

DOI: 10.32636/01308521.2021-(70)-1-3

УДК 631.51:631.423

**С. С. БЕГЕЙ, кандидат сільськогосподарських наук**

**Н. В. КАРАСЕВИЧ, науковий співробітник**

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

*вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Пустомитівського р-ну Львівської обл.,*

*81115, e-mail: begey100357@gmail.com*

## **ВПЛИВ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ЙОГО ЩІЛЬНІСТЬ ТА ВОЛОГІСТЬ У ПОСІВАХ ЖИТА ОЗИМОГО НА СХИЛОВИХ ЗЕМЛЯХ ПЕРЕДКАРПАТТЯ**

Ґрунтовий покрив Передкарпаття представлений здебільшого дерново-підзолистими поверхнево оглеєними ґрунтами. Ці ґрунти малородючі через несприятливі фізико-хімічні властивості при відносному багатстві валових форм поживних речовин. Тому необхідно розробляти агротехнічні заходи, які спрямовані на поліпшення аерації, теплового режиму й послаблюють негативний вплив надмірного зволоження, а в критичні періоди покращують забезпечення вологою.

Одним з основних заходів, спрямованих на поліпшення агрофізичних властивостей ґрунту та його родючості, є впровадження раціональної системи обробітку ґрунту, зокрема основного обробітку.

Метою досліджень було встановлення зміни агрофізичних властивостей (щільності складення, вологості й загальної пористості) ґрунту залежно від різноглибинних способів основного обробітку і їхнього впливу на врожайність жита озимого в умовах Передкарпаття.

Встановлено, що виконання оранки на 20–22 см з розпушуванням підорного шару на 12–14 см забезпечило зменшення щільності ґрунту на 0,01–0,04 г/см<sup>3</sup>, що позитивно впливало на ріст і розвиток озимого жита.

Оранка з розпушуванням підорного шару ґрунту сприяла кращому нагромадженню і збереженню вологи порівняно з іншими варіантами. Так, у варіанті з оранкою на 20–22 см запаси продуктивної вологи були вищими на 2,6–7,9%, а у варіанті з мілкою оранкою (на 12–14 см) – на 2,6–7,0%. Одна з причин цього явища полягає в тому, що загальна пористість ґрунту після оранки на 20–22 см з розпушуванням підорного шару на 12–14 см вища порівняно з іншими варіантами. Так, загальна пористість на 0,1–1,2% і повітряємність ґрунту на 0,2–1,1% на початок весняної вегетації і на 0,1–0,8% та 0,2–1,7% відповідно перед збиранням були вищі після оранки на 20–22 см з розпушуванням підорного шару на 12–14 см порівняно з полицевою (20–22 см) та мілкою (14–16 см) оранками.

Застосування оранки на 20–22 см з розпушуванням підорного шару на 12–14 см забезпечило зростання врожайності озимого жита порівняно зі звичайною оранкою (20–22 см) на 1,2%, а з мілкою (14–16 см) – на 4,3%, причому внесення мінеральних добрив підвищило ефективність цього агрозаходу на 5,3–11,1%.

Вищу на 17,8–17,2% рентабельність забезпечує оранка на 20–22 см із розпушуванням підорного шару ґрунту на 12–14 см у варіантах з удобренням порівняно з такими ж варіантами, де застосовували мілку оранку (14–16 см) та оранку на 20–22 см.

**Ключові слова:** обробіток, агрофізичні властивості ґрунту, об'ємна маса, вологість, пористість, урожайність.

**Stepan Begei, Nataliia Karasevych**

Institute of Agriculture of the Carpathian Region NAAS

**Influence of main soil treatment on its density and humidity in winter rye crops on the slope lands of the Precarpathia**

The soil cover of Precarpathia is represented mainly by sod-podzolic surface-gleyed soils. These soils have low fertility due to unfavorable physicochemical properties with a relative richness of gross forms of nutrients. In this regard, it is necessary to develop agronomic measures aimed at improving aeration, heat supply, reducing harmful effects of excessive moisture, and in critical periods improve moisture supply.

One of the main measures aimed at improving the agrophysical properties of the soil and its fertility is the introduction of a rational system of tillage, in which a significant place is given to the main tillage.

The aim of the research was to establish changes in agrophysical properties (composition density, moisture and total porosity) of soil depending on different depths of the main tillage methods and their influence on winter rye yield in the Precarpathia conditions.

It was found that plowing 20–22 cm in depth with loosening of the subsoil layer by 12–14 cm provided a decrease in the bulk density of the soil by 0.01–0.04 g/cm<sup>3</sup>, which had a positive effect on the growth and development of winter rye.

Plowing with loosening of the subsoil layer of the soil contributed to better accumulation and retention of moisture compared to other options. Thus, in comparison with the options for conventional plowing (20–22 cm), the reserves of productive moisture were higher by 2.6–7.9%, and for the options where shallow plowing was carried out (12–14 cm) by 2.6–7.0%. One of the reasons for this phenomenon is that the total porosity is higher compared to other options.

Higher total porosity (by 0.1–1.2%) and air capacity of the soil (by 0.2–1.1%) at the beginning of spring vegetation and by 0.1–0.8% and 0.2–1.7%, respectively, before harvesting was obtained by plowing 20–22 cm with loosening of the subsoil layer by 12–14 cm in comparison with shelf plowing (20–22 cm) and shallow plowing (14–16 cm).

Carrying out plowing on 20–22 cm with loosening of a subsoil layer on 12–14 cm provided increase in productivity of winter rye in comparison with usual plowing (20–22 cm) on 1.2%, and with shallow (14–16 cm) on 4.3%, and the application of mineral fertilizers increased the efficiency of this agricultural measure by 5.3–11.1%.

Carrying out plowing on 20–22 cm with loosening of a subsoil layer of soil on 12–14 cm provides on fertilized variants higher by 17.8–17.2% profitability in comparison with the same variants where shallow plowing (14–16 cm) and plowing was carried out. at 20–22 cm.

**Key words:** tillage, agrophysical properties of soil, bulk density, moisture, porosity, yield.

**Вступ.** Раціональний механічний обробіток ґрунту відіграє важливу роль у регулюванні ґрунтових умов життя рослин [1, 11, 14, 31, 33, 39]. Від його якості залежить ефективність багатьох агротехнічних заходів (удобрення, урожайність тощо). Основною ланкою в системі механічного обробітку ґрунту як складової технологічного циклу з вирощування сільськогосподарських культур є основний обробіток ґрунту, тобто дія ґрунтообробними знаряддями на глибину орного шару чи глибше з метою надання ґрунту оптимальних параметрів для росту рослин. Обробіток сам по собі не додає чогось у ґрунт, однак він впливає на співвідношення твердої, рідкої та газоподібних фаз ґрунтової системи, на різносторонні фізико-хімічні й біологічні процеси, тобто відіграє роль основного фактора, створюючи фізичні умови родючості ґрунту, і є одним з основних способів боротьби з бур'янами, хворобами і шкідниками сільськогосподарських культур [6, 19, 24, 25, 32].

Однак зниження ступеня інтенсивності шляхом необґрунтованої заміни плужного обробітку безвідвальними способами, зменшення його глибини не завжди є виправданими з огляду як на рівень продуктивності культур, так і на екологічну рівновагу в ґрунті. Науковими дослідженнями доведено (В. Сайко, А. Малієнко, 2009; О. Качмар та ін., 2013; Я. Цвей та ін. 2014; S. Grynyuk, 2019, та ін.), що в системах обробітку ґрунту мають раціонально поєднуватись різноглибинні полицеві оранки й поверхневі безполицеві операції.

ґрунтовий покрив Передкарпаття представлений здебільшого дерново-підзолистими поверхнево оглеєними ґрунтами. Основним фактором, що обмежує їхню родючість, є оглеєння верхніх горизонтів ґрунту, викликане застоєм атмосферних опадів над щільним ілювіальним горизонтом, що негативно впливає на ріст і розвиток рослин. Крім того, вони малоструктурні, мають низьку аерацію і

водопроникність. Тому розроблення агротехнічних заходів, які спрямовані на поліпшення аерації, теплового режиму й послаблюють негативний вплив надмірного зволоження, а в критичні періоди покращують забезпечення вологою, є актуальним.

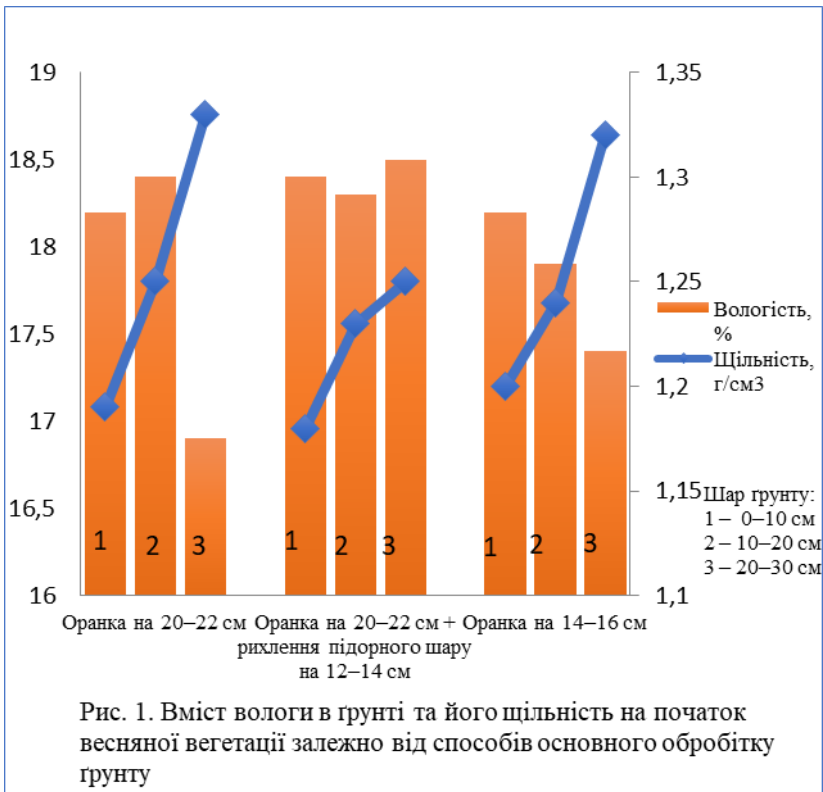
Метою досліджень було встановлення зміни агрофізичних властивостей (щільності складення й загальної пористості) ґрунту залежно від різноглибинних способів основного обробітку і їхнього впливу на врожайність жита озимого в умовах Передкарпаття.

**Матеріали і методи.** Дослідження проводили на дерново-підзолистому поверхнево оглеєному ґрунті зі схилом 1–3° в короткоротаційній зерновій сівозміні: 1) озиме жито; 2) овес + горох; 3) озимий ріпак; 4) кормові боби. Об'єктом досліджень було обрано агроценоз жита озимого (сорт Ант). Предмет досліджень – різноглибинні обробітки ґрунту, урожайність жита озимого. Агрофізичні властивості визначали за такими методиками. Щільність складення – методом ріжучого кільця пошарово через кожні 10 см до глибини 30 см (ДСТУ ISO 11272–2001) [28]. Загальну пористість обчислювали співвідношенням щільності складення ґрунту й щільності твердої фази, польову вологість – термоваговим методом, Зразки ґрунту відбирали через 10 см на глибину 30 см (ДСТУ ISO 11465:2001) [28] при відновленні вегетації (весною) та перед збиранням жита озимого.

Основний обробіток ґрунту: оранку проводили плугом ПЛН-3-35, оранку з розпушуванням підорного шару – плугом із ґрунтопоглиблювачами, дискування – БДТ-3,0. Інші операції – загальноприйняті для умов Передкарпаття.

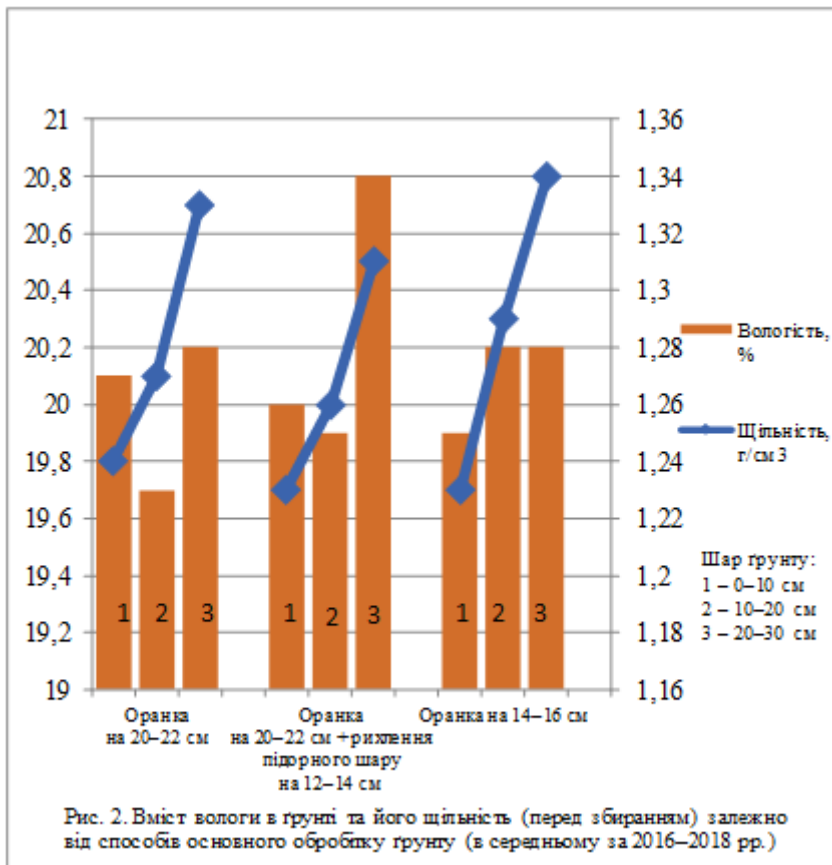
**Результати та обговорення.** На врожайність рослин великий вплив мають водно-фізичні властивості ґрунту, у формуванні яких значна роль належить основному обробітку [3, 5, 29, 30, 38].

Дані наших досліджень виявили певну залежність водно-фізичних властивостей ґрунту від способів основного обробітку. Вода належить до найбільш істотних біофізичних факторів, що відіграють величезну роль у формуванні врожаю культур та ґрунтової родючості. Аналіз вмісту вологи в ґрунті в період відновлення весняної вегетації засвідчив, що застосування обробітку сприяло накопиченню вологи саме в тих шарах, на які були спрямовані заходи механічного обробітку (рис. 1).



Проведені дослідження підтвердили, що заходи обробітку ґрунту розпушували верхні шари, що сприяло утворенню значної кількості вільного простору між ґрунтовими агрегатами. У свою чергу, наявність вільного простору між ґрунтовими часточками сприяла накопиченню вологи, яка надходила з атмосферними опадами. Так, у період відновлення весняної вегетації у шарі ґрунту 0–10 см у варіантах, де проводилася різноглибинна оранка (оранка на 20–22 см, оранка на 20–22 см + рихлення підорного шару на 12–14 см, оранка на 14–16 см), вологість ґрунту становила 18,2–18,6%, у шарі 10–20 см – 17,5–19,1%, у шарі ґрунту 20–30 см – 16,9–18,6% і була вищою у варіанті, де проводилася оранка на 20–22 см + рихлення підорного шару на 12–14 см. Отже, проведення звичайної (на 20–22 см) та мілкої

(на 12–14 см) оранок порівняно з оранкою на 20–22 см + рихлення підорного шару на 12–14 см призводить до непродуктивних втрат гравітаційної вологи. Подібну закономірність відмічено й перед збиранням урожаю (рис. 2).



Умови формування врожайності сільськогосподарських культур оцінюють за кількістю вологи, яка доступна й використовується рослинами, її називають продуктивною вологою [7, 9, 16]. На створення 1 ц зерна жито витрачає 6–8 мм запасів продуктивної вологи. В наших дослідженнях після проведення різноглибинних обробітків запас продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–30 см на початок весняної вегетації становив 34,2–36,9 мм. Зокрема, у

варіантах, де проводилася оранка на 20–22 см, – 34,2–35,1 мм, у варіантах з оранкою на 20–22 см + розпушування підорного шару на 12–14 см – 35,7–36,9 мм і у варіантах, де застосовувалась мілка оранка (на 14–16 см), – 34,5–35,1 мм, а перед збиранням урожаю – 49,4–49,6; 50,1–50,7 та 50,4–50,8 мм відповідно.

Отже, оранка з розпушуванням підорного шару ґрунту сприяла кращому нагромадженню і збереженню вологи, ніж інші варіанти. Так, порівняно з варіантами з проведенням звичайної оранки (на 20–22 см) запаси продуктивної вологи були вищими на 2,6–7,9%, а з варіантами, де проводилась мілка оранка (на 12–14 см), – на 2,6–7,0%. Одна з причин цього явища полягає в тому, що загальна пористість вища, ніж в інших варіантах (табл. 1).

### 1. Вплив способів обробітку та норм удобрення на загальну пористість та повітроємність ґрунту під озимим житом (0–30 см), % (в середньому за 2016–2018 рр.)

№	Варіант		Початок весняної вегетації		Перед збиранням	
	Обробіток	Норми удобрення	Загальна пористість	Повітроємність	Загальна пористість	Повітроємність
1	Оранка на 20–22 см	Без добрив	55,4	42,5	51,6	26,4
2		N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	55,5	41,8	51,6	26,6
3		N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	55,8	42,2	51,6	26,6
4	Оранка на 20–22 см + рихлення підорного шару на 12–14 см	Без добрив	56,6	43,6	51,9	27,0
5		N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	56,0	42,6	51,7	26,2
6		N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	55,6	41,8	51,9	26,4
7	Оранка на 14–16 см	Без добрив	55,6	43,0	51,1	25,3
8		N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	55,6	42,4	51,2	26,2
9		N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	55,0	41,9	51,2	25,7

Об'ємна маса є основною агрономічною характеристикою ґрунту, яка відображає його будову, водно-фізичні властивості й

біологічну активність [12, 35, 36]. Попри досить тривалий період від проведення основного обробітку восени до початку весняного відновлення вегетації, впродовж якого ґрунт самоущільнюється, різниця в показниках щільності орного шару у варіантах досліду була досить помітною. В наших дослідженнях щільність у шарі ґрунту 0–30 см (на початок весняної вегетації) у варіантах, де проводилась звичайна оранка (20–22 см), становила 1,25–1,26 г/см<sup>3</sup>, у варіантах із рихленням підорного шару – 1,22–1,23 г/см<sup>3</sup> і у варіантах із мілкою оранкою (14–16 см) – 1,25 г/см<sup>3</sup>. Перед збиранням – 1,28, 1,26–1,27 і 1,28–1,29 г/см<sup>3</sup> відповідно. Як і на початок весняної вегетації, так і перед збиранням урожаю нижчу щільність ґрунту (на 0,01–0,04 г/см<sup>3</sup>) відмічено у варіантах, де проводилося рихлення підорного шару ґрунту (табл. 2).

## 2. Щільність ґрунту під озимим житом залежно від способів основного обробітку та норм удобрення (в середньому за 2016–2018 рр.)

№	Варіант		Шар ґрунту, см	Оранка на 20–22 см	Оранка на 20–22 см + рихлення підорного шару на 12–14 см	Оранка на 14–16 см
	Обробіток	Норми удобрення				
1	2	3	4	5	6	7
1	Початок весняної вегетації	Без добрив	0–10	1,19	1,18	1,20
2			10–20	1,25	1,23	1,24
3			20–30	1,33	1,25	1,32
4		N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	0–10	1,18	1,18	1,19
5			10–20	1,26	1,24	1,24
6			20–30	1,32	1,26	1,31
7		N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	0–10	1,18	1,19	1,19
8			10–20	1,25	1,23	1,25
9			20–30	1,31	1,25	1,31



1	2	3	4	5	6	7
10	Перед збиранням	Без добрив	0–10	1,24	1,23	1,23
11			10–20	1,27	1,26	1,29
12			20–30	1,33	1,31	1,34
13		N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	0–10	1,23	1,23	1,23
14			10–20	1,28	1,26	1,28
15			20–30	1,33	1,30	1,34
16		N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	0–10	1,23	1,23	1,23
17			10–20	1,28	1,26	1,28
18			20–30	1,32	1,30	1,34

Отже, проведення оранки на 20–22 см з рихленням підорного шару на 12–14 см забезпечило зниження об'ємної маси ґрунту на 0,01–0,04 г/см<sup>3</sup>, що позитивно вплинуло на ріст і розвиток озимого жита.

Поряд з об'ємною масою ґрунту важливими агрофізичними показниками є пористість та повітроємність, необхідні для нормальної діяльності мікроорганізмів, росту й розвитку кореневої системи рослин і накопичення вологи в ґрунті [13, 22, 26, 37]. Сумарна кількість проміжків (капілярних і некапілярних) становить загальну пористість ґрунту. Найбільш відомі оцінки якості порового простору запропоновано Н. А. Качинським [10] і О. Г. Дояренко [7]. Згідно зі шкалою Н. А. Качинського, якість орного шару ґрунту є найкращою, якщо він має загальну пористість 65–55%, задовільною – 55–50%, незадовільною – менше 50%. Вважається, що оптимальні умови аерації мінеральних ґрунтів забезпечуються при вмісті ґрунтового повітря на рівні 20–40%. При падінні повітроємності нижче 15% газообмін між атмосферою і ґрунтом розглядається як незадовільний [4]. Вищу загальну пористість (на 2,2%) і повітроємність ґрунту (на 2,6%) на початок весняної вегетації і на 1,6 та 10,7% відповідно перед збиранням отримано при проведенні оранки на 20–22 см з рихленням підорного шару на 12–14 см порівняно з полицевою (20–22 см) та мілкою (14–16 см) оранками.

Внесення мінеральних добрив не мало істотного впливу на повітряні властивості ґрунту. Так, після оранки на 20–22 см на початок весняної вегетації загальна пористість у шарі ґрунту 0–30 см у варіанті без добрив становила 55,4%, при внесенні N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> – 55,5%, N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> – 55,8%, повітроємність – 42,5; 41,8 та 42,2%. При проведенні оранки на 20–22 см з розпушуванням підорного шару на 12–14 см у варіанті без добрив загальна пористість була 56,6%, при внесенні N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> –

56,0%,  $N_{90}P_{90}K_{90}$  – 55,6%, повітроємність – 43,6; 42,6 та 41,8%; при оранці на 14–16 см загальна пористість становила 55,6; 55,6 та 55,0%, повітроємність – 43,0; 42,4 та 41,9% відповідно. Перед збиранням урожаю також не відмічено значного впливу норм добрив на загальну пористість та повітроємність ґрунту.

Отже, на загальну пористість і повітроємність ґрунту (в шарі 0–30 см) значний вплив мали способи основного обробітку, впливу норм удобрення не відмічено. Вищу загальну пористість на 2,2% і повітроємність ґрунту на 2,6% на початок весняної вегетації та на 1,6 і 10,7% перед збиранням забезпечила оранка на 20–22 см з розпушуванням підорного шару на 12–14 см.

Приріст урожайності становив від проведення оранки на 20–22 см з розпушуванням підорного шару ґрунту на 12–14 см у варіантах без добрив 1,2–4,3%, при внесенні  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – 5,3–8,6%, а зі збільшенням норм удобрення до  $N_{90}P_{90}K_{90}$  – 6,9–11,1% порівняно з іншими варіантами обробітку ґрунту.

Отже, в середньому за три роки досліджень проведення оранки на 20–22 см з розпушуванням підорного шару на 12–14 см забезпечувало підвищення врожайності озимого жита порівняно із звичайною оранкою (20–22 см) на 1,2%, а з мілкою (14–16 см) – на 4,3%, причому внесення мінеральних добрив збільшувало ефективність цього агрозаходу на 5,3–11,1%.

Аналіз економічної ефективності вирощування озимого жита на зерно засвідчив, що вищий рівень рентабельності отримано у варіантах, де проводили оранку на 20–22 см з рихленням підорного шару ґрунту на 12–14 см. Отже, проведення оранки на 20–22 см з розпушуванням підорного шару ґрунту на 12–14 см забезпечує в удобрених варіантах вищу на 17,8–17,2% рентабельність порівняно з такими ж варіантами, де проводили мілку оранку (14–16 см) й оранку на 20–22 см.

Енергетична оцінка вирощування сільськогосподарських культур є стабільним показником і передбачає визначення співвідношення певної кількості енергії, вираженої рівнем їхньої врожайності, та сукупних витрат енергії на виробництво цього врожаю [2, 15, 21]. Енергетичний аналіз запропонованих способів основного обробітку ґрунту свідчить, що більш ефективним є проведення оранки на 20–22 см з розпушуванням підорного шару ґрунту на 12–14 см порівняно з оранкою на 20–22 см і мілкою оранкою (14–16 см). Так, вищий енергетичний еквівалент на 3,8–7,2% порівняно зі звичайною оранкою і на 3,2–14,3% порівняно з мілкою (14–16 см) забезпечила

оранка на 20–22 см з розпушуванням підорного шару ґрунту на 12–14 см.

### **Висновки:**

1. Проведення звичайної (на 20–22 см) та мілкої (на 12–14 см) оранок порівняно з оранкою на 20–22 см + рихлення підорного шару на 12–14 см призводить до непродуктивних втрат гравітаційної вологи. Подібну закономірність відмічено й перед збиранням урожаю. Так, порівняно з варіантами з проведенням звичайної оранки (на 20–22 см) запаси продуктивної вологи були вищими на 2,6–7,9%, а з варіантами, де проводилась мілка оранка (на 12–14 см), – на 2,6–7,0%. Одна з причин цього явища полягає в тому, що загальна пористість вища, ніж в інших варіантах.

2. Проведення оранки на 20–22 см з розпушуванням підорного шару на 12–14 см забезпечує зниження об'ємної маси ґрунту на 0,01–0,04 г/см<sup>3</sup>, що позитивно впливає на ріст і розвиток озимого жита.

3. Вищу загальну пористість на 0,1–1,2% і повітроємність ґрунту на 0,2–1,1% на початок весняної вегетації і на 0,1–0,8 та 0,2–1,7% відповідно перед збиранням отримано при проведенні оранки на 20–22 см з рихленням підорного шару на 12–14 см порівняно з полицевою (20–22 см) та мілкою (14–16 см) оранками.

4. Проведення оранки на 20–22 см з розпушуванням підорного шару на 12–14 см забезпечувало підвищення врожайності озимого жита порівняно зі звичайною оранкою (20–22 см) на 1,2%, а з мілкою (14–16 см) – на 4,3%, причому внесення мінеральних добрив збільшувало ефективність цього агрозаходу на 5,3–11,1%.

5. Проведення оранки на 20–22 см з розпушуванням підорного шару ґрунту на 12–14 см забезпечує в удобрених варіантах вищу на 17,8–17,2% рентабельність порівняно з такими ж варіантами, де проводили мілку оранку (14–16 см) та оранку на 20–22 см.

6. Вищий енергетичний еквівалент на 3,8–7,2% порівняно зі звичайною оранкою і на 3,2–14,3% порівняно з мілкою (14–16 см) забезпечила оранка на 20–22 см з розпушуванням підорного шару ґрунту на 12–14 см.

### **Список використаної літератури**

1. Беліхіна А. В. Реакція сортів проса на способи основного обробітку ґрунту залежно від попередників в Лісостепу України. *Вісник Центру наук забезпечення АПВ Харків. обл.* 2014. Вип. 16. С. 12–17.

### **References**

1. Belikhina A. V. Reaction of millet varieties to the methods of basic tillage depending on the predecessors in the Forest-Steppe of Ukraine. *Bulletin of the Center for Scientific Support of the APV of Kharkiv region.* 2014. Vol. 16. P. 12–17.

2. Біоенергетична оцінка сільськогосподарського виробництва / за ред. Ю. О. Тараріко. Київ : Аграрна наука, 2005. 200 с.
3. Бондарев А. Г. Воздушные свойства и воздушный режим почв. *Агрофизические методы исследования почв*. Москва : Наука, 1966. С. 122–142.
4. Гадзало Я. М., Гладій М. В., Саблук П. Т. Агрономічний потенціал України: напрями розвитку. Київ : Аграрна наука, 2016. 330 с.
5. Гангур В. В. Влияние сельскохозяйственных культур, их соотношения в разноротационных севооборотах Левобережной Лесостепи Украины на плотность почвы и урожайность. *Вестник Прикаспия*. 2018. № 1 (20). С. 36–43.
6. Дегодюк С. Е., Літвінова О. А., Кириченко А. В. Баланс поживних речовин за тривалого застосування добрив у зерно-просапній сівозміні. *Вісник аграрної науки*. 2014. № 7. С. 16–19.
7. Дояренко А. Г. Избранные сочинения. Москва : Изд-во с.-х. литературы, плакатов и журналов, 1963. 495 с.
8. Економічна й енергетична ефективність вирощування пшениці озимої за різних способів основного обробітку ґрунту та доз мінерального живлення / М. П. Малярчук та ін. *Зрошувальне землеробство*. 2019. Вип. 71. С. 96–100.
9. Камінський В. Ф., Гангур В. В. Динаміка продуктивної вологи в ґрунті за вирощування пшениці озимої в сівозмінах Лівобережного Лісостепу України. *Вісник Полтав. держ. аграрної акад.* 2018. № 3. С. 11–14.
10. Качинский Н. А. Оценка основных физических свойств в агрономических целях и природного плодородия по механическому составу. *Почвоведение*. 1958. № 5. С. 80–83.
11. Кирилюк В. П. Продуктивність гречки залежно від систем основного обробітку ґрунту та удобрення. *Вісник*
2. Bioenergy assessment of agricultural production / za red. Yu. O. Tarariko. Kyiv : Ahrarna nauka, 2005. 200 p.
3. Bondarev A. G. Air properties and air regime of soils. *Agrophysical methods of soil research*. Moskva : Nauka, 1966. P. 122–142.
4. Gadzalo Y. M., Gladiy M. V., Sabluk P. T. Agronomic potential of Ukraine: directions of development. Kiev : Agricultural Science, 2016. 330 p.
5. Hanhur V. V. Influence of agricultural crops, their ratios in multi-rotation crop rotations of the left-bank Forest-Steppe of Ukraine on soil density and productivity. *Vestnyk Prykaspia*. 2018. No. 1 (20). P. 36–43.
6. Dehodiuk S. E., Litvinova O. A., Kyrychenko A. V. Balance of nutrients with long-term application of fertilizers in grain-row crop rotation. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2014. No. 7. P. 16–19.
7. Doyarenko A. G. Selected works. Moskva : Izd-vo s.-h. literature, posters and magazines, 1963. 495 p.
8. Economic and energy efficiency of growing winter wheat with different methods of basic tillage and doses of mineral nutrition / M. P. Maliarchuk et al. *Zroshuvalne zemlerobstvo*. 2019. Vol. 71. P. 96–100.
9. Kaminskyi V. F., Hanhur V. V. Dynamics of productive moisture in the soil for growing winter wheat in crop rotations of the left-bank Forest-Steppe of Ukraine. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2018. No. 3. P. 11–14.
10. Kachynskiy N. A. Evaluation of basic physical properties for agronomic purposes and natural fertility by mechanical composition. *Pochvovedenie*. 1958. No. 5. P. 80–83.
11. Kyryliuk V. P. Productivity of buckwheat depending on systems basic tillage and fertilizer. *Bulletin of the Center for Scientific Support of the APV of Kharkiv region*. 2014. Vyp. 17. P. 28–33

*Центру наук. забезпечення АПВ Харків. обл.* 2014. Вип. 17. С. 28–33.

12. Ковриго В. П., Кауричев И. С. Почвоведение с основами геологии. Москва : Колос, 2000. 416 с.

13. Кулаковская Т. Н., Костиюкевич Л. И. Особенности превращений органических удобрений как гумусообразователей в дерново-подзолистой супесчаной почве. *Доклады ВАСХНИЛ*. 1983. № 7. С. 2–5.

14. Медведев В. В. Агро- и экофизика почв. Харьков : Полосатая типография, 2015. 312 с.

15. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ : Урожай, 1988. 208 с.

16. Мишин И. Ю. Влияние растительных остатков и гумусовых веществ на эффективное плодородие дерново-подзолистых почв в Украине. *Економіка АПК*. 2015. № 12. С. 5–8.

17. Нові системи основного обробітку ґрунту в умовах Західного Лісостепу й Передкарпаття / О. Й. Качмар та ін. *Аграрна наука – виробництво*. Київ, 2013. № 1. С. 13.

18. Омеляненко Г. Г. Концептуальні положення відновлення та розвитку зернового виробництва в Україні. *Економіка АПК*. 2015. № 12. С. 5–8.

19. Порівняльна оцінка оранки та чизельного обробітку ґрунту під ячмінь ярій / В. С. Зуза та ін. *Вісник ХНАУ*. Серія: Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання. 2016. Вип. 2. С. 93–104.

20. Сайко В. Ф., Малієнко А. М. Мінімальний та нульовий обробітки ґрунту, стан і перспективи їх запровадження в Україні. *Посібник українського хлібороба*. 2009. С. 178–188.

21. Тараріко Ю. О., Несмашна О. Є., Глушенко Л. Д. Енергетична оцінка систем землеробства і технологій вирощування сільськогосподарських культур : метод. рекомендації. Київ : Нора-принт, 2001. 59 с.

22. Царенко О. М., Злобін Ю. А., Скліяр В. Г. Комп'ютерні методи в

12. Kovryho V. P., Kaurychyev Y. S. Soil science with the basics of geology. Moskva : Kolos, 2000. 416 p.

13. Kulakovskaia T. N., Kostiukovich L. Y. Features of transformations of organic fertilizers as humus-forming agents in sod-podzolic sandy soil. *Doklady VASKhNIL*. 1983. No. 7. P. 2–5.

14. Medvedev V. V. Agro- and ecophysics of soils. Kharkiv : Striped Printing House LLC, 2015. 312 p.

15. Medvedovskiy O. K., Ivanenko P. I. Energy analysis of intensive technologies in agricultural production. Kyiv : Urozhai, 1988. 208 p.

16. Myshyn Y. Yu. Influence of plant residues and humic substances on the effective fertility of sod-podzolic soils in Ukraine. *Економіка АПК*. 2015. No. 12. P. 5–8.

17. New systems of basic tillage in the conditions of the Western Forest-Steppe and Precarpathians / O. Y. Kachmar et al. *Ahrarna nauka – vyrobnytstvu*. 2013. No. 1. P. 13.

18. Omelianenko H. H. Conceptual provisions for the restoration and development of grain production in Ukraine. *Економіка АПК*. 2015. No. 12. P. 5–8.

19. Comparative evaluation of plowing and chisel tillage under spring barley / V. S. Zuzha et al. *Bulletin of KhNAU*. Series: Crop production, selection and aspen growing, fruit and vegetable growing and storage. 2016. Issue 2. Vyp. 2. P. 93–104.

20. Saiko V. F., Malienko A. M. Minimum and zero tillage, the state and prospects of their introduction in Ukraine. *Posibnyk ukrainskoho khliboroba*. 2009. P. 178–188.

21. Tarariko Yu. O., Nesmashna O. Ye., Hlushchenko L. D. Energy assessment of farming systems and technologies for growing crops: guidelines. Kyiv : Nora-rynt, 2001. 59 p.

22. Tsarenko O. M., Zlobin Yu. A., Skliar V. H. Computer methods in

- сільському господарстві та біології. Суми : Університетська книга, 2000. 203 с.
23. Цвей Я. П. Родючість ґрунтів і продуктивність сівозмін : монографія. Київ : Компрінт, 2014. 414 с.
24. Центило Л. В. Вплив систем удобрення та обробітку ґрунту на гумусний стан і біологічні процеси чорнозему типового. *Таврій. наук. вісник*. 2019. Вип. 107. С. 171–177.
25. Циліорик О. І., Шапка В. П. Забур'яненість ячменю ярого залежно від обробітку ґрунту та удобрення у сівозмінах короткої ротації. *Бюлетень Ін-ту зернових культур*. 2016. № 10. С. 25–31.
26. Цюк О. А., Центило Л. В., Мельник В. І. Структурно-агрегатний склад ґрунту залежно від основного обробітку та удобрення. *Агрономія*. 2018. Т. 10. № 5–6. С. 139–145.
27. Якість ґрунту. Визначання сухої речовини та вологості за масою. Гравіметричний метод : ДСТУ ISO 11465-2001 [чинний від 2003-01-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2001. 10 с.
28. Якість ґрунту. Визначання щільності складення на суху масу : ДСТУ ISO 11272-2001 [чинний від 2003-07-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2001. 15 с.
29. Capehart T., Allen E., Bond J. K. Feed Outlook No. (FDS-14D). Economic Research Service, USDA. April, 2014. P. 17.
30. Cluster and principle component analyses of maize accessions under normal and water stress conditions / S. B. M. Hafiz et al. *Journal of Agricultural Sciences*. 2015. Vol. 60. No. 1. P. 33–48.
31. Cumulative effects of a 17-year chemical fertilization on the soil quality of cropping system in the Loess Hilly Region, China / Q. Li et al. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 2013. No. 176. P. 249–259.
32. Determination of the quality index of a Paleudult under sunflower culture and different management systems / agriculture and biology. Sumy : Universytetska knyha, 2000. 203 p.
23. Tsvei Ya. P. Soil fertility and crop rotation productivity. Kyiv : Komprynnt, 2014. 414 p.
24. Tsentylo L. V. Influence of fertilization and tillage systems on humus condition and biological processes of typical chernozem. *Tavriiyski naukovyi visnyk*. 2019. Vol. 107. P. 171–177.
25. Tsyliuryk O. I., Shapka V. P. Weediness of spring barley depending on tillage and fertilization in short rotation crop rotations. *Biuletyn instytutu zernovykh kultur*. 2016. No. 10. P. 25–31.
26. Tsiuk O. A., Tsentylo L. V., Melnyk V. I. Structural and aggregate composition of the soil depending on the main tillage and fertilizer. *Ahronomiia*. 2018. Vol. 10 (5–6). P. 139–145.
27. Soil quality. Determination of dry matter and moisture by weight. Gravimetric method : DSTU ISO 11465-2001 [valid from 2003-01-01]. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2001. 10 p.
28. Soil quality. Determination of the density of addition to the dry mass : DSTU ISO 11272-2001 [valid from 2003-07-01]. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2001. 15 p.
29. Capehart T., Allen E., Bond J. K. Feed Outlook. No. (FDS-14D). Economic Research Service, USDA. April, 2014. P. 17.
30. Cluster and principle component analyses of maize accessions under normal and water stress conditions / S. B. M. Hafiz et al. *Journal of Agricultural Sciences*. 2015. Vol. 60. No. 1. P. 33–48.
31. Cumulative effects of a 17-year chemical fertilization on the soil quality of cropping system in the Loess Hilly Region, China / Q. Li et al. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 2013. Vol. 176. P. 249–259 (30).
32. Determination of the quality index of a Paleudult under sunflower culture and different management systems /

J. C. Fernandes et al. *Soil and Tillage Research*. 2011. No. 112. P. 167–174.

33. Directions of the organizational and investment Mechanism of agricultural landscapes use / O. I. Drobot, M. Kh. Shershun, L. I. Sakharnatska, M. Y. Vysochanska. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2019. Vol. 19. Issue 3. P. 125–132.

34. Grynyk S. I. Efficiency of the basic soil tillage and fertilizer system at growing spring wheat in the conditions of Precarpathian region. *Agrology*. 2019. No. 2 (2). P. 117–121. DOI: <https://doi.org/10.32819/019017/>.

35. Farmlands with smaller crop fields have higher within-field biodiversity / L. Fahrig et al. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2015. Vol. 200. P. 219–234. DOI: 10.1016 / j.agee.2014.11.018.

36. Hallett P., Mooney S., Whalley R. Soil physics: New approaches and emerging challenges. *European Journal of Soil Science*. 2013. Vol. 64 (3). P. 277–278.

37. Hedgerow trees and extended-width field margins enhance macro-moth diversity: implications for management / T. Merckx et al. *J. Appl. Ecol*. 2012. Vol. 49. P. 1396–1404.

38. Mukherjee A., Lal R. Comparison of Soil Quality Index Using Three Methods. *PLoS ONE*. 2014. Vol. 9. Issue 8. e105981. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0105981>.

39. The influence of primary soil tillage on soil weed seed bank and weed incidence in a cereal-grass crop rotation / R. Skuodeiene et al. *Zemdirbyste – Agriculture*. 2013. Vol. 100. No. 1. P. 25–32.

J. C. Fernandes et al. *Soil and Tillage Research*. 2011. No. 112. P. 167–174.

33. Directions of the organizational and investment Mechanism of agricultural landscapes use / O. I. Drobot, M. Kh. Shershun, L. I. Sakharnatska, M. Y. Vysochanska. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2019. Vol. 19. Issue 3. P. 125–132.

34. Grynyk S. I. Efficiency of the basic soil tillage and fertilizer system at growing spring wheat in the conditions of Precarpathian region. *Agrology*. 2019. No. 2 (2). P. 117–121. DOI: <https://doi.org/10.32819/019017/>.

35. Farmlands with smaller crop fields have higher within-field biodiversity / L. Fahrig et al. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2015. Vol. 200. P. 219–234. DOI: 10.1016 / j.agee.2014.11.018.

36. Hallett P., Mooney S., Whalley R. Soil physics: New approaches and emerging challenges. *European Journal of Soil Science*. 2013. Vol. 64 (3). P. 277–278.

37. Hedgerow trees and extended-width field margins enhance macro-moth diversity: implications for management / T. Merckx et al. *J. Appl. Ecol*. 2012. Vol. 49. P. 1396–1404.

38. Mukherjee A., Lal R. Comparison of Soil Quality Index Using Three Methods. *PLoS ONE*. 2014. Vol. 9. Issue 8. e105981. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0105981>.

39. The influence of primary soil tillage on soil weed seed bank and weed incidence in a cereal-grass crop rotation / R. Skuodeiene et al. *Zemdirbyste – Agriculture*. 2013. Vol. 100. No. 1. P. 25–32.

Отримано 20.05.2021