

УДК 66.021.3: 615.015.14

Я.М. Гумницький, В.В. Мельничук, О.А. Нагурський
 Національний університет “Львівська політехніка”,
 кафедра хімічної інженерії та промислової екології

ВПЛИВ рН СЕРЕДОВИЩА НА ШВИДКІСТЬ ВИВІЛЬНЕННЯ КОРИСНОГО КОМПОНЕНТА З КАПСУЛЬОВАНИХ ЧАСТИНОК

© Гумницький Я.М., Мельничук В.В., Нагурський О.А., 2002

Описано екологічні проблеми застосування добрив і запропоновано використання капсульованих добрив з метою регулювання їх концентрації в навколишньому середовищі. Досліджено кінетику росту рослин залежно від способу внесення добрив.

The ecological problems of capsulated fertilizers application for its concentration regulating in the environment are explained. The kinetic of the plants growing according to type of the fertilizers is determined.

Метою роботи було дослідження швидкості вивільнення мінеральних добрив через полімерну оболонку для регулювання швидкості нагромадження цільового компонента в навколишньому середовищі, запобігаючи таким чином ряду екологічних проблем.

Збільшення населення спричинює використання все більших кількостей мінеральних добрив. Проте низький коефіцієнт засвоєння мінеральних поживних речовин рослинами та порушення агротехніки призводять до таких екологічних проблем, таких, як засолення ґрунтів, підвищення їх кислотності та руйнування озонового шару окислами азоту, що є продуктами денітрифікації азотних добрив. Одним з напрямків ліквідації цих проблем є застосування добрив повільної дії з контрольованою розчинністю залежно від фізико-хімічних показників середовища вивільнення.

Для дослідження впливу рН середовища на кінетику вивільнення активного компонента використовували частинки сферичної форми, виготовлені із сульфату магнію і покриті нітроцелюлозною оболонкою. Для цього з порошку $MgSO_4$ пресували кульки за допомогою ручного пресу, за умови робочого тиску 120 МПа, діаметром 4 мм. Покриття частинок здійснювалося відповідним розчином–плівкоутворювачем в апараті з активною гідродинамікою. Дослідження проводили в інтервалі рН середовища від 2 до 9. Для створення кислого середовища застосовували HCl , нейтрального – дистильовану воду, лужного – розчин $NaOH$. Кінетику вивільнення $MgSO_4$ з капсул досліджували визначенням концентрації іонів Mg^{2+} у досліджуваному розчині комплексометричним методом. Суть методу полягає в утворенні стабільного комплексу трилону Б (двонатрієва сіль етилендіамінтетрацтової кислоти ЕДТА) з іонами двовалентних металів. Швидкість екстрагування цільових компонентів через полімерну оболонку в середовище розчинника залежить тією чи іншою мірою від багатьох факторів. До них належать: природа полімера-плівкоутворювача, активного компонента, вивільнення якого з капсули є метою процесу, умов нанесення оболонки, її товщини, структури. Проникність і дифузія електроліту регулюється гідрофільно-гідрофобним балансом ланок макромолекули.

Вода призводить до пластифікації макромолекул і, відповідно, до зростання вільного об'єму в системі. Збільшення коефіцієнта дифузії зумовлено взаємодією груп OH та NO_2 з

розчинником та розчиною речовиною, а також деяким збільшенням пористості, що супроводжується перетворенням нітратних груп в гідроксильні. На збільшення коефіцієнта дифузії має вплив значення рН середовища, до того ж при збільшенні рН зростає швидкість вивільнення компонента з капсул внаслідок хімічної модифікації молекул нітроцелюлози.

На рис. 1 та 2 наведено порівняння експериментальних та теоретичних даних.

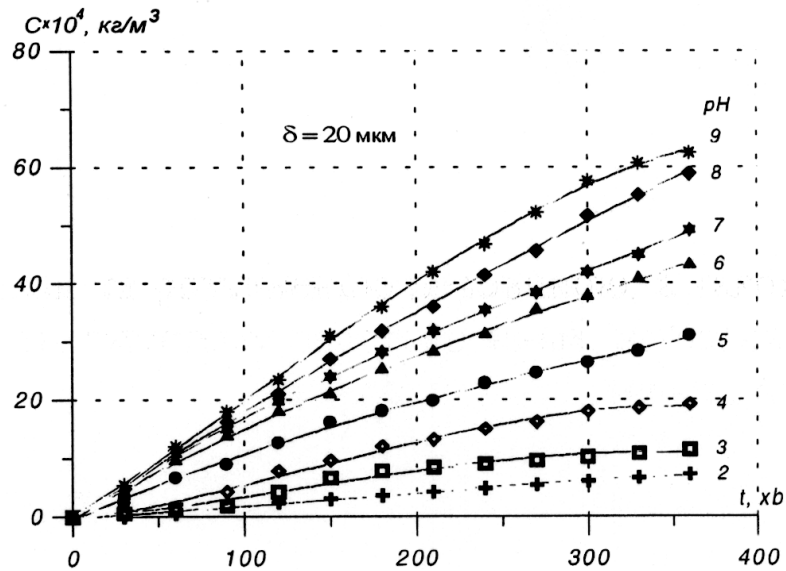


Рис. 1. Залежність концентрації активного компонента від часу при різних рН та товщині капсули 10 мкм

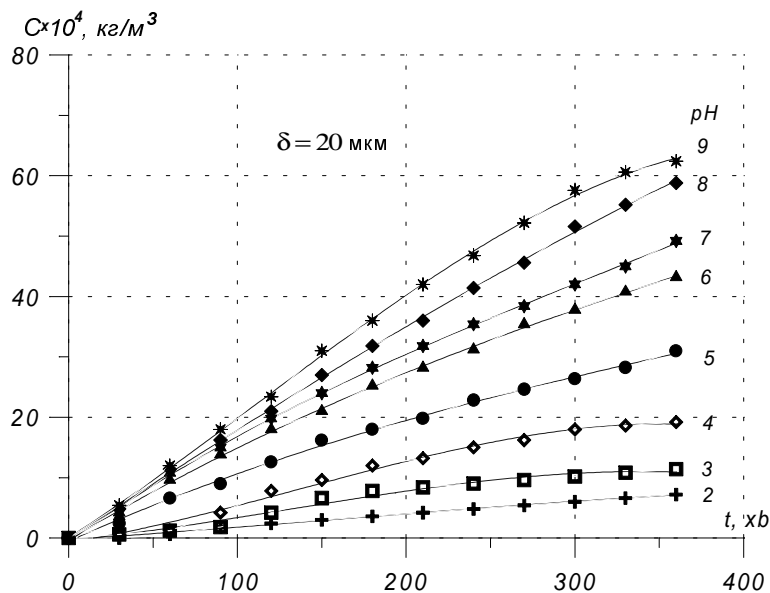


Рис. 2. Залежність концентрації активного компонента від часу при різних рН та товщині капсули 20 мкм

Одержані експериментальні дані (точки) порівнювали з теоретичними даними (лінії), розрахованими за математичною моделлю, яка складається з кінетичного рівняння:

$$-\frac{dM}{dt} = D_2 4\pi R^2 \frac{C_s - C_n}{\delta} = \beta 4\pi R^2 (C_n - C_1) \quad (1)$$

та рівняння матеріального балансу:

$$\frac{4}{3}\pi R^3 \rho_T = \frac{4}{3}\pi(R^3 - r_0^3)C_s + \frac{4}{3}\pi r_0^3 \rho_T + WC_1, \quad (2)$$

де M – маса частинки, що розчиняється, кг; t – час, с; R – внутрішній радіус оболонки, м; C_n – концентрація компонента на внутрішній поверхні оболонки, кг/м³; C_s – концентрація насичення компонента в розчині, кг/м³; r_0 – радіус твердої частинки, що розчиняється, м; D_2 – коефіцієнт дифузії компонента в полімері, м²/с; C_n – концентрація компонента на зовнішній поверхні оболонки, кг/м³; β – коефіцієнт масовіддачі, м/с; C_1 – концентрація активного компонента в пограничному шарі навколо капсули, кг/м³; ρ_T – густина твердої фази, кг/м³; W – об'єм розчинника, м³.

При цьому середньоквадратичне відхилення експериментальних і теоретичних даних коливалося в межах 5–7 %.

Оскільки швидкість вивільнення компонента залежить від товщини полімерного покриття та водневого показника середовища, то цей факт може бути використаним для регулювання часу вивільнення компонента. Згідно із значеннями швидкості процесу можна розрахувати товщину покриття. Це є дуже важливо, оскільки є багато видів ґрунтів, які відрізняються за такими властивостями, як кислотність та вологість.

Тому проведені дослідження мають велике значення для одержання капсульованих добрив з товщиною покриття, визначеною відповідно до типу ґрунту.

За значенням швидкості вивільнення при різних товщинах плівки та рН середовища отримали рівняння:

$$\frac{dC_1}{dt} = -\delta \cdot 10^{-3} + \text{pH} \cdot 1,75 \cdot 10^{-8} + 1,725 \cdot 10^{-7}$$

за допомогою якого можна визначити товщину покриття, задаючись фізичними та хімічними властивостями доквілля та величиною швидкості нагромадження речовини в середовищі.

1. Городній М.М., Шикіла М.К. "Агроекологія". – К., 1993. 2. Ковда В.С. Экологические проблемы применения удобрений. – М., 1984. – 195 с. 3. Кондратов А.П. Капсулирование в полимерных пленках. – М., 1990. – 190 с. 4. Кувшинников И.М. Минеральные удобрения и соли. Свойства и способы их улучшения. – М., 1987. – 255 с. 5. Солодовник В.Д. Микрокапсулирование. – М., 1980. – 216 с.