

ВПЛИВ СПОСОБІВ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ДИНАМІКУ ЗАПАСІВ ПРОДУКТИВНОЇ ВОЛОГИ В ПОСІВАХ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО В УМОВАХ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

О. І. Циліорик¹, В. І. Чорна¹, Л. М. Десятник², В. І. Горщар¹

¹Дніпровський державний аграрно-економічний університет, вул. Сергія Єфремова, 25,
м. Дніпро, 49027, Україна

²Державна установа Інститут зернових культур НААН, вул. Володимира Вернадського, 14,
м. Дніпро, 49027, Україна

Доведено, що в умовах північного Степу України формується непроливний водний режим з ненаскрізним найменш насиченим класом вологості, перевага полицевої системи обробітку ґрунту в додатковій акумуляції вологи протягом осінньо-зимового періоду в північному Степу відмічається в роки з морозними і сніжними зимами, повільним і тривалим сніготаненням, а мілкою мульчувального плоскорізного розпушування – за недобору нормативної суми опадів впродовж грудня - лютого, відсутності снігового покриву і підвищеної вітрової активності.

Урожайність ячменю ярого значно залежить від резервів ґрунтової вологи. В північному Степу висока продуктивність ячменю ярого, при умові одержання своєчасних і повних сходів, формується за рахунок вологозапасів, нагромаджених у глибоких шарах ґрунту протягом осінньо-зимового періоду.

Встановлено, що у північному Степу запровадження консервуючого обробітку ґрунту (чизельного), у разі вирощування ячменю ярого за диференційованої системи обробітку, посилює накопичення вологи (на 91,0–179,0 м³/га) в осінньо-зимовий період за рахунок рослинних решток, які затримують більше снігу, особливо у теплі малосніжні зими.

З'ясовано, що запровадження мілкої мульчувальної системи обробітку ґрунту, незважаючи на зниження урожаю зерна ячменю ярого, зумовлює більш економне витрачання вологи на одиницю урожаю – в 1,1–1,2 рази.

Виявлено, що у разі проведення щорічно полицевого та диференційованого обробітку ґрунту в середньому за роки досліджень одержували високий рівень урожайності, а мінімізація обробітку в більшості років призводила до його зниження на 0,22–0,55 т/га. Запровадження чизельного обробітку ґрунту в системі диференційованого найбільш ефективно у посушливі роки і навіть дає кращі результати, ніж оранка, оскільки накопичується більше продуктивної вологи за рахунок значної кількості післяжнивних решток попередника на поверхні поля.

Ключові слова: ячмінь ярий, обробіток ґрунту, вологість ґрунту, удобрення, дискування, урожайність.

Величина урожаю ячменю ярого значною мірою залежить від обсягів ґрунтової вологи, кількість якої суттєво впливає на всі життєво важливі процеси, зокрема, проростання насіння, укорінення проростків, транспірацію, терморегуляцію та засвоєння поживних речовин рослинним організмом. З вологістю тісно пов'язані щільність, твердість, структурний стан та інші фізико-механічні властивості ґрунтового середовища, що ви-

значають якість обробітку ґрунту, величину тягових зусиль машин та агрегатів, витрати пального тощо [1].

Раціональне використання ґрунтової вологи та її накопичення найбільш актуальне в регіонах з недостатнім і нестійким зволоженням, де сумарні втрати на стік води і непродуктивне її випаровування досягають половини річної норми опадів. При високому антропогенному навантаженні водний режим

Інформація про авторів:

Циліорик Олександр Іванович, завідувач кафедри рослинництва, доктор с.-г. наук, старший науковий співробітник, e-mail: tsilurik_alexander@ukr.net, тел. + 38097-580-85-67, <https://orcid.org/0000-0002-7479-8401>

Чорна Валентина Іванівна, доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри екології, e-mail: v. ch49@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8815-130X>

Десятник Лідія Модестовна, канд. с.-г. наук, старший науковий співробітник, зав. лаб. сівозмін та природоохоронних систем обробітку ґрунту, e-mail: lidades1957@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4087-5146>

Горщар Владислав Іванович, канд. с.-г. наук, доцент кафедри рослинництва, e-mail: gorschar_vlad@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-9175-9749>

грунту може погіршуватись і внаслідок зменшення його польової вологості, зумовленої більш низькою шпаруватістю і незначним оструктуренням. Тому в умовах степової зони досить важливим заходом є нагромадження запасів води в нижній частині кореневмісного шару (100–150 см), звідки вона поступово переміщується у висхідному напрямі під дією градієнтів різної природи [1].

Між продуктивністю ячменю ярого і вологозабезпеченістю існує прямо пропорційна залежність. При достатній кількості ґрунтової води, мають місце сприятливі умови для росту і розвитку польових культур, як результат – підвищується їх урожайність. В північному Степу висока продуктивність ячменю ярого, при умові одержання своєчасних і повних сходів, формується за рахунок вологозапасів, нагромаджених у глибоких шарах ґрунту протягом осінньо-зимового періоду. Оподи весняно-літнього періоду значно поступаються сумарній витраті води рослинами на фізичне випаровування, їх ефективність у даній зоні невелика і становить 25–30 %. Ґрунти північного Степу України характеризуються непроливним режимом, оскільки поповнення водою йде за рахунок атмосферних опадів без наскрізного промочування [1, 2].

Максимум води у ґрунті спостерігається навесні. Насичення ґрунту водою в сприятливі роки перевищує півтора метра, а в несприятливі – може бути менше метра. Оподи літнього періоду переважно не надходять до кореневої системи рослин, оскільки випаровуються з поверхні ґрунту, частково стікають у ставки, долини рік та їх басейни. Тобто значна частина річної кількості опадів (33–50 %) витрачається непродуктивно [2].

Вченими встановлено, що в роки, коли ґрунт взимку не промерзає, накопичення води у глибоких шарах під посівами озимих і по зяблевій оранці визначається в основному кількістю опадів і меншою мірою способами та глибиною обробітки. В умовах, коли поверхня ґрунту сильно зволожується восени, у разі частих дощів, і рано промерзає, як загальну закономірність можна відмітити покращання водного режиму на фоні більш глибокого обробітки і погіршення – на фоні поверхневого та мілкого [3, 4].

Однак на думку багатьох вчених погір-

шення орного шару за рахунок оранки не завжди супроводжується збільшенням запасів води. Так, Д. С. Васильєв, П. Г. Семіхненко встановили, що глибина розпушеного шару ґрунту не має істотного впливу на збереження води [5]. Такої ж думки дотримуються і І. С. Годулян [6] та інші вчені [7, 8], вони вважають, що мілкий обробіток ґрунту після просяних культур у посушливі роки має деякі переваги за показниками вологозабезпеченості озимих в осінній період порівняно з оранкою.

На основі проведених досліджень Ф. Т. Моргун робить висновок, що на ділянках з плоскорізним обробітком в метровому шарі ґрунту накопичується на 30–50 мм продуктивної води більше порівняно з оранкою [9]. Такої ж думки дотримуються І. П. Макаров [10], А. Х. Онтаєв [11], Е. А. Теплицький [12]. Значна кількість вчених відмічає однаковий вплив полицевого і плоскорізного обробітків на забезпеченість водою та витрачання її рослинами різних польових культур [13].

В північному Степу України рослини найчастіше страждають від нестачі води або від посухи, як ґрунтової, так і повітряної, що веде до негативних змін у фізіологічних процесах, порушення обміну речовин в рослинному організмі, а в кінцевому підсумку – до втрати урожаю [14]. Протидіючи посушливим явищам, рослини перебудовують свій організм на функціонування в режимі економного витрачання води, але при цьому знижують продуктивність [15, 16].

Головне завдання основного обробітку – створити в осінньо-зимовий період умови для максимально можливого накопичення води в ґрунті за рахунок снігозатримання та попередити розвиток ерозійних процесів. Всі агротехнічні заходи (спосіб і глибина обробітку, удобрення, сівба та ін.) мають бути спрямовані на збереження води та її раціональне використання сільськогосподарськими культурами [17].

Враховуючи розбіжності в твердженнях різних вчених щодо впливу обробітку на запаси та динаміку ґрунтової води, доцільно продовжити дослідження в цьому напрямку, особливо у зв'язку з суттєвою зміною клімату, появою нових ґрунтообробних знарядь і посухостійких сортів ячменю

ярого (*Hordeum sativum* Jessen).

Мета дослідження полягала у вивченні впливу способів основного обробітку ґрунту на накопичення та динаміку ґрунтової вологи в посівах ячменю ярого і з'ясування рівня його врожайності.

Матеріали і методи дослідження. Експериментальні дослідження виконували протягом 2004–2015 рр. у стаціонарному польовому досліді в Інституті сільського господарства степової зони НААН (нині Державна установа Інститут зернових культур НААН). Впродовж 2004–2008 рр. експерименти проводилися в стаціонарному досліді № 1 у короткоротаційній сівозміні: чистий пар – озима пшениця – ярий ячмінь. Листостеблову масу попередника подрібнювали і рівномірно розподіляли по полю під час збирання урожаю. Основний обробіток ґрунту під ячмінь ярий (на фоні дискування БДВ-3) проводили плугом ПЛН-4-35 на глибину 20–22 см і культиватором-розпушувачем плоскорізного типу КР-4,5 на 12–14 см. Сорт ячменю Вакула. З метою знищення бур'янів посіви зернової культури обробляли гербіцидом аміна сіль 2,4-Д (1 л/га). Згідно з результатами ґрунтового тестування доза підживлення рослин аміачною селітрою (фаза кущення) становила: 2004–2005 рр. – N_{60} , 2006 р. – N_{45} , 2007–2009 рр. – N_{60} [18]. Інші елементи агротехніки – загальноприйняті для зони Степу.

Впродовж 2010–2015 рр. в другому стаціонарному досліді у п'ятипільній короткоротаційній сівозміні: чистий пар – пшениця озима – соняшник – ячмінь ярий – кукурудза із загальнофоновим залишенням післяжнивних решток всіх польових культур основний обробіток ґрунту під ячмінь ярий проводили полицевим плугом ПО-3-35 на глибину 20–22 см (контроль), безполицевий (чизельний) обробіток – канадським чизель-культиватором Conser Till Plow на 14–16 см, безполицевий (дисковий) обробіток ґрунту – важкими дисковими боронами БДВ-3 на 10–12 см. Вирощували сорт ячменю ярого Ілот, який адаптований до посушливих умов Степу. Посіви обов'язково обробляли в фазі кущення гербіцидом естерон (0,8 л/га) для повного знищення падалиці соняшника і бур'янів. Схема досліду також включала три фони удобрення: 1) без добрив + післяжнивні реш-

тки попередника; 2) $N_{30}P_{30}K_{30}$ + післяжнивні рештки попередника; 3) $N_{60}P_{30}K_{30}$ + післяжнивні рештки попередника. Мінеральні добрива вносили навесні розкидним способом під передпосівну культивуацію. Агро-техніка вирощування ячменю ярого у досліді – загальноприйнята для зони Степу. Всі експериментальні дослідження проводили відповідно до загальноприйнятих методик. Дослід закладений у 3-разовій повторності, загальна площа посівної ділянки – 330 м², облікової – 100 м².

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем звичайний важкосуглинковий із вмістом гумусу в шарі 0–30 см 4,2 %, нітратного азоту 13,2, рухомих форм фосфору і калію (по Чирикову) відповідно 145 і 115 мг/кг.

Вологість ґрунту в посівах ячменю ярого визначали в 1,5-метровому шарі ґрунту термостатно-ваговим методом. Зразки ґрунту відбирали через кожні 10 см в трьох місцях ділянки на двох несуміжних повтореннях весною перед сівбою ячменю та в кінці вегетації культури [19, 20].

Несприятливі погодні умови для вирощування ячменю ярого були в 2007, 2009, 2012 і 2013 рр. Гідротермічний коефіцієнт в період найбільшої витрати води рослинами (травень - перша половина червня) дорівнював: 2004 р. – 0,9, 2005 р. – 0,8, 2006 р. – 0,8, 2007 р. – 0,7, 2008 р. – 0,8, 2009 р. – 0,7, 2010 р. – 0,9, 2011 р. – 0,8, 2012 р. – 0,6, 2013 р. – 0,7, 2014 р. – 0,9, 2015 р. – 0,8. Показник ГТК менше 0,7 свідчить про ґрунтово-повітряну посуху, яка негативно впливає на формування і налив зерна.

Результати дослідження. В наших дослідіх накопичення продуктивної вологи за осінньо-зимовий період залежало від гідротермічних умов року (вітровий і температурний режими, кількість та характер опадів), вихідних запасів вологи, агротехнічних прийомів. Відмінності досліджуваних способів основного обробітку зумовили в першу чергу різну снігомеліоративну ефективність агрономічного фону.

В стаціонарному досліді № 1 [21] в середньому за 2005–2009 рр. на час сівби ячменю ярого уміст продуктивної вологи в шарі 0–150 см по полицевому обробітку становив 201 мм, мілкому мульчувальному плоскорізному – 200 мм (табл. 1). Різниця в

1. Запаси вологи в ґрунті та її сумарне водовитрачання ячменем ярим після стерньового попередника під впливом систем обробітку в 0–150 см шарі ґрунту, мм

| Система обробітку ґрунту (фактор А) | Рік | Сів-ба | Зби-рання урожаю | Вико-ристано вологи з ґрунту | Опади за вегетацію | Сумарне водо-вitraчання | Коефіцієнт водоспожи-вання, мм/т |
|--|--------------|--------|------------------|------------------------------|--------------------|-------------------------|----------------------------------|
| без добрив + побічна продукція попередника (фактор В) | | | | | | | |
| Полицева | 2005 | 239 | 127 | 112 | 194,4 | 306,4 | 181,3 |
| | 2006 | 226 | 29 | 197 | 173,1 | 370,1 | 86,8 |
| | 2007 | 158 | 1 | 157 | 116,8 | 273,8 | 188,8 |
| | 2008 | 139 | 62 | 77 | 235,3 | 312,3 | 83,7 |
| | 2009 | 210 | 0 | 210 | 126,0 | 336,0 | 147,3 |
| | середнє | 201 | 65 | 136 | 194,2 | 330,1 | 117,0 |
| Мілка (безполицева) | 2005 | 233 | 108 | 125 | 194,4 | 319,4 | 190,1 |
| | 2006 | 205 | 45 | 160 | 173,1 | 333,1 | 96,8 |
| | 2007 | 170 | 26 | 144 | 116,8 | 260,8 | 286,5 |
| | 2008 | 135 | 64 | 71 | 235,3 | 306,3 | 83,2 |
| | 2009 | 217 | 0 | 217 | 126,0 | 343,0 | 166,5 |
| | середнє | 200 | 72 | 128 | 194,2 | 322,2 | 128,3 |
| N ₆₀ + побічна продукція попередника (фактор В) | | | | | | | |
| Полицева | 2005 | 239 | 118 | 121 | 194,4 | 315,4 | 87,3 |
| | 2006 | 226 | 1 | 225 | 173,1 | 398,4 | 76,3 |
| | 2007 | 158 | 0 | 158 | 116,8 | 274,8 | 131,4 |
| | 2008 | 139 | 45 | 94 | 235,3 | 329,3 | 75,1 |
| | 2009 | 210 | 0 | 210 | 126,0 | 336,0 | 107,0 |
| | середнє | 201 | 59 | 142 | 194,2 | 336,7 | 87,5 |
| Мілка (безполицева) | 2005 | 233 | 100 | 133 | 194,4 | 327,4 | 123,0 |
| | 2006 | 205 | 18 | 187 | 173,1 | 360,1 | 81,2 |
| | 2007 | 170 | 5 | 165 | 116,8 | 281,8 | 182,9 |
| | 2008 | 135 | 42 | 93 | 235,3 | 328,3 | 73,4 |
| | 2009 | 217 | 0 | 217 | 126,0 | 343,0 | 107,5 |
| | середнє | 200 | 62 | 138 | 194,2 | 332,4 | 96,9 |
| НП _{0,95} , мм, (середнє) для: | | | | | | | |
| | фактора А | 2,0 | 4,5 | - | - | - | - |
| | фактора В | 2,0 | 6,0 | - | - | - | - |
| | взаємодії АВ | 4,0 | 8,0 | - | - | - | - |

показниках між варіантами не перевищу-вала 4–7 мм за м'якої зими, періодичних від-лиг, незначного промерзання і швидкого відтаювання ґрунту весною (2005, 2008, 2009 рр.). Перевага полицевого обробітку в додатковому накопиченні води спостеріга-лась в роки з морозною і сніжною зимою, по-вільним і тривалим сніготаненням (2006 р.), мілкою плоскорізного розпушування – за недобору нормативної суми опадів впро-довж грудня - лютого, відсутності снігового покриву та підвищеної вітрової активності (2007 р). Висока акумулятивна здатність стерньового фону в цих умовах також по-в'язана з меншою площею випаровування, наявністю у верхньому шарі (0–15 см) до 7 т/га подрібненої соломи і збереженням “дренажної” системи, сформованої кореня-ми попередньої культури.

Витрати води з ґрунту в період весня-но-літньої вегетації ячменю варіювали від 128 до 142 мм і найвищими були у разі поли-цевого обробітку на фоні внесення азотних добрив.

Сумарні витрати вологи ячменем ярим значно залежали від кількості опадів у рік проведення досліджень. Так, у посушливі ро-ки (2007, 2009) вони були мінімальними – 274,8–336,0 мм, але, незважаючи на менше використання вологи, рослини в 2–2,5 раза більше витрачали її на формування одиниці урожаю. Коефіцієнт водоспоживання за по-сушливих умов був максимальним – 188,8–286,5 мм/т, в той час як у вологі роки (2008) із зростанням сумарних витрат вологи до 328,3–336,0 мм значення коефіцієнта сутте-во знижувалися – до 73,4–83,7 мм/т. Тобто рослини ячменю за посушливих умов непро-

дуктивно використовували вологу, витрачаючи її більше на підтримання тургору (транспірацію).

В середньому за роки досліджень простежувалася тенденція до підвищення використання вологи рослинами ячменю при полицевому обробітку на 4,3–7,9 мм. Незважаючи на вищі витрати вологи рослинами у разі оранки, використання її було раціональнішим, тобто коефіцієнт водоспоживання був нижчим на 9,4–11,3 мм/т порівняно з мілким мульчувальним плоскорізним обробітком.

Паралельно зі збільшенням урожайності зерна, при внесенні мінеральних добрив, закономірно підвищувалась і сумарна витрата вологи рослинами ячменю на 6,6–10,2 мм, а коефіцієнт водоспоживання, навпаки, суттєво зменшувався (на 29,5–31,4 мм/т.) Внесення добрив, поряд з ростом продуктивності, призводить до більш раціонального використання вологи рослинами, тобто витрати води на одиницю урожаю зменшуються.

У другому стаціонарному досліді, в середньому за 2010–2015 рр. висота снігового покриву по оранці була найменшою і не перевищувала 9 см. При цьому снігонакопичення тут значною мірою залежало від активності вітру (при його посиленні мали місце випадки повного зносу снігу і навіть мілкозему).

Ущільнений прошарок ґрунту у разі полицевої оранки негативно вплинув на поглинання вологи ґрунтом в холодний період року. Як відомо, на межі розподілу орного і підорного шару швидкість інфільтрації і водопроникність ґрунту різко знижуються. Навіть в подальшому, незважаючи на здатність ґрунту до розуцільнення за рахунок процесів набухання - розтріскування, промерзання - відтаювання, він в більшості випадків не досягав оптимальних параметрів фізичного стану. Проведення полицевої оранки в посушливі роки (2012) за майже повного зневоднення орного шару призводить до надмірної брилуватості ґрунту, що в поєднанні з сильним вітром також зумовлює значні втрати вологи. В кінцевому рахунку запаси вологи у разі полицевого обробітку ґрунту навесні в середньому за роки досліджень (2011–2015 рр.) на час сівби в шарі 0–150 см становили 151,7 мм (табл. 2).

Майже такою ж була товщина снігового покриву на полях з дисковим обробітком ґрунту, де злуцені важкою бороною (БДВ-3,0) рослинні рештки попередника (соняшник) на поверхні ґрунту затримали 9,6 см снігу. Запаси вологи у разі дискового обробітку ґрунту були більшими на 8,7 мм порівняно з полицевою оранкою і становили 160,4 мм (табл. 2).

2. Запаси продуктивної вологи на час сівби ячменю ярого залежно від способів основного обробітку ґрунту (середнє за 2011–2015 рр.)

| Обробіток ґрунту та його глибина | Запаси вологи у шарі 0–150 см, мм |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| Полицевий (20–22 см) | 151,7 |
| Чизельний (14–16 см) | 169,6 |
| Дисковий (10–12 см) | 160,4 |
| НІР _{0,95} , мм | 7,7 |

Протягом років досліджень чітко простежувались переваги, пов'язані з особливостями технологічного процесу при роботі чизельного культиватора „Conser Till Plow-6000” – ґрунт тривалий час відзначався високою шпаруватістю, наявністю мікроложбин і розломів, внутрішньогрунтовою та поверхневою гофрованістю агрофону.

Хвилястий нанорельєф на фоні чизельного обробітку та рослинні рештки на гребнях сприяли суттєвому зменшенню швидкості вітру над поверхнею землі. Сніг накопичувався у заглибленнях і був надійно захищений від видування.

Висота снігового покриву тут, за нашими даними, становила 14,3 см. Завдяки більшій кількості снігу і рослинних решток на поверхні поля обмежувалась глибина промерзання ґрунту (на 5,4–8,2 см), як результат – швидше відтавав ґрунт і краще акумулювалась вода. При цьому за інтенсивністю накопичення вологи за осінньо-зимовий період у разі застосування чизельних знарядь для обробітку ґрунту перевага була на боці варіантів з полицевою оранкою – в середньому на 17,9 мм, а з дисковим обробітком – на 9,2 мм. Підвищений

рівень засвоєння опадів холодного періоду року в разі чизельного обробітку можна пояснити також смуговим розуцільненням ґрунту в борознах при використанні чизельних агрегатів.

Враховуючи вищевикладене, можна зробити висновок, що запровадження чизельного обробітку при вирощуванні ячменю ярого та розміщення його після нетипового попередника (соняшник) призводить до більшого накопичення ґрунтової вологи 1,5-метровому шарі ґрунту – на 17,9 мм (179,0 т/га) за рахунок хвилястого нанорельєфу і смугового розуцільнення ґрунту в борознах, при відсутності ущільненого прошарку і наявності рослинних решток на поверхні поля.

Протягом вегетаційного періоду вологість ґрунту в посівах польових культур, зокрема ячменю ярого, суттєво знижується як шляхом фізичного випаровування, так і внаслідок транспірації. Фізичне випаровування залежить від багатьох чинників, зокрема від кількості і рівномірності розподілу рослинних решток, а також ступеня проективного покриття ними поверхні ґрунту. Позитивний вплив мульчування щодо протидії втратам вологи полягає головним чином у пришвидшенні темпів просочування атмосферних опадів у ґрунт, затіненні останнього культурою і зменшенні непродуктивного випаровування у спекотну погоду, гальмуванні дифузії та конвекції водяного пару.

Згідно з дослідженнями Рассела [22], якщо випаровування з відкритого ґрунту прийняти за 100 %, то за 9 годин відносні втрати води із затіненого ґрунту становлять 64 %, із затіненого і захищеного від вітру – 47 %, замульчованого рослинними рештками з розрахунку 9 т/га шаром 3,8 см – 27 %.

Як свідчать дослідження науковців, ячмінь ярий – це вологолюбна культура, яка від фази кущення до виходу в трубку використовує 22 % ґрунтової вологи від загальної потреби: за період вихід в трубку – колосіння – 33 % і колосіння - повна стиглість – близько 33 % [23–25]. Загальновідомо, що рослини ячменю ярого найбільш чутливі до посухи від фази виходу в трубку до колосіння, але в цей період вони економніше використовують вологу на утворення одиниці органічної речовини.

Як показали результати досліджень на

час настання фази колосіння ґрунтові вологозапаси закономірно зменшувалися по всіх варіантах дослідження, порівняно з першим визначенням навесні, до 18,5–57,2 мм в 1,5 м шарі. Тобто саме в цей період, за недобору опадів, йшло стрімке формування вегетативної маси та інтенсивне використання води рослинами ячменю. Відповідно до стану посівів і передумов для формування урожайності зерна, залежно від фону удобрення, найбільші витрати вологи були у разі полицевої оранки (115,2–133,5 мм) і чизельного обробітку (95,3–145,3 мм), найменші – дискового (103,2–123,4 мм) (рис.). Тобто найкраще розвинені рослини ячменю ярого на фоні полицевої оранки і чизельного обробітку використовували відповідно більше вологи, ніж у варіантах з дискуванням.

Крім обробітку ґрунту, на витрати вологи значно впливало підживлення мінеральними добривами рослин ячменю в фазі кущення. Так, її витрати збільшувалась по висхідній: природний фон (103,2–115,2 мм) – $N_{30}P_{30}K_{30}$ (115,6–138,4 мм) – $N_{60}P_{30}K_{30}$ (123,4–145,3 мм). Тобто рослини ячменю ярого на удобрених ділянках на відміну від неудобрених формували в 1,5 рази, а в окремі роки і в 2 рази більшу вегетативну масу – відповідно витрачали значнішу кількість вологи на її формування (табл. 3).

Упродовж проміжку часу від фази колосіння до збирання урожаю мали місцеві рясні дощі, за винятком аномально посушливого 2012 р., тому незалежно від досліджуваних агроприймів запаси води в ґрунті поповнювалися. Відмічено прямий взаємозв'язок між рівнем залишкових вологозапасів (колосіння) та кількістю увібраної вологи опадів. Випаровування вологи в цей період коригувалось ступенем проективного покриття поверхні ґрунту рослинними рештками зернофуражної культури, з явними ознаками гальмування цього процесу в більш щільних посівах з полицевою оранкою та чизельним обробітком. Щодо абсолютних величин вмісту вологи в ґрунті по варіантах обробітку простежувалася така ж тенденція, як і в фазі колосіння ячменю ярого.

При аналізі витрат вологи ячменем потрібно виділити аномально посушливі умови 2012 р. Так, запаси продуктивної

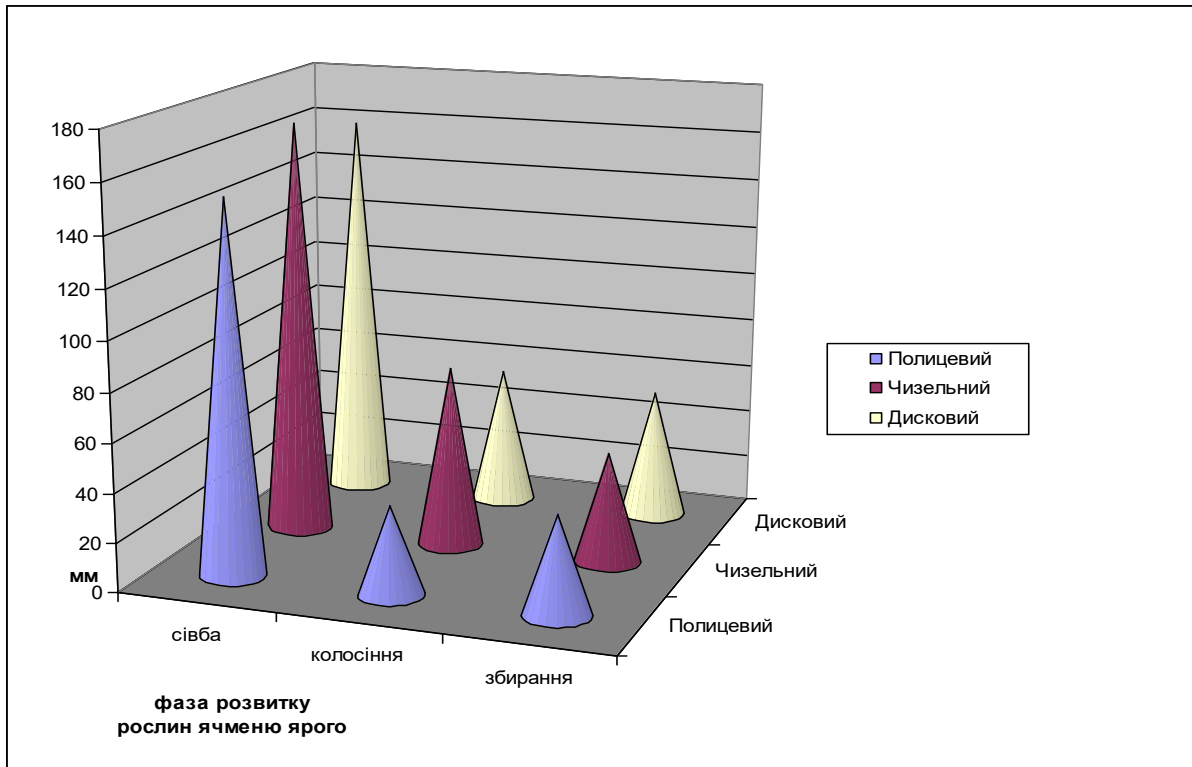


Рис. Динаміка запасів продуктивної вологи в посівах ячменю ярого залежно від способів обробітку ґрунту, мм.

3. Вплив способів основного обробітку ґрунту та удобрення на запаси продуктивної вологи під ячменем ярим у шарі 0–150 см (середнє за 2011–2015 рр.)

| Спосіб основного обробітку ґрунту та його глибина (фактор А) | Фаза розвитку рослин ячменю ярого | | |
|--|-----------------------------------|-----------|----------|
| | сівба | колосіння | збирання |
| без добрив (фактор В) | | | |
| Полицевий (20–22 см) | 151,7 | 36,5 | 40,6 |
| Чизельний (14–16 см) | 169,6 | 74,5 | 45,8 |
| Дисковий (10–12 см) | 160,4 | 57,2 | 53,4 |
| N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ (фактор В) | | | |
| Полицевий (20–22 см) | 151,7 | 27,8 | 38,9 |
| Чизельний (14–16 см) | 169,6 | 31,2 | 44,7 |
| Дисковий (10–12 см) | 160,4 | 44,8 | 52,3 |
| N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ (фактор В) | | | |
| Полицевий (20–22 см) | 151,7 | 18,2 | 33,5 |
| Чизельний (14–16 см) | 169,6 | 24,3 | 48,3 |
| Дисковий (10–12 см) | 160,4 | 37,0 | 47,6 |
| НІР ₀₅ , мм для: | | | |
| фактора А | 7,7 | 14,8 | 4,5 |
| фактора В | 0,0 | 10,1 | 4,0 |
| взаємодії АВ | 7,7 | 22,4 | 8,2 |

вологи в шарі ґрунту 0–150 см цього року перед сівбою зернової культури були мінімальними, порівняно з 2011 та 2013 рр., і становили: на фоні полицевого обробітку – 82,1 мм, дискового – 98,3, чизельного – 117,1 мм (табл. 4). У фазі колосіння ґрунтові вологозапаси зменшились по варіантах дослідів порівняно з першим визначенням на 65,6–116,7 мм. Тобто саме в

цей період, коли був недобір опадів, простежувалося інтенсивне використання води рослинами ячменю. Максимальні сумарні витрати вологи були по чизельному обробітку (218,4 мм), а найменші – по оранці (153,4 мм). Це можна пояснити формуванням вищої урожайності зерна і відповідно більшими витратами вологи, а саме у разі чизельного обробітку ґрунту

порівняно з полицевою оранкою в аномально посушливий 2012 р. На час збирання урожаю посіви ячменю повністю використали залишкові запаси продуктивної воло-

ги, якої, зважаючи на спекотну погоду, виявилось недостатньо для повноцінного наливу зернівки і формування належної продуктивності рослин.

4. Витрати вологи ячменем ярим залежно від обробітку ґрунту та удобрення (середнє за 2011–2015 рр.)

| Обробіток ґрунту | Витрати вологи з ґрунту, мм/га | Опади за період вегетації, мм | Сумарні витрати вологи, мм/га | Урожайність, т/га | | Коефіцієнт водоспоживання, мм/т | |
|---|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------|--------|---------------------------------|----------------|
| | | | | зерно | солома | зерно | зерно + солома |
| Без добрив | | | | | | | |
| Полицевий (20–22 см) | 111 | 118,9 | 229,9 | 2,51 | 2,76 | 91,5 | 83,2 |
| Чизельний (14–16 см) | 123,8 | 118,9 | 242,7 | 2,36 | 2,59 | 102,8 | 93,7 |
| Дисковий (10–12 см) | 107,0 | 118,9 | 225,9 | 2,05 | 2,25 | 110,1 | 100,4 |
| N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | | | | | | | |
| Полицевий (20–22 см) | 112,8 | 118,9 | 231,7 | 2,67 | 2,93 | 86,7 | 79,0 |
| Чизельний (14–16 см) | 124,9 | 118,9 | 243,8 | 2,62 | 2,88 | 93,0 | 84,6 |
| Дисковий (10–12 см) | 108,0 | 118,9 | 226,9 | 2,35 | 2,58 | 96,5 | 87,9 |
| N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ | | | | | | | |
| Полицевий (20–22 см) | 118,1 | 118,9 | 237 | 2,9 | 3,19 | 81,7 | 74,2 |
| Чизельний (14–16 см) | 121,4 | 118,9 | 240,3 | 2,88 | 3,16 | 83,4 | 76,0 |
| Дисковий (10–12 см) | 113,2 | 118,9 | 232,1 | 2,68 | 2,94 | 86,6 | 78,9 |

З внесенням мінеральних добрив покращувався стан розвитку рослин ячменю ярого, а відповідно збільшувалося використання ними води з ґрунту, тобто з підвищенням дози внесення добрив у ґрунт сумарне водовитрачання зростало на 10 %. Причому в сприятливі роки (2011, 2013) вологи витрачалося більше, аніж в несприятливі (2012).

Одним із показників ефективності використання вологи зерновими культурами при створенні урожаю є коефіцієнт водоспоживання, який визначається шляхом ділення сумарних витрат вологи на урожай всієї біомаси або основної продукції. Відповідно до розрахованих коефіцієнтів водоспоживання рослини ячменю ярого найраціональніше використовували вологу на одиницю урожаю саме у разі полицевої оранки та чизельного обробітку. Коефіцієнт водоспоживання тут був мінімальним і становив 74,2–93,7 мм/т.

Запровадження дискового обробітку в технології вирощування ячменю ярого суттєво знижувало урожайність зерна та підвищувало коефіцієнт водоспоживання в 1,1–1,2 рази, тобто дискування ґрунту призводило до збільшення витрачання води рослинами ячменю на одиницю врожаю та малоефективного використання її протягом вегетаційного періоду культури.

Суттєво на показники витрати води ячменем впливали мінеральні добрива, незалежно від способу обробітку ґрунту. У варіантах дослід з внесенням добрив коефіцієнт водоспоживання зменшувався в 1,1–1,2 рази, тобто рослини більш раціонально використовували воду на формування одиниці урожаю.

Економне використання води ячменем при внесенні добрив пов'язано не тільки з їх позитивним впливом на обмін речовин, але й з більш інтенсивним розвитком рослин, що

в свою чергу зумовлювало затінення вегетативною масою поверхні ґрунту і тим самим зменшувало випаровування вологи та посилювало транспірацію [26].

Динаміка запасів продуктивної вологи

тісно пов'язана також з урожайністю ячменю. Так, в першому стаціонарному досліді мілка безполицева система обробітку за урожайністю поступалася полицевій залежно від фону удобрення на 0,31–0,42 т/га (табл. 5).

5. Вплив систем основного обробітку ґрунту та удобрення на урожайність ячменю ярого по стерньовому попереднику (середнє за 2005–2009 рр.), т/га

| Система обробітку ґрунту (фактор А) | Удобрення (фактор В) | Середнє |
|-------------------------------------|--------------------------------------|---------|
| Полицева | післяжнивні рештки | 2,82 |
| Мілка (безполицева) | | 2,51 |
| Полицева | післяжнивні рештки + N ₆₀ | 3,85 |
| Мілка (безполицева) | | 3,43 |
| НР _{0,5} , т/га для: | фактора А | 0,23 |
| | фактора В | 0,26 |
| | взаємодії АВ | 0,45 |

Це зумовлено низкою чинників, і в першу чергу – способом загортання і місцем розміщення післяжнивних решток в орному шарі ґрунту, що істотно змінювало умови підготовки насінневого ложе. Мілке розпушування скиби при наявності у верхньому шарі ґрунту великої кількості соломи (5–7 т/га) суттєво погіршувало якість передпосівної культивування і сівби, при цьому частка насіння, заробленого сівалкою СЗ-3,6 на меншу глибину від заданої, досягала 37–42 %. Тут важко сформувати посівний шар з оптимальною структурою і будовою, який би добре зберігав вологу. За посушливої погоди він швидко її втрачає, що призводить до затримки проростання насіння, і одержання сходів визначається опадами. Негативні явища, пов'язані з локалізацією усієї побічної продукції попередника у верхньому шарі ґрунту за безполицевого обробітку, частково нівелюються за рахунок дощів, які мають місце безпосередньо після сівби ярого ячменю (2008 р.), а також у разі, коли опади співпадають в часі з критичними періодами втрати води рослинами (2009 р.).

До того ж при мілкому обробітку пожнивні рештки не встигають повністю мінералізуватися в ґрунті, при цьому виділяються токсичні для рослин речовини (феноли) та посилюється використання мікроорганізмами доступних форм азоту для підтримання власної життєдіяльності. Всі перелічені вище чинники в кінцевому підсумку призводили до зниження урожаю ячменю ярого на фоні мілкового мульчувального обробітку ґрунту.

Найбільш впливовим фактором підвищення продуктивності було підживлення рослин ячменю азотом. Культура виявилась досить чутливою до внесення аміачної селітри. Так, в середньому за 2005–2010 рр. у разі полицевої системи обробітку одержано додатково зерна 1,03 т/га, мілкої (безполицевої) – 0,92 т/га. За відсутності мінерального удобрення рослини ячменю на початку вегетації були в дещо пригніченому стані, особливо на ділянках з мілким загортанням соломи. Але завдяки опадам, частковій інактивації шкідливих речовин і підвищенню фазової резистентності до стресових умов в 2006, 2008, 2010 рр. посіви були у доброму стані. В несприятливих 2005, 2007 і 2009 рр. рослини на фоні без підживлення мали слабку кореневу систему, відставали в рості, тому врожайність зерна була низькою (0,91–2,28 т/га).

В іншому стаціонарному досліді (2010–2015 рр.) по впливу на урожайність ячменю система мілкового мульчувального обробітку поступалася диференційованій залежно від фону удобрення на 0,22–0,36 т/га, а полицевій оранці – на 0,25–0,55 т/га (табл. 6). З можливих причин цього явища найбільш імовірними є збільшення забур'яненості посівів на фоні дискового обробітку в системі мілкового мульчувального, а також перезволоження тут посівного шару і значна кількість листостеблової маси попередника (соняшника) на поверхні поля. За рахунок більш якісного перемішування рослинного субстрату попередника в поєднанні з швидким прогріванням поверхневого шару ґрунту весною за

полицевої оранки (полицева система) та чизельного (диференційована система) обробітку на цих агрофонах створюються кращі ви-

хідні умови для життєдіяльності мікробних популяцій та вивільнення іммобілізованих мінеральних сполук у ґрунтовий розчин.

6. Показники урожайності ячменю ярого після просапного попередника під впливом різних систем обробітку ґрунту і удобрення (середнє за 2011–2015 рр.), т/га

| Система обробітку ґрунту (фактор А) | Удобрення (фактор В) | Урожайність, т/га |
|-------------------------------------|--|-------------------|
| Полицева | післяжнивні рештки | 2,78 |
| | післяжнивні рештки + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 2,93 |
| | післяжнивні рештки + N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ | 3,13 |
| Диференційована | післяжнивні рештки | 2,59 |
| | післяжнивні рештки + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 2,87 |
| | післяжнивні рештки + N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ | 3,10 |
| Мульчувальна | післяжнивні рештки | 2,23 |
| | післяжнивні рештки + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 2,56 |
| | післяжнивні рештки + N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ | 2,88 |
| НР ₀₅ , т/га, для | фактора А | 0,18 |
| | фактора В | 0,17 |
| | взаємодії АВ | 0,30 |

Так, наприклад, станом на 10.05.2011 р. (неудобрений фон, початок фази куцнення рослин) різниця за вмістом нітратів між варіантами дискового і полицевого обробітків на користь останнього для шару 0–10 см становила 3,7 мг/кг (20,6 %), а 0–30 см – 2,8 мг/кг (17,9 %). На удобрених ділянках розбіжності в зазначених показниках нівелювалися. Аналогічна закономірність відмічена і щодо вмісту рухомих форм фосфору і калію в ґрунті. Чизельний обробіток у цьому відношенні посідав проміжне положення.

Щодо ефективності мінеральних добрив, простежувалась зворотна залежність. За рахунок внесення під передпосівну культивування N₃₀P₃₀K₃₀ у разі полицевої системи обробітку одержано зерна 0,15, диференційованої – 0,28, мілкої мульчувальної – 0,33 т/га. Внесення подвійної дози азоту у складі повного мінерального добрива (N₆₀P₃₀K₃₀) порівняно з рекомендованою дозою (N₃₀P₃₀K₃₀) виявилось також найбільш ефективним заходом в системі мульчувального обробітку на фоні дискування – додаткова прибавка урожаю зерна становила 0,65 т/га.

Уваги заслуговує урожайність зерна ячменю ярого в аномально посушливому 2012 р. За несприятливих умов зволоження дисковий обробіток в системі мілкої мульчувальної системи обробітку майже не поступався полицевій оранці, а чизельний (диференційована система) навіть переважав останній за урожайністю зерна на удобреному

фоні на 0,05–0,09 т/га. З можливих причин цього явища найбільш імовірними є краща вологозабезпеченість посівів на ділянках з мульчувальним обробітком за рахунок значнішого нагромадження вологи в ґрунті протягом осінньо-зимового періоду і меншого випаровування її навесні та влітку.

Висновки

1. На основі проведених досліджень можна зробити висновки, що в умовах північного Степу формується непромивний водний режим з ненаскрізним найменш насиченим класом вологості, перевага полицевої системи обробітку ґрунту в додатковій акумуляції вологи протягом осінньо-зимового періоду у північному Степу відмічається в роки з морозними і сніжними зимами, повільним і тривалим сніготаненням (2006 р.), у разі мілкого мульчувального плоскорізного розпушування – за недобору нормативної суми опадів впродовж грудня - лютого, відсутності снігового покриву і підвищеної вітрової активності (2007, 2012, 2013 рр.).

2. Запровадження консервуючого (чизельного) обробітку за диференційованої системи зумовлює збільшення обсягів вологи на 91,0–179,0 м³/га в осінньо-зимовий період завдяки рослинним решткам, які затримують більшу кількість снігу, особливо у теплі малосніжні зими.

3. Мілка мульчувальна система обробітку ґрунту, незважаючи на зниження урожаю зерна, сприяє більш економному витрачання

вологи на одиницю урожаю – в 1,1–1,2 раза при вирощуванні ячменю ярого.

4. Рівень урожайності ячменю ярого значно залежить від способів і системи основного обробітку ґрунту в короткоротаційних сівозмінах. Так, щорічний полицевий і диференційований обробітки в середньому за роки досліджень зумовлювали високий рівень урожайності зерна, а мінімізація обробітку

ґрунту в більшості років призводила до її зниження на 0,22–0,55 т/га. Чизельний обробіток в системі диференційованого найбільш ефективний у посушливі роки і навіть дає кращі результати, ніж оранка, оскільки збільшуються запаси продуктивної вологи за рахунок значної кількості післяжнивних решток попередника на поверхні ґрунту.

Використана література

1. Медведев В. В., Лактионова Т. Н., Донцова Л. В. Водные свойства почв Украины и влагообеспеченность сельскохозяйственных культур. Харьков: Апостроф, 2011. 224 с.
2. Гордієнко В. П. Ґрунтова волога. Сімферополь: Предприятие Феникс, 2008. 368 с.
3. Измаильский А. А. Избранные сочинения. Москва: Сельхозгиз, 1949. 335 с.
4. Роде А. А. Почвенная влага. Москва: Изд-во АН СССР, 1952. 465 с.
5. Васильев Д. С., Семихненко П. Г., Кондрачев В. И., Ригер А. М. Значение глубины разрыхлённого слоя в сохранении почвенной влаги. Вопросы обработки почвы. Научн. тр. ВАСХНИЛ. Москва: Колос, 1979. С. 127–134.
6. Годулян И. С. Озимая пшеница в севооборотах. Днепропетровск: Проминь, 1974. 174 с.
7. Кузнецов М. С., Глазунов Г. П. Методы изучения эрозийных процессов. Москва: Изд-во МГУ, 1986. 104 с.
8. Щербак И., Морозов В., Парфенов Н. Новые приёмы обработки почвы на юге Украины. *Земледелие*. 1974. № 8. С. 29–30.
9. Моргун Ф. Т., Шикун Н. К. Почвозащитное бесплужное земледелие. Москва: Колос, 1984. 279 с., ил.
10. Макаров И. П. Задачи по разработке и внедрению ресурсосберегающей обработки почвы в зональных системах земледелия. Ресурсосберегающие системы обработки почвы. Москва: Агропромиздат, 1990. С. 3–11.
11. Онтаев А. Х., Гальдварг Б. А., Джаврунов В. К. Почвозащитная система обработки почвы в Калмыкии. *Земледелие*. 1993. № 8. С. 16.
12. Теплицкий Е. А. Эффективность предшественников и способов обработки почвы под озимую пшеницу в условиях Северной Степи УССР: автореф. дис. на соискание науч. степени канд. с.-х. наук: спец. 06.01.01. “Общее земледелие”. Полтава, 1985. 25 с.
13. Чуданов И. А., Васильев В. П. Основы минимализации обработки чернозёмных почв Среднего Заволжья. Ресурсосберегающие системы обработки почвы. Москва: Агропромиздат, 1990. С. 101–107.
14. Хорішко А. І. Озима пшеница у сівозмінах Придніпров'я. Дніпропетровськ: ЗАТ Поліграфіст, 1997. 134 с.
15. Тимирязев К. А. Избранные сочинения. Москва: Сельхозгиз, 1948. Т. 2. 404 с.
16. Листопадов И. Н. Производство зерна в антенсивных севооборотах. Москва: Россельхозиздат, 1980. 205 с.
17. Цандур М. О. Наукові основи землеробства Південного Степу України. Одеса: Папірус, 2006. 180 с.
18. Цилюрик О. І. Наукове обґрунтування ефективності систем основного обробітку ґрунту в короткоротаційних сівозмінах північного Степу України: дис. на здобуття наукового ступеня доктора с.-г. наук: спец. 06.01.01 “Загальне землеробство”. Дніпропетровськ, 2014. 447 с.
19. Горбатенко А. І., Горобець А. Г., Цилюрик О. І. Водний режим ґрунту і урожайність озимої пшениці за різних способів обробітку чистого пару. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2008. № 33–34. С. 7–11.
20. Горбатенко А. І., Горобець А. Г., Цилюрик О. І., Компанієць В. О. Ефективність раннього пару в Степу України. *Вісн. аграр. науки*. 2008. № 9. С. 10–13.
21. Горобець А. Г., Цилюрик О. І., Горбатенко А. І., Судак В. М. Вологозабезпеченість та урожайність польових культур за різних систем обробітку ґрунту в сівозміні. *Бюл. Ін-ту сіл. госп-ва степ. зони НААН України*. 2011. № 1. С. 20–25.
22. Рассел Э. Почвенные условия и рост растений: Пер. с англ. Москва: Ин. л-ра, 1955. 613 с.
23. Борисонік З. Б. Ярі колосові культури. Київ: Урожай, 1975. 174 с.
24. Землеробство в умовах недостатнього зволоження (наукові та прикладні основи) / за ред. В. М. Крутя, О. Г. Тараріко. 2000. Київ: Аграр. наука. 80 с.
25. Чумак В. С., Цилюрик О. І. Режим вологи та її баланс у сівозмінах північного Степу. *Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН*. 2005. № 1–2. С. 28–33.
26. Цилюрик О. І. Вплив способів основного обробітку чистого пару на агрофізичні властивості та водний режим ґрунту. Агрохімія і ґрунтознавство: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених присвячені 125-й річниці з дня народження О. Н. Соколовського “Ґрунтово-агрохімічні основи розвитку сучасного агровиробництва” (24–25 верес. 2009 р.). Харків. 2009. № 71. С. 31–36.

References

1. Medvedev, V. V., Laktionova, T. N., Dontsova, L. V. (2011). *Vodnye svoistva pochv Ukrainy y vlahoobespechennost selskokhoziaistvennykh kultur* [Water properties of soils of Ukraine and moisture supply of agricultural crops]. Kharkov: Apostrophe. 224 p. [in Russian]
2. Gordienko, V. P. (2008). *Gruntova vologu* [Soil moisture]. Simferopol: Phoenix Enterprise. 368 p. [in Ukrainian]
3. Izmail, A. A. (1949). *Izbrannye sochineniya* [Selected works]. Moskva: Selkhozgiz. 335 p. [in Russian]
4. Rode, A. A. *Pochvennaya vlaga* [Soil moisture]. Moscow: Izd-vo AN SSSR, 1952. 465 p. [in Russian]
5. Vasiliev, D. S., Semikhnenko, P. G., Kondratiev, V. I., Rieger, A. M. (1979). *Znachenye hlubyny razrykhlennogo sloia v sokhranenyi pochvennoi vlazy. Voprosy obrabotky pochvy*. [The value of the depth of the loosened layer in the preservation of soil moisture]. Tillage issues. Moscow: Kolos. 127–134. [in Russian]
6. Godulyan, I. S. (1974). *Ozymaia pshenytsa v sevooborotakh* [Winter wheat in crop rotations]. Dnepropetrovsk: Promin. 174 p. [in Russian]
7. Kuznetsov, M. S., Glazunov, G. P. (1986). *Metody yzucheniya erozyonnykh protsessov* [Methods for studying erosive processes]. Moscow: MSU Publishing House. 104 p. [in Russian]
8. Scherbak, I., Morozov, V., Parfenov, M. (1974). New methods of tillage in southern Ukraine. Landice, 8, 29–30. [in Russian]
9. Morgun, F. T., Shikula, M. K. (1984). Soil-protective bisplow farming. Moscow: Kolos. 279 p. II. [in Russian]
10. Makarov, I. P. (1990). *Pochvozashchytne bespluzhnoe zemledelye* [Tasks for the development and implementation of resource-saving tillage in zonal systems of agriculture. Resource-saving tillage systems]. Moscow: Agropromizdat. 3–11. [in Russian]
11. Onta, A. H., Goldwarg, B. A., Dzhavrunov, V. K. (1993). Soil protection system of tillage in Kalmykia. *Zemledelie* [Agriculture], 8, 16 p. [in Russian]
12. Teplitsky, E. A. (1985). The effectiveness of precursors and methods of tillage for winter wheat in the Northern Steppe of the USSR: author's abstract. dis. for science. degree of Cand. s.-g. Science: special. 01/06/01 "General agriculture". Poltava. 25 p. [in Russian]
13. Chudanov, I. A., Vasiliev, V. P. (1990). *Osnovy mynymalyzatsyy obrabotky chernozemnykh pochv Sredneho Zavolzhia. Resursoberehaiushchye systemy obrabotky pochvy* [Basics of minimization of cultivation of chernozem soils of the Middle Trans-Volga region. Resource-saving soil cultivation systems]. Moscow: Agropromizdat. 101–107. [in Russian]
14. Khorishko, A. I. (1997). *Ozyma pshenytsia u sivozminakh Prydniprovia* [Winter wheat at the crop rotations of the Dnieper]. Dnipropetrovsk: ZAT Poligraphist. 134 p. [in Ukrainian]
15. Timiryazev, K. A. (1948). *Yzbrannye sochineniya* [Selected Works]. Moscow: Selkhozgiz, 2, 404 p. [in Russian]
16. Listopadov, I. N. (1980). *Proyzvodstvo zerna v antensyvykh sevooborotakh* [Grain production in antenna crop rotations]. Moscow: Rosselkhozizdat. 205 p. [in Russian]
17. Tsandur, M.O. (2006). *Naukovi osnovy zemlerobstva Pivdennoho Stepu Ukrainy* [Scientific bases of agriculture of the Southern Steppe of Ukraine]. Odessa: Papyrus. 180 p. [in Ukrainian]
18. Tsyliuryk, O. I. (2014). Scientific substantiation of efficiency of systems of the basic cultivation of soil in short-rotation crop rotations of northern Steppe of Ukraine: dis. for the degree of Doctor of Agricultural Sciences Science: special. 06.01.01 "General agriculture". Dnepropetrovsk. 447 p. [in Ukrainian]
19. Gorbatenko, A. I., Gorobets, A. G., Tsyliuryk, O. I. (2008). Water regime of soil and yield of winter wheat by different methods of pure steam treatment. *Biuletyn Instytutu zernovoho hospodarstva* [Bulletin of the Institute of Grain Farming], 33–34, 7–11. [in Ukrainian]
20. Gorbatenko, A. I., Gorobets, A. G., Tsyliuryk, O. I., Kompaniets, V. O. (2008). Efficiency of early steam in the steppe of Ukraine. *Visnyk agrarnoi nauky* [Bulletin of Agricultural Science], 9, 10–13. [in Ukrainian]
21. Gorobets, A. G., Tsyliuryk, O. I., Gorbatenko, A. I., Sudak, V. M. (2011). Moisture supply and yield of field crops under different tillage systems in crop rotation. *Biuletyn Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy* [Bulletin of the Institute of Agriculture of Steppe Zone of NAAS of Ukraine], 1, 20–25. [in Ukrainian]
22. Russell, E. (1955). *Pochvennye usloviya y rost rastenyi* [Soil conditions and plant growth]: Per. from English. Moscow: Ynostrannaia lyteratura. 613 p. [in Russian]
23. Borisonik, Z. B. *Yari kolosovi kultury* [Spring ear crops]. Kiev: Urozhai, 1975. 174 p. [in Ukrainian]
24. *Zemlerobstvo v umovakh nedostatnoho zvolozhennia (naukovi ta prykladni osnovy)* [Farming in the minds of a lack of concern (science and applied fundamentals)] (2000) / V. M. Krutya, O. G. Tarariko (Eds.). Kiev: Agrarian the science. 80 p. [in Ukrainian]
25. Chumak, V. S., Tsyliuryk, O. I. (2005). Regime moisture and balance in the conditions of the crop rotations of the northern steppe. *Zbirnyk naukovykh prats Instytutu zemlerobstva UAAN* [Collection of scientific works of the Institute of Agriculture of UAAS], 1–2. 28–33. [in Ukrainian]
26. Tsyliuryk, O. I. (2009). *Vplyv sposobiv osnovnoho obrobittu chystoho paru na ahrofizychni vlastyivosti ta vodnyi rezhym igruntu. Ahrokhimiia i gruntovnavstvo* [Injection of the methods of the main processing of pure steam on the agrophysical power and water regime of the soil. Agricultural chemistry and education]: materials International scientific-practical conference of the young blessings of the 125-th woman from the day of the people of O. N. Sokolovskiy "Soil – agrochemical basis for the development of modern agricultural production" (spring 24–25, 2009). Kharkov, 71, 31–36. [in Ukrainian]

Цылюрик А. И.¹, Чорная В. И.¹, Десятник Л. М.², Горшчар В. И.¹ Влияние способов основной обработки почвы на динамику запасов продуктивной влаги в посевах ячменя ярового в условиях северной Степи Украины. *Зерновые культуры*. 2020. Т. 4. № 2. С. 339–352.

¹Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет, ул. Сергея Ефремова, 25,

г. Днепр, 49027, Украина

²Государственное учреждение Институт зерновых культур НААН Украины, ул. Владимира Вернадского, 14, г. Днепр, 49027, Украина

Величина урожая ячменя ярового значительно зависит от резервов почвенной влаги, благодаря которой осуществляются важнейшие жизненные процессы, в частности прорастание семян и укоренение проростков, транспирация, терморегуляция и поступление питательных веществ в растение. Продуктивность ячменя ярового находится в прямо пропорциональной зависимости от влагообеспеченности. При достаточном количестве почвенной влаги, создаются благоприятные условия для роста и развития полевых культур, как результат – повышается их урожайность. В северной Степи высокая продуктивность ячменя ярового, при условии получения своевременных и полных всходов, формируется за счет запасов влаги, накопленных в глубоких слоях почвы в течение осенне-зимнего периода года. Цель исследования заключалась в изучении влияния способов основной обработки почвы на накопление и динамику почвенной влаги в посевах ячменя ярового и ее влияние на формирование урожайности культуры.

Экспериментальные исследования были выполнены в течение 2004–2015 гг. в стационарном полевом опыте Института сельского хозяйства степной зоны НААН (ныне Государственное учреждение Институт зерновых культур НААН). Наличие волнистого рельефа за счет чизельной обработки почвы и растительных остатков на гребнях способствовали существенному уменьшению скорости ветра над поверхностью почвы. Осадки в виде снега концентрировались в углублениях и были надежно защищены от выдувания. Благодаря этому высота снежного покрова, по нашим данным, составляла 14,3 см. На фоне чизельной обработки в связи с наличием значительного количества снега и растительных остатков на поверхности почвы ограничивалась глубина ее промерзания (на 5,4–8,2 см), как результат – более быстрое оттаивание почвы и лучшая аккумуляция воды. При этом интенсивность влагонакопления за осенне-зимний период при возделывании почвы чизельными орудиями преобладала варианты с отвальной вспашкой в среднем на 17,9 мм, а с дисковой обработкой – на 9,2 мм. Повышенный уровень усвоения осадков холодного периода при чизельной обработке можно связать также с полосным разуплотнением почвы в бороздах, что характерно для чизельных агрегатов.

Установлено, что в северной Степи введение консервирующей обработки (чизельной) почвы в случае выращивания ячменя ярового по дифференцированной системе обработки усиливает накопление влаги на 91,0–179,0 м³/га в осенне-зимний период за счет растительных остатков, которые задерживают больше снега, особенно в теплые малоснежные зимы.

Доказано, что введение мелкой мульчирующей системы обработки почвы, несмотря на снижение урожайности зерна ячменя ярового, обуславливает более экономное расходование влаги на единицу урожая – в 1,1–1,2 раза.

Выявлено, что ежегодное применение отвальной и дифференцированной обработки в среднем за годы исследований обеспечивало высокую урожайность зерна, минимизация обработки преимущественно вызывала ее снижение на 0,22–0,55 т/га. Введение чизельной обработки почвы при дифференцированной системе обработки наиболее эффективный прием в засушливые годы, даже обеспечивает лучшие результаты, чем пахота, поскольку накапливается больше продуктивной влаги за счет значительного количества пожнивных остатков предшественника на поле.

Ключевые слова: ячмень, обработка почвы, влажность почвы, удобрения, дискование, урожайность.

Tsyliuryk O. I.¹, Chorna V. I.¹, Desyatnyk L. M.², Horshchar V. I.¹ Influence of methods of basic tillage on the dynamics of productive moisture reserves in spring barley crops in the conditions of the northern Steppe of Ukraine. *Grain Crops*. 2020. 4 (2). 339–352.

¹Dnipro State Agrarian and Economic University, 25, Yefremova Str., Dnipro, 49027, Ukraine

²SE Institute of Grain Crops of National Academy of Agrarian Sciences, 14, Volodymyr Vernadskyi Str., Dnipro, 49027, Ukraine

The yield of spring barley significantly depends on the reserves of soil moisture, which ensures the implementation of all important life processes, including seed germination and rooting of seedlings, transpi-

ration, thermoregulation and supply of nutrients to the plant. The productivity of spring barley is directly proportional to its moisture content. With sufficient soil moisture, favorable conditions for the growth and development of field crops, and ultimately increases their yield. In the northern steppe, high productivity of spring barley, provided timely and full germination, is formed due to moisture reserves accumulated in the deep layers of the soil during the autumn-winter period of the year.

The purpose of the study was to study the influence of the methods of basic tillage on the accumulation and dynamics of soil moisture in spring barley crops and the level of its yield.

Experimental studies were performed during 2004–2015 in a stationary field experiment at the Institute of Grain Crops of the National Academy of Sciences of Ukraine.

The presence of wavy nanorelief during chiselling, as well as plant remains on the ridges contributed to a significant reduction in wind speed in the aboveground layer. Snowfall was concentrated in the depressions and was reliably protected from blowing. Due to this, the height of the snow cover here, according to our data, was the highest and amounted to – 14.3 cm, and as a result faster thawing of the soil and better accumulation of water. At the same time, the intensity of wet accumulation during the autumn-winter period when treated with chisel tools outweighed the options of shelf plowing by an average of 17.9 mm, and disking – 9.2 mm. The increased assimilation of cold precipitation during chiselling can also be associated with strip loosening of the soil in the furrows, which is typical for chisel units.

It is established that in the northern steppe the use of chiseling (chisel) with a differentiated tillage system for spring barley increases the accumulation of moisture by 91.0–179.0 m³/ha in the autumn-winter period due to plant residues that retain more snow, especially in warm snowless winters.

It is proved that the use of a fine mulching system of tillage, despite the reduction of grain yield, contributes to a more economical consumption of moisture per unit of crop in 1.1–1.2 times when growing spring barley.

It was found that the use of annual shelf and differentiated tillage on average over the years of research provides the maximum level of yield, and the minimization of tillage in most years led to its reduction by 0.22–0.55 t/ha. The use of chiseling in a differentiated tillage system is most effective in dry years and even outweighs plowing due to the greater accumulation of productive moisture due to the presence of a significant portion of post-harvest residues of the predecessor that retain moisture under the mulch.

Key words: *spring barley, tillage, soil moisture, fertilizers, disking, yield.*