

Герасімов Є. Г., к.т.н., доцент (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

ОСНОВИ БЕЗМАШИННОГО ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

В роботі розглянуто технічні характеристики водоутримуючих домішок різних виробників. Наведено дані щодо параметрів гідрогелів різних виробників. Охарактеризовано основні напрями їх впровадження. Застосування гідрогелів дозволяє підвищити коефіцієнт використання опадів, зменшити максимальну витрату насосної станції, що подає воду на зрошувальну систему, та здійснювати подачу води насосною станцією в ресурсо- та енергоефективному режимі. Зменшення максимальної витрати насосної станції дозволяє значно зменшити капітальні витрати на будівництво насосної станції. Зменшення маневрування насосними агрегатами та підтримання оптимальних параметрів роботи насосно-силового обладнання дозволяє підвищити коефіцієнт корисної дії та енергоефективність роботи зрошувальної системи. Для частини зрошувальних систем, які знаходяться в лісостеповій агрокліматичній зоні, машинну подачу води насосними станціями може бути замінено впровадженням водоутримуючих домішок та перерозподілом опадів протягом вегетаційного періоду. Кількість домішок та обґрунтування параметрів повинні базуватися на підставі техніко-економічних розрахунків.

Ключові слова: гідрогель, зрошувальна система, ґрунт, насосна станція, атмосферні опади.

Дослідження стану родючих ґрунтів, їх походження, будови і складу, закономірностей географічного розповсюдження, виникнення і розвитку головної властивості – родючості – це завдання ґрунтознавства [1-16]. Основною задачею правильного використання ґрунту є таке розміщення рослин, при якому вони могли б створювати найбільшу кількість органічної речовини, а з кожного гектару землі можливо було б отримувати якнайбільше продукції, не понижуючи родючості ґрунту. Важливим засобом підвищення родючості ґрунту є загальні прийоми агротехніки: науково обґрунтовані сівозміни, системи обробки ґрунту, заходи боротьби з бур'янами.



Земля дає всі необхідні продукти харчування людини, а також різні види сировини для промисловості. Земля – це джерело життя. Ось чому землю необхідно охороняти і поступово нарощувати продуктивність орних площ шляхом покращення агротехніки та збільшення кількості мінеральних і органічних добрив, що вносяться в ґрунт; боротися з водною і вітровою ерозією ґрунтів; підвищувати продуктивність кормових угідь; розширювати території поливного землеробства; використовувати заболочені землі [2].

Родючий ґрунт, як правило, походить з підстилаючої гірської породи і зв'язаний з атмосферою, водою, мікроорганізмами. Займаючи поверхневий шар земної кулі, ґрунт і його рослинний покрив виступають посередником між Землею и космосом в процесі обміну енергією. Накопичуючи в собі мертві останки рослин і тварин, ґрунт є джерелом законсервованої сонячної енергії, що в свій час була засвоєна зеленою рослинністю [4].

Ґрунт забезпечує рослини комплексом факторів, необхідних для їх життя: мінеральними і органічними живильними речовинами, водою, киснем. Цей показник називається родючістю ґрунту. Розвиток покриву Землі продовжується і в сучасний період, коли інтенсивність накопичення перевищує інтенсивність руйнування, відбувається зростання ґрунтового шару [4].

Для підтримання і примноження родючості ґрунту важливим є становлення і розвиток теорії, яка пов'язана зі структурно-функціональною гідрофізикою ґрунтів [5]. В зв'язку з тим, що розширилися можливості впливу на фізичні властивості і режими ґрунтів, особливої гостроти набула проблема прогнозування результатів цих впливів з метою розробки таких технологій обробки і меліорації ґрунтів, які були б напрямлені на покращення властивостей і режимів ґрунтів та підвищення їх родючості.

Ріллі зараз в світі в середньому на одну людину припадає всього по 0,3 гектара. Настала пора відроджувати і навіть покращувати ті ґрунти, які пошкоджено, і зберігати покращуючи ті, що маємо. Безперечно, багато чого в цьому напрямі робиться в світі та в нашій країні зокрема, проте цього недостатньо. Незаперечним доказом служить від'ємний баланс площ родючих ґрунтів [6].

Нині відбуваються два постійних процеси – скорочення площі сільськогосподарських земель і ріст чисельності людей. Наприклад, всього в світі обробляють ґрунти (крім пасовищ) на площі, що складає 11% суходолу, а пошкоджені землі: яри, відпрацьовані кар'єри, пустоші з порушеним шаром ґрунту становлять 3%. Це значна цифра.

Щорічно в світі під впливом відчуження і деградації втрачається біля 7 мільйонів гектарів орних ґрунтів, тобто площа, яка могла б прогодувати 21 мільйон людей (з розрахунку 0,3 гектара на душу). Додамо, що населення планети зростає через кожні п'ять діб на мільйон людей [6].

Можливість використання хімічних продуктів для відновлення і підвищення родючості ґрунту – одна з важливих проблем в сучасному сільському господарстві. Використовуючи дані досліджень, проведених у СРСР, ФРГ, США та ін., показано сучасний стан робіт, пов'язаних з отриманням і практичним застосуванням різних штучних структуроутворювачів – бітумних емульсій, пінопластів, синтетичних смол тощо. [7]. Ці речовини не тільки безпосередньо покращують структуру ґрунту, зміна водного і теплового режимів в оброблених структуроутворювачами ґрунтах викликає активний розвиток рослин і, відповідно, підвищення врожайів сільськогосподарських культур при загальній стабілізації їх продуктивності й значній економії праці.

Для підвищення врожайності сільськогосподарських культур необхідно насамперед забезпечити поля водою. Це дозволить мати стійкі врожаї, розширити площу сільськогосподарських угідь за рахунок посушливих районів.

Частина існуючих схем іригації має в своїй основі подачі підземних вод з великих глибин. Саме так, наприклад, була вирішена проблема зрошення в США, де врожайність полів до того була низькою і нестабільною. Проте використовувати підземні води, які накопичувалися тисячоліттями під землею в посушливих районах, означає витратити практично невідновлювальні ресурси, що призведе до нових проблем. Більш прийнятний шлях – створення водосховищ і зрошувальних мереж.

Вочевидь, що вода, яку використовують з метою зрошення, повинна витрачатися надзвичайно економно. Хімія готова надати тут землеробам суттєву допомогу. У 1985 р. англійська фірма «Кемікл дискавері» на основі полікапроаміда створила полімер «агросоук». Його вносять в ґрунт, і при поливах він адсорбує воду в кількості в 40-50 разів більше його власної ваги. В посушливий період рослини за допомогою коренів «викачують» з полімеру цю воду. «Агросоук» здатен багаторазово всмоктувати і віддавати воду, а тому придатний для довготермінової експлуатації [8]. Цей полімер пройшов в Єгипті піврічну перевірку і показав себе з найкращої сторони. Проте він недешевий, що і стримує його широке застосування.



Ще одна новинка англійських хіміків – полімерний препарат «лендспид». Якщо внести його в пісок, він зв'язує піщинки у грудочки, а якщо в глину – дробить її, знову ж таки створюючи структурований ґрунт, придатний для вирощування рослин.

Ще більш вражаючі властивості поглинати воду є у полімерів, які використовуються в медицині. Таку гідрофільність забезпечують особливі полімери, в молекулах яких багато гідроксильних, карбоксильних і аміногруп. Наприклад, композиція з суміші полівінілового спирту з глутаровим альдегідом. Зшиті молекулами альдегіду полімерні молекули нездатні розчинятися у воді, але за рахунок властивості їм гідрофільності здатні всмоктувати до 3000% вологи. Більш того, виготовлені попередньо за спеціальною методикою гідрогелі з полівінілового спирту, зшитого малеїновим альдегідом, здатні всмоктувати до 15000% води [9].

Для Австралії, де над 70% континентальної території не випадає в рік і 500 міліметрів опадів, проблема боротьби з частими засухами і ерозією ґрунтів є однією з найактуальніших. Великі надії на її вирішення пов'язують тепер з дослідями хіміка з міста Перт (Західна Австралія) К. Ендертонна. Він отримав речовину, що допомагає навіть піщаному ґрунту утримувати протягом тривалого часу достатній запас вологи для нормального розвитку рослин. Внесена в ґрунт, ця речовина переводить воду в гелеподібний стан, але при цьому інші властивості води зберігаються. Аквасейв – так вчений назвав відкрити ним речовину – також перешкоджає вітровій ерозії ґрунтів [10]. Перші досліді, проведені на посушливих землях Західної Австралії, виявилися настільки успішними, що спеціалісти-аграрники всерйоз заговорили про можливість перетворення пустель в сади.

В інституті механіки МДУ ім. Ломоносова розроблено полімерно-мінеральний композит під назвою «полімін», який являє собою синтетичну нерозчинну в воді тверду речовину зі стійкою властивістю набухання при багатократному замочуванні і висушуванні. Зростання об'єму у вологому стані досягає 50 разів. Внесення поліміну в ґрунт забезпечує суттєве зростання вологоємності, різке зниження кількості поливної води і втрат на випаровування (до 30%), попереджує вітрове висушування і водно-вітрову ерозію ґрунтів, непродуктивні втрати хімічних добрив, сприяє підвищенню споживання вологи сільськогосподарськими культурами і підвищенню їх врожайності [11]. При цьому витрата поліміну становить від 1 до 10 т/га, внесення його в ґрунт вимагається не частіше одного разу на 5 років.

Сильнонабухаючі полімерні гелі (СПГ) застосовують в сільсько-му господарстві з метою утримання вологи в ґрунтах. Закордонна практика показує, що при використанні СПГ знижуються затрати праці на поливі на 30-60%, в 2-3 рази подовжується період між поливами, на 2-3 тижня прискорюється ріст і розвиток рослин, підвищується температура ґрунту на 1-1,5° С за рахунок інертного утримання тепла. Багаторічне виробниче застосування СПГ у відкритому ґрунті в регіонах з щорічною кількістю опадів 100-500 мм показало, що добавки гелю в ґрунт в дозах 10-200 г/кв м підвищували врожай кабачків, цибулі, бобів, перцю, салату, томатів, дині на 25-50%. Полімерний суперсорбент (гідрогель «Аква-Гран»), виготовлений на основі поліакриламідів, випускається у вигляді світло-жовтих гранул діаметром 1-4 мм. Вода, яку утримує препарат, повністю доступна рослинам. Гель вносять в ґрунт у сухому або зволоженому стані механічним перемішуванням, наприклад фрезою [12]. Для підвищення енергії проростання насіння і однорідності сходів, стабілізації водного режиму, попередження водних стресів рослин, прискорення розвитку кореневої системи вносять 1,5-3,0 кг гранул на 1 куб. м ґрунту; для покращення приживлюваності розсади кально 5-7 г на рослину; підвищення повітряної фази перезвожжених ґрунтів й інтервалів між поливами, створення більш сухого повітряного режиму – 150 г/кв м; на малооб'ємних субстратах для оптимізації водного режиму ґрунту, скорочення витрат поливної води, зниження затрат праці при поливі – 2 кг/куб. м.

Мікродобрива пролонгованої дії на основі поліакриламідових гідрогелів є перспективними формами нетрадиційних добрив, тому що можуть одночасно забезпечувати рослини водою і живильними речовинами. Причому елементи живлення віддаються рослині поступово протягом декількох вегетаційних періодів. Це виключає можливість отруєння рослин при передозуванні добривами і дозволяє одночасно вносити підвищену кількість поживних речовин, що розраховані на довгостроковий період їхньої дії. Ідея такого добрива виникла не так давно, тому вона вивчена недостатньо. Найбільш відпрацьована технологія застосування в землеробстві сильнонабухаючих полімерних гідрогелів (СПГ) для оптимізації водного режиму рослин [13].

«Жива вода» – поліакриламідний співполімер з великою кількістю поперечних зв'язків, здатний поглинати воду. Його можна порівняти з губкою, з тою різницею, що губка при всмоктуванні води зберігає постійний розмір, а «Жива вода» розширюється або стискається



ся залежно від об'єму води, яка поглинається. Таким чином, губка працює як водний резервуар [14].

Об'єм води, який може поглинати даний полімер, змінюється залежно від складу води, що поглинається:

- дистильована вода – вага води, що поглинається, приблизно в 500 разів більше ваги полімеру;

- вода з концентрацією солей 1 г/л – вага води, що поглинається, приблизно в 150-200 разів більше ваги полімеру;

- вода з концентрацією солей 4 г/л – вага води, що поглинається, приблизно в 90 разів більше ваги полімеру;

- морська вода – вага води, що поглинається, приблизно в 40 разів більше ваги полімеру.

Використання в сільському господарстві 1 г «Живої води», як правило, може поглинути 150-200 мл води.

pH води в інтервалі від 5 до 10 мало впливає на поглинальну здатність полімеру.

«Жива вода» практично не втрачає своїх властивостей при короткочасній взаємодії з водою, яка знаходиться в стані кипіння. При більш довгій взаємодії в полімері може початися процес гідролізу, особливо при високих значеннях pH. Проте вплив гідролізу на ефективність полімеру досить незначний.

Стійкість полімеру «Жива вода» до біодеградації різна і залежить від ряду факторів. В посухових умовах руйнування полімеру незначне, і препарат може функціонувати в ґрунті як мінімум 5 років. У вологих анаеробних умовах полімер може розпадатися під впливом мікроорганізмів, особливо в присутності іонів двовалентного заліза, яке відновлюється з сульфатів цими ж бактеріями. Високомолекулярні полімери особливо чутливі до даного типу дій, тому що в них обмежена кількість поперечних пов'язей.

Щоб пояснити, як функціонують водопоглинаючі полімери, розглянемо спрощену модель з однієї молекули. Кожну молекулу можна представити у вигляді паралельних рядів вуглецевих атомів, між якими утворюються поперечні пов'язі. При взаємодії з водою між рядами вуглецевих атомів виникає електричне відштовхування, як між полюсами магніту, і ряди розходяться. Це відкриває доступ в молекулу більшої кількості води, при цьому ряди атомів розходяться ще більше. Зрештою це призводить до швидкого розбухання кожної частинки. Вода може виходити з полімеру при її випаровуванні або поглинанні кореневою системою рослини. Втрачаючи воду, молекула набуває свій первинний розмір. Цей цикл розширення і стискання

молекули може повторюватися багато разів [14].

Ефективне використання водних ресурсів за допомогою гідрогелю

Гідрогель – засіб накопичення води в ґрунті. Використовуючи гідрогель, ви отримуєте прискорений ріст рослин і раціональне використання води. Кількість води, що споживають рослини, впливає на їх якість зростання і розвитку, однак накопичення води і поживних речовин, особливо в піщаних і проникних ґрунтах, вкрай обмежене. Дощові і поливні води вбираються часто, без користі для рослин. Живильні речовини вимиваються з кореневої частини. Надходження води до рослин схильне до сильних коливань. Дефіцит опадів викликає швидке зниження вмісту води в ґрунті до рівня, недостатнього для нормального росту рослин. Щоб уникнути шкідливого впливу посухи та запобігти загибелі рослин, необхідний правильний полив. Але полив обходиться дорого: вода дорожчає – трудовитрати на полив великі [15].

Гідрогель – накопичувач води і поживних речовин

Внесення гідрогелю в природні ґрунти, компост або культурний субстрат забезпечує оптимальний ріст і розвиток рослин при мінімальних втратах води і поживних речовин. Вода і водорозчинні поживні речовини накопичуються в кореневій частині та можуть використовуватися рослинами за потреби. Результат випробувань переко-нує, що гідрогель:

- тривало підвищує запас води в ґрунтах і субстратах;
- скорочує частоту поливу мінімум на 50%;
- забезпечує рівномірне підведення води до рослини;
- зменшує винос поживних речовин у ґрунтові води;
- знижує витрати на полив і добрива для ґрунту.

Гідрогель являє собою гранули полімеру – співполімери акри-ламідю / акрилової кислоти на основі солі калію. При замочуванні водою гранули набухають до гелеподібного стану. Гідрогель виділяється серед інших засобів для ґрунтів своєю величезною здатністю до накопичення води. Його призначено для значного поліпшення умов росту і розвитку рослин, особливо в посушливі періоди. Гідрогель має нейтральне значення рН і не завдає шкоди рослинам, ґрун-товим організмам і ґрунтовим водам.

Найвища здатність накопичення води

Гідрогель перемішується з рослинним субстратом. При контакті з водою окремі частинки грануляту набухають, утворюючи частинки гелю і утримуючи при цьому воду і розчинені в ній поживні речовини для рослин. Навіть при внесенні на глибину 50 см гідрогель досягає максимальної набухливості при існуючому тиску ґрунту. 1 г гідрогеле-



лю накопичує близько 300 мл води в формі, доступній для рослин.

Максимальна водовіддача накопиченої води і поживних речовин коріння рослин

Накопичена вода і розчинені поживні речовини акумулюються в гідрогелі і можуть використовуватися рослиною повною мірою за потреби. Коріння витягує з гелеподібних частинок гідрогелю за рахунок сил всмоктування воду, необхідну їм для покриття своєї потреби у воді. Препарат гідрогелю створює, таким чином, постійний запас води там, де рослина її потребує – в кореневій частині. Рослина отримує тривалий захист від стресу, викликаного нестачею води. Довготривала дія забезпечується високою стабільністю препарату. Гідрогель зберігає функціональну ефективність ґрунту багато років – в природних ґрунтах 5 років. Всмоктувальна здатність і негайна змочуваність гідрогелю можливі навіть після повторного висихання гранул. Довготривала дія гідрогелю забезпечується високою механічною і біологічною стабільністю частинок препарату.

Нині можливе придбання якісних гідрогелів, вироблених в Європі, США і Китаї провідними фірмами зі світовою популярністю, які постачають свою продукцію більш ніж в 100 країн світу [16]. Це:

- гідрогель серії Stockosorb 660 (склад без акриламідів) виробництва компанії EVONIK (Німеччина). Поставка з заводів Німеччини або США;
- гідрогель серії Aquasorb 3005 виробництва компанії SNF (Франція). Поставка з заводів Франції або США;
- гідрогель серії Agricultural grade SAP виробництва компанії SOCO (Китай).

Всі ці гідрогелі є суперабсорбентами (SAP) – структурованими співполімерами з включенням в свою формулу сполук калію в кількості від 18,3% у китайського гідрогелю до 21% у німецького. При цьому калій виконує функцію калійного добрива в зручній для засвоєння рослиною формі. Суперабсорбент здатний абсорбувати воду в кількості, що перевищує свою вагу до 500 разів (в дистильованій воді), перетворюючись при цьому в нерозчинні в воді гелі. Суперабсорбент складається з полімерних ланцюгів, які мають паралельні і поперечні зв'язки, в результаті чого формується полімерна сітка. Коли вода вступає в контакт з одним з цих ланцюгів, вона втягується в молекулу під дією осмосу і там зберігається. У міру висихання ґрунту полімер виділяє до 95% води, що всмокталась. І так відбувається в ґрунті протягом не менше 5 років. Гідрогель здатний утримувати велику кількість води і водорозчинних добрив в рекомендованих для рослин дозах. Так, 10 грам сухого суперабсорбенту здатні увібрати 2-

3 літри дощової або ґрунтової води з розчиненими в ній добривами. При цьому значно знижується інтенсивність вимивання добрив, оскільки добрива зберігаються в полімерній сітці, і, як результат, більш тривалий час доступні для рослин. За рахунок цього збільшується врожайність і скорочуються терміни дозрівання.

Для чого використовується

Потреба рослин у воді змінюється протягом вегетаційного сезону. Для нормального росту і розвитку їм необхідне постійне джерело води і поживних елементів. Набряклі полімерні гранули є резервуаром води і водорозчинних добрив, що споживаються рослинами в міру необхідності.

Коротка технічна інформація

Близько 95% води знаходиться в формі доступній для рослин. Гідратація – дегідратація гранул повністю оборотні. Термін дії препаратів в ґрунті становить більше 5 років. По закінченню терміну служби він повністю розпадається з виділенням амонію, CO₂ і води, без виділення будь-яких токсичних продуктів. Відповідає міжнародним стандартам якості-DIN EN ISO 9001, 14001. Не токсичний для рослин і ґрунтових організмів. Безпечний для людини і не вимагає засобів індивідуального захисту.

Економічний ефект

Ефективність використання добрив підвищується майже на 30%. Збільшуються інтервали між поливами як мінімум удвічі. Запобігає розтріскуванню і ерозії ґрунтів. Збільшується урожай і поліпшується товарна якість продукції.

Дози внесення, способи застосування

Гідрогель для обробки коренів

Застосовується як середовище для попередження відкритої кореневої системи від пересихання під час пересаджування або посадки рослин та дерев; під час транспортування, тривалому зберіганні. Гідрогель, який вкриває коріння, запобігає їхньому пересиханню. Витрата гідрогелю – 1 кг на 100 л води. Достатньо для обробки 800 кущів або великих саджанців.

Посадка дерев та кущів. Змішується вийнятий ґрунт з гідрогелем. Під час посадки витрата сухого гідрогелю 2-5 кг/м³.

Агропромисловий комплекс

Витрати сухого гідрогелю в межах 20-50 кг/га залежно від культури, типу ґрунту і місцевих кліматичних умов. Можна вносити врозкид або стрічковим способом. Процес внесення гідрогелю може бути повністю автоматизований з використанням стандартного наявного обладнання.

В Україні одним із найбільш поширених гідрогелів є продукція



компанії FLOERGER (Франція), яка відома під торгівельною маркою AQUASAVE™ 3005 KM [17]. Водоутримуюча здатність в межах від 200 до 250 одиниць на одиницю сухої речовини.

Проте більшість виробників гідрогелів фокусуються на застосуванні продукту у приватному господарстві або невеликих фермерських господарствах. При цьому розглядається можливість зміни водно-фізичних властивостей ґрунту та збільшення водоутримуючої здатності.

Доцільно вивчити можливість застосування гідрогелів в системах зрошувального землеробства. Внесення гідрогелю на зрошувальній системі дозволяє внести корективи в рекомендовані строки проведення поливів і відповідно зменшити максимальну витрату насосної станції. Таким чином, зменшення максимальної витрати призведе до застосування менш дороговартісного насосного обладнання та створює можливість використання насосної станції лише в нічний період для зменшення витрат на електричну енергію. При цьому вартість 1 кілограма гідрогелю знаходиться в межах 300-350 грн за кг. Так, витрати на гідрогель становлять 15 тис. грн/га. Разом з тим зрошувальна норма сільськогосподарських культур може бути забезпечена не лише завдяки додатковому зрошенню, але за рахунок перерозподілу паводкових або зливових вод та збільшення коефіцієнту використання опадів.

Висновок. Сучасні гідрогелі різних виробників дозволяють значно підвищити водоутримуючу здатність існуючих ґрунтів. Застосування гідрогелів дозволяє підвищити коефіцієнт використання опадів, зменшити максимальну витрату насосної станції, яка подає воду на зрошувальну систему, та здійснювати подачу води насосною станцією в ресурсо- та енергоефективному режимі. Зменшення максимальної витрати насосної станції дозволяє значно зменшити капітальні витрати на будівництво насосної станції. Зменшення маневрування насосними агрегатами та підтримання оптимальних параметрів роботи насосно-силового обладнання дозволяє підвищити коефіцієнт корисної дії та енергоефективність роботи зрошувальної системи. Для частини зрошувальних систем, які знаходяться в лісостеповій агрокліматичній зоні, машинна подача води насосними станціями може бути замінена впровадженням водоутримуючих домішок та перерозподілом опадів протягом вегетаційного періоду. Кількість домішок та обґрунтування параметрів повинні базуватися на підставі техніко-економічних розрахунків.

1. Земледелие с основами почвоведения и агрохимии / под. ред. С. А. Воробьева. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Колос, 1981. 431 с.
2. Голубев И. Ф. Почвоведение с основами геоботаники. 3-е изд. перераб. и доп. М. : Колос, 1982. 360 с.
3. Качинский Н. А. Почва, ее свойства и жизнь. М. : Наука, 1975. 290 с.
4. Калинин М. И. Истоки плодородия. Львов : Вища шк., Изд-во при Львов. ун-те, 1986. 126 с.
5. Воронин А. Д. Структурно-функциональная гидрофизика почв : монография. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1984. 204 с.
6. Крупеников И. А. Сохраним и приумножим (рассказы об охране почв). Кишинев : Картя Молдовеняскэ, 1985. 136 с.
7. Кульман А. Искусственные структуро-образователи почвы / пер. с нем. и предисловие Н. Г. Ракипова. М. : Колос, 1982. 158 с.
8. Заиков Г. Химия и снабжение человечества пищей. *Наука и жизнь*. М. : Изд-во Правда, 1985. № 4. С. 82–86.
9. Копылов В. В. В мире полимеров. М. : Знание, 1983. 176 с.
10. Ивкин А. Из пустыни – сад? *Газета «Правда»*. 12.01.1987. № 12.
11. Водонабухающий полимеро-минеральный композит : экспресс-информация. *Мелиорация и водное хозяйство. Мелиоратор* : массово-производственное иллюстрированное приложение к журналу. М. : ВО Агропромиздат, 1989. № 5. С. 12.
12. Архипович Г. Н. Влагодерживающие почвенные добавки. *Картофель и овощи*. 1995. № 4. С. 27–28.
13. Аристархов А. Н., Ефимова Н. К., Харитоновна А. Ф., Шамырканова А. Б. Нетрадиционные способы повышения продуктивности почв посредством применения электротехнологий, гидрогелей и редкоземельных элементов. 24 с.
14. Водонабухающий полимер: кондиционер почвы «живая вода». URL: http://www.ooobasy.narod.ru/WATER/R_polim.htm (дата звернення: 20.02.2020).
15. Гидрогель (средство для удержания и стабилизации влаги в почве). URL: <http://www.gidrogeli.ru> (дата звернення: 20.02.2020).
16. Что такое гидрогель и для чего он нужен? URL: https://www.gidrogeli.ru/gidrogely_dla_rasteniy.htm (дата звернення: 20.02.2020).
17. Гідрогель – засіб збереження вологи в ґрунті. URL: <http://gidrogel.org/> (дата звернення: 20.02.2020).

REFERENCES:

1. Zemledelie s osnovami pochvovedeniia i ahrokhimi / pod. red. S. A. Vorobeveva. 2-e izd., pererab. i dop. M. : Kolos, 1981. 431 s.
2. Holubev I. F. Pochvovedenie s osnovami heobotaniki. 3-e izd. pererab. i dop. M. : Kolos, 1982. 360 s.
3. Kachinskii N. A. Pochva, ee svoistva i zhizn. M. : Nauka, 1975. 290 s.
4. Kalinin M. I. Istoki plodorodiia. Lvov : Vyshcha shk., Izd-vo pri Lvov. un-te, 1986. 126 s.
5. Voronin A. D. Strukturno-funktsionalnaia hidrofizika pochv : monohrafiia. M. : Izd-vo Mosk. un-ta, 1984. 204 s.
6. Krupenikov I. A. Sokhranim iy priemnozhim (raskazy ob okhrane pochv). Kishinev : Kartia Moldoveniaske, 1985. 136 s.
7. Kulman A. Iskusstvennye strukturo-obrazovateli pochvy / per. s nem. i predislovie N. H. Rakipova. M. : Kolos, 1982. 158 s.
8. Zaykov H. Khimii i snabzhenie chelovechestva pishchei. *Nauka i zhizn*. M. : Izd-vo Pravda, 1985. № 4. S. 82–86.
9. Kopylov V. V. V mire polimerov. M. : Znanie, 1983. 176 s.
10. Ivkin A. Iz pustuny – sad? *Hazeta «Pravda»*. 12.01.1987. № 12.
11. Vodonabukhaiushchii polimero-mineralnyi



kompozit : ekspres-informatsiia. *Melioratsiia i vodnoe khoziaistvo. Meliorator* : massovo-proizvodstvennoe illiustrirovannoe prilozhenie k zhurnalu. M. : VO Ahropromizdat, 1989. № 5. S. 12. **12.** Arkhipovich H. N. Vlahouderzhivaiushchie pochvennye dobavki. *Kartofel i ovoshchi*. 1995. № 4. S. 27–28. **13.** Aristarkhov A. N., Efimova N. K., Kharitonova A. F., Shamyrganova A. B. Netraditsionnye sposoby povysheniia produktivnosti pochv posredstvom primeneniia elektrotekhnologii, hidrohelei i redkozemelnykh elementov. 24 s. **14.** Vodonabukhaiushchii polimer: konditsioner pochvy «zhivaia voda». URL: http://www.oobasy.narod.ru/WATER/R_polim.htm (data zvernennia: 20.02.2020). **15.** Hidrohel (sredstvo dlia uderzhaniia i stabilizatsii vlahi v pochve). URL: <http://www.gidrogeli.ru> (data zvernennia: 20.02.2020). **16.** Chto takoe hidrohel i dlia cheho on nuzhen? URL: https://www.gidrogeli.ru/gidrogely_dla_rasteniy.htm (data zvernennia: 20.02.2020). **17.** Hidrohel – zasib zberezheniia volohy v grunti. URL: <http://gidrogel.org/> (data zvernennia: 20.02.2020).

Gerasimov Ie. G., Candidate of Engineering (Ph.D.), Associate Professor (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

BASES OF MACHINE-FREE WATER SUPPLY OF EFFECTIVE AGRICULTURE

The technical characteristics of the water-retaining impurities of various manufacturers are considered in the work. The data of hydrogel parameters of various manufacturers are given. The main directions of their use are characterized. The use of hydrogels makes it possible to increase the utilization rate of precipitation, reduce the maximum flow rate of the pumping station supplying water to the irrigation system, and supply water to the pumping station in a resource and energy-efficient mode. Reducing the maximum flow rate of the pumping station can significantly reduce capital costs for the construction of the pumping station. Reducing maneuvering of pumping units and maintaining optimal operating parameters of pumping and power equipment can increase the energy efficiency of the irrigation system. For part of the irrigation systems located in the forest-steppe agroclimatic zone, the machine water supply by pumping stations can be replaced by the use of water-retaining impurities and redistribution of precipitation during the growing season. The use of hydrogels is possible both for annual crops and perennial (orchards and vineyards). In addition to the main function - providing the required amount of water in the soil, the water-physical properties of soils (porosity) are improved. The assessment of the appropriateness of the use of water-holding additives should include

not only the parameters for ensuring water supply for irrigation (volumes and water consumption), but also the parameters for reducing the electric energy consumption of the pump station, as well as changes in the parameters of the pump station (at the design stage). The number of impurities and justification of the parameters should be carried out on the basis of technical and economic calculations.

Keywords: hydrogel, irrigation system, soil, pumping station, precipitation.

Герасимов Е. Г., к.т.н., доцент (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

ОСНОВЫ БЕЗМАШИННОГО ВОДОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

В работе рассмотрены технические характеристика водоудерживающих примесей различных производителей. Приведены данные параметров гидрогелей различных производителей. Охарактеризованы основные направления их использования. Применение гидрогелей позволяет повысить коэффициент использования осадков, уменьшить максимальный расход насосной станции, подающей воду на оросительную систему, и осуществлять подачу воды насосной станцией в ресурсо- и энергоэффективном режиме. Уменьшение максимального расхода насосной станции позволяет значительно уменьшить капитальные затраты на строительство насосной станции. Уменьшение маневрирования насосными агрегатами и поддержание оптимальных параметров работы насосно-силового оборудования позволяет повысить коэффициент полезного действия и энергоэффективность работы оросительной системы. Для части оросительных систем, находящихся в лесостепной агроклиматической зоне машинная подача воды насосными станциями может быть заменена использованием водоудерживающих примесей и перераспределением осадков в течение вегетационного периода. Количество примесей и обоснование параметров должны быть осуществлены на основании технико-экономических расчетов.

Ключевые слова: гидрогель, оросительная система, почва, насосная станция, атмосферные осадки.
