УДК 631.459; 361.48

ВПЛИВ МІНІМІЗАЦІЇ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА УРОЖАЙНІСТЬ ПОЛЬОВИХ КУЛЬТУР В УМОВАХ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Я. Погромська, н. с.

ORCID ID: 0000-0001-6784-3633

Лабораторія родючості ґрунтів та ґрунтозахисних технологій

ДП ДГ «Донецьке» ННЦ «ІА імені О. Н. Соколовського»

<https://doi.org/10.31734/agronomy2020.01.193>

Погромська Я. Вплив мінімізації обробітку ґрунту на урожайність польових культур в умовах Північного Степу України

Метою досліджень було визначення ефективності мінімізації обробітку ґрунту у технологіях вирощування польових культур за сучасних кліматичних тенденцій в умовах Північного Степу України. Вивчали способи обробітку ґрунту: оранка, плоскорізний безполіцевий та нульовий обробіток (*no-till*). Проведено математичну оптимізацію урожайності ячменю ярого, кукурудзи, соняшнику та пшениці озимої залежно від метеорологічних чинників та обробітку ґрунту.

Визначено, що врожайність ячменю ярого за безполіцевого плоскорізного обробітку може сягати показників, отриманих на фоні оранки, за суми температур повітря періоду перевищення 10°C попереднього року $> 3650^{\circ}\text{C}$. Частота випадків таких умов із часом зростає. Ефективність *no-till* наближається до оранки за середньої температури повітря попереднього жовтня-листопада $< 4,6^{\circ}\text{C}$. Але осені останнім часом тепліші. Щодо кукурудзи, то частота оптимальних умов для безполіцевого плоскорізного обробітку (ГТК попереднього року 0,9–1,3) має тенденцію до зменшення, для нульового (ГТК попереднього року $> 0,7$) – збільшується. Для соняшнику відмова від оранки ефективна, якщо одночасно період активних температур поточного року має кількість опадів < 320 мм, а передуючий рік – суму активних температур $> 3600^{\circ}\text{C}$. Частота таких випадків збільшується. Зростання ефективності безполіцевого обробітку відносно оранки за врожайністю пшениці озимої слід очікувати, якщо ГТК позаминулого року перевищуватиме 0,83, але з часом вірогідність таких умов зменшується. Врожайність пшениці озимої в системі *no-till* переважатиме врожайність за оранки, якщо ГТК поточного року перевищує 1,48 або є меншим за 0,52. Однак частота таких умов за період 1994–2018 рр. становить щонабільше 12 %. Тобто кліматичні тенденції регіону не сприяють відмові від оранки в технологіях вирощування пшениці озимої та застосуванню безполіцевого плоскорізного обробітку під кукурудзу, але свідчать про покращання умов для підвищення ефективності нульового обробітку під кукурудзу та соняшник і безполіцевого плоскорізного обробітку під соняшник та ячмінь ярий.

Ключові слова: урожайність, оранка, безполіцевий плоскорізний обробіток ґрунту, нульовий обробіток, метеорологічні умови.

Pohromska Ya. Effect of tillage minimizing on crop yields in the Northern Steppe of Ukraine

The purpose of the research is to determine the effectiveness of minimizing soil tillage in field crop cultivation technologies under current climatic trends in the Northern Steppe of Ukraine. In the research, the following soil tillage systems were studied, particularly, plowing, subsurface tillage, and *no-till*. Mathematical optimization of spring barley, corn, sunflower, and winter wheat yields was performed depending on the meteorological factors and tillage.

It has been determined that the yield of spring barley while using subsurface tillage can reach the indices, obtained on the background of plowing, under the condition for the sum of air temperatures of the period exceeding 10°C of the previous year $> 3650^{\circ}\text{C}$. The incidence of such conditions increases over time. *No-till* efficiency approaches the plowing at average October-November air temperature $< 4.6^{\circ}\text{C}$. However, autumns have recently become warmer.

As for maize, the frequency of optimal conditions for subsurface tillage (Selianinov hydrothermal coefficient HTC of previous year 0.9–1.3) tends to decrease, for *no-till*, the frequency of optimum conditions (previous year's HTC > 0.7) increases.

For sunflower, the failure to plow is effective if simultaneously the period of active temperatures of the current year has a rainfall > 300 mm, and the previous year has the sum of active temperatures $> 3500^{\circ}\text{C}$. The incidence of such cases decreases over time.

An increase in the efficiency of subsurface tillage to the efficiency of plowing regarding to the winter wheat yields should be expected if the HTC exceeded 0.83 a year before sowing. However, the probability of such conditions decreases. At zero tillage, winter wheat yields will exceed the crop yield by plowing yields if the current year's HTC is greater than 1.48 or less than 0.52. Nevertheless, the frequency of such conditions for the period 1994–2018 reaches not more than 12 %.

Thus, the climate trends of the region do not contribute to the abandonment of plowing in winter wheat cultivation technologies and the use of subsurface tillage under maize, but indicate improved conditions for improving the efficiency of *no-till* for maize and sunflower and to rise the efficiency of subsurface tillage under sunflower and spring barley.

Key words: crop yield, plowing, subsurface tillage, *no-till*, meteorological conditions.

Постановка проблеми. У науковій літературі щодо врожайності сільськогосподарських культур за мінімізації обробітку ґрунту наводять досить суперечливі дані. Як зазначає В. Джулай та ін. (1998) [8], на чорноземі звичайному важко-суглинковому Степу України за нульової технології отримали врожай зерна кукурудзи 41,0 ц/га, а за оранки – 53,5 ц/га. За даними Т. Блисова (1990) [3], на темно-каштановому ґрунті за нульового обробітку відносно варіантів із механічним обробітком ґрунту спостерігається тенденція до зниження урожаю пшениці ярої. Науковець М. Байдюк (2002) [2] вважає, що вирощування кукурудзи на зерно за нульовим обробітком в умовах Степу України є економічно недоцільним, але озимої пшениці – енергетично та економічно виправданим.

На підставі узагальнення даних Х. Аллен (1985) [1] дійшов висновку, що застосування прямої сівби (за умов дотримання вимог до цієї технології) не впливає негативно на розвиток сільськогосподарських культур та їхню урожайність. За даними Л. Губенко та Т. Тарасенко (2019) [7], застосування технології прямої сівби в умовах північної частини Лісостепу України сприяє зменшенню енергетичних витрат за вирощування ріпаку ярого, тобто є енергоощадним агротехнічним заходом порівняно із загальноприйнятим обробітком. Окрім того, як свідчать результати досліджень А. Шенявського (1971) [15], у проти-ерозійному відношенні найефективнішою виявляється безпосередня сівба кукурудзи та інших культур в оброблену гербіцидами дернину трав. За даними Т. Линдіної та ін. (2002) [10], також не спостерігається зниження врожайності сільськогосподарських культур за нульової технології обробітку і навіть встановлено збільшення врожайності проти полицевої технології обробітку ячменю на 16–31 %, кукурудзи на зерно – на 20–25 %. При цьому капіталовкладення зменшуються на 30 %, прямі експлуатаційні витрати – на 22–45 %, витрати пального – понад удвічі, затрати праці – у 3–4 рази. У 1968 році в штаті Місурі отримані високі врожаї кукурудзи за прямого посіву – 97,2 ц/га, які не поступаються урожаю за загальноприйнятими способами обробітку цієї культури.

За даними В. Вовка (1996) [5], за агроландшафтного упорядкування території найбільший результат щодо врожайності сільськогосподарських культур одержано за глибокого плоскорізного обробітку. На думку В. Снігового та ін. (1996) [6], плоскорізний обробіток – прогресивний прийом у землеробстві, який забезпечує не тільки значну

продуктивність культур сівозміни, а й сприяє стабільності врожаїв, ефективності внесених добрив і родючості ґрунту.

За результатами тривалих досліджень О. Циліорик (2019) [14], проведених у Північному Степу України протягом 2001–2015 рр., з'ясовано, що різні способи основного обробітку чорного пару (дисковий, чизельний, полицевий) забезпечують практично однакову продуктивність пшениці озимої. У Лівобережному Лісостепу України, за спостереженнями Н. Будьонного та ін. (1996) [4], суттєвого приросту врожаю гороху залежно від способу обробітку ґрунту не отримано, але після дискування урожайність знизилася порівняно з варіантом оранки на 2,6 ц/га.

Для ефективності того чи іншого способу обробітку ґрунту важливими є гідротермічні умови року. Так, у дослідженнях Н. Матюк та ін. (2012) [11], у вологі роки врожайність озимини була вища за безполицевого обробітку ґрунту, а в посушливі – за мілкого.

Взагалі у світовій землеробській науці та практиці вважають (Конищев А. А., 2013) [9], що обробіток ґрунту впливає на врожайність культур на 0,1–17 % (переважно на 2,5–6 %), а погодні умови – на 31–72 %.

Постановка завдання. Неоднозначність даних щодо ефективності відмови від оранки та залежність її від метеорологічних чинників зумовлює доцільність детального вивчення умов отримання високого рівня врожаю сільськогосподарських культур за різних систем обробітку чорнозему звичайного в ґрунтово-кліматичних умовах Північного Степу України. З огляду на це **метою** наших досліджень було визначення ефективності мінімізації обробітку ґрунту за сучасних кліматичних тенденцій у технологіях вирощування польових культур на території Донецької області.

Лабораторія родючості ґрунтів та ґрунтозахисних технологій ННЦ «ІГА імені О. Н. Соколовського» проводить довгострокові дослідження ефективності мінімізації обробітку ґрунту в умовах Південно-Східного Степу України. Досліджуються три способи обробітку ґрунту: оранка (полицевий обробіток); 2 – плоскорізний різноглибинний (безполицевий обробіток); 3 – без обробітку – нульовий обробіток. Під пшеницю озиму проводився поверхневий обробіток незалежно від способу основного обробітку на ділянці під попередні та наступні культури сівозміни.

Територія досліджень розташована в дослідному господарстві ДП «ДГ «Донецьке», що знаходиться у с. Сухій Балці Ясинуватського району Донецької області: 48°19'39.3 «N 37°46'12.9» E. Ґрунт – чорнозем звичайний слабо еродований легкоглинистий на лесоподібних суглинках.

Наведено результати спостережень у межах двох польових стаціонарних дослідів: 1) вивчення можливостей відновлення властивостей ґрунту із застосуванням різних систем удобрення за відмови від оранки (сівозмінна польова зерно-просапна 7-пільна: кукурудза на силос, пшениця озима, кукурудза на зерно, ячмінь, кукурудза на силос, пшениця озима, соняшник); 2) вивчення впливу на показники родючості чорнозему звичайного мінімізації основного обробітку ґрунту (сівозмінна польова зерно-просапна 8-пільна:

кукурудза на силос, пшениця озима, кукурудза на зерно, ячмінь, соняшник, зерноsumіш, пшениця озима, кукурудза на зерно). Досліджено динаміку ефективності мінімізації обробітку ґрунту щодо врожаю ячменю ярого, кукурудзи, соняшнику та пшениці озимої. Метеорологічні спостереження проведено за даними метеопоста ДП «ДГ «Донецьке» у с. Сухій Балці.

Виклад основного матеріалу. Територія проведення досліджень належить до Степової кліматичної зони України з помірно континентальним кліматом, що характеризується спекотним літом і помірно холодною зимою з нестабільним сніговим покривом. Період проведення спостережень характеризується яскраво вираженою контрастністю погодних умов (табл. 1).

Таблиця 1

Гідротермічні параметри періоду 1994–2018 рр.

Рік	Сума опадів періоду температур >10 °C, мм	Сума температур повітря періоду перевищення 10 °C, °C	ГТК
1994	243	3736	0,65
1995	536	3461	1,55
1996	306	3488	0,88
1997	374	2990	1,25
1998	197	3736	0,53
1999	238	3733	0,64
2000	329	3482	0,94
2001	605	3625	1,67
2002	332	3650	0,91
2003	349	3293	1,06
2004	374	3371	1,11
2005	218	3735	0,58
2006	239	3632	0,66
2007	206	3826	0,54
2008	427	3621	1,18
2009	176	3744	0,47
2010	310	3911	0,79
2011	245	3521	0,70
2012	375	4116	0,91
2013	282	3705	0,76
2014	282	3657	0,77
2015	160	3669	0,44
2016	308	4340	0,71
2017	277	3935	0,70
2018	229	4129	0,55
Середні багаторічні	305	3684	0,84

Вивчення метеорологічного впливу на врожайність культур польової зерно-просапної сівозміни показало, що на тлі загальної в ґрунтово-кліматичних умовах регіону тенденції до розподілу ефективності систем обробітку ґрунту, де частіше продуктивність оранки найвища, а нульового обробітку – найменша, існують винятки відповідно до погодних особливостей поточного сільськогосподарського року, а також і попередніх років. Так, ячміль ярий за посушливих умов (1998 р., 1999 р.) віддає перевагу за врожайністю саме нульовому обробітку. Але у роки з ГТК понад або близького до одиниці (2001–2003 рр.) частіше переважають технології інтенсивного навантаження на ґрунт, максимально – оранка. І у надмірно зволжених умовах 2001 року спостерігали перевагу безполіцевого обробітку над поліцевим на 7 %.

Регресійний аналіз дає достатньо щільну лінійну залежність відносного врожаю ячменю ярого за безполіцевого плоскорізного обробітку від суми температур повітря періоду перевищення 10 °С попереднього року (рис. 1, рівняння 1).

Виходячи із рівняння 1, урожайність ячменю ярого за безполіцевого плоскорізного обробітку може сягати показника за оранки або перевищувати його, коли сума температур повітря періоду перевищення 10 °С попереднього року становить понад 3650 °С.

$$y = 0,0168x + 38,636; r = 0,6885, \quad (1)$$

де x – сума середньодобових температур повітря періоду перевищення 10 °С попереднього року, °С; y – приріст урожаю ячменю ярого за безполіцевого плоскорізного обробітку відносно оранки, %.

Рис. 1. Ефективність безполіцевого плоскорізного обробітку під ячміль ярий відносно оранки.

Рис. 2. Частота оптимальних гідротермічних умов для врожаю ячменю ярого за безполіцевого плоскорізного обробітку.

Частота випадків перевищення суми середньодобових температур повітря періоду $> 10^{\circ}\text{C}$ 3650 $^{\circ}\text{C}$ з часом має тенденцію до збільшення (рис. 2).

Тобто динаміка вказує на покращання гідротермічних умов для безполицевого плоскорізного обробітку під ячмінь ярий.

Для нульового обробітку спостерігали від'ємну залежність ефективності від умов осені, а саме від середньої температури повітря жовтня-листопада попереднього року (рис. 3).

Згідно з отриманою залежністю від середньої температури повітря періоду жовтень-листопад попереднього року ефективність нульового обробітку щодо врожайності ячменю ярого підпорядковується рівнянню 2.

$$y = -16,293x + 170,97; r = 0,6228, \quad (2)$$

де x – середня температура повітря періоду жовтень-листопад попереднього року, $^{\circ}\text{C}$; y – приріст врожаю ячменю ярого за нульового обробітку відносно оранки, %.

Виходячи з рівняння 2, ефективність *no-till* за вирощування ячменю ярого наближається до ефективності оранки за прохолодних умов жовтня-листопада (за середньої температури повітря періоду $4,6^{\circ}\text{C}$ або менше).

Однак динаміка метеорологічних показників вказує на погіршення гідротермічних умов щодо ефективності нульового обробітку під ячмінь ярий (рис. 4) з огляду на те, що осені останнім часом теплішають [13].

Для кукурудзи можна також окреслити умови ефективності мінімізації обробітку ґрунту, що, за результатами наших досліджень, залежить не тільки від погодних особливостей періоду вегетації культури, а й від гідротермічних умов попереднього року. Так, згідно з отриманими залежностями ефективності безполицевого та нульового обробітків відносно оранки сильний кореляційний зв'язок визначається ГТК року, що передуює вирощуванню кукурудзи (рис. 5).

Рис. 3. Ефективність нульового обробітку відносно оранки під ячмінь ярий.

Рис. 4. Динаміка частоти випадків зі середньою температурою жовтня-листопада до $4,6^{\circ}\text{C}$.

Рис. 5. Урожайність кукурудзи за безполіцевого та нульового обробітків відносно показників за оранки залежно від ГТК попереднього року.

Відносна продуктивність кукурудзи залежно від ГТК попереднього року за безполіцевого та нульового обробітків підпорядковується залежностям 3 та 4:

$$y_1 = -37,34x^2 + 78,13x + 50,96; R^2 = 0,56, \quad (3)$$

$$y_2 = -50,44x + 97,76; r = 0,87, \quad (4)$$

де x – ГТК попереднього року; y_1 , y_2 – продуктивність кукурудзи за безполіцевого (3) та нульового (4) обробітків до оранки, %.

Згідно з рівнянням 3 максимальну ефективність від безполіцевого обробітку щодо врожайності кукурудзи можна очікувати після ГТК в межах 0,9–1,3. За таких умов можливим є переважання безполіцевого обробітку над поліцевим. За посушливіших умов попереднього року, як і за сильнішого перезволоження, переважає ефективність оранки. Щодо нульового обробітку, то ефективність його збільшується

після посушливих років і зменшується з підвищенням ГТК попереднього року майже лінійно. А ГТК року, що передує, понад 0,7 можна вважати оптимальним для застосування *no-till* під кукурудзу. Окрім того, за передування посушливих років з ГТК близько 0,5 зменшується різниця між ефективністю нульового та безполіцевого обробітків.

Динаміка гідротермічних умов свідчить про те, що частота оптимальних для безполіцевого плоскорізного обробітку (ГТК в межах 0,9–1,3) має тенденцію до зменшення (рис. 6). Останнє п'ятиріччя показало 0 % випадків таких умов проти 40 % у 1994–2003 рр.

Для нульового, навпаки, частота оптимальних гідротермічних умов з часом збільшується. Так, 1994–2003 рр. кількість випадків ГТК $\leq 0,7$ становить 30 %, а за період 2014–2018 рр. – 80 %.

Рис. 6. Динаміка частоти проявів оптимальних щодо врожайності кукурудзи ГТК для безполіцевого (0,9–1,3) та нульового (до 0,7) обробітків.

Для соняшнику відносна ефективність як безполицевого, так і нульового обробітку щодо формування врожайності культури може перевищувати ефективність оранки за кількості опадів періоду зі середньодобовими температурами повітря понад 10 °С поточного року на рівні середніх багаторічних 305 мм, але за умов спекотного попереднього року зі сумою активних температур понад 3600 °С (рис. 7).

Так, за кількості опадів 307 мм та 311 мм у 2002 р. та 2003 р. відповідно і суми активних температур років, що їм передують (3625 °С та 3650 °С відповідно), врожайність на фоні безполицевого обробітку перевищує показники оранки на 6 % та 11 % відповідно, а за нульового обробітку – на 46 % та 73 %. Це узгоджується з метеорологічною залежністю ефективності відмови від обертання скиби щодо фосфатного режиму ґрунту [12]. Саме передування року зі сумою

активних температур понад 3600 °С сприяє перевищенню вмісту фосфатів в орному шарі за безполицевого обробітку відносно оранки, що в разі формування фосфорного живлення як лімітуючого чинника може визначати врожайність культури.

Однак зволоженість у період активних температур поточного року з кількістю опадів 374 мм (2004 р.) із сумою активних температур попереднього року 3293 °С дає максимальне зниження врожаю соняшнику за безполицевого (на 2 %) та нульового (88 %) обробітків відносно оранки. Тобто зволоженість у період вегетації культури за передування прохолодного року є умовою більшої ефективності полицевого обробітку.

Динаміка метеорологічних чинників свідчить про тенденцію до збільшення частоти випадків, що сприяють відмові від обороту пласта при вирощуванні соняшнику (рис. 8).

Рис. 7. Залежність ефективності відмови від обороту пласта для соняшнику від гідротермічних умов поточного і попереднього років.

Рис. 8. Динаміка кількості років з оптимальними для відмови від обороту пласта під соняшник гідротермічними умовами (< 320 мм опадів поточного року + > 3600 °С суми активних температур попереднього року).

Відносна продуктивність пшениці озимої за безполицевого обробітку під попередні та наступні культури сівозміни залежить від ГТК позаминулого року (за рік до посіву пшениці озимої) (рис. 9, рівняння 5):

$$y = 20,17x + 83,11; r = 0,974, \quad (5)$$

де x – ГТК передпосівного року (за рік до посіву);
 y – продуктивність пшениці озимої в системі безполицевого обробітку, до оранки, %.

Виходячи з рівняння 5, перебільшення ефективності безполицевого обробітку відносно оранки щодо врожайності пшениці озимої слід

очікувати, якщо ГТК позаминулого року перевищуватиме 0,83. Тобто безполицевий обробіток за умов достатнього зволоження формує в сівозміні передумови для подальшого зростання врожайності пшениці озимої на фоні поверхневого основного обробітку. Однак динаміка погодних умов свідчить про збільшення частоти посушливих років і зменшення випадків перевищення показника ГТК значення 0,83 (рис. 10). Тобто ефективність вирощування пшениці озимої на варіанті застосування безполицевого плоскорізного обробітку за погодними тенденціями стає сумнівною.

Рис. 9. Продуктивність пшениці озимої в системі безполицевого обробітку залежно від ГТК передпосівного року, до оранки, %

Рис. 10. Динаміка частоти проявів оптимальних гідротермічних умов для безполицевого плоскорізного обробітку під пшеницю озиму ($ГТК \geq 0,83$).

Рис. 11. Продуктивність пшениці озимої за нульового обробітку.

Ефект застосування нульового обробітку щодо врожайності пшениці озимої коливається від негативного (максимально у 2000 році 10 %) до приросту врожайності до 10 % відносно системи полицевого обробітку у 2001 році, який вирізняється максимальним за 22 роки спостереження показником ГТК (1, 67). Тобто для формування позитивного ефекту щодо врожайності пшениці озимої у сівозміні за нульового обробітку важливим є зволожувальний режим поточного року, а саме надмірне зволоження, не характерне для регіону.

Окрім того, встановлено залежність відносної продуктивності пшениці озимої за нульового обробітку від кількості опадів у період перевищення середньодобових температур повітря 10 °С позаминулого року (рис. 11, рівняння 6):

$$y = 43,677x^2 - 86,88x + 133,43; r = 0,977, \quad (6)$$

де x – ГТК поточного року; y – продуктивність пшениці озимої в сівозміні нульового обробітку, до оранки, %.

Згідно з отриманою залежністю (рівняння 6) урожайність пшениці озимої у разі застосування нульового обробітку переважатиме урожайність за оранки, якщо ГТК поточного року перевищує 1,48 або є меншим за 0,52. Але частота таких умов за 1994–2018 рр. становить щонайбільше 12 %.

Висновки. За кліматичних змін в умовах Північного Степу України відмова від оранки стає ризикованішою для пшениці озимої, як і застосування безполицевого плоскорізного обробітку у вирощуванні кукурудзи. При цьому зменшується ймовірність погіршення врожайності кукурудзи та соняшнику за нульового обробітку та зростає ефективність безполицевого плоскорізного обробітку під соняшник та ячмінь ярий.

Подяка. Автор висловлює свою вдячність кандидату с.-г. наук Лактіоновій Тетяні Миколаївні за консультації та поради щодо структуризації даних.

Бібліографічний список

1. Аллен Х. Г. Прямой посев и минимальная обработка почвы. Москва: Агропромиздат, 1985. 208 с.
2. Байдюк М. І. До оцінки щільності ґрунту за нульової технології обробітку. *Агрохімія і ґрунтознавство. Спеціальний випуск до VI з'їзду УТГА. Книга II*. Харків, 2002. С. 11–12.
3. Блисов Т. М. Сравнение нулевой и традиционной обработок. *Земледелие*. 1990. № 5. С. 57.
4. Буденный Ю. В., Заяц А. Н., Шевченко Н. В. Влияние разных способов безотвальной обработки на физико-химические свойства чернозема типичного и продуктивность культур севооборота. *Тези доповідей на конференції, присвяченій 50-річчю факультету агрохімії та ґрунтознавства*. Харків, 1996. С. 33.
5. Вовк В. Я. Ефективність технологій обробітку ґрунту в умовах ґрунтозахисного агроландшафту. *Тези доповідей на конференції, присвяченій 50-річчю факультету агрохімії та ґрунтознавства*. Харків, 1996. С. 85.
6. Вплив різних систем обробітку ґрунту на продуктивність сівозміни і врожайність культур Південного Степу України / В. С. Сніговий та ін. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 1998. № 59. С. 160–168.
7. Губенко Л. В., Тарасенко Т. В. Вплив удобрення та обробітку ґрунту на продуктивність ріпаку ярого. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 1 (790). С. 5–11. doi: <https://doi.org/10.31073/agroviznyk201901-01>.
8. Джулай В. І., Байдюк М. І. Зволоження ґрунту при застосуванні ґрунтозахисних технологій. *Агрохімія і ґрунтознавство. Спеціальний випуск до VI з'їзду УТГА. Книга II*. Харків, 1998. С. 44.
9. Конищев А. А. Обработка почвы: вчера, сегодня, завтра. Иваново: ФГОУ ВПО ИГСХА им. академика Д. К. Беляева, 2013. 127 с.

10. Линдіна Т. С., Медведєв В. В. Екологічні й економічні аспекти мінімального обробітку чорноземів Лівобережного Лісостепу України. *Агрохімія і ґрунтознавство. Спеціальний випуск до VI з'їзду УТГА. Книга II*. Харків, 2002. С. 113–115.
11. Матюк Н., Солдатова С., Кашеева Д. Эффективность сидератов в экологизации и биологизации земледелия. *Главный агроном*. 2012. № 7. С. 7–11.
12. Погромська Я. А. Вплив гідрометорологічних умов травня на вміст рухомого фосфору в ґрунті за різних способів основного обробітку. *Агрохімія і ґрунтознавство: Міжвідомчий тематичний науковий збірник. спец. випуск до XI з'їзду ґрунтознавців та агрохіміків України. Книга I. «Ґрунтові ресурси: вчора, сьогодні, завтра»*. Харків, 2018. С. 155–156.
13. Погромська Я. А. Динаміка температури поверхні ґрунту за кліматичних змін в умовах Донецького регіону. *Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Інноваційні технології в умовах зміни клімату»*. Полтава, 2019. С. 22–25.
14. Циліорик О. І. Вплив систем основного обробітку ґрунту та удобрення на урожайність парової пшениці озимої в Північному Степу України. *Зернові культури*. 2019. Т. 3, № 1. С. 110–119. doi: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0067>.
15. Шенявский А. Л. Минимальная обработка почвы и ее эффективность: аналитический обзор. Москва, 1971. 70 с.

Стаття надійшла 29.02.2020