посівах цієї культури не вносять. Під жито озиме на ґрунтах бідних азотом, а також після гірших попередників вносять азотні добрива у дозі 30 кг/га азоту (1,0 ц/га КАС) під оранку або культивування. Рано навесні вносять по поверхні ґрунту 30 кг/га азоту (1,0 ц/га КАС). Під озиме жито слід вносити відносно невисокі дози азотних добрив, щоб вміст білка в його зерні не перевищував 11,5%. За вищого його вмісту підвищується активність ферменту альфа-амілази, що негативно впливає на вихід борошна і технологію випікання хліба.

Схема підживлення зернових культур



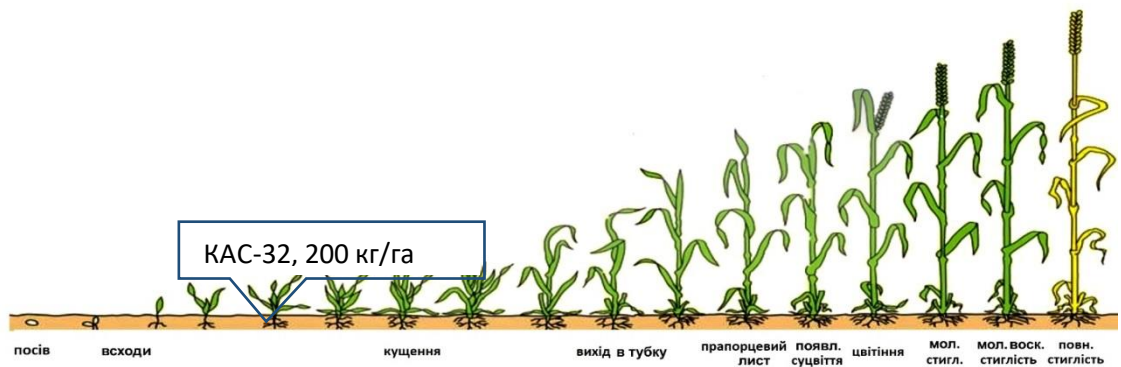
3.1.3. Ячмінь озимий

Серед озимих зернових колосових культур, найменшою морозостійкістю відзначається ячмінь озимий, рослини якого не здатні витримувати нижчої за -14 – -15°C температури на рівні вузла кущення. В той же час, ячмінь озимий, в умовах степової зони України, забезпечує врожайність зерна, навіть вищу, ніж пшениця озима м'яка, в тому випадку, якщо його рослини повністю перезимують. У зв'язку з цим, у виробничих умовах в господарствах з різною формою власності почали приділяти значну увагу цій культурі і поступово стали розширювати її посівні площі. Стримує темпи подальшого розширення посівних площ цієї культури ще й її невисока толерантність за вирощування на добре удобрених фонах та після добрих попередників до вилягання. А

також незначна стійкість до збудників хвороб і шкідників. Тому одним із шляхів збільшення виробництва фуражного зерна може бути розширення посівів ячменю озимого і розробка заходів з підвищення його морозостійкості та толерантності до вилягання і згубного впливу збудників хвороб та шкідливих комах. До позитивних якостей ячменю озимого слід віднести високу його посухостійкість, яка обумовлена наявністю значного воскового нальоту на листках, стеблі та колосі, сильною зубчастістюостей і опушенням квіткових плівок, а також піднесеністю листкової пластинки в спекотні дні, що надає рослинам добре виражений рис ксероморфності, які посилюють його стійкість до жарких і посушливих умов степової зони. Біологічною особливістю цієї культури є те, що всі поживні речовини необхідні рослині ячменю озимого в більш короткий проміжок часу порівняно з іншими зерновими. Це зумовлено більш високими темпами росту й розвитку ячменю озимого. До того ж коренева система ячменю озимого не має значної здатності засвоювати поживні речовини з важкорозчинних сполук. Під кінець фази кущення ячмінь поглинає більше половини спожитого за всю вегетацію азоту. Максимум засвоєння даного елемента живлення припадає на період від початку кущення до виходу рослин у трубку. Тому його врожайність залежить від допосівного та ранньовесняного застосування азотних добрив. Органічні добрива під озимий ячмінь не рекомендується застосовувати, щоб не спровокувати вилягання посівів. Ця культура добре реагує на внесення азотних добрив. Ранньовесняне відновлення вегетації та відносно короткий період активного засвоєння поживних речовин із ґрунту, що супроводжується інтенсивним кущенням і наростанням вегетативної маси, вимагають доброго забезпечення азотом. Тому врожайність культури значною мірою залежить від передпосівного та ранньовесняного застосування азотних добрив. Під ячмінь озимий доцільно вносити азотні добрива навесні по поверхні ґрунту або підпередпосівну культивуацію у дозі 60 кг/га азоту (2,0 ц/га КАС) в випадку поганих

попередниках (соняшнику). При підживленні азотом навесні у дозі N_{30} (КАС) на одному гектарі приріст врожаю становить 4.0-4.5 ц/га.

Схема прикореневого підживлення озимого ячменю

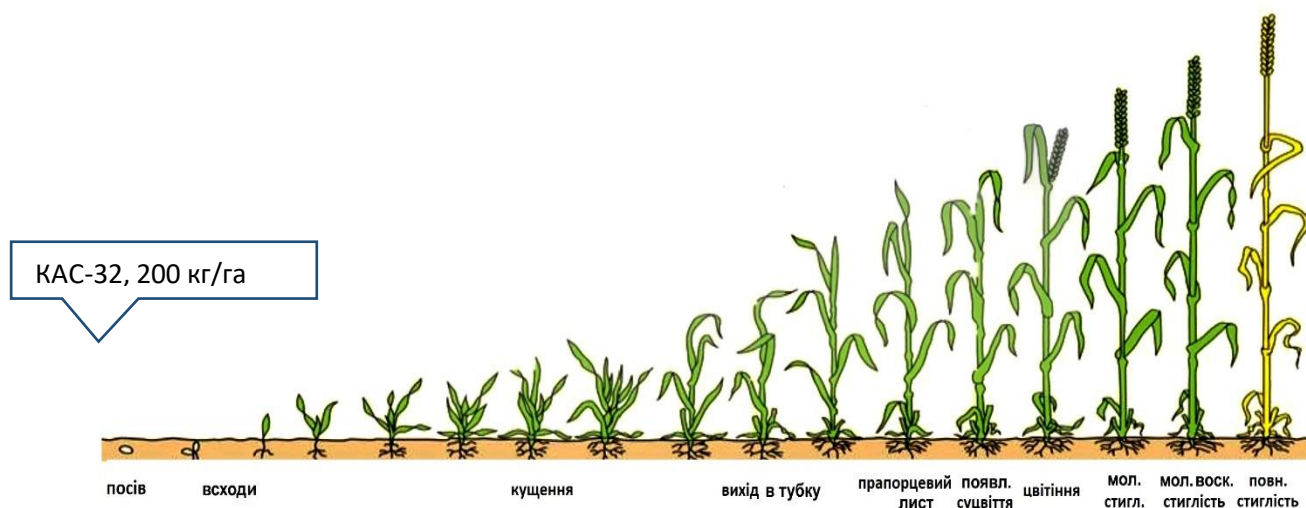


3.1.4 Пшениця яра

В порівнянні з іншими сільськогосподарськими культурами яра пшениця має слабо розвинену кореневу систему, меншу продуктивну кущистість і відносно короткий вегетаційний період. Ця культура дуже чутлива до поживного режиму ґрунту через менш розвинену кореневу систему та короткий вегетаційний період. Крім того, ця культура відрізняється високою інтенсивністю споживання елементів мінерального живлення. На формування 10 ц/га зерна яра пшениця в середньому споживає 35-45 кг азоту, 8-12 кг фосфору і 17-27 кг калію. Потреба ярої пшениці в елементах мінерального живлення варіює у різні фази розвитку. У період максимального наростання біомаси (від кущання до колосіння) рослини мають найбільшу потребу в азоті. Підвищена потреба в азоті у першій половині вегетації пов'язана також з інтенсивним ростом листя, оскільки в цей період відбувається інтенсивний синтез білків, амінокислот та інших важливих речовин. Яра пшениця здатна ефективно використовувати добрива, які вносили під попередню культуру. Тому їй доцільно сіяти після просапних культур, які вирощували на удобрених фонах. Норма внесення добрив визначається багатьма чинниками. У зоні Лісостепу на опідзолених чорноземах і темно-сірих лісових ґрунтах рекомендується вносити $N_{45-60} P_{45-}$

$_{60}K_{45-60}$, на сірих та світло-сірих - $N_{50-70}P_{50-70}K_{50-70}$, на дерново-карбонатних ґрунтах Полісся - $N_{60-90}P_{60-90}K_{60-90}$. При застосуванні повного мінерального добрива в дозі $N_{90-120}P_{60-90}K_{60-90}$ врожайність ярої пшениці може становити 40-60 ц/га і більше. Азотні добрива вносять під основний обробіток ґрунту або культивуацію у дозах: на чорноземах типових - 60 кг/га азоту (2,0 ц/га КАС), на чорноземах опідзолених і темно-сірих опідзолених ґрунтах - 90 кг/га азоту (3,0 ц/га КАС). Для одержання зерна високої якості і підвищеним вмістом білка тверда пшениця, порівняно із м'якою, потребує більше поживних речовин, насамперед азоту. У зв'язку з цим найбільш ефективним агрозаходом в цьому відношенні є азотне позакореневе підживлення в фазі молочної стиглості. Це підживлення поліпшує якість зерна, зокрема його склоподібність, збільшує вміст клейковини і білка, завдяки чому поліпшуються борошномельні якості зерна, хлібопекарські властивості борошна.

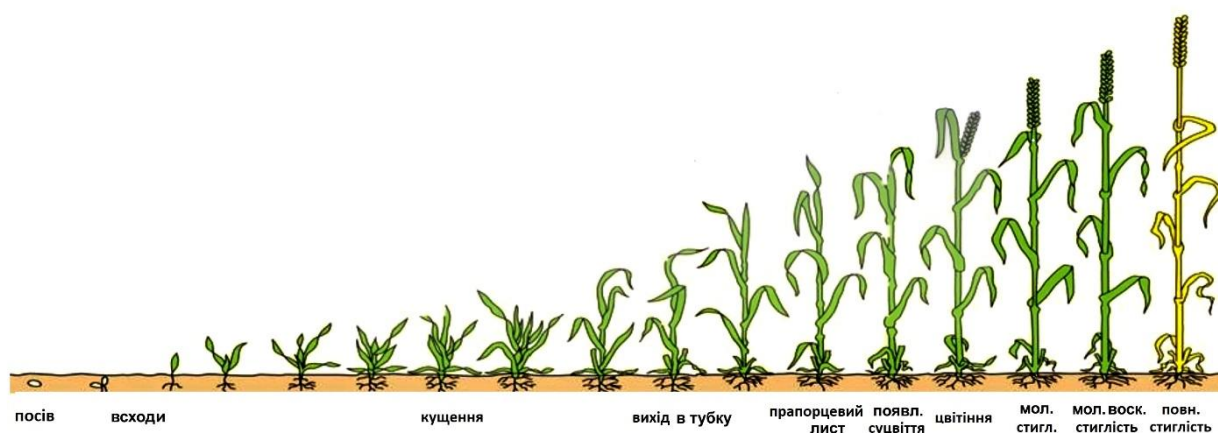
Схема прикореневого підживлення пшениці ярої



3.1.5 Ячмінь ярий

Ця сільськогосподарська культура має короткий період вегетації, слабо розвинену кореневу систему, у якої невисока здатність засвоювати поживні речовини з їх важкодоступних сполук. Рослинам цієї культури потрібна велика кількість доступних поживних речовин у ґрунті в перший період росту і

розвитку: на кінець періоду кущення рослини ячменю ярого поглинають близько половини азоту і фосфору і майже 75% калію від загальної потреби. Найбільша потреба в азоті – у період від кущення до виходу в трубку. На високих агрофонах, які мають місце при вирощуванні просапних культур, удобрених відносно високими нормами добрив, дози добрив. у т.ч. азоту,



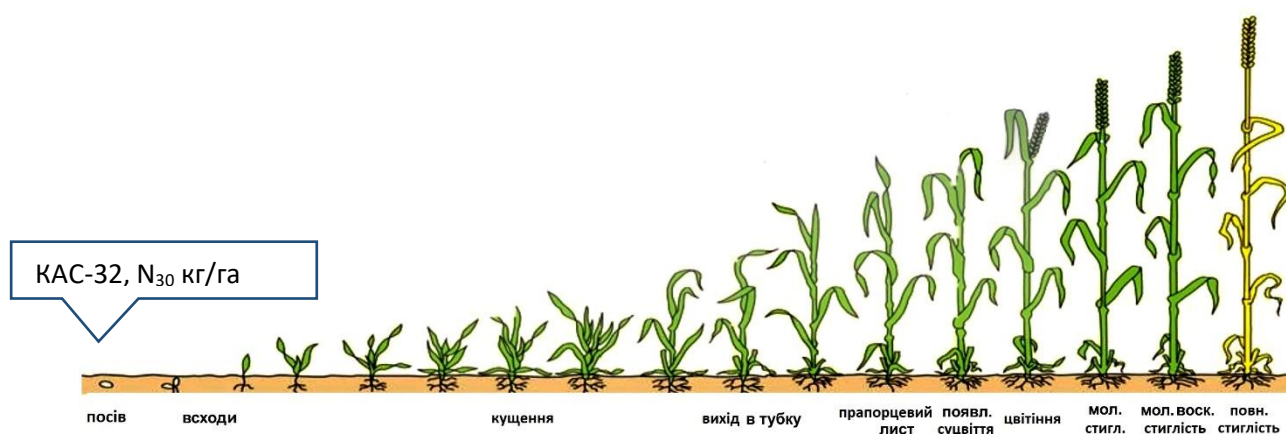
повинні бути відносно меншими, ніж після стерньових та інших попередників. Під ячмінь ярий дози азотних добрив слід диференціювати залежно від рівня родючості ґрунту, попередника та його удобрення. На високих агрохімічних фонах, які створювали для вирощування інтенсивних просапних культур, азотні добрива вносять у дозі 45 кг/га азоту (1,5 ц/га КАС), а на бідних агрофонах - дозу збільшують до 60 кг/га (2,0 ц/га КАС). Під пивоварні сорти ячменю дозу азоту зменшують удвічі.

3.1.6 Тритикале яре

Сучасні сорти ярого тритикале окрім високого потенціалу урожайності мають посилені адаптивні властивості, зокрема меншу вибагливість до ґрунтів, високу посухостійкість, а також імунітет проти грибних захворювань та здатність протистояти шкідникам. До того ж висока його стійкість до весняних заморозків гарантує практично повне збереження посівів після несприятливих умов навесні. Вважається також, що в умовах мінімального рівня енергетичних та матеріальних затрат яре тритикале є найбільш пристосованим до біологізації сільськогосподарського виробництва і може

гарантувати одержання високоякісного врожаю зерна. Тритикале виносить з урожаєм значну кількість поживних речовин, тому добре реагує на внесення добрив. Отримання високих врожаїв зерна ярого тритикале значною мірою залежить від ґрунтово-кліматичних умов, удобрення, а також рівня родючості ґрунту. Всі ці фактори в сукупності впливають на структуру врожаю ярого тритикале, зокрема на куцистість, розмір колоса, кількість озернених колосків, зерен в колосі, масу 1000 зерен. Тритикале добре відкликається на внесення органічних і мінеральних добрив. Пряма дія органічних добрив мало переважає післядію. Органічні добрива (в Поліссі 30-35 т/га, в Лісостепу 20-25 т/га) слід вносити під основний обробіток ґрунту або під попередню культуру. Середні дози мінеральних добрив в Лісостепу – $N_{60}P_{60}K_{30}$, в Поліссі – $N_{80}P_{60}K_{60}$, але краще розрахувати дози мінеральних добрив за плановою урожайністю і запасами елементів живлення в ґрунті. Удобрюють його переважно мінеральними добривами, а органічні вносять під попередники. Більш ефективним є застосування сучасних складних добрив під основний обробіток ґрунту. У районах з недостатньою кількістю опадів та при їх дефіциті у весняний період азотні добрива потрібно вносити повністю під допосівну культивуацію у дозі 60 кг/га азоту (2,0 ц/га КАС).

Схема прикореневого підживлення тритикале ярого



3.1.7 Гречка

Ця сільськогосподарська культура внаслідок недостатньо розвиненої кореневої системи і високої вимогливості до поживних речовин, добре реагує на удобрення. Гречка може витримувати підвищену кислотність ґрунту, але краще росте і розвивається на ґрунтах з показником рН=5-7, тому кислі ґрунти доцільно вапнувати, що підвищує врожайність на 1,5-2,5 ц/га. Коренева система в гречки розвинена слабше, ніж в інших сільськогосподарських культур, тому її корені проникають у ґрунт на незначну глибину. Проте в неї розвинена мережа тонких корінців і кореневих волосків, які живуть довше ніж у ярих зернових культур. Це дає змогу гречці використовувати важкорозчинні форми фосфатів та запаси калію. Вважають, що гречка порівняно з пшеницею та ячменем у 2,5-5 разів інтенсивніше поглинає фосфор. Вона добре реагує на добрива і виносить з урожаєм багато елементів живлення (з 1 т продукції 35-40 кг N, 12-17 – P₂O₅, 35-50 кгK₂O). В соломі гречки міститься в 2,5-3,0 рази більше калію, фосфору і кальцію, ніж у соломі будь-якої зернової культури. У продовж вегетації гречка нерівномірно засвоює елементи живлення. Так, до цвітіння вона засвоює до 60% азоту і калію та 40% фосфору. При формуванні 20 ц/га врожаю зерна вона виносить з ґрунту 90 кг азоту, 60 кг фосфору і понад 150 кг калію.

Органічні добрива безпосередньо під гречку не вносять. Використовують післядію органічних добрив, внесених під попередники. Удобрюють гречку лише мінеральними добривами. Залежно від родючості ґрунту і якості попередника середні норми мінеральних добрив в умовах України такі: азоту - 30-60, фосфору - 45-60 і калію - 30-60 кг/га. Під гречку доцільно вносити під основний обробіток ґрунту азотні добрива у дозі 30 кг/га азоту (1,0 ц/га КАС). У більшості регіонів України норми добрив залежно від забезпеченості ґрунту рухомими сполуками елементів живлення становлять N₃₀₋₆₀, P₄₅₋₆₀, K₃₀₋₆₀. Ефективність азотних добрив значно залежить від погодних умов і передпосівної агротехніки. Тепла і волога погода та рихлення ґрунту до початку сівби сприяють накопиченню мінеральних сполук азоту в ґрунті, тобто

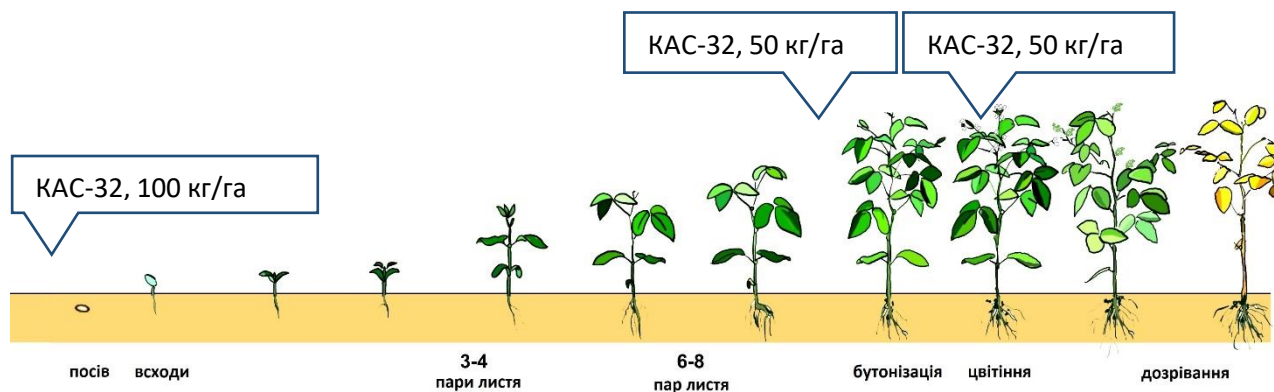
можуть знизити дію азотних добрив під час вегетації гречки. Азотні добрива підсилюють дію фосфорних добрив на чорноземах вилужених і ще більше – на підзолистих ґрунтах. Фосфорні добрива майже повсюдно сприяють підвищенню врожаю, особливо на чорноземах. За наявності в ґрунті рухомих фосфатів понад 100 мг/кг рослини гречки забезпечуються фосфором із ґрунту, тому ефективність фосфорних добрив буває низькою. При цьому достатньо внести в рядки під час сівби 15-20 кг/га д.р. фосфорних добрив. Фосфорні добрива зазвичай вносять восени, але за потреби це можна зробити і навесні.

Підживлення рослин у період вегетації найефективніше у зоні достатнього зволоження, на піщаних та легкосуглинкових ґрунтах, а також за відсутності основного і рядкового внесення. Таке підживлення рослин гречки проводять у фазі бутонізації нормою не більше 25% від загальної і здебільшого на широкорядних посівах, поєднуючи з міжрядними розпушуваннями. Друге підживлення рослин проводять у фазі масового цвітіння азотними добривами в дозах 15-20 кг/га. Таке підживлення забезпечує достовірні прибавки врожаю – в межах 3,0 ц/га. До того ж, формується крупніше зерно з високим виходом ядра і якісними хімічними показниками. Для підживлення здебільшого використовують азотні, але можна застосовувати й складні водорозчинні добрива під гречку.

В умовах посух, які спостерігаються останніми роками, підживлення мінеральними добривами способом унесення їх у ґрунт стає неефективним заходом, оскільки внесені добрива потрапляють у пересушений шар ґрунту й недостатньо використовуються рослинами. Ефективним способом забезпечення доступними сполуками є позакореневе підживлення рослин. Для позакореневого підживлення можна використати розчини КАС 0,3% концентрації. Висока активність кореневої системи рослин гречки проявляється не тільки у здатності посилювати доступність важкорозчинних форм фосфору, а й істотно під впливом корневих ексудатів зростає рухомість мікроелементів. Але, не дивлячись на це, до складу бакової суміші для

проведення позакореневого підживлення вводять і хелатні сполуки мікроелементів та РРР.

Схема підживлення рослин гречки



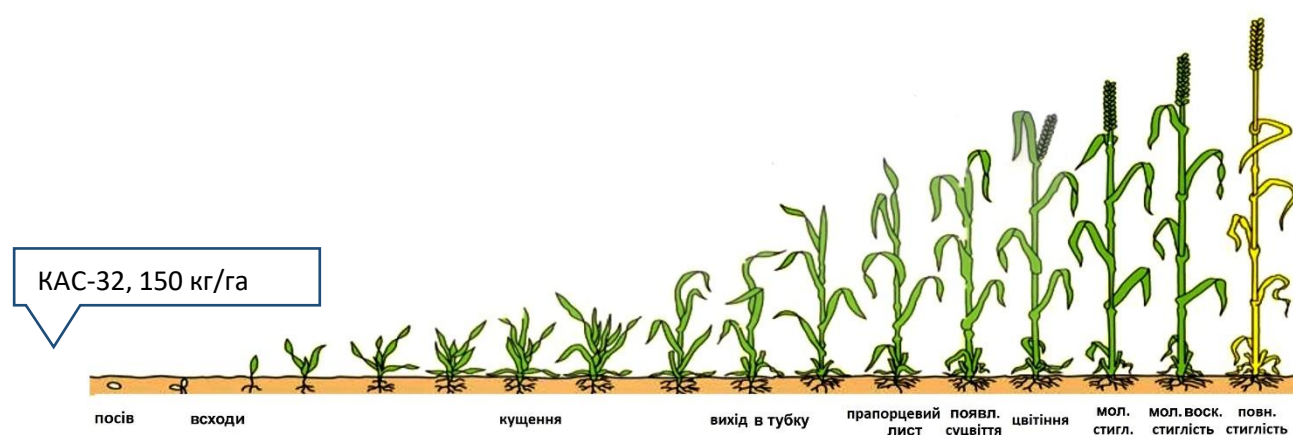
3.1.8 Просо

Особливо чутливими до нестачі елементів живлення рослини проса стають в початковий період росту. Починаючи з III е.о. рослини починають активно засвоювати азот. Дефіцит азоту в ґрунті в цей період призводить до порушення фізіологічних процесів, внаслідок чого гальмується синтез білків, пригнічуються ростові процеси, зменшуються розміри листкового апарату. На початку фази стеблуння та виходу в трубку синтетичні процеси у вегетативних органах рослин активізуються і у фазу викидання волоті досягають свого максимуму. У цей час закінчується диференціація точки росту стебла формуються репродуктивні органи: центральна вісь волоті та гілочки різних порядків. Просо позитивно реагує на внесення органічних і мінеральних добрив. Застосування добрив підвищує врожайність проса на 4-9 ц/га. Удобрюють просо переважно мінеральними добривами. Повне мінеральне добриво забезпечує прибавку врожаю до 8 - 9 ц/га. Вносити гній під просо не слід, бо в його складі є багато насіння бур'янів. Краще використовувати післядію гною, внесеного під попередник... Азот має велике значення для формування продуктивності зерна проса. При достатній кількості азотних

добрив у господарстві під просо доцільно вносити підпередпосівну культивуацію до сівби 45 кг/га азоту (1,5 ц/га КАС).

Система удобрення проса, включаючи підживлення рослин азотними добривами на IV і VII е.о., обумовила зростання вмісту азоту і зольних елементів у вегетативних органах, що позначилось на спрямованості процесів диференціації меристемних тканин конусу росту та пов'язаних із ними енергією кушіння, швидкістю лінійного росту, площею асиміляційного апарату, ступенем галуження волоті, її розмірами і озерненістю, що в кінцевому результаті визначало величину врожаю та його якість. Друге підживлення рослин азотом (30 кг/га) посилило надходження у стебла, листки і волоті не лише азоту, але й фосфору і калію. Найбільше загального азоту виявлено у листках, особливо прапорцевому, частка якого у фотосинтезі рослин є домінуючою і складає до 15%.

Схема прикореневого підживлення проса



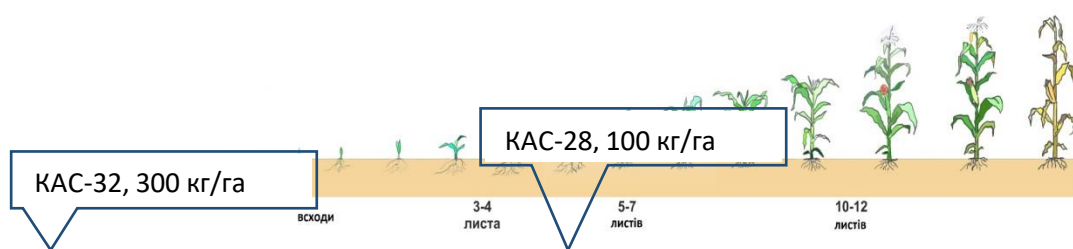
3.1.9 Кукурудза на зерно і силос

Впорівнянні з іншими зерновими культурами, кукурудза досить вибаглива до умов мінерального живлення. Маючи тривалу вегетацію, рослини засвоюють поживні речовини впродовж майже всього його періоду. Надходження азоту і зольних елементів в рослинах проходить нерівномірно. На ранніх етапах онтогенезу (3-4-5-6 листків) вони використовують відносно невелику їх кількість. Найбільше надходження елементів живлення (42-81%) припадає на період активного приросту вегетативної маси. Найбільше

поглинання азоту відбувається у період від появи 10-12 листків до молочно-воскової стиглості зерна. У подальшому споживання азоту і калію уповільнюється і проходить за рахунок процесів реутилізації. У фазу молочно-воскової стиглості їхнє надходження практично завершується. Азот має найбільший вплив на рівень урожайності зерна кукурудзи. На початкових фазах росту засвоєння азоту незначне (3-5%). Зменшення засвоєння азоту через низькі температури навесні спричиняє пожовтіння рослин і гальмування їх росту. Інтенсивніше азот надходить у рослину, починаючи з фази 6-8 листків. Так, якщо до фази 8 листків засвоюється лише 2-3 % азоту, то від фази 8 листків до фази засихання квіткових стовпчиків на качанах засвоюється приблизно 85% загальної кількості азоту. Орієнтовно це припадає на період з другої декади червня до другої декади серпня. Ще 10-13% азоту в рослину надходить у фазах досягання. Вносять рідкі азотні добрива КАС за 10 днів до сівби підпередпосівну культивуацію. Спочатку засвоюється нітратний азот, як найбільш рухомий і доступний. Амонійна форма азоту не вимивається з ґрунту, акумулюється в орному шарі і засвоюється рослинами пізніше. Частина трансформується у нітратну форму. Амідна форма азоту використовується рослинами в останню чергу, після переходу її в амонійну та нітратну форми. Азотні добрива в зоні достатнього зволоження рекомендується вносити у дозі 90 кг/га азоту (3,0 ц/га КАС) під оранку або навесні під культивуацію. Під сучасні високо інтенсивні гібриди кукурудзи дозу азоту збільшують до 120 кг/га (4,0 ц/га КАС). З метою зниження енерговитрат у технології вирощування кукурудзи можливе сумісне внесення під передпосівну культивуацію рідких мінеральних добрив і ґрунтових гербіцидів. Наприклад, внесення водного розчину КАС дозою N_{603} ґрунтовим гербіцидом харнес (2,5 л/га) дає можливість суттєво заощадити витрати та звести до мінімуму непродуктивні втрати азоту внаслідок денітрифікаційних процесів. Норму внесення мінерального азоту орієнтовно встановлюють з розрахунку N_{15} на родючих ґрунтах і N_{20} на бідніших ґрунтах. Доза азоту в припосівному удобренні не повинна перевищувати 5 кг/га д.р. Підживлення кукурудзи проводять у

весняно-літній період вегетації за недостатньої кількості добрив, внесених до сівби. Для цього у фазу 4-6 листків вносять азотні, азотно-фосфорні або комплексні добрива дозою 20-30 кг/га д. р. одночасно з міжрядним обробітком ґрунту. Позитивно впливає на врожай кукурудзи застосування розчинів КАС-28 (N₃₀) у позакореневе підживлення, що забезпечує додаткове отримання 0,24-0,35 т/га зерна, особливо на ранньостиглих і середньоранніх гібридах.

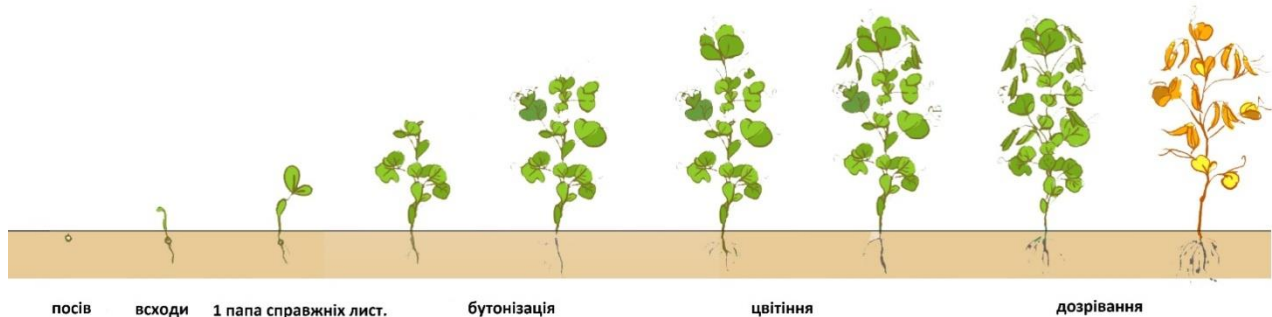
Схема підживлення кукурудзи на зерно і силос



3.1.10 Горох

Для формування 1 т зерна та соломи горох використовує 45-60 кг азоту, 17-20 кг фосфору, 35-40 кг калію, 25-30 кг кальцію, 5-13 кг магнію. Біологічна особливість зернобобових культур полягає у тому, що вони у симбіозі з бульбочковими бактеріями можуть накопичувати азот у ґрунті. Але кількість його незначна. Тому добре відомою є відчутна потреба гороху в азоті, що пояснюється перш за все в період інтенсивного наростання асиміляційної поверхні рослин і обумовлена високим вмістом білку в рослинах. В зв'язку з цим доцільно вносити азот під весняну культивуацію у дозі 30 кг/га (1,0 ц/га КАС). Потреба у більш високих дозах (40-60 кг/га д.р.) виникає у гороху який вирощують на низькопродуктивних ґрунтах із вмістом гумусу менше 2%. Виробнича практика показує, що за умов недостатньої зволоженості бульбочкові бактерії не здатні забезпечити рослини фіксованим азотом у кількості, що є достатньою для формування високого врожаю. тому в сучасній системі удобрення гороху поряд з інокуляцією насіння застосовуються і мінеральні азотні добрива.

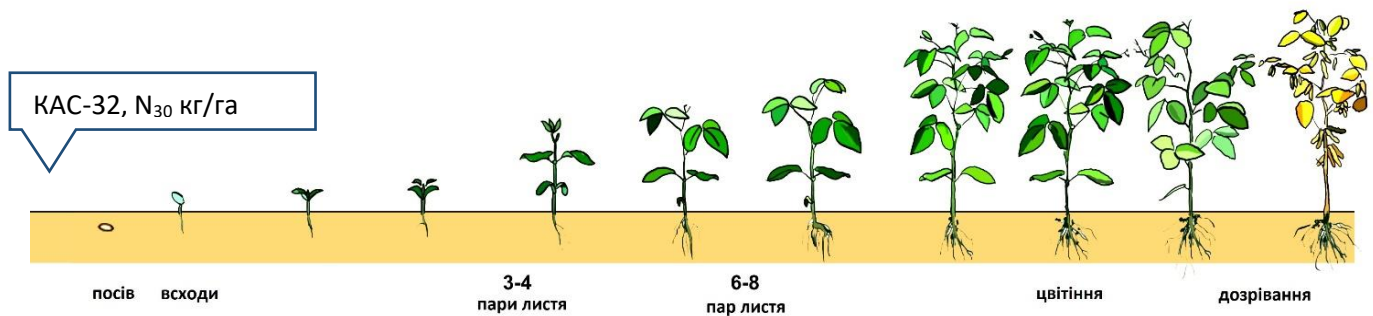
Схема прикореневого підживлення рослин гороху водними розчинами КАС



3.1.11 Соя

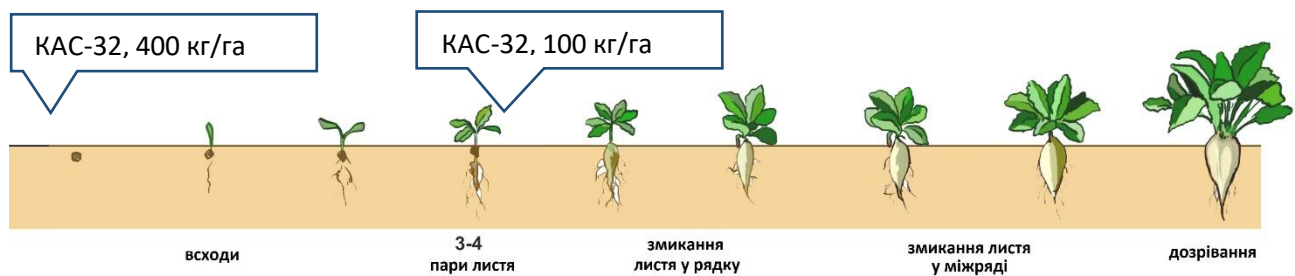
Це одна з найцінніших зернобобових культур. Потреба сої в елементах живлення визначається її біологічними особливостями. У процесі вегетації культура засвоює поживні речовини нерівномірно: від сходів до цвітіння вона споживає 6-16% азоту, 8-14% фосфору, 9-23% калію. Решту поживних речовин використовує у період від початку формування зерна до його наливання. У цей час рослини поглинають 65% азоту, фосфору та калію. Соя достатньо вибаглива до забезпеченості ґрунтів поживними речовинами. На формування 1 т зерна соя виносить із ґрунту 70-100 кг азоту, до 40 кг фосфору і калію. Саме тому без застосування добрив неможливо одержати високий урожай сої. Серед основних чинників, які визначають урожайність цієї культури, на добрива припадає 30%. Як усі бобові культури, соя фіксує молекулярний азот із повітря в симбіозі з бульбочковими бактеріями, саме тому на необхідність застосування азотних добрив під сою існують різні погляди. За сприятливих умов та інокуляції насіння високопродуктивними штамми мікроорганізмів реакція рослин сої на внесені азотні добрива незначна. Якщо ж не створено оптимальних умов азотфіксації, то рослина добре реагує на внесені азотні добрива. Високі врожаї сої одержують при внесенні 45 кг/га азоту у формі КАС (1,5 ц/га) під основний обробіток ґрунту або під весняну культивуацію.

Схема прикореневого підживлення сої



3.1.12 Буряки цукрові

Серед культур зерно-бурякової сівозміни буряки цукрові є найвибагливішими до умов мінерального живлення. Вони дуже реагують на недостатній рівень мінерального живлення. За нестачі азоту сім'ядолі рослин буріють, молоді листки набувають ясно-зеленого забарвлення, а дорослі – жовтіють і рано відмирають. В порівнянні з іншими сільськогосподарськими культурами їм для формування біомаси потрібна значно більша кількість поживних речовин. В усіх зонах бурякосіяння ефективність органічних добрив зростає за поєднання їх внесення з повним мінеральним добривом, а найефективнішим є внесення повної дози добрив під зяблевий обробіток ґрунту. Під цукрові буряки азотні добрива вносять восени під оранку у дозах: на чорноземах типових і вилугуваних - 90 кг/га азоту (3,0 ц/га КАС), на чорноземах опідзолених і темно-сірих лісових ґрунтах – 120 кг/га азоту (4,0 ц/га КАС). Ефективно проводити підживлення у міжряддя під час культивуації у фазі 4-ї пари справжніх листків у дозі 30 кг/га азоту (1,0 ц/га КАС). Застосування натрієвої селітри під цукрові буряки вважається найкращим видом азотних добрив. вміст натрію у складі селітри позитивно впливає на накопичення цукру в коренеплодах буряків.



3.1.13 Соняшник

Соняшник належить до посухостійких культур, але водночас добре реагує на достатнє забезпечення вологою. Соняшник має добре розвинену кореневу систему, яка проникає на глибину 3–4 м, а в горизонтальному напрямку – на 0,8–1,2 м, що дає змогу рослинам засвоювати вологу та елементи живлення з глибоких шарів ґрунту. На формування 1 т насіння і відповідної кількості нетоварної продукції він виносить із ґрунту значну кількість поживних речовин: 40–55 кг N, 15–25 — P₂O₅, 100–150 кг K₂O. Через це переважала думка, що соняшник дуже виснажує ґрунт. Але при цьому не враховували повернення елементів живлення з рослинними рештками щодо їхнього господарського винесення, яке в соняшнику становить: N - 74%, P₂O₅ – 54%, K₂O – 94%, тоді як, наприклад, у ріпаку – 60, 36, 71; кукурудзи – 51, 34, 98; сої - 27, 28, 28; зернових колосових — 24–32, 17–18, 68–72 відповідно. Тобто значно менше, а ніж в посівах соняшнику. У процесі вегетації соняшник засвоює елементи живлення нерівномірно. На початку росту він потребує небагато поживних речовин, але засвоєння їх випереджає темпи приросту сухої речовини. Так, за перший місяць вегетації соняшник використовує 15% азоту, 10% фосфору і 10% калію, хоча накопичення органічної речовини за цей час не перевищує 5% максимальної величини. Незважаючи на те, що на початковій стадії (2–3 листки) соняшник росте повільно, у цей період проходить закладання кошика. У наступні 1,5 місяця, коли відбувається формування кошиків і до кінця цвітіння, соняшник інтенсивно споживає елементи живлення, засвоюючи 80% азоту, 70% – фосфору і лише 50% калію. Решта

(40%) калію надходить у рослини від фази наливання насіння до початку достигання. Після завершення формування кошиків засвоєння елементів живлення соняшником зменшується. Основні елементи живлення по-різному впливають на ріст, розвиток і продуктивність соняшнику. Азот у поєднанні з іншими елементами живлення посилює ріст рослин, сприяє збільшенню вегетативної маси і розміру кошиків. Проте надлишок азотного живлення зумовлює утворення занадто високих рослин та спричинює нераціональне використання води. Це призводить до нестачі вологи у критичні фази розвитку культури (цвітіння і наливання сім'янок). Підвищується чутливість до шкідників і хвороб, до того ж збільшується вміст білка і знижується накопичення олії в насінні. Краще на врожай і якість насіння впливає помірне азотне живлення на початку вегетації (до утворення кошиків) та після цвітіння і посилене – у міжфазний період від бутонізації до цвітіння. За нестачі азоту врожай знижується через зменшення кількості сім'янок у кошику. Під час розробки системи удобрення соняшнику слід враховувати рівень родючості ґрунту, оскільки ця рослина, з потужною стрижневою кореневою системою, досить добре засвоює наявні запаси поживних речовин і через це має низьку реакцію на внесення мінеральних добрив порівняно із основними зерновими культурами. Так, за багаторічними даними стаціонарних польових досліджень у ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського», на чорноземі типовому важкосуглинковому відносна прибавка врожаю від повного мінерального добрива до контролю становила 13,6%, а від їхньої подвійної норми – 17,1%.

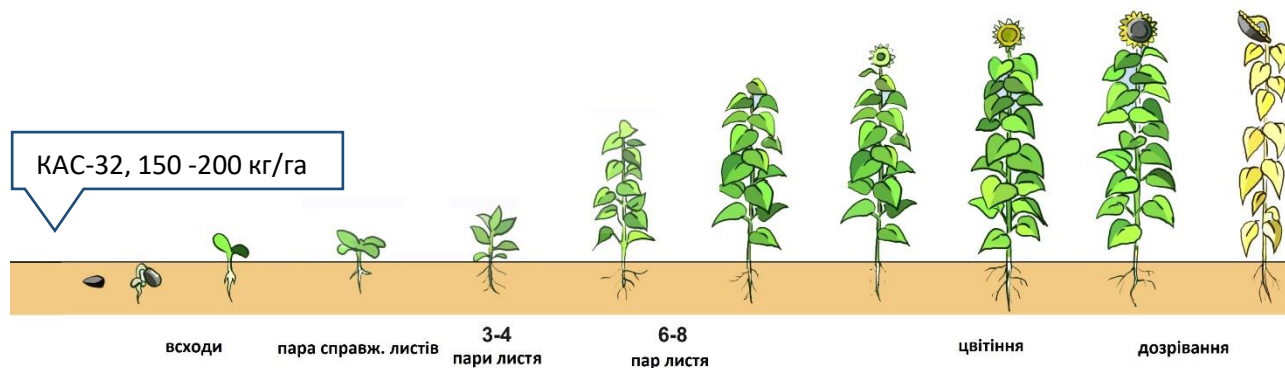
Поряд із цим, інтенсифікація вирощування соняшнику, обумовлена впровадженням короткоротаційних сівозмін, де соняшник повертається на поле через кожні три-чотири роки, а також появою нових гібридів із потенціалом врожайності 4,5–5,5 т/га, потребує обов'язкового використання добрив навіть на досить родючих ґрунтах. Норми їхнього застосування мають диференціюватися відповідно до ґрунтово-кліматичних умов. У зоні Лісостепу на ґрунтах із важким гранулометричним складом під соняшник вносять орієнтовно N 60–100, P 40–60, у Степу — N 50–90, P 30–50. Незважаючи на дуже високий рівень вине-

сення калію з урожаєм соняшнику, внесення калійних добрив на вказаних ґрунтах менш ефективно, ніж азотних і фосфорних. Це пояснюється їхньою підвищеною та високою забезпеченістю цим елементом живлення і здатністю кореневої системи рослин добре його засвоювати. Лише на ґрунтах, збіднених калієм, рекомендовано додаткове застосування K_2O-50 . Точну кількість добрив встановлюють із урахуванням забезпеченості ґрунту рухомими сполуками поживних речовин за результатами діагностики або агрохімічної паспортизації.

З метою зниження енерговитрат у технології вирощування соняшнику поряд з основним удобренням нині в виробничих умовах широко практикують внесення водних розчинів КАС під передпосівну культивування сумісно з ґрунтовими гербіцидами. Внесення водного розчину КАС дозою N_{60} з ґрунтовим гербіцидом харнес (2,5 л/га) дає можливість суттєво заощадити витрати та звести до мінімуму непродуктивні втрати азоту внаслідок денітрифікаційних процесів. Проте, якщо щільність розчину гербіцида значно меншу ніж у КАС, то потрібно вводити рідкі диспергатори.

В умовах лісостепової зони оптимальною дозою азотних добрив є 60 кг/га азоту (2,0 ц/га КАС). Добрива краще вносити восени під основний обробіток ґрунту. Якщо добрива восени не внесли, то їх потрібно внести під весняну культивування або по поверхні ґрунту у дозі 45 кг/га азоту (1,5 ц/га КАС).

Схема прикореневого підживлення соняшнику



3.1.14 Ріпак озимий

Серед агрозаходів вплив добрив на продуктивність рослин озимого ріпаку один із найбільших і досягає 50-60% і більше. Ріпак потребує більшої кількості добрив ніж зернові культури. Серед всіх елементів мінерального живлення найбільше ріпак засвоює калію. Ріпак озимий з 1 т основної і побічної продукції засвоює 47-65 кг азоту, 22-40 кг фосфору, 50-80 кг калію, 30-70 кг кальцію, 7-12 кг магнію, 15-30 кг сірки. Орієнтовно 10-30% елементів живлення (залежно від рівня врожайності) ріпак може засвоїти з ґрунтових запасів. Частина елементів живлення можна компенсувати внесенням органічних добрив 20-30 т/га. Краще гній вносити під попередник. Решту потреби забезпечують мінеральними добривами. **Азотні** добрива є основою формування оптимальної вегетативної маси, високого врожаю насіння. Ріпак має високу потребу в азоті. Ефективність азотних добрив зменшується при відсутності фосфорних і калійних добрив. Також є пряма залежність між засвоєнням азоту і концентрацією сірки в клітинному соку. Для осіннього внесення використовують аміачні форми азоту, для весняного – нітратні або нітратно-аміачні. Основним азотним добривом в посівах ріпаку озимого є аміачна селітра і КАС. Азотні добрива під цю культуру доцільно вносити під передпосівний обробіток ґрунту в дозі 30 кг/га азоту (1,0 ц/га КАС) і рано навесні по поверхні ґрунту в дозі 60 кг/га азоту (2,0 ц/га КАС). Якщо у вересні і жовтні рослини ріпаку слаборозвинуті, ясно-зелені, попередником є зернові з приораною соломою, може виникнути необхідність додаткового осіннього внесення азоту. Візуальною ознакою для підживлення є наявність почервонілих чи жовтих листків ріпаку. Добрива вносять у вигляді аміачної селітри (1–2 ц/га). Також проводять листкове внесення карбаміду (10% концентрації) у кількості N15, або 300 л/га розчину. Цей агрозахід виконують не пізніше жовтня, найкраще – у першій декаді жовтня. Внесення азоту до сівби або восени в підживлення у кількості 30-60 кг/га д. р. необхідне, якщо:

- попередниками є зернові злакові;
- після попередника в ґрунті лишилося менше 30 кг/га азоту;
- приорано велику кількість соломи (обов'язкове внесення);

- структура ґрунту є незадовільною;
- шкідники пошкодили сходи ріпаку.

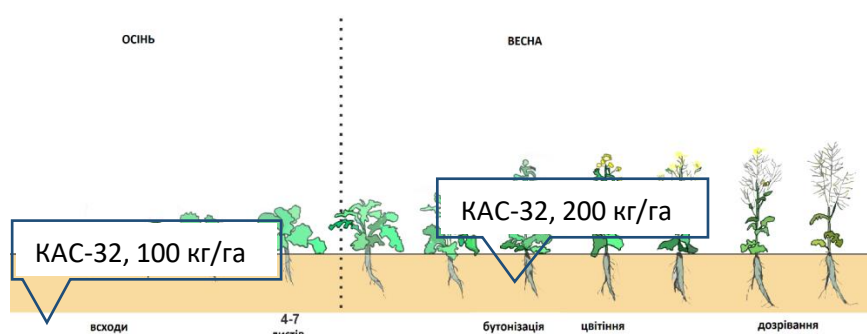
Приріст маси ріпаку і його ріст у висоту розпочинається ранньою весною. Дуже важливо в цей час забезпечити рослини азотом. Нестача азоту навесні призводить до:

- швидшого росту головного пагона;
- зменшення кількості бокових гілок;
- більш раннього цвітіння і скорочення його тривалості;
- зменшення кількості стручків;
- різкого зниження продуктивності посівів.

Тому перше підживлення азотними добривами (N_{60-100}) проводять якнайшвидше, найкраще по мерзлоталому ґрунті. Найкращим добривом для першого підживлення є аміачна селітра або аміачна селітра з бором та КАСи. Для одержання високого врожаю норма внесення азоту повинна наближатися до N_{100} . Важливо частину азоту внести у вигляді сульфату амонію (1,5-2 ц/га) для забезпечення потреб рослини у сірці. Вдруге азот найкраще внести у вигляді аміачної селітри з нормою N_{40-90} через три тижні після першого внесення, прив'язавши його до фази початку росту стебла, найпізніше — під час розпускання перших бутонів. Дворазове внесення ефективне в умовах ранньої весни та достатнього зволоження. Можливе листкове внесення азоту восени і навесні. Ріпак позитивно реагує на позакореневе внесення азоту аж до початку дозрівання. Він менш схильний до опіків, ніж зернові. Використовують карбамід 12 % концентрації до фази цвітіння, тобто 12 кг карбаміду на 100 л води. Всього вноситься 300 л/га або не більше N_{15} . У фазі цвітіння слід зменшувати концентрацію до 5% розчину і проводити обробітки у вечірній час. Отже, проводять два-три обприскування: за висоти рослин 10-15 см, у фазі бутонізації та цвітіння. Не рекомендується додавати азотні добрива до інсектицидів, які містять фосфорорганічні діючі речовини, оскільки вони нейтралізують їх дію.

Під час формування стручків ріпак використовує азот з кореневої і стеблової маси, оскільки у цей час він не може засвоїти з ґрунту значну частину азоту. Ріпак дуже добре реагує на підживлення азотом тому за достатнього зволоження проводять три підживлення азотом посівів. За першого ранньовесняного вносять 80-120 кг/га. Під час другого підживлення, яке проводять через два-три тижні після першого, зазвичай на початку росту стебла вносять 40-60 кг/га азоту у вигляді КАС. Третє підживлення проводять перед початком цвітіння дозою азоту 30-40 кг /га. Азот цього підживлення сприяє росту стручків і підвищує масу насіння ріпаку. Одночасно з внесенням пестицидів ріпак можна обробляти 8-12% розчином КАС до фази цвітіння.

Схема підживлення озимого ріпаку



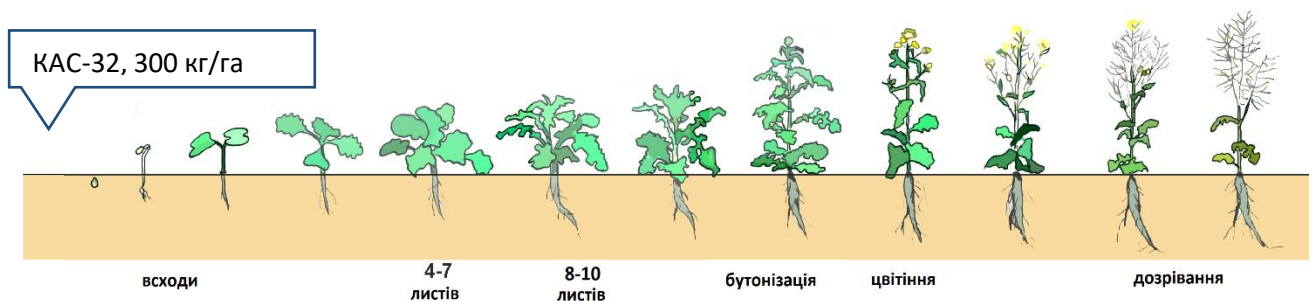
3.1.15 Ріпак ярий

Ріпак є азотофільною культурою з подовженим періодом поглинання цього елемента мінерального живлення. Азот регулює кількість закладених бічних пагонів, стручківі насіння в стручку. Азот вносять під цю культуру під передпосівну культивуацію. Для умов північної частини Лісостепу оптимальна кількість азотних добрив складає 90 кг/га азоту (3,0 ц/га КАС), центральної і лівобережної - 60 кг/га (2,0 ц/га КАС). Добрива вносять до сівби під культивуацію або по поверхні ґрунту.

Другий важливий за споживання азоту період – це початок стеблуння. У цей час активно наростає надземна маса, і дефіцит азоту призводить до зниження гілкування, зменшення кількості стручків, а також до передчасного переходу ріпаку у генеративну фазу, що у майбутньому призводить до нерівномірного дозрівання та недобору врожаю. Ліквідувати існуючий

дефіцит азоту можна за рахунок проведення позакореневого підживлення, яке проводять 5% водним розчином КАСів. Порівняно з іншими сільськогосподарськими культурами, для росту і розвитку ріпаку потрібно багато бору. Він має важливе значення в проростанні пилку та заплідненні квіток, підвищує еластичність тканин, що знижує розтріскування стебел і кореневої шийки під час морозів і інтенсивного росту рослин.

Схема підживлення ярого ріпаку

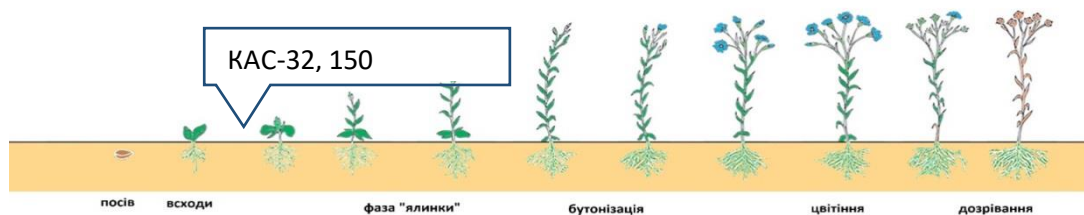


3.1.16 Льон олійний

Льон добре реагує на внесення добрив. Найбільшу кількість азоту він засвоює з початку фази появи сходів до цвітіння. Фосфор необхідний рослинам впродовж всього періоду вегетації. Потреба в калійних добривах збільшується під час бутонізації-цвітіння та утворення насіння. Середня норма внесення азоту складає 45-60, фосфору – 45-60 та калію – 45 кг/га. Фосфорно-калійні добрива застосовують під зяблеву оранку, азотні – під весняну культивуацію. Частина фосфорних добрив вносять в рядки при сівбі. При внесенні 40-50 кг/га гранульованого суперфосфату в рядки врожай насіння підвищується на 2-3 ц/га. При потребі льон підживлюють у фазі ялинки суперфосфатом (1,5 ц/га). Необхідно враховувати, що нерівномірне внесення добрив по полю, неякісне мілке загортання в ґрунт може підвищувати їх концентрацію і викликати опіки кореневої системи, особливо в суху погоду. Льон олійний добре реагує на післядію мінеральних та органічних

добрив. Правильне визначення норм внесення азотних добрив має вирішальне значення при вирощуванні льону олійного. Перевищення норм негативно впливає на стійкість рослин до вилягання, знижує вміст жиру, а вміст протеїну – підвищується, затримується утворення бутонів і квіток. Норми добрив під льон уточнюються у кожному господарстві відповідно до родючості ґрунту і запланованого врожаю. Азотні добрива під льон олійний найбільш доцільно вносити навесні під культивування у дозі 45 кг/га азоту (1,5 ц/га КАС).

Схема підживлення льону олійного



3.1.17 Картопля

Цінність картоплі визначається високими смаковими якостями та сприятливим для здоров'я людини хімічним складом. Картопля – культура пухкого багатого органічними та поживними мінеральними речовинами ґрунту. Основна маса кореневої системи розміщується в шарі глибиною до 20 см, а значить і система основний і передпосадкової обробки ґрунту повинна бути спрямована на цей шар. Картопля рідниться підвищеними вимогами до кількості елементів живлення, необхідних для утворення високого врожаю. Так, із кожною тонною бульб разом з бадиллям картопля виносить 5-6 кг N, 1,5-2,0 – P₂O₅, 7-9 кгK₂O. Зазвичай ранні сорти засвоюють менше елементів живлення на одиницю продукції, ніж пізні. Це пояснюють порівняно високим співвідношенням бадилля і бульб у пізніх сортів. Повноцінний режим живлення більше, ніж інші фактори зумовлюють технологічні, харчові та насінні якості бульб. Вміст сухої речовини у бульбах становить 13-37% (у середньому –24%), крохмалю – 8-29 % (у середньому 18%). Для нормального розвитку, крім

макроелементів, рослини у достатній кількості мають бути забезпечені мікроелементами – бором, марганцем, молібденом, міддю, залізом, цинком, кобальтом та ін. Елементи живлення надходять у рослини впродовж вегетації нерівномірно. Найбільша їх кількість засвоюється картоплею в період бутонізації і цвітіння, що відповідає найбільшому приросту її надземної маси. До цвітіння вона засвоює 75% необхідного азоту, 65-фосфору і калію, і 50% магнію. Елементи живлення, що надходять у рослини в період бульбоутворення, переважно витрачаються на ріст бульб. Крім того, в цей період для росту бульб значною мірою використовуються азот, фосфор, калій та інші елементи, накопичені в бадиллі. Тому для вирощування великої маси бадилля необхідне інтенсивне азотне живлення картоплі, але надлишок і особливо однобічне живлення азотом після цвітіння зумовлює сильний ріст бадилля, затримує процес бульбоутворення. На період збирання врожаю в бульбах міститься до 80% азоту, 90 – фосфору і 95% калію загального їх вмісту в урожаї. Реакція картоплі на азот, фосфор і калій залежить від типу ґрунту. Незважаючи на великий господарський винос калію, потреба в ньому на більшості ґрунтів виражена менше, ніж потреба в азоті, а іноді і в фосфорі. Лише на легких за гарнулометричним складом ґрунтах Полісся, а також на заплавах і торф'янистих ґрунтах калій часто посідає провідне місце. На чорноземах типових і звичайних у мінімумі здебільшого знаходиться фосфор. На інших типах ґрунтів найбільша потреба буває в азоті. Забезпечення рослин азотом має відповідати фазам розвитку картоплі: своєчасне внесення азотних добрив сприяє швидкому розвитку бадилля і ранньому змиканню стеблистою в рядках. Проте не можна допускати її надмірного розвитку, оскільки це затримує утворення бульб і знижує їх якість, зокрема лежкість та вміст крохмалю. Для формування бульб у рослин має рівномірно надходити достатня кількість азоту. До цвітіння їм потрібно засвоїти понад 75% його потреби, щоб старіння листків починалося не дуже рано. Пізніше для припинення росту бадилля і збирання придатних для зберігання бульб високої якості надходження азоту має бути зменшене. Нестача азоту так само, як і високі норми азотних

добрив значно знижує врожай бульб. Залежно від ґрунтово-кліматичних умов, сортів картоплі, рівня запланованого врожаю і призначення, норма азотних добрив коливається від 50 до 150 кг/га д.р. Так залежно від способу використання бульб, норми їх внесення можуть бути такими, кг/га д.р.: насінна – 50, рання -100, для фритюру і на крохмаль – 120, на чіпси – 130, столова – 150. На полях, де впродовж багатьох років вносили органічні добрива, після чергового внесення гною (40 т/га) норму азотних добрив знижують на 20-30 кг/га д.р. Кращим азотним добривом для картоплі є сульфат амонію, який знижує ураження рослин паршею. Найбільш технологічним добривом є КАС.

За рахунок внесення добрив під картоплю ми отримуємо надбавку в 35-40 % врожаю. Вирощувати стабільно урожай картоплі дуже важко без застосування мінеральних добрив. Мінеральні добрива дають можливість забезпечити рослини доступними елементами живлення на початку вегетації, збалансувати співвідношення між елементами живлення з урахуванням їх вмістув ґрунті, органічних добривах і сидератів. Їх можна локально внести в гребені або лунки при посадці і тим самим зменшити норму внесення без зниження ефективності. Добрива для позакореневого підживлення слід широко застосовувати, спільно із засобами захисту рослин, як ефективний і незначними способ підвищення врожаю бульб і поліпшення їх якості.

Найбільш ефективна система удобрення картоплі, об'єднує внесення органічних і мінеральних добрив. Органічні добрива покращують агрофізичні властивості ґрунту, а саме: збільшують водопроникність і водовбирну здатність, знижують об'ємну масу ґрунту, забезпечують пухкість ґрунту протягом усієї вегетації. Застосування органічних добрив для картоплі підвищує мікробіологічну активність ґрунту, елементи мінерального живлення менш вимиваються в нижні горизонти ґрунту. Азотні добрива під картоплю вносять восени під оранку або навесні під культивування у дозі 60 кг/га азоту (2,0 ц/га КАС). Впродовж вегетації проведення обрискування рослин фунгіцидами та інсектицидами проводять в баковій суміші з мікродобривами і регуляторами росту рослин, які сприяють стійкості рослин

до вірусних хвороб і несприятливих погодних умов. Під впливом позакореневого підживлення зростає кількість бульб на рослині, їхня маса, вміст у бульбах крохмалю, зменшується вміст нітратів. Повноцінний режим живлення більш ніж інші фактори зумовлює ріст урожайності бульб, Технологічні і харчові їх якісні показники.

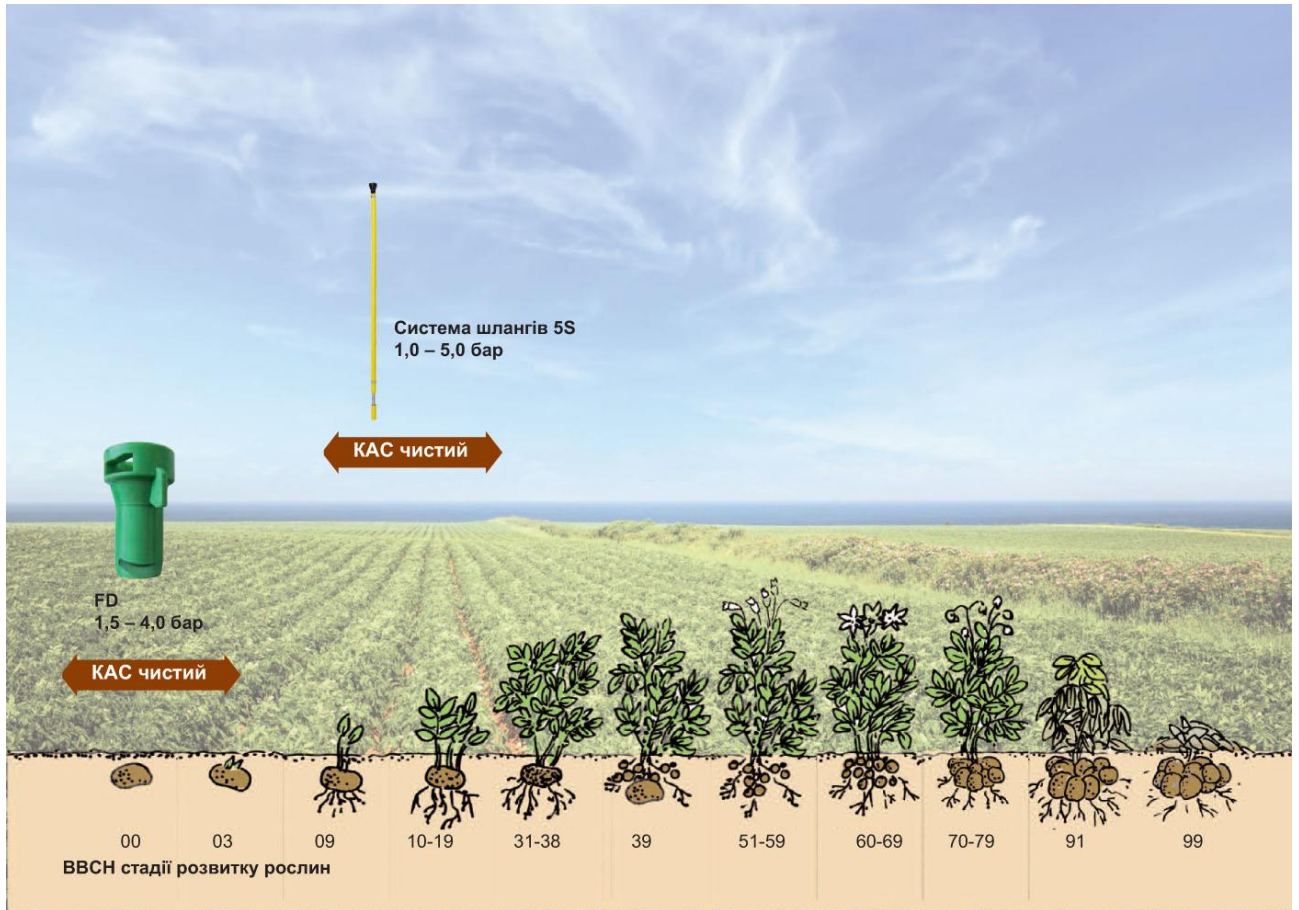
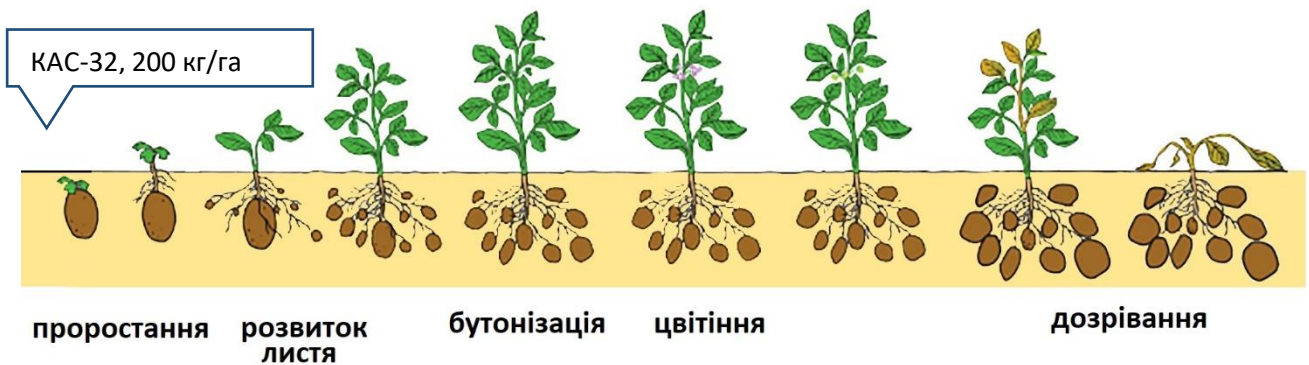


Схема підживлення картоплі



3.1.18 Багаторічні злакові трави

Злакові багаторічні трави представлені такими видами рослин (грястиця збірна, костриця червона, лисохвіст, мітлиця велетенська, райграс високий, стоколос безостий, тимофіївка лучна тощо), які вирощують для потреб тваринництва на луках. Найкраща форма азотного удобрення на луках – аміачна, яка добре закріплюється у верхньому шарі ґрунту, мало зазнає міграції в нижні шари, як це буває при внесенні нітратних форм азоту. Щорічна норма внесення мінеральних добрив на луках становить $N_{70-100}P_{45-60}K_{45-60}$. Подальше підвищення доз, не дає ефективного приросту врожаю. Виявляється дія закону, згідно якого після досягнення максимуму приросту врожаю, подальше збільшення норм добрив дає уже значно менші прирости врожаю і зменшується економічна ефективність застосування мінеральних добрив. Високі норми доцільно вносити лише на зрошуваних пасовищах. На піщаних і супіщаних, дерново-підзолистих ґрунтах треба застосовувати повне мінеральне добриво у таких нормах – $N_{60-90}P_{45-60}K_{45-60}$. Всю норму фосфору і калію краще внести восени (або рано навесні) одноразово. Азотні добрива ефективніше вносити порціями у два або три прийоми по N_{34} (по 1ц аміачної селітри) рано навесні і після першого (N_{70}) або першого і другого (N_{100}) циклів випасання. Вищі норми одноразового внесення азоту (понад N_{60}) можуть привести до нагромадження нітратів у зеленій масі та інтенсивнішого випадання бобових компонентів. Якщо після випасання встановлюється суха, без дощів погода, підживлення азотом не проводять. Азотні добрива краще вносити після дощів на вологий ґрунт. Їх починають вносити на 3-й рік використання лук. На луках, де росте багато бобових трав, вносять лише фосфорні і калійні добрива. На карбонатних ґрунтах бобові при цьому добре ростуть і не так швидко замінюються злаковими. Азотні добрива вносять на пасовищах, де бобових трав немає зовсім, або становлять вони не більше 10-15% травостою. На торфових ґрунтах вносять повне мінеральне добриво, зменшуючи норму азоту – $N_{0-45}P_{45-60}K_{45-}$

60. Під багаторічні злакові трави азотні добрива вносять навесні під культивуацію у дозі 60 кг/га азоту (2,0 ц/га КАС).

3.1.19 Багаторічні бобові трави

У групі багаторічних можна виділити бобові трави (конюшину, люцерну, буркун білий, лядвенець український), які, в тому числі, висівають у суміші із злаковими травами (в чистому виді – переважно на насінневих площах). Видовий склад багаторічних трав за природно-економічними зонами значно різниться, що пояснюється ґрунтовими та кліматичними умовами і біологічними особливостями культур.

В Україні відбувається скорочення посівних площ та використання багаторічних трав на кормові цілі. Загальна посівна площа безпокровних і покровних багаторічних трав скоротилася на 40,6%, відповідно (на 39,2%), скоротилась і площа вирощування трав на сіно та зелену масу. Сталося це через зміну структури посівів у сільськогосподарських підприємствах і різким зменшенням поголів'я сільськогосподарських тварин. Багаторічні бобові трави сіють під покрив ранніх ярих зернових культур. Азотні добрива вносять із розрахунку 45 кг/га азоту (1,5 ц/га КАС) під передпосівний обробіток ґрунту. Рано навесні багаторічні трави 2-го і 3-го року користування підживлюють азотними добривами у дозі 30 кг/га азоту (1,0 ц/га КАС). Добрива вносять по поверхні ґрунту перед боронуванням.

Висновки

Отже, як ми бачимо, застосування КАС можливе практично за всіх технологій ґрунтообробки та різних систем землеробства, які застосовуються в Україні, що є свідченням збільшення в майбутньому обсягів застосування цього добрива. Однак, перехід на КАС, як основного добрива зумовлює необхідність додаткового технологічного переоснащення техніки для його внесення та її усієї виробничої інфраструктури в цілому. Насамперед це стосується організації системи транспортування до господарства, проміжного зберігання, внутрішньогосподарського розподілу та заправки техніки для внесення.

Найпростіше таку систему можна реалізувати в господарствах, які раніше застосовували, як азотне добриво аміачну воду. Після переходу на КАС технічні засоби, що застосовувались для її перевезення та зберігання, не потребують істотної модернізації, за винятком додержання специфічних вимог щодо транспортування. Водні розчини КАС можна використовувати під усі сільськогосподарські культури на всіх типах ґрунтів як основне добриво та для підживлення, як прикореневого так і позакореневого. При основному удобренні можливі різні способи внесення: поверхневе суцільне та локальне (стрічкове) з наступною зарубкою в ґрунт. При основному внесенні КАС є високоефективним добривом, рівноцінним, а в зоні недостатнього зволоження кращим ніж аміачна селітра, сечовина, рідкий аміак за дією на урожай сільськогосподарських культур. Перше ранньо-весняне підживлення озимих культур доцільно проводити за відсутності снігового покриву, до або після відновлення вегетації рослин, в період кушення у дозі 30-40 кг/га діючої речовини на гектар, коли температура повітря не перевищує 10°C, розведення КАС не потребує. Можливе збільшення норм внесення добрив в залежності від фізіологічного стану рослин. При другому підживленні в фазі початку виходу у трубку при температурі 16-18°C доза добрив не повинна перевищувати 20-30 кг/га для запобігання опіків рослин, КАС доцільно розводити водою у співвідношенні 1:2 або 1:3, особливо якщо до розчину додають гербіциди. Позакореневі підживлення проводять водними розчинами КАС.

Література

1. Городній М.М. Агрохімія: підручник. – 4-те вид., переробл. та доп. – К.:Арістей, 2008. – 936 с.
2. Господаренко Г. М. Агрохімія: підручник. –К.:ННЦ «ІАЕ», 2010. – 400с.
3. Методи аналізів ґрунтів і рослин: метод посіб. /[Балюка С.А., Махновської А.Д., Розумної Н.А.]. за ред.. С.Ю. Булигіна. –Харків.–1999.–217 с.
4. Довідник працівника агрохімслужби / За ред.. Б.С.Носка. – К.: Урожай, 1986.– 312 с.

5. Добрива та їх використання: довідник / [Марчук І.У., Макаренко В.М., Розтальний В.Є., Савчук Ф.В.]– К.:2002.– 245с.
6. Довідник з агрохімічного та агроекологічного стану ґрунтів України /за ред. Б.С. Носко. – К.:Урожай, 1994. – 336с.
7. Лісовал А. П. Методи агрохімічних досліджень. – К.:НАУ, 2001.–247 с.
8. Лісовал А. П., Макаренко В. М., Кравченко С. М. Система застосування добрив. – К.:Вища школа, 2002. – 317 с.
9. Созінов О.О., Прістер Б.С. Методика суцільного ґрунтово-агрохімічного моніторингу сільськогосподарських угідь. – К.:Урожай, 1994.–162с.
10. Справочник по определению норм удобрений под планируемой урожай /Ф.А. Мосиук, А.П. Лисовал, М.Ю. Власенко и др. – К.: Урожай, 1989.– 512 с.
11. Муха В. Д., Пелинец В. А. Программирование урожаев основных сельскохозяйственных культур. – К.: Вища школа, 1988.–167с.
12. Кореньков Д.А. Продуктивное использование минеральных удобрений. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 236 с.
13. Михайлов Н. Н., Книпер В. П. Определение потребности растений в удобрениях. – М.: Колос, 1971.– 254 с.
14. Ягодин Б.А. Агрехимия.–М.:Колос,1982. – 573с.
15. Лисовал А. П. Система применения удобрений.– К.: Вища школа, 1989.– 305 с.
16. Устименко Г. В., Васильев В. Н. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур: Методическое пособие. – М.: Колос, 1976.–32с.
17. Кидин В. В. Практикум по агрохимии.– М.: Колос, 2008. – 599с.
18. Довбан К. И. Зеленое удобрение в современной земледелии (вопросы теории и практики).– Минск: Белорусская наука, 2009. – 404с.
19. Измайлов С.Ф. Азотный обмен в растениях.– М.: Наука, 1986. – 320 с.
20. Орлов Д. С. Химия почв.– М.: МГУ,1985. – 378 с.
21. Патица В. П., Коць С.Я. Біологічний азот. – К.:Світ,2003.– 424с.

22. Лихочвор В.В. Мінеральні добрива та їх застосування. – Львів:НВФ «Українські технології», 2008. – 312 с.
23. Марчук І.У., Макаренко В.М., Розтальний В.Є. Добрива та їх використання. – К.: Юнівест маркетинг, 2002. – 246 с.
24. Карасюк І. М., Геркіял О. М., Господаренко Г. М. Агрохімія. – К.:Вища школа, 1995. – 471 с.
25. Ефимов В.Н. и др. Система применения удобрений. – В. Н. Ефимов, И.Н. Донских, Г.И. Сеницын.– М.: Колос, 1984. – 272 с.
26. Журбицкий З.И. Физиологические и агрохимические основы примененияудобрений. – М.: Изд. академии наук СССР, 1963. – 293с.
27. Минеральные удобрения. – пер. с нем. Н. С. Корогодова, Г.П. Шульцева. – М.: Колос, 1975. – 400с.
28. Якість ґрунтів та сучасні стратегії удобрення /За ред. Д. Мельничука, Дж. Хофман, М. Городнього. – К.: Арістей, 2004.– 488с.
29. Новицкий Н. И., Олексюк В. Н. Управление качеством продукции.– Минск: Новое знание, 2001.–236 с.
30. Сабинин Д. А. Избранные труды по минеральному питанию растений. – М.: Наука, 1971.– 512 с.
31. Минеев В.Г. Агрохимия: Учебник.–М.: Изд. МГУ, 1990.– 486 с.
32. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. – М.: Мир, 1989.– 439 с.
33. Плешков Б. П. Биохимия сельскохозяйственных растений.– М.: Колос, 1969. – 407с.
34. Никитишен В.И. Эколого-агрохимические основы сбалансированного применения удобрений в адаптивном земледелии [монография].– М.: Наука. 2003. –183с.
35. Школьник М.Я. Микроэлементы в жизни растений. – Л.: Наука, 1974. – 323с.

36. Носко Б. С. Азотний режим ґрунтів і його трансформація в агроекосистемах. – Х.: Міськдрук, 2013.–130 с.
37. Минеев В.Г. Комплексные удобрения. –М.: Агропромиздат, 1984.–252с.
38. Кореньков д.А. Продуктивное использование минеральных удобрений.– М.: Россельхозиздат, 1985.–219 с.
39. Ярчук И. И. Производство и применение минеральных удобрений. – Днепропетровск: Днепропетровский сельскохозяйственный институт, 1982. – 93с.
40. Орлов Д. С. Химия почв: учебник. – М.: Изд-во МГУ,1992– 400с.
41. Волкова Г. В., Баркова Л. И. Практикум по почвоведению с основами агрохимии.– М.: ВОАгропромиздат,1987. – 144с.
42. Господаренко Г.М. Основи інтегрованого застосування добрив у польовій сівозміні. – К.: ЗАТ “Нічлава”, 2002. – 342 с.
43. Удобрення польових культур при інтенсивних технологіях вирощування / За ред. А.Я. Буки, Г.Г. Дуди. – К.: Урожай, 1990. – 206 с.
44. Ефимов В.Н., Донских И.Н., Царенко В. П. Система удобрения. – М.: Колос, 2002. – 320 с.
45. Господаренко Г.М. Удобрення сільськогосподарських культур. – К.: Вища освіта, 2010. – 191 с.
46. Лісовал А.П., Макаренко В.М., Кравченко С.Н. Система застосування добрив. – К.: Вища школа, 2002. – 317 с.
47. Господаренко Г.М. Агрохімія мінеральних добрив. – К.: Наук. світ, 2003. – 136 с.
48. Томсон Л.М., Трод Ф.Р. Почвы и их плодородие. – М: Колос, 1982.– 61с.
49. Городній М.М. Управління якістю продукції рослинництва .– К.: НАУ, 2001.– 243с.
50. Коць С.Я., Петерсон Н. В. Мінеральні елементи і добрива в живленні рослин: Київ, Логос, 2015. – 243с.
51. Измайлов С.Ф. Азотный обмен в растениях.– М.: Наука, 1986. – 320с.
52. Патица В.П., Коць С.Я. Біологічний азот. – К.: Світ, 2003. – 424с.

53. Церлинг В. В. Диагностика питания сельскохозяйственных культур. – М.: Агропромиздат, 1990. – 236 с.
54. Кук Дж. У. Регулирование плодородия почвы. – М.: Колос, 1970. – 520 с.
55. Коць С. Я., Малыченко С. М. Фізіолого-біохімічні особливості живлення рослин біологічним азотом. – К.: Логос, 2001. – 271 с.
56. Определитель недостатков питательных веществ по внешним признакам растений / [Филиппев И. Д., Гамаюнова В. В., Савицкий И. Л.]; под ред. И. Д. Филиппева. – К.: Урожай, 1993. – 123 с.
57. Признаки голодания растений: сб. ст. под ред. А. В. Петербургского. – М.: Изд. ин. лит., 1957. – 229 с.
58. Довідник з агрохімічного і агроекологічного стану ґрунтів України / За ред., Б. С. Носко. – К.: Урожай, 1994. – 336 с.
59. Справочник по определению норм удобрений под планируемый урожай / Ф. А. Мосиук, А. П. Лисовал, М. Ю. Власенко и др. – К.: Урожай, 1989. – 512 с.
60. Оптимізація доз застосування азотних добрив на основі рослинної і ґрунтової діагностики живлення рослин. – Харків, 2000. – 29 с.
61. Справочник агрохимика / под. ред. д. с.-х. н., проф. В. В. Лапа. – Минск: Белорусская наука, 2007. – 386 с.
62. Трапезников В. К. Физиологические основы локального применения удобрений. – М.: Наука, 1983. – 175 с.
63. Алексеев А. М. Влияние минерального питания на водный режим растений. – М.: Изд. АН СССР, 1957. – 223 с.
64. Кореньков Д. А. Продуктивное использование минеральных удобрений. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 221 с.
65. Кореньков Д. А. Агрохимия азотных удобрений. – М.: Наука, 1976. – 340 с.
66. Най П. Х., Тинкер П. Б. Движение растворов в системе почва-растение. – М.: Колос, 1980. – 365 с.
67. Концепція агрохімічного забезпечення землеробства України на період до 2015 року. – Харків, 2009. – Вид.: Міськдрук. – 37 с.

68. Афендулов К. П., Лантухова А. И. Удобрение под планируемый урожай. – М.: Колос, 1973. – 237 с.
69. Панников В.Д., Минеев В.Г. Почва, климат, удобрение и урожай. – М.: Агропромиздат, 1987.–512 с.
70. Оптимальные параметры плодородия почв / под. ред. Т. Н. Кулаковской и др.–М.: Колос, 1984. – 271 с.
71. Минеев В.Г. Агрохимия и биосфера. – М.: Колос, 1984.– 246 с.
72. Петухов М. П., Панова Е. А. Агрохимия и система удобрений.– М.: Агропромиздат, 1985.–351с.
73. Квацук О.В. Сучасні інтенсивні технології вирощування круп'яних культур.–Камянець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2008 – 244с.
74. Анспок П.И., Штиканс Ю. А. Справочник агрохимика Нечерноземной полосы.–Ленинград: Колос. 1981.– 328с.
75. Смирнов П. М., Муравин Э. А. Агрохимия. – М.: Колос, 1981. – 319с.
76. Листопадов И. Н., Шапошникова И. М. Плодородие почвы в интенсивном земледелии. – М.: Россельхозиздат, 1984. – 203 с.
77. Соколов А.В. Географические закономерности эффективности удобрений.– М.: Знание, 1968.–115 с.
78. Борона Н.К., Носко Б.С. Азот и его соединения в черноземе типичном при длительном применении удобрений и орошении // Агрохимия.–1991.– №10 – С.3-10.
79. Гамзиков Г.П., Кострик Г.И. Баланс и превращение азота удобрений.– Новосибирск: Наука,1985.–160с.
80. Гетманец А. Я. О потерях азота минеральных удобрений из почвы в газообразной форме // Почвоведение. – 1972.– №3.– С.139-142.
81. Гетманец А.Я., Авраменко П.С. О вертикальной миграции нитратного азота в черноземе обыкновенном степной зоны Украины // Почвоведение. –1976.–№9.– С.46-50.
82. Завалин А.А., Благовещенская Г.Г. Вклад биологического азота бобовых культур в азотный баланс России // Агрохимия.– 2012.– №6.– С.32-36.

83. Захаренко В.А. Мировые тенденции производства и использования минеральных удобрений // *Агрохимия*. – 2000. – №5. – С.14-16.
84. Оптимізація азотного живлення рослин при інтенсивних технологіях/ За ред. НоскаБ. С., Буки А. Я. – Київ: Урожай, 1992. – 135 с.
85. Смирнов П. М. Вопросы агрохимии азота. – М.: Наука, 1977. – 160 с.
86. Токарев Б. Н., Макаров Н.Б. Газообразные потери азота почвы и удобрений // *Агрохимия*. – 1976. – №12. – С.120-128.
87. Трепачев Е.Б. О некоторых аспектах симбиотической фиксации азота бобовыми культурами // *Агрохимия*. – 1976. – №1. – С.138-148.
88. Турчин Ф.В. Превращение азотных удобрений в почве и усвоение их растениями // *Агрохимия*. – 1964. – №3. – С.3-19.
89. Юрко К.П. Вплив великих доз добрив на форми азоту в чорноземах // *Агрохімія і ґрунтознавство*. – Вип.33. – 1977. – С.21-25.
90. Системи удобрення сільськогосподарських культур у землеробстві початку ХХІ століття / За ред. С.А. Балюка, ММ. Мирошніченка. – К.: Альфа-Стевія, 2016. – 400 с.
91. Азотное питание и продуктивность растений / под ред. Н.И. Тищенко. – М.: Изд-во ЛГУ, 1988. – 186 с.
92. Агафонов Е.В. Оптимизация питания и удобрение культур полевого севооборота на карбонатном черноземе/ Е.В. Агафонов. М.: Изд-во МСХА – 1992. – 160 с.
93. Акентьева Л.И. Влияние запасов влаги на использование азота из почвы, эффективность азотных удобрений и качество урожая / Л.И. Акентьева // *Агрохимия*. 1982. - №7. - С. 22- 28.
94. Алехина Н.Д. Усвоение азота растениями при пониженной температуре / Н.Д. Алехина, А.И. Ключикова // *Физиология растений* – 1986, Том 33, вып. 2, С. 372- 386.
95. Артюшин А.М. Краткий справочник по удобрениям / А.М. Артюшин, Л.М. Державин. – М.: Колос – 1971 56 с.

96. Брэй С.М. Азотный обмен в растениях / М.С. Брэй. М.: Агропромиздат, 1986 – 200 с.
97. Бугаевский В. К. Применение мочевины для питания и защиты озимых колосовых культур / В. К. Бугаевский, В. М. Кильдюшкин, В. А. Корнев, Г. М. Лессовая, Е. Г. Животонская. // Земледелие. 2005. – № 6.– С. 31-32.
98. Бутенко В.Ю. Дозы, нормы и сроки внесения азотного удобрения в подкормку под озимую пшеницу / В.Ю. Бутенко и др. // Молодые аграрии Ставрополя: сборник научных трудов. — Ставрополь. –2006. –С. 21-24.
99. Васильев А.И. Применение карбамида под различные сорта озимой пшеницы/ А.И. Васильев // Плодородие – 2005.– № 3.– С. 21-22.
100. Васильев С.В. Зависимость между дозами азотных подкормок, химическим составом и урожаем озимой пшеницы / С.В. Васильев, А.Б. Братухин // Науч.-техн. бюл. Сиб. НИИСХ, 1991; Т. 1. – С. 36-39.
101. Гамзиков Г.П. Баланс и превращение азота удобрений. / Г.П. Гамзиков, Г.И. Кострик, В.В. Емельянова; отв. ред. П.М. Смирнов. -Новосибирск: Наука, 1985 159с.
102. Гармашов В.Н. Совершенствование приемов применения азотных удобрений при возделывании озимой пшеницы / В.Н. Гармашов, Ю.А. Калаус, А.Н. Селиванов // Агрохимия. –1993. – №1.– С. 3- 11.
138. Ефимов, В.Н. Система применения удобрений / В.Н. Ефимов, И.Н. Донских, Г.И. Сеницын М.: Колос, 1984. - 272с.
139. Кашукоев М.Л. Влияние удобрений на хлебопекарное достоинства / М.Л. Кашукоев, И.Б. Карданова // Зерновое хозяйство. 2005. - №6. С. 19- 20.
140. Кореньков Д.А. Агроэкологические аспекты применения азотных удобрений / Д.А. Кореньков. М.: РАСХН, 1999. - 296 с.
141. Кореньков Д.А. Минеральные удобрения при интенсивных технологиях / Д.А. Кореньков. -М.: Росагропромиздат, 1990— 192 с.
142. Кореньков Д.А. Агрохимия азотных удобрений / Д.А. Кореньков. М., «Наука», 1976. -526с.

143. Кретович В.Л. Усвоение и метаболизм азота у растений / В.Л. Кретович. М.: Наука, 1987. - 486 с.
144. Куйдан А.П. Ранневесенняя азотная подкормка озимой пшеницы / А.П. Куйдан, Г.П. Полоус // Пути повышения урожайности сельскохозяйственных культур в современных условиях : сб. науч. тр. / ГОУ СтГСХА Ставрополь, 2001. - С. 111- 113.
145. Куйдан А.П. Влияние доз и сроков внесения азотных удобрений на качество зерна озимой пшеницы / А.П. Куйдан, Г.П. Полоус // Особенности возделывания колосовых культур на Северном Кавказе: Сб. науч. тр. / ССХИ-Ставрополь, 1992. - С. 30-34.
146. Куйдан А.П. Роль подкормок озимой пшеницы при выходе растений в трубку / А.П. Куйдан, Г.П. Полоус // Химизация растениеводства и вопросы экологии: сб. науч. тр. / СГСХА Ставрополь, 1999. - с. 53— 54.
148. Лаврова И.А. Трансформация азота удобрений в почве и использование его растениями. / И.А. Лаврова, Д.А. Филимонов. — М.: 1976. 60с.
151. Литвинова Т.К. Азот в земледелии нечерноземной полосы. / Т.К. Литвинова, Е.И. Нестерова, И.П. Русинова и др.; под ред. доктора с.-х. наук Н.А. Сапожникова. Л., «Колос», 1973. – 255с.
152. Ломако Е.И. Влияние доз и сроков проведения азотных подкормок на урожай и качество зерна озимой пшеницы // Агрохимия. — 1998. — № 11. С. 31-37.
153. Матыс М.В. Влияние доз сроков внесения азотных удобрений на показатели качества зерна озимой пшеницы / М.В. Матыс, В.И. Кочурка и др. // Главный агроном. 2006. - № 9. - С. 28- 30.
154. Медведев С.С. Превращение азотистых соединений в растениях и в почве / С.С. Медведев // Труды Биолог. НИИ ЛГУ. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, № 39.- 1988.- С. 163- 187.
155. Мединец В.Д. Весеннее развитие и продуктивность озимых хлебов / В.Д. Мединец. М.: Колос, 1982. - 173с.
157. Минеев В. Г. Агрохимия / В. Г. Минеев. -М.: Изд-во МГУ, 2004. 720 с.

158. Назарюк В.М. Баланс и трансформация азота в агроэкосистемах. / В.М. Назарюк. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002 - 257 с.
160. Нестерова Е.И. Дозы азотных удобрений для различных культур / Е.И. Нестерова // Азот в земледелии Нечерноземной полосы. Л., 1973. - С. 239-258.
161. Никитишен В.И. Питание и удобрение озимой пшеницы на черноземе. / В.И. Никитишен. М.: Наука, 1977. - 103 с.
162. Носатовский А.И. Пшеницы. Биология / А.И. Носатовский и др.. М.: Колос, 1965.-568с.
163. Обзор мирового рынка минеральных удобрений Электронный ресурс. :Электронный журнал Химэксперт. Удобрения. Выпуск № 1. 23.01 — 05.02.2006 г.// Информационное агентство «Металл Курьер» [Официальный сайт]. - Режим доступа: <http://www.him-kurier.ru>.
165. Осипов Ю.Ф. Тактика весенней азотной подкормки озимой пшеницы/ Ю.Ф. Осипов, В.П. Васюков // Аграрная наука. 2007, № 7 - С. 7- 8.
167. Остапенко Н.В. Формирование и реализация потенциальной продуктивности озимой пшеницы в зависимости от условий азотного питания / Н.В. Остапенко, Н.Т. Ниловская // Агрохимия- 1993. — № 2. С. 11-15.
168. Остапенко Н.В. Влияние погодных условий и азотного питания на фотосинтетическую деятельность озимой пшеницы / Н.В. Остапенко // Агрохимия. 1993. - №3. - С. 3- 7.
169. Остапенко Н.В. Роль дробного внесения азотных удобрений и предшественников в формировании урожая зерна озимой пшеницы/ Н.В. Остапенко, Н.Т. Ниловская // Агрохимия. 1994. № 5. - С. 11- 15.
170. Пильщикова Н.В. Минеральное питание растений // Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений. М.: Колос, 1998.– С.280-345.
171. Подколзин А.И. Удобрение и продуктивность озимой пшеницы: Монография/ А.И. Подколзин; под ред. В.Г. Минеева. М.: МГУ, 2000.-194 с.
173. Полоус Г.П. Влияние азотных подкормок на структуру урожайности зерна озимой пшеницы / Г.П. Полоус и др. // Молодые аграрии Ставрополья: сборник научных трудов. — Ставрополь. 2006. - С. 7577.

174. Прянишников Д.Н. Азот в жизни растений и земледелии СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1945. 200 с.
175. Прянишников Д.Н. Минерализация азотных соединений в почве. — Избр. соч. М.: Сельхозгиз, 1952. т.1. С.230- 236.
176. Русинова И.П. Поступление в растения и использование ими различных форм азота. Сроки внесения азотных удобрений под различные культуры. В кн.: Азот в земледелии Нечерноземной полосы.-Л., 1973.-С. 143-181, С. 258-256.
177. Сабинин Д.А. Избранные труды по минеральному питанию растений. М.: Наука, 1971.-512 с.
178. Сапожников Н.А. Баланс азота в земледелии нечерноземной полосы и основные пути улучшения азотного питания культурных растений / Н.А. Сапожников// Труды Биолог. НИИ ЛГУ. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, № 39.-1973. - С. 5-33.
179. Смайли Р.В. Формы азота и высота уровней рН в прикорневой зоне и их значение при инфицировании корней. Обзор (перевод с англ.), США, 1974-26с.
180. Тарвис Т.В. Трансформация естественных запасов азота в почве / Т.В. Тарвис // Труды Биолог. НИИ ЛГУ. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, № 39.-1973.-С. 33-55.
181. Турчин В.Ф. Азотное питание растений и применение азотных удобрений. Избранные труды. М., «Колос», 1972. -336с.
- 183 Федосеев А.П. Погода и эффективность удобрений. Л. Гидрометеиздат, 1985. -144 с.
184. Хабер Д., Уатсон Д. Форма азота и болезни растений. Ежегодник по фитопатологии (перевод с англ.), США, 1974. 12с.
186. Цыбулько Н.Н. Азотмобилизующая способность почвы при внесении азотных удобрений / Н.Н. Цыбулько, И.И. Жукова, Д.В. Кисилева // Агрохимия. –2007. –№ 8.– С. 18- 22.
188. Чмулев В.М. Новое азотное удобрение КАС/ В.М. Чмулев, Л.Г. Карандашов. – Ставрополь, Изд-во «Ставропольская правда", 1990г. – 38с.

189. Шафран С.А. Эффективность азотной подкормки различных сортовозимой пшеницы на черноземе выщелоченном С.А. Шафран, А.И. Васильев, С.С. Андреев // *Агрохимия*. – 2008.–№2.– С.18-25.

190. Шоков Н.Р. Результаты испытаний известково-аммиачной селитры / Н.Р. Шоков Р.И. Виноградова // *Агрохим.вестн.* – 2000.– N1. – С. 31-32.

191. Юдин Ф.А. Методика агрохимических исследований.– М.: Колос,1980.– 366с.

191. Шустикова Е.П. К вопросу об эффективности азотных удобрений под озимую пшеницу/ Е.П. Шустикова //Эффективность удобрений в условиях Ставропольского края: Сб. науч. тр. СНИИСХ, выпуск № 18. 1992. - С. 94-99.

192. А.В. Круговорот и баланс питательных веществ в земледелии.–М.: Наука, 1983.–168 с.

193. Barisich R. Billiger Harnstoffbewirtschaftungs- und Bodendüngungsmethoden für optimale Erträge von Weizen. (Австрия). : *Traktoraktuell*, 1987; Т. 4. S. 14.

194. Bates T.E. Factors affecting critical nutrient concentrations in plants and their evaluation: a review. *Soil Sei.* 112:116-130, 1971.

196. Bloom A., Sukrapanna S.S., Warner R.L. R Root respiration associated with ammonium and nitrate absorption and assimilation by barley/ *Plant Physiol.* 99:1294-1301, 1992.

200. Cresswell G.C., Weir R.G. *Plant Nutrient Disorders 4. Pastures and Field Crops.* Melbourne: Inkata Press, 1995, pp. 1-126.

201. *Encyclopedia of Plant and Crop Science* / edited by R. M. Goodman; University of Wisconsin Madison, U.S.A.; Library of Congress Cataloging-in-Publication Data. - New York, Basel: Marcel Dekker, Inc, 2004, - 1329 с.

204. Gastal F; Lemaire G. N uptake and distribution in crops: an agronomical and ecophysiological perspective. *J. Exp. Bot.* 2002, 53, 789-799.

206. *Handbook of Plant Nutrition* / edited: A. V. Barker, D. J. Rijbeem; Library of Congress Cataloging-in-Publication Data. Boca Raton, London, New York: Taylor & Francis, 2007. - 613 с.

208. Jenkinson D.S., Fox R.H., Rayner J.H. Interactions between fertilizer nitrogen and soil nitrogen the so-called «priming» effect // J. Soil Sei. 1985. V. 36. № 3. P. 425-444.

Зміст

| | |
|--|----|
| <i>Вступ</i> | 7 |
| 1. Три агрохімічні революції, як основа розуміння системи мінерального живлення рослин..... | |
| <i>2. Фізіологічне і агрохімічне значення азоту</i> | 14 |
| <i>2.1 Роль мінеральних форм азоту в живленні рослин</i> | 14 |
| <i>2.2.Зміна інтенсивності поглинання рослинами азоту впродовж їх онтогенезу</i> | 20 |
| <i>2.3.Ознаки дефіциту азоту в рослинах</i> | 22 |
| <i>2.4.Причини виникнення дефіциту мінеральних форм азоту в різних типах ґрунтів України</i> | 24 |
| <i>2.4. Шляхи створення бездефіцитного балансу гумусу в ґрунті</i> | 35 |
| <i>3. Азотні добрива</i> | 40 |
| 3.1.Структура українського ринку азотних добрив..... | 40 |
| 3.2. Карбамід аміачна суміш КАС..... | 45 |
| 3.3.Порівняльна оцінка розчинів КАС з іншими азотними добривами | 48 |
| 3.4. Початок використання КАС в виробничих умовах..... | 53 |
| 3.5. Обсяги валового виробництва та динаміка цін на КАС в Україні | 54 |
| 3.6.Фізико-хімічні властивості КАС | 60 |
| 3.7.Технологія виробництва КАС в ПАС «Хімдівізіон»..... | 65 |
| 3.8 Переваги ємкостей для зберігання КАС: | 66 |
| 3.9. Технологія використання розчинів КАС в посівах сільськогосподарських культур..... | 74 |
| 3.10. Правила внесення нерозбавлених КАСів на посівах озимих культур: | |
| 3.11. Сучасні інноваційні технічні рішення внесення КАС..... | |

3.12. Як убезпечити себе від неякісних поставок

КАС.....

3.13. Методи перевірки відповідності фізико-хімічних властивостей

КАС.....

4. Позакореневе підживлення рослин водними розчинами КАС 79

4.1. Особливості застосування КАСів в бакових розчинах з мікродобривами та пестицидами.....

4.2. Як провести тест на сумісність компонентів для бакової суміші з розчином КАС.....

5. Особливості використання розчинів КАС в посівах сільськогосподарських культур.....

5.1. Пшениця

озима.....

.....

5.2. Тритикале

озиме.....

.....

5.3. Жито озиме..... 132

5.4. Ячмінь озимий..... 133

5.5. Пшениця

яра.....

5.6. Ячмінь ярий..... 136

5.7. Тритикале яре.....

5.8. Гречка..... 139

5.9. Просо..... 141

5.10. Кукурудза на зерно і силос.....

| | |
|--|------------|
| 5.11. Горох..... | 144 |
| 5.12. Соя..... | 145 |
| 5.13. Буряки цукрові..... | 146 |
| 5.14. Соняшник..... | 146 |
| 5.15. Ріпак озимий..... | 149 |
| 5.16. Ріпак ярий..... | 152 |
| 5.17. Льон олійний..... | 153 |
| 5.18. Картопля..... | 154 |
| 5.19. Багаторічні злакові трави..... | 158 |
| 5.20. Багаторічні бобові трави | |
| <i>Висновки</i> | <i>159</i> |
| <i>Література</i> | <i>160</i> |

Наукове видання

Крамарьов Сергій Михайлович
Крамарьов Олександр Сергійович
Демиденко Володимир Григорович
Хорошун Ксенія Олексійовна
Пісоцький Сергій Сергійович
Бондарь Віталій Юрійович
Рубан Сергій Михайлович
Цуркан Калин Петрович

Монографія

Авторська редакція

Demydenko Volodymyr Grygorovych

Підписано до друку 2018 р.

Формат 60×84 1/16. Папір офсетний. Гарнітура Times.

Друк лазерний. Умов.друк. арк. Обл.вид.арк.7,5

Наклад 1000 прим. Вид. № . Зам.№

Ціна договірна