

# Порівняльна оцінка розчинів КАС та інших азотних добрив

28.05.2021

1430



**Серед всіх елементів мінерального живлення на врожайність зерна найбільшою мірою впливає азот. Його фізіологічна роль у рослинному організмі багатопланова. Перш за все, він є структурним компонентом азотовмісних органічних сполук і бере активну участь у всіх життєво важливих обмінних процесах, які проходять у рослинах впродовж усього вегетаційного періоду.**

Основна частина азоту ґрунту (98–99%) представлена органічними сполуками, важкодоступними для рослин. Для їх мінералізації та переходу в простіші, доступні для рослин форми потрібні час і певні умови. І тільки 1–2% загального азоту ґрунту міститься в мінеральних формах, які доступні для живлення рослин. До того ж серед наявного асортименту типів і підтипів ґрунтів немає жодного, що містив би достатню для рослин кількість мінеральних форм азоту.

Тому для отримання запланованих врожаїв майже на всіх ґрунтах потрібно вносити азотні добрива, сучасний видовий склад яких доволі різноманітний. Ці добрива представлені безводним і водним аміаком, аміакатами, аміачною селітрою, карбонатною аміачною селітрою, кальцієвою селітрою, натрієвою селітрою, карбамідом, вуглеамонійними солями, хлористим і сульфатним амонієм. А завершують лінійку цих туків три марки КАСів (КАС-28, КАС-30, КАС-32) (рис. 1).

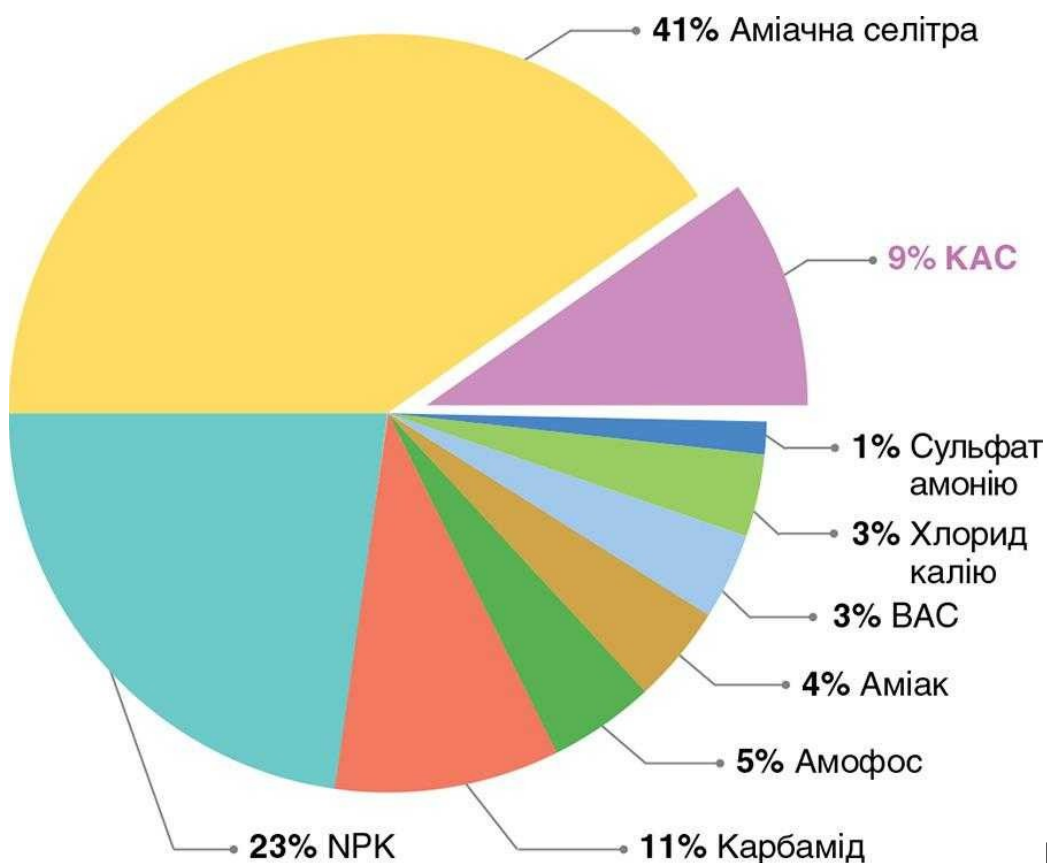


Рис. 1. Частка

КАС на ринку азотних добрив в Україні

КАС має свої, тільки йому притаманні переваги, на характеристиках яких необхідно зупинитись більш детально, розглянувши їх у порівнянні з іншими азотними добривами.

Перш ніж розглянути різні види азотних добрив, варто звернути увагу на кілька незаперечних наукових фактів, які потрібно знати:

1. Окупність 1 кг азоту забезпечується приростом врожаю – 5,6 кг зерна;
2. Хімічний склад кожної рослини містить стабільне відношення протеїн/протеїн + сірка (зернові 25:1, бобові 15:1, хрестоцвіті 10:1);
3. На полі, де планується вносити азотні добрива, вміст рухомих форм сірки має бути не нижчим за 10 мг/100 г ґрунту (наприклад, вміст сірки 6 мг/100 г ґрунту вважається дуже низьким);
4. Якщо у ґрунті відмічатиметься надлишок мінеральних форм азоту по відношенню до рухомих форм сірки, то процеси синтезу органічних азотовмісних і сірковмісних сполук загальмуються, а в рослинах відбуватиметься нагромадження нітратів. У цьому випадку затримується синтез білків, нагромаджується азот у небілковій формі, зменшується вміст цукру і жирів, особливо в олійних культур. Тому без достатнього забезпечення рослин сіркою неможлива високоєфективна дія азоту, що зумовлює зростання урожайності. Співвідношення азоту до сірки в ґрунті має становити 10:1–5:1 (на одну частину сірки має припадати 5–10 частин азоту).

Лише тоді, коли у ґрунті достатній вміст рухомих форм сірки, можна отримати високу віддачу від внесених азотних добрив. Якщо ж вміст рухомих форм сірки буде низьким, насамперед потрібно подбати про внесення у ґрунт саме сірковмісних, а вже потім азотних туків. Особливо це стосується посівів хрестоцвітих культур, зокрема, ріпаку озимого, гірчиці, капусти та інших сільськогосподарських культур, в рослинах яких це співвідношення відносно вузьке. Слід зауважити, що серед всіх сільськогосподарських культур найбільш небезпечною є нестача сірки для ріпаку.

## **ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ОСНОВНИХ АЗОТНИХ ДОБРИВ**

Тепер, коли ми розглянули проблему сірки, зупинимось на шляхах забезпечення потреб рослин у мінеральних формах азоту за рахунок внесення азотних добрив. Для того, щоб товаровиробник зміг обрати для використання найбільш ефективно азотне добриво, дамо їм коротку характеристику, звернувши увагу не тільки на позитивні, а й на негативні сторони цих туків.

На сьогодні висококонцентроване азотне добриво – безводний аміак дедалі частіше залишається без належної уваги, в той час як КАСи все більше поширюються у виробничих умовах.

Справа у тому, що не кожне господарство має можливість використати безводний аміак, оскільки для його внесення потрібна спеціальна техніка. До того ж це добриво бажано вносити лише восени, за прохолодної погоди і

тільки у вологий ґрунт. З іншого боку, не можна вносити його і в перезволожений ґрунт, оскільки він налипає на ходові та робочі органи агрегатів, що призводить до втрат азоту. В місцях заглиблення робочих органів у процесі підсихання ґрунту утворюються глиби, які потім тривалий час залишаються перешкодою для подальших технологічних операцій з обробітку ґрунту.

Отже, вологість ґрунту має відповідати його фізичній стиглості. Для різних за механічним складом ґрунтів оптимальними будуть такі показники: супіщані – 16-18%, легкосуглинисті – 20-22%, середньосуглинисті – 22-24%, важкосуглинисті – 24-26%, глинисті – 26-28%. Оскільки чорноземи Степу та Лісостепу України здебільшого мають важкосуглинистий механічний склад, то, відповідно, і їхня оптимальна вологість для внесення безводного аміаку має становити 24-28%. Стримує широке використання безводного аміаку й обставина, про яку не завжди згадують у літературних джерелах: внесення цього добрива може призвести 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, після чого всі сільськогосподарські роботи на полі припиняються до початку висіву культури. Виробнича практика показує: якщо не витримати цей термін і відразу ж розпочати посівні роботи, то завжди спостерігається пошкодження насіння і проростків аміаком, який може дифундувати в ґрунті й фіксуватиметься ґрунтовими частинками. До того ж, відразу після внесення безводного аміаку у ґрунті різко пригнічується активність ґрунтових мікроорганізмів.

Отже, безводний аміак має свої плюси та мінуси. Вагомі плюси – простота внесення й невисока ціна, мінуси – негативний вплив на ґрунтову мікрофлору; процес внесення неможливо проконтролювати повністю; для якісного внесення потрібні додаткові технологічні операції з вирівнювання поля. Поверхнєве внесення цього добрива недопустиме, оскільки аміак швидко випаровується.

Інше висококонцентроване добриво – карбамід, або сечовина – найбільш концентроване серед твердих азотних добрив, яке містить в своєму складі 46% азоту. Це водорозчинне, повільнодіюче безнітратне добриво з майже нейтральною реакцією, яке найбільше підходить для позакореневого

підживлення, але воно також не отримало такого значного поширення, як КАС при виконанні цього агрозаходу. Насамперед це пов'язано з тим, що при проведенні позакореневого підживлення сечовину потрібно заздалегідь розчинити у воді (процес розчинення сечовини у воді ендотермічний), і для цього бажано використовувати сечовину лише зі вмістом у ній біурету ( $C_2H_5N_3O_2$ ) не вище ніж 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 у ґрунт її варто своєчасно загортати, оскільки втрати з неї азоту у вигляді аміаку можуть досягати 42%. Загортання сечовини у ґрунт пов'язане з додатковими непродуктивними втратами азоту, 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 в вигляді аміаку можуть сягати 30-40%, а іноді й 50%. Такі великі втрати сечовини можна пояснити таким чином: сечовина, внесена у ґрунт або на поверхню пожнивних залишків, при взаємодії з водою швидко переходить в аміак. Цей процес відомий у науці як гідроліз сечовини. Оскільки аміак – це газ, він випаровується в атмосферу. Втрачається азот і при прикореневому підживленні карбамідом без загортання в ґрунт у посівах зернових культур. Особливо швидко цей процес проходить за високих температур, коли дуже сильно проявляє свою активність фермент уреаза. За поверхневого внесення сечовину краще вносити стрічками, щоб зменшити контакт гранул із ґрунтовим ферментом уреазою, який переведе її в аміак.

Сьогодні у виробничих умовах широко використовується амонійно-нітратне азотне добриво – аміачна селітра. Це водорозчинне, фізіологічно слабокисле, швидкодіюче азотне добриво. На жаль, під час внесення аміачної селітри в умовах тимчасового або постійного надлишку вологи значна частина нітратного азоту вимивається із ґрунтовою водою в нижні шари ґрунту, і тоді він переміщається нижче зони кореневої системи, яка за таких умов не в змозі його поглинати, а рослини відчуватимуть дефіцит цього елемента мінерального живлення. Азот при цьому стає недоступним, а отже, втраченим для живлення рослин.



Під час внесення аміачної селітри в умовах надлишку вологи значна частина нітратного азоту вимивається в нижні шари ґрунту, нижче зони кореневої системи, яка за таких умов не в змозі його поглинати

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, значному ущільненні ґрунту, надмірній заболоченості місцевості тощо. До того ж за підвищених температур ґрунту, коли мікроорганізми активізуються, можливість розвитку денітрифікації зростає.

Використання у виробничих умовах вуглеамонійних солей і кальцієвої селітри також не набуло значного поширення через їх високу гігроскопічність.

Натрієва селітра в основному вноситься на кислих ґрунтах у посівах цукрового буряку, особливо при припосівному внесенні. На інших ґрунтах її використання обмежене. Хлористий амоній в основному вносять у 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 недоцільне, оскільки інтенсивне надходження амонію в молоді рослини може зумовити токсичну дію надлишку аміаку.

Слід також звернути увагу на те, що гранульовані добрива (аміачна селітра, сульфат амонію та хлорид амонію) ідеально підходять для їх внесення у ґрунт під передпосівну культивуацію або при проведенні прикореневого підживлення рослин у фазі інтенсивного поглинання ними азоту. Однак за внесення їх відцентровими розкидачами у виробничих умовах не вдається рівномірно розподілити ці добрива по полю. На ділянках, де їх внесено у великих дозах, іноді спостерігається вилягання озимих зернових культур і відмічаються непродуктивні втрати азоту.

## ВЛАСТИВОСТІ ТА ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ КАС

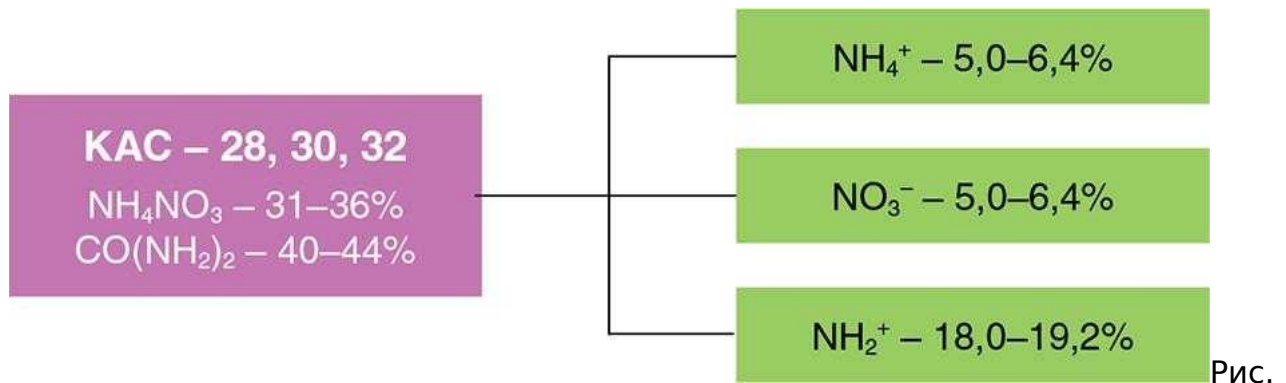
В умовах сьогодення у великих обсягах використовуються карбамідно-аміачні суміші. На вітчизняних заводах випускають КАС трьох марок: КАС-28, КАС-30, КАС-32. У пострадянських країнах найбільш поширений КАС-32, тоді як у Європі популярності набув КАС-28. Головна відмінність між цими формами КАСів полягає у вмісті азоту – 32% проти 28%, а також у щільності розчинів і температурах їх кристалізації, які наведено в таблиці (табл. 1).

Таблиця 1. Фізико-хімічні показники розчинів КАС

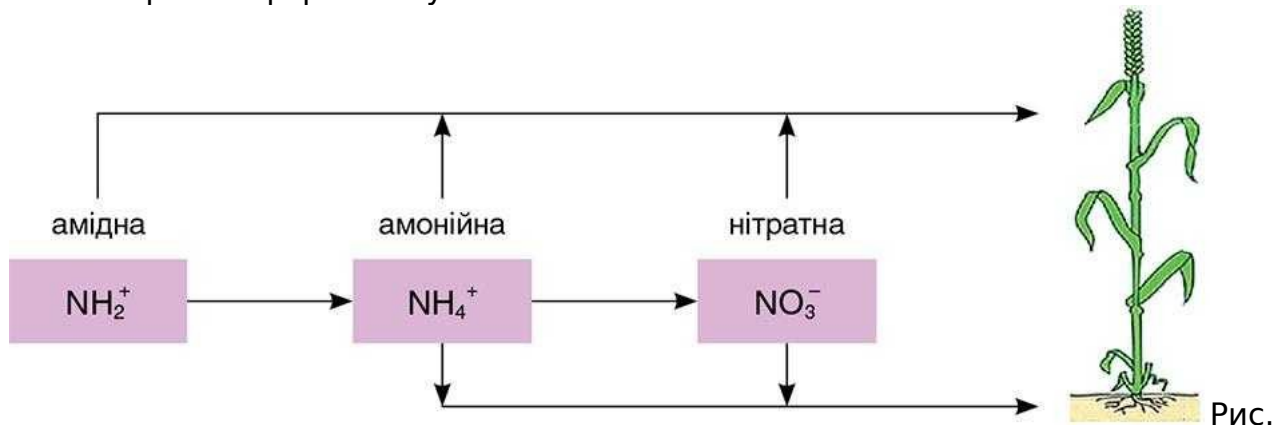
Марка КАС	Вміст азоту, %	Щільність кг/м <sup>3</sup>	Температура кристалізації, °С
КАС-32	32	1,26–1,33	–2
КАС-30	30	1,28–1,31	–9
КАС-28	28	1,26–1,29	–18

Сьог

одні на ринку добрив ці туки однозначно лідирують. Це пояснюється насамперед тим, що вони безпечні – не спалахують, не вибухонебезпечні, не отруйні. Для їх використання не потрібно мати в господарстві спеціальні машини та агрегати. КАСи містять у своєму складі водночас три форми азоту: нітратну, амонійну та амідну (рис. 2–3).



## 2. Вміст різних форм азоту в КАС



## 3. Три форми азоту в розчинах КАС

Кожна з форм азоту виконує притаманну лише їй функцію:

- нітратна  $\text{NO}_3^-$  – забезпечує миттєву дію;
- амонійна  $\text{NH}_3^+$  – починає поглинатися рослинами із ґрунту при  $t^\circ +5^\circ\text{C}$  і відразу ж вступає у взаємодію з карбоновими кислотами, утворюючи з ними амінокислоти, з яких потім синтезуються білкові молекули; крім того, у ґрунті амонійний азот у процесі нітрифікації переходить в нітратну форму;
- амідний азот  $\text{NH}_2$  – в результаті діяльності ґрунтових мікроорганізмів переходить спочатку в амонійну форму, а потім – в нітратну.

Така система засвоєння азоту робить КАС добривом швидкої та пролонгованої дії. До того ж ці добрива мають досить добрі основні фізико-хімічні показники:

- масова частка азоту не менше ніж 28–32%;
- показник активності водневих іонів рН 7;
- густина при температурі  $+20^\circ\text{C}$  не більше ніж 80 сПз;
- температура кристалізації не вище ніж  $-2^\circ\text{C}$ ;
- склад: 35,4% карбаміду, 44,3% аміачної селітри, 19,4% води, 0,5% аміачної води.

Використання рідкого азотного добрива КАС дає можливість вносити його рівномірно звичайними штанговими обприскувачами. Для того щоб внести розчини КАСів, достатньо мати звичайний обприскувач. Єдине, на що потрібно звернути увагу: обприскувач має бути придатним для роботи з КАСами, оскільки, попри введення до їх складу інгібітора корозії, ці добрива досить агресивні по відношенню до кольорових металів. Крім того, перед



початком роботи варто обробити компресор технічним мастилом, а після її закінчення – ретельно промити обприскувач і змастити клапани.

Перевагою розчинів КАСів порівняно із твердими азотними добривами є, насамперед, висока рівномірність їх внесення на поверхні поля. Так, коефіцієнт рівномірності розподілу становить 5–6%, або й того менше. Водночас у твердих туків цей показник, незважаючи на всі зусилля виробників відцентрових розкидачів щодо його зменшення, досі становить лише 25–30%, особливо на поворотах, що в більшості випадків загрожує втратами врожаю.

Отже, внесення КАСів, що становлять собою рідкі добрива, відбувається більш рівномірно, ніж твердих гранульованих туків. Завдяки рівномірному внесенню ефективність КАСів виявилась вищою порівняно з аміачною селітрою, внесеною на поверхню ґрунту відцентровим розкидачем. Проведена порівняльна оцінка ефективності КАС-28 і еквівалентної дози аміачної селітри, внесених навесні в однаковій дозі N60 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 рівномірного темно-зеленого кольору, а на ділянці, де застосували аміачну селітру, колір змінювався від темно-зеленого до світло-зеленого, що пов'язано з нерівномірністю розподілу гранул аміачної селітри відцентровим розкидачем. Під час збирання врожаю різниця між цими двома азотними добривами також була очевидною: завдяки КАС було додатково отримано на 3,5 ц/га більше зерна пшениці озимої порівняно з еквівалентною дозою аміачної селітри.

З літературних джерел відомо, що аналогічні дослідження для проведення порівняльної оцінки ефективності водних розчинів КАС і аміачної селітри, внесених в однаковій дозі N120, проводились і у Львівському національному аграрному університеті. Результати досліджень показали, що розчини КАС забезпечили приріст врожаю зерна озимої пшениці на 4,6 ц/га порівняно з аміачною селітрою за врожаю зерна на контролі 45,0 ц/га. При заміні аміачної селітри на КАС спостерігалось значне зменшення або відсутність захворювання на фузаріоз та септоріоз на зернових культурах, що сприяє збільшенню врожайності зернових культур і зростанню вмісту клейковини в зерні.

Непродуктивні втрати азоту в вигляді аміаку з КАСів значно нижчі, ніж з інших азотних добрив, оскільки вони становлять із:

- карбаміду – 42%;
- сульфату амонію – 26%;
- аміачної селітри – 20%;
- кальцієвої селітри – 10%;
- КАС – 3%.

Швидкому поширенню КАС у виробничих умовах сприяло й те, що вартість виробництва та капітальні витрати на одиницю азоту значно нижчі, ніж при виробництві твердих добрив. Вища економічна ефективність розчинів КАС порівняно із твердими азотними добривами зумовлена підвищенням продуктивності праці та 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 із внесенням такої ж самої кількості поживних речовин у вигляді твердих добрив.

Чинник сезонності для рідких добрив менш актуальний, зберігання значно дешевше, що дає змогу закуповувати їх заздалегідь. 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 туків. Постачання КАС здійснюється залізничними і автоцистернами. Вартість КАС визначається ринковим сезонним попитом. Тому купити КАС за більш низькою ціною можливо в міжсезонний період (табл. 2).

*Таблиця 2. Порівняльна оцінка вартості 1 тонни різних азотних добрив*

Азотне добриво	Зміна вартості азотних добрив за роками				
	2009	2010	2011	2012	2021
Аміачна селітра	5280	6400	9200	9800	10200
Карбамід	5690	6220	7800	9840	13200
Сульфат амонію	4250	6400	9700	10570	9000
КАС	5930	6430	8600	9030	10300
Аміак безводний	3960	4020	4700	7200	16000

Важливими показниками якості КАСів є поверхневий натяг і вміст у них біурету. Концентрація біурету має бути якомога нижчою, оскільки висока його концентрація може викликати токсикоз у рослин за позакореневого внесення розчинів КАС. Поверхневий натяг у КАС має бути високим – 60–70 мкН/м. За

поверхневого натягу 20–25 мкН/м можливе виникнення 15% опіків у рослин, а це, в свою чергу, призведе до зниження врожайності зерна на 4%.

Сьогодні КАС відіграє важливу роль, особливо в регіонах із посушливим кліматом, оскільки при його внесенні не виникає конкурентної боротьби за вологу. КАС практично не містить у своєму складі вільного аміаку, що виключає втрати азоту під час його завантаження та транспортування. Це добриво можна вносити у ґрунт без втрат азоту в газоподібній формі. Вартість зберігання КАС у 2 рази нижча, ніж твердих азотних добрив, а порівняно з безводним аміаком – до 7 разів. Точне дозування і рівномірність його розподілу досягається за рахунок сучасних розпилювачів.

КАС можна використовувати в баковій суміші з мікродобривами в хелатній формі й регуляторами росту рослин і пестицидами, тільки перед використанням таких сумішей потрібно перевірити їх хімічну сумісність.

Найбільш поширене використання КАС на зернових культурах – це підживлення по мерзло-талому ґрунту. В цьому випадку КАС застосовується крупнокрапельно у чистому вигляді або розведеним водою. При цьому потрібно брати до уваги, що листки озимих зернових культур мають бути сухими, щоб із них швидко скочувалася крапля добрива на поверхню ґрунту. Якщо у рослин після відновлення вегетації з'являються молоді листки, КАС використовують розбавленим водою у співвідношенні 1 до 3 – в такому разі знижується ймовірність виникнення опіків. При застосуванні водних розчинів КАС для підживлення озимих зернових культур навесні рослини використовують азот поступово, при цьому не відбувається додаткового непродуктивного кушіння.

КАС може бути ефективним і для позакореневого (фоліарного) підживлення рослин. Якщо це добриво використовують у баковій суміші з пестицидами, воно здатне покращувати змочування листової поверхні препаратом і забезпечує краще його прилипання, аналогічно ад'ювантам. Успіх застосування розчинів КАС для позакореневого підживлення залежить від гарного воскового шару на листках рослин, тому не бажано вносити це добриво після дощу, оскільки він розм'якшує восковий шар. Крім того, не слід використовувати КАС як при заморозках (понад  $-5^{\circ}\text{C}$ ), так і при високій температурі й інсоляції. Через 5 годин після проведення позакореневого підживлення рослин розчинами КАС вони засвоюють 80% внесеного азоту.

## В ЯКИХ ВИПАДКАХ ПОТРІБЕН КАС І ЯКІ ПРОБЛЕМИ ВІН ВИРІШУЄ?

Коренева система рослин не завжди може поглинути необхідні речовини із ґрунту, і причин для цього чимало:

- висока щільність ґрунту;
- низька температура повітря;
- низька, або, навпаки, надмірна вологість ґрунту;
- несприятливий рН ґрунтового розчину;
- висока концентрація і високий осмотичний тиск ґрунтового розчину;
- хімічний перехід внесених у ґрунт добрив у нерозчинний стан;
- недостатня активність кореневої системи на ранніх стадіях розвитку або внаслідок її пошкодження.

В таких випадках виручає КАС, внесений позакоренево. Практичний досвід переконливо показав, що за проведення позакореневого підживлення рослин водними розчинами КАС потрібно:

- обробляти сухий стеблостій у другій половині дня або ввечері, не працювати вранці, коли на листках є краплі роси, або по вологому (після дощу) стеблостою;
- при низьких температурах слід обробляти сухі рослини і уникати проведення робіт при коливанні температур, коли відбувається танення і замерзання;

Азот із розчинів КАС дуже добре засвоюється листковою поверхнею рослин. Найкращою формою для позакореневого підживлення є амідна, що входить до складу КАС. Але щоб досягти бажаного результату, до складу цього добрива потрібно ввести сірку, магній і мікроелементи. Амідний азот підвищує пропускну здатність кутикули листка, що полегшує засвоєння інших елементів живлення. Особливо ефективні позакореневі підживлення на ранніх фазах вегетації.

Доцільно поєднувати КАС із сіркою, яку вносять у вигляді сульфату магнію або сульфату калію. Внесення водних розчинів КАС у критичні фази розвитку рослин дає змогу формувати врожай високої якості, а не просто нарощувати біомасу. Оскільки тривалість дії позакореневого підживлення обмежена, то за можливості варто проводити кілька таких заходів під час вегетації.

На завершення наведемо корисну для агрономів інформацію. Для того щоб не витратити дорогоцінний час на розрахунки доз внесення КАС, можна скористатись даними, наведеними в табл. 3. Так ви зможете точно визначити необхідну кількість цього добрива за відповідної дози його внесення за лічені хвилини, навіть без використання калькулятора.

Таблиця 3. Дози внесення КАСів

Доза азоту, кг/га	КАС-28				КАС-30				КАС-32	
	Щільність г/см <sup>3</sup>									
	при 10°C= 1,29		при 20°C= 1,27		при 10°C= 1,30		при 20°C= 1,29		при 20°C= 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

**ВІС**

## НОВКИ

Як бачимо, КАС має досить широкий спектр використання: для основного внесення під основний обробіток ґрунту і передпосівну культивуацію, для внесення на поверхню ґрунту до чи після сівби та для позакореневого підживлення рослин.

З огляду на перелічені вище обставини, добрива КАС останнім часом починають виходити на лідируючі позиції у використанні в посівах сільськогосподарських культур у різних ґрунтово-кліматичних зонах України.

*С. М. Крамарьов, зав. кафедри агрохімії, д-р с.-г. наук, проф., Л. П. Бандура, канд. с.-г. наук, доцент, К. О. Хорошун, аспірант, Дніпровський державний аграрно-економічний університет; О. С. Крамарьов, наук. співр. ДУ «Інститут зернових культур НААН України»; С. С. Пісоцький, директор інформаційно-аналітичного агентства «Маркер»*

Опубліковано в журналі "Агроном", 2021