



<https://doi.org/10.70728/a.series.tab.v08.i09.079>

UDK 631.84:547.495.2:547.288.1

KARBAMID, TIOMOCHEVINA VA FORMALDEGID ASOSIDA AZOT SAQLOVCHI SEKIN TA'SIR ETUVCHI O'G'IT TAYYORLASH

*Xamroyev Kamoliddin SHaxobiddinovich, Vapoyev Husniddin Mirzayevich
Tursuntosheva Mohigul Hikmatullo qizi, Nematova Madina SHavkatovna*

Annotatsiya. Ushbu maqolada karbamid, tiomochevina va formaldegid asosida sekin bilan ta'sir etuvchi azot saqlovchi o'g'it olish masalalari ko'rib chiqilgan. Karbamid-formaldegid va tiomochevina-formaldegid tizimlaridagi polikondensatsiya reaksiyalarining mexanizmi, reaksiya muhitining pH qiymati, harorat, reagentlar mol nisbati kabi omillarning mahsulot tarkibi va xossalari ta'siri adabiyotlar asosida tahlil qilingan. Uch komponentli — karbamid-tiomochevina-formaldegid — tizimining tuproqda azotni bosqichma-bosqich ajratib berish xususiyatiga ega bo'lgan konsentrlangan azotli o'g'it sifatida qo'llanilishi istiqbollari yoritilgan. Tajriba-metodik yondashuv taklif etilib, olinishi mumkin bo'lgan mahsulotning kutilayotgan agrokimyoviy afzalliklari asoslab berilgan.

Kalit so'zlar: karbamid, tiomochevina, formaldegid, azotli o'g'it, sekin ta'sir etuvchi o'g'it, polikondensatsiya, metilol hosilalari, azot yo'qotilishi.

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы получения азотсодержащего удобрения пролонгированного действия на основе карбамида, тиомочевины и формальдегида. На основе анализа литературных данных рассмотрен механизм реакций поликонденсации в системах карбамид-формальдегид и тиомочевина-формальдегид, а также влияние pH среды, температуры и мольного соотношения реагентов на состав и свойства продукта. Освещены перспективы применения трёхкомпонентной системы карбамид-тиомочевина-формальдегид в качестве концентрированного азотного удобрения с постепенным высвобождением азота в почве. Предложен экспериментально-методический подход и обоснованы ожидаемые агрохимические преимущества получаемого продукта.

Ключевые слова: карбамид, тиомочевина, формальдегид, азотное удобрение, удобрение пролонгированного действия, поликонденсация, метилольные производные, потери азота.

Abstract. This article examines the preparation of a nitrogen-containing slow-release fertilizer based on urea, thiourea and formaldehyde. Based on a literature analysis, the mechanism of polycondensation reactions in the urea-formaldehyde and thiourea-formaldehyde systems is reviewed, together with the influence of medium pH, temperature

and reagent molar ratio on product composition and properties. The prospects of using the three-component urea-thiourea-formaldehyde system as a concentrated nitrogen fertilizer capable of gradual nitrogen release in soil are discussed. An experimental-methodological approach is proposed, and the expected agrochemical advantages of the resulting product are substantiated.

Keywords: urea, thiourea, formaldehyde, nitrogen fertilizer, slow-release fertilizer, polycondensation, methylol derivatives, nitrogen loss.

Kirish. Hozirgi kunda qishloq xo'jaligida hosildorlikni oshirishning asosiy omillaridan biri o'simliklarni azot bilan to'liq va uzoq muddat davomida ta'minlashdir iboratdir. Hozirgi vaqtda eng ko'p qo'llaniladigan azotli o'g'itlardan biri — karbamid ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) — tarkibida 45-46% gacha azot saqlaydi, ammo u suvda yaxshi eriydi va tuproqqa solinganda azotning katta qismi tez gidrolizlanib, ammiak shaklida havoga uchib ketadi yoki yer osti suvlariga yuvilib ketish ehtimoli katta. Bu esa o'g'itdan foydalanish samaradorligini pasaytiradi va atrof-muhitga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Shu sababli so'nggi yillarda tuproqqa solingandan so'ng azotni sekin-asta, o'simlik ehtiyojiga muvofiq ravishda ajratib beradigan — sekin ta'sir etuvchi azotli o'g'itlarni ishlab chiqish dolzarb ilmiy-amaliy vazifa hisoblanadi. Bunday o'g'itlarni olishning samarali yo'llaridan biri karbamidni formaldegid bilan kislotali muhitda polikondensatsiyalash orqali suvda qiyin eriydigan metilenmochevina birikmalarini hosil qilishdir. Tiomochevinaning qo'shimcha komponent sifatida kiritilishi reaksiya kinetikasiga va olingan mahsulotning tarkibiy-fazoviy tuzilishiga, shuningdek oltingugurt kabi qo'shimcha ozuqa elementi bilan boyitishga imkon beradi.

Ushbu maqolaning asosiy maqsadi — karbamid, tiomochevina va formaldegid asosida azot saqlovchi sekin ta'sir etuvchi o'g'it tayyorlash bo'yicha mavjud ilmiy-texnik adabiyotlarni tahlil qilish, reaksiya mexanizmi va texnologik omillarni umumlashtirish hamda uch komponentli tizimni sanoat sharoitida qo'llash istiqbollarini asoslashdir.

Adabiyotlar tahlili va muhokama

Karbamid-formaldegid tizimidagi polikondensatsiya mexanizmi

Karbamid formaldegid bilan reaksiyaga kirishganda, muhitning pH qiymatiga qarab, ikki bosqichli jarayon kechadi. Ishqoriy muhitda (pH 7,5–8) karbamid molekulasining amid guruhlari formaldegid bilan gidroksimetillanish reaksiyasiga kirishib, mono- va dimetilolmochevina hosil qiladi. Kislotali muhitga (pH 4,5–5) o'tilganda metilol hosilalari o'zaro va ortiqcha karbamid bilan polikondensatsiyalanib, metilen va metilen-efir ko'priklari orqali bog'langan yuqori molekulyar mahsulotlarga aylanadi. Aynan shu kislotali kondensatsiya bosqichi natijasida suvda qiyin eriydigan, azotni sekin ajratib beruvchi mahsulot — metilenmochevinalar majmuasi — hosil bo'ladi. Reaksiya tezligiga ta'sir etuvchi asosiy omillar quyidagilar: muhitning pH darajasi (kislotali muhitda, xususan $\text{pH} \approx 2$ atrofida, formaldegidning ajralish va kondensatsiyalanish tezligi yuqoriroq bo'ladi), reagentlar — karbamid va formaldegidning mol nisbati (odatda 1:1 dan 1:3 gacha), harorat hamda eritmadagi tuz aralashmalari (xlorid va sulfat ionlari) miqdori. Mol nisbati 1:1 bo'lganda kondensatsiya jarayoni 1:3 nisbatga qaraganda ancha tezroq kechishi qayd etilgan.

Sanoatda karbamid-formaldegid mahsulotlari (masalan, KFU markali birikmalar) azot miqdori 38–40% dan kam bo'lmagan konsentrlangan o'g'it sifatida ishlab chiqariladi. Bunday mahsulotlardagi azotning katta qismi suvda qiyin eriydigan shaklda bo'lgani uchun, ular tuproqqa solinganda mikrobiologik va gidrolitik parchalanish yo'li bilan asta-sekin o'simlik o'zlashtira oladigan shaklga o'tadi — bu esa tez eriydigan oddiy karbamidga nisbatan azot yo'qotilishini sezilarli darajada kamaytiradi.

Tiomochevina-formaldegid reaksiyalari va uning tizimga qo'shilishi

Tiomochevina (tiokarbamid, $\text{CS}(\text{NH}_2)_2$) — karbamidning kislorod o'rniga oltingugurt atomi tutgan analogi bo'lib, u ham formaldegid bilan o'xshash gidroksimetillanish va polikondensatsiya reaksiyalariga kirishadi. Adabiyotlarda tiomochevina va formaldegidning suvli muhitda, ion almashinuvchi katalizator ishtirokida, bir necha soat davomida reaksiyaga kirishib, N,N'-bis(gidroksimetil)izotiomochevina kabi metilol hosilalarini hosil qilishi tavsiflangan. Sirka kislotali muhitda past haroratlarda ($\approx 20^\circ\text{C}$) tiomochevina-formaldegid kondensatsiyasining qaytar xarakterga ega ekanligi va monometilol-trimetilen-tetrakis-tiomochevina kabi murakkab strukturalarning hosil bo'lishi qayd etilgan.

Tiomochevinaning tizimga kiritilishi ikki jihatdan ahamiyatli: birinchidan, u mahsulot tarkibiga qo'shimcha ozuqa elementi — oltingugurt kiritadi, bu esa o'simliklar uchun zarur mikroelement hisoblanadi; ikkinchidan, oltingugurt atomining kuchli nukleofillik xossasi tufayli tiomochevina karbamidga nisbatan formaldegid bilan boshqacha reaksiya tezligi va turg'unlikka ega bo'lgan oraliq mahsulotlar hosil qiladi, bu esa uch komponentli tizimda polimer tarmoqning tarkibiy xilma-xilligini va, natijada, azotning tuproqda ajralish kinetikasini boshqarish imkoniyatini kengaytiradi.

Uch komponentli karbamid–tiomochevina–formaldegid tizimi

Karbamid, tiomochevina va formaldegidni birgalikda kondensatsiyalash orqali olinadigan mahsulot nazariy jihatdan quyidagi afzalliklarga ega bo'lishi kutiladi: yuqori umumiy azot ulushi (karbamid hissasi hisobiga), qo'shimcha oltingugurt tutgan ozuqa komponenti (tiomochevina hissasi hisobiga) va suvda past eruvchanlik, ya'ni sekin ajraluvchanlik xossasi (metilen ko'priqli polikondensat tarmog'i hisobiga). Bunday kombinatsiyalangan tizim, alohida karbamid-formaldegid yoki tiomochevina-formaldegid mahsulotlariga nisbatan, azot va oltingugurt bir vaqtning o'zida, bosqichma-bosqich ta'minlovchi kompleks o'g'it sifatida qaraladi.

Jarayonni ikki bosqichda tashkil etish maqsadga muvofiq: birinchi bosqichda karbamid va tiomochevina aralashmasi formaldegid bilan ishqoriy muhitda (pH 7,5–8) gidroksimetillanadi; ikkinchi bosqichda muhit kislotalashtirilib (pH 2–4,5 oralig'ida), harorat va ta'sir vaqti tanlangan holda polikondensatsiya yakunlanadi, natijada cho'kmaga tushadigan yoki granulalanadigan qattiq mahsulot ajratib olinadi. Reagentlarning mol nisbati (karbamid : tiomochevina : formaldegid), muhitning pH darajasi, harorat va reaksiya davomiyligi — mahsulotdagi umumiy azot ulushi, suvda eruvchan va qiyin eruvchan azot nisbati hamda granulometrik xossalarni belgilovchi asosiy texnologik parametrlar hisoblanadi.

Tajriba-metodik yondashuv bo'yicha tavsiyalar

Mavzuni eksperimental tasdiqlash uchun quyidagi tadqiqot bosqichlari tavsiya etiladi:

- 1) karbamid : tiomochevina : formaldegid mol nisbatlarini o'zgaruvchan qilib (masalan,

1:0,2:1,5 dan 1:0,5:2,5 gacha) tanlab olish va sintez o'tkazish; 2) reaksiya muhitining pH qiymatini ishqoriy bosqichda 7,5–8, kislotali bosqichda 2–4,5 oralig'ida nazorat qilish; 3) harorat rejimini 40–90°C oralig'ida tanlash; 4) olingan mahsulotni umumiy azot miqdori (Kyeldal usuli), suvda eruvchan va qiyin eruvchan azot ulushi, shuningdek IQ-spektroskopiya va termogravimetrik tahlil yordamida tarkibi va tuzilishini aniqlash; 5) laboratoriya sharoitida tuproqqa solingan namunalarda azotning vaqt bo'yicha ajralish dinamikasini o'rganish (inkubatsion tajriba).

Xulosa

O'tkazilgan adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, karbamid-formaldegid va tiomochevina-formaldegid tizimlaridagi polikondensatsiya reaksiyalari yaxshi o'rganilgan bo'lib, ularning texnologik parametrlari (pH, harorat, mol nisbati) mahsulot xossalriga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Biroq karbamid, tiomochevina va formaldegidning uch komponentli birgalikdagi kondensatsiyasi asosida maxsus azot-oltingugurt saqlovchi sekin ta'sir etuvchi o'g'it olish masalasi alohida, kompleks tadqiqot ob'ekti sifatida yetarlicha chuqur yoritilmagan. Ushbu yo'nalishdagi keyingi tajriba-tadqiqot ishlari konsentrlangan, ekologik xavfsiz va agrokimyoviy jihatdan samarali yangi azotli o'g'it turini yaratishga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar / Список литературы / References

1. Кинетика взаимодействия формальдегида с карбамидом при различных условиях с различным содержанием хлоридов и сульфатов в растворе // КиберЛенинка.
2. Мочевина, тиомочевина и гуанидин в реакциях гидрокси- и аминометилирования (обзор). Часть 1. Гидроксиметилирование, аминометилирование с использованием вторичных аминов // КиберЛенинка.
3. Механизм получения карбамидоформальдегидных смол // КиберЛенинка.
4. Карбамидоформальдегидная смола // материалы по технологии поликонденсации карбамида с формальдегидом.
5. Физико-химические свойства и способы получения карбамида: конспект лекций / Казанский государственный технологический университет.
6. Тиомочевина (тиокарбамид): физико-химические свойства // Химическая энциклопедия.
7. Карбамид (мочевина): агрохимическая характеристика удобрения // справочник Пестициды.ru.
8. Минерал ва микроўғитларнинг тупроқ ва ўсимлик унумдорлигига агрокимёвий таъсири // AGRO-OLAM.UZ.
9. Дехқончиликда минерал ва органик ўғитлардан самарали фойдаланиш масалалари // O'zbekiston qishloq va suv xo'jaligi jurnali, 4-son, 2020.
10. Agricultural compositions and methods for making and using the same: патент (paraformaldehyde, nitrification inhibitor, urea-based reaction products).