

**АГРОФИЗИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ ПРИ РАЗНЫХ СПОСОБАХ И СРОКАХ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОД ЯЧМЕНЬ**

А. А. Борин, А. Э. Лощинина  
ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА,  
153012, Россия, г. Иваново, ул. Советская, 45,  
E-mail: alinalowinina@gmail.com

Поступила в редакцию 17.04.2023, принята к печати 31.08.2023

На типичной для большинства хозяйств Верхневолжья дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в 2020–2022 гг. изучались способы и сроки проведения основной обработки под ячмень после картофеля. Сравнивались два способа основной обработки почвы – отвальная и плоскорезная на глубину 20–22 см, а также два срока их проведения – осенний и весенний. При отвальной обработке использовался плуг ПЛН-3-35, при плоскорезной – культиватор-плоскорез-глубокорыхлитель КПП-2,2, обработка производилась без оборачивания почвы. Цель исследований – выявить влияние разных способов и сроков основной обработки на агрофизические и биологические свойства почвы, развитие растений, засоренность посева и урожайность ячменя. В результате исследований установлено снижение плотности пахотного слоя почвы после проведения основных обработок – как осенних, так и весенних. Выявлено увеличение влажности почвы по плоскорезным обработкам по сравнению с отвальными, что связано с отсутствием оборота пласта. Перед посевом ячменя по весновспашке отмечены высокая порозность почвы (49,8%) и степень аэрации (52,6%), но меньшее количество макроструктурных и водопрочных агрегатов. По весенним основным обработкам (после их проведения) зафиксирована более низкая плотность (1,17 и 1,19 г см<sup>-3</sup>) и твердость (8,8 и 9,0 кг см<sup>-2</sup>) пахотного слоя почвы, что повлияло на равномерность глубины заделки семян и снизило полевую всхожесть на 2,8 и 4,8%. Более высокий процент разложения льняного полотна (20,6 и 21,0%) и наиболее высокое продуцирование углекислоты почвой (52,1 и 52,4 мг С-СО<sub>2</sub> м<sup>-2</sup> час<sup>-1</sup>) отмечены в вариантах с весенней основной обработкой. Лучшее развитие растений ячменя, а также более высокая густота стояния растений (485 шт. м<sup>-2</sup>), сохранность (77,3%) и выживаемость (68,2%) выявлены по зяби отвальной. Плоскорезная основная обработка почвы была менее эффективной в снижении засоренности посева ячменя по сравнению с отвальной. Наиболее высокая урожайность ячменя получена по зяби отвальной – 2,59 т га<sup>-1</sup>. По зяби плоскорезной зафиксированы более низкие показатели урожайности по сравнению с зябью отвальной, но более высокие в сравнении с весенней плоскорезной обработкой (на 0,14 т га<sup>-1</sup>) и весновспашкой (на 0,18 т га<sup>-1</sup>).

**Ключевые слова:** способы и сроки обработки, агрофизические и биологические свойства почвы, засоренность, урожайность.

**AGROPHYSICAL AND BIOLOGICAL PROPERTIES OF SOD-PODZOL SOIL UNDER DIFFERENT TYPES AND TIMING OF TILLAGE FOR BARLEY**

A. A. Borin, A. E. Loshchinina  
Ivanovo State Agricultural Academy,  
45, Sovetskaya St., Ivanovo, 153012, Russia,  
E-mail: alinalowinina@gmail.com

The different types and timing of the basic tillage for barley were studied on sandy loam sod-podzolic soil typical for the Upper Volga region. Two methods of basic soil tillage were compared - moldboard and flat-cutting to the same depth of 20–22 cm, as well as two periods of their implementation - autumn and spring. For moldboard cultivation, a PLN-3-35 plow was used, while the flat-cutting was carried out using a cultivator-flat-cutter-subsoiler KPG-2.2 without turning the soil. The aim of the research was to reveal the influence of different tillage methods and the timings of basic tillage on the agrophysical and biological properties of the soil, plant development, weed infestation and barley yield. As a result, a decrease in the bulk density of the tilled soil layer was observed after the basic tillage - both in autumn and in spring. Higher soil moisture was measured in flat-cutting tillage treatment compared to moldboard ploughing, which most likely was related to absence of the soil turnover. High soil porosity (49.8%) and degree of aeration (52.6%), but lower number of macrostructural and water-stable aggregates were found before sowing barley after spring plowing. A lower bulk density (1.17 and 1.19 g cm<sup>-3</sup>) and hardness (8.8 and 9.0 kg cm<sup>-2</sup>) of the arable soil layer was recorded after the implementation of the spring basic tillage, which affected the uniformity of the seed embedding depth and reduced the field germination by 2.8 and 4.8%. A high percentage of linen decomposition (20.6 and 21.0%) and the highest production of carbon dioxide by the soil (52.1 and 52.4 mg C-CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>) were noted in the treatments with spring basic tillage. The best development of barley plants, as well as higher plant density (485 pieces m<sup>-2</sup>), safety (77.3%) and survival

(68.2%) were revealed under autumn plowing. Flat-cutting basic tillage was less effective in terms of reducing weed infestation of barley crops compared to moldboard. The highest yield of barley was obtained under the autumn plowing ( $2.59 \text{ t ha}^{-1}$ ). The productivity indicators were lower under autumn flat-cutting plow compared to moldboard, but higher in comparison with spring flat-cutting tillage (by  $0.14 \text{ t ha}^{-1}$ ) and spring plowing (by  $0.18 \text{ t ha}^{-1}$ ).

**Key words:** tillage type and timing, agrophysical and biological properties, sod-podzol soil, weediness, productivity.

## ВВЕДЕНИЕ

Проблема основной обработки почвы широко обсуждается в публикациях отечественных и зарубежных исследователей, что подчеркивает ее важность (Пакуль и др., 2019; Поляков, 2021). Обработка почвы приводит к изменению таких важных характеристик, как плотность, влажность, структурно-агрегатный состав и др. (Бойцова, 2017; Ильясов, 2019; Дубовик и др., 2021).

Отвальная вспашка – общепринятый прием основной обработки дерново-подзолистой почвы под яровые зерновые культуры в Верхневолжье. Она сопровождается оборачиваем, рыхлением почвы и заделкой растительных остатков. Кроме того, она выполняет важную фитосанитарную роль, способствуя очищению почвы от вредителей, возбудителей болезней и сорняков (Воронов и др., 2020; Митрофанов и др., 2020). Однако вспашка – это наиболее затратный способ обработки почвы, так как на оборот пласта расходуется много энергии (Дридигер и др., 2015). Для снижения затрат при основной обработке почвы под яровые зерновые культуры в качестве альтернативы вспашке может использоваться плоскорезная обработка, которая характеризуется более высокой производительностью. Так, производительность при вспашке составляет  $0,85 \text{ га час}^{-1}$ , а при плоскорезной обработке –  $1,40 \text{ га час}^{-1}$ , расход топлива –  $15,0$  и  $8,2 \text{ кг га}^{-1}$  соответственно.

Актуальность применения плоскорезной основной обработки почвы под яровые зерновые культуры обусловлена тем, что зяблевая вспашка часто проводится с запозданием, а иногда, в силу ряда причин, не проводится вообще. Плоскорезная обработка более производительна, что позволяет провести основную обработку почвы в более короткие сроки. Ее недостатком является снижение эффективности в борьбе с сорняками, вредителями и болезнями (Пургин и др., 2019; Борин, 2020).

Цель исследований – установить влияние способов и сроков проведения основной обработки на агрофизические и биологические свойства почвы, развитие растений, засоренность посева и урожайность ячменя.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в 2020–2022 гг. на опытном поле Ивановской ГСХА. Почва – дерново-среднеподзолистая легкосуглинистая, типичная для большинства хозяйств Верхневолжья. Пахотный слой мощностью 20–22 см характеризовался следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса – 2,0%, подвижных форм фосфора – 200, обменного калия –  $165 \text{ мг кг}^{-1}$  почвы,  $\text{pH}_{\text{сол.}}$  – 5,7. Плотность пахотного слоя перед обработкой составляла  $1,47 \text{ г см}^{-3}$ , твердость –  $12,1 \text{ кг см}^{-2}$ . В опытах изучались два

способа основной обработки почвы – отвальная и плоскорезная на глубину 20–22 см, а также два срока их проведения – осенний (5–8 сентября) и весенний (23–26 апреля). При отвальной обработке использовался плуг ПЛН-3-35, при плоскорезной – культиватор-плоскорез-глубококорыхлитель КПГ-2,2, обработка производилась без оборачивания почвы. Предпосевная обработка проводилась культиватором КПС-4 на глубину 10–12 см в агрегате с зубовой бороной БЗТС-1. Площадь делянки –  $120 \text{ м}^2$ , повторность – четырехкратная, расположение – систематическое. Предшественником являлся картофель. Под предпосевную обработку вносились минеральные удобрения в дозе  $(\text{NPK})_{30}$  в форме азофоски. Сорт ячменя – Зазерский 85, норма высева составляла 5,5 млн. всхожих зерен на гектар.

При проведении исследований определялись агрофизические свойства почвы: плотность – объемно-весовым методом, влажность – термостатно-весовым методом, строение пахотного слоя – методом насыщения почвы в цилиндрах, структурно-агрегатный состав и водопрочность, твердость, а также биологические свойства: продуцирование углекислоты, разложение льняного полотна (Доспехов и др., 1897). В ходе исследований также определены следующие показатели: фактическая глубина заделки семян, полевая всхожесть, густота стояния растений (методика Госсортсети, 1971), высота и масса растений – путем измерения и взвешивания, площадь листьев (Парахин и др., 2010), засоренность посева – количественно-весовым методом (Захаренко, 2000). Математическая обработка результатов проведена методом дисперсионного анализа (Кирюшин и др., 2013).

Погодные условия в годы проведения опытов существенно различались. Условия вегетационного периода 2020 г. в целом были благоприятными для развития ячменя. Среднесуточная температура воздуха и количество выпавших осадков были близки к многолетним данным. Вегетационные периоды 2021 и 2022 гг. отличались засушливостью. В 2021 г. температура воздуха в мае-июле была выше многолетних значений на  $1,6^\circ\text{C}$ , а в 2022 г. количество выпавших за данный период осадков было ниже нормы на 20,3 мм. Это отразилось на развитии растений и урожайности ячменя.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Важными характеристиками агрофизического состояния почвы, определяющими ее режимы, являются плотность и влажность. Это наиболее информативные показатели, позволяющие оценить интенсивность воздействия на почву при ее обработке. В настоящем исследовании способы и сроки проведения основной обработки почвы оказали влияние на данные показатели (табл. 1).

Таблица 1. Плотность ( $\text{г см}^{-3}$ ) и влажность (%) пахотного слоя почвы (2020–2022 гг.)

| Варианты                        | Слой, см | После зяблевой обработки |           | Перед посевом       |           | В фазу колошения    |                     |
|---------------------------------|----------|--------------------------|-----------|---------------------|-----------|---------------------|---------------------|
|                                 |          | плотность                | влажность | плотность           | влажность | плотность           | влажность           |
| Зябь отвальная (контроль)       | 0–10     | 1,15                     | 17,2      | 1,13                | 14,2      | 1,25                | 11,1                |
|                                 | 10–20    | 1,23                     | 18,4      | 1,36                | 16,4      | 1,44                | 13,7                |
|                                 | 0–20     | 1,19                     | 17,8      | 1,25                | 15,3      | 1,34                | 12,4                |
| Зябь плоскорезная               | 0–10     | 1,18                     | 19,6      | 1,14                | 14,4      | 1,25                | 11,4                |
|                                 | 10–20    | 1,24                     | 21,1      | 1,38                | 16,2      | 1,45                | 13,4                |
|                                 | 0–20     | 1,21                     | 20,3      | 1,26                | 15,3      | 1,35                | 12,4                |
| Весновспашка                    | 0–10     | 1,32                     | 17,9      | 1,12                | 11,5      | 1,23                | 11,4                |
|                                 | 10–20    | 1,44                     | 20,0      | 1,22                | 14,3      | 1,40                | 13,1                |
|                                 | 0–20     | 1,38                     | 18,9      | 1,17                | 12,9      | 1,31                | 12,2                |
| Весенняя плоскорезная обработка | 0–10     | 1,33                     | 18,2      | 1,13                | 14,6      | 1,24                | 11,0                |
|                                 | 10–20    | 1,45                     | 19,8      | 1,26                | 16,3      | 1,41                | 14,6                |
|                                 | 0–20     | 1,39                     | 19,0      | 1,19                | 15,5      | 1,32                | 12,8                |
| НСР <sub>05</sub>               | 0–10     | 0,02                     | 1,0       | $F_{\phi} < F_{05}$ | 0,9       | $F_{\phi} < F_{05}$ | $F_{\phi} < F_{05}$ |
|                                 | 10–20    | 0,04                     | 1,4       | 0,05                | 1,1       | $F_{\phi} < F_{05}$ | $F_{\phi} < F_{05}$ |
|                                 | 0–20     | 0,06                     | 1,1       | 0,06                | 0,7       | $F_{\phi} < F_{05}$ | $F_{\phi} < F_{05}$ |

При определении плотности почвы осенью наименьшие показатели зафиксированы в вариантах с зяблевыми обработками (1,19 и 1,21  $\text{г см}^{-3}$ ), что связано с активным воздействием на пахотный слой рабочих органов обрабатывающих орудий. Плотность почвы при весенних основных обработках была значительно выше, так как в данных вариантах в осенний период обработок не проводилось. Весной, после проведения предпосевных обработок, слой 0–10 см находился в рыхлом состоянии во всех вариантах. Слой 10–20 см был менее уплотненным в вариантах с весенними обработками, особенно по весновспашке (1,22  $\text{г см}^{-3}$ ), в связи с рыхлением почвы на глубину пахотного слоя. К фазе колошения ячменя почва уплотнилась, различия по слоям почвы и способам обработки практически отсутствовали.

При определении влажности в осенний период выявлено преимущество плоскорезной обработки на 2,5% (НСР<sub>05</sub> = 1,1), так как она проводилась без оборачивания почвы. По зяби отвальной влажность была несколько ниже, что связано с потерей влаги с поверхности почвы через испарение. Этому способствовала также гребнистая поверхность, увеличивающая площадь испарения. Однако

указанные различия не играют существенной роли при подготовке почвы под ячмень, так как запасы влаги восполняются за счет осенне-зимних осадков, которые легко аккумулируются разрыхленной почвой. Перенесение основной обработки на весну приводит к снижению поглощения влаги почвой из-за ее высокой плотности, что способствует стоку осадков и талых вод. Весной более низкие значения влажности выявлены в варианте с весновспашкой (12,9%), что обусловлено оборачиванием почвы. Весенняя плоскорезная обработка, наоборот, способствовала сохранению влаги в пахотном слое, превышение составило 2,6% (НСР<sub>05</sub> = 0,7). Влажность почвы перед посевом ячменя была невысокой в связи с иссушением почвы из-за повышенных температур воздуха и недостаточного выпадения осадков в апреле по сравнению с многолетними данными. Различий по влажности почвы в фазу колошения ячменя между вариантами не установлено.

Способы и сроки проведения основной обработки оказали некоторое влияние на строение пахотного слоя и структурно-агрегатный состав почвы, которые определялись после предпосевных обработок (табл. 2).

Таблица 2. Строение пахотного слоя и структурно-агрегатный состав почвы (2020–2022 гг.).

| Варианты                        | Строение пахотного слоя |                         |                       | Структурно-агрегатный состав |                     |                              |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------------|---------------------|------------------------------|
|                                 | порозность<br>общая, %  | степень<br>насыщения, % | степени<br>аэрации, % | макроструктура,<br>%         | водопрочность,<br>% | коэффициент<br>структурности |
| Зябь отвальная (контроль)       | 43,4                    | 65,6                    | 34,4                  | 62,4                         | 40,4                | 1,66                         |
| Зябь плоскорезная               | 43,7                    | 64,1                    | 35,9                  | 61,6                         | 39,2                | 1,60                         |
| Весновспашка                    | 49,8                    | 47,4                    | 52,6                  | 60,5                         | 37,9                | 1,53                         |
| Весенняя плоскорезная обработка | 44,2                    | 62,1                    | 37,9                  | 61,7                         | 40,7                | 1,61                         |
| НСР <sub>05</sub>               | 1,6                     | 1,3                     | 1,2                   | $F_{\phi} < F_{05}$          | 1,4                 | 0,04                         |

Из изучаемых способов основной обработки выделяется весновспашка. По сравнению с другими вариантами по ней отмечены более высокая порозность (49,8%) и степень аэрации (52,6%), что свидетельствует о рыхлости пахотного слоя. Это согласуется с данными по плотности почвы, которая в указанном варианте была наименьшей. Однако по таким показателям, как количество макроструктурных агрегатов, водопрочность и коэффициент структурности, весновспашка несколько уступала

другим вариантам основной обработки. Отмеченные различия могут быть обусловлены интенсивностью обработки почвы и сроком ее проведения.

Одним из важных агрофизических характеристик почвы является ее твердость, которая зависит от обработки, влажности, содержания органического вещества и других характеристик. Твердость, наряду с плотностью почвы, определяет устойчивость хода сеялки при посеве и равномерность размещения семян в посевном слое (табл. 3).

Таблица 3. Твердость пахотного слоя почвы и фактическая глубина заделки семян ячменя (2020–2022 гг.).

| Варианты                        | Твердость почвы перед посевом, кг см <sup>-2</sup> | Семян на глубине 4–5 см, % | Средняя глубина, см | Коэф. вариации V, % | Масса 100 проростков, г (з.м.) |
|---------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------|
| Зябь отвальная (контроль)       | 9,6                                                | 64,5                       | 4,5                 | 14,8                | 28,3                           |
| Зябь плоскорезная               | 10,0                                               | 59,6                       | 4,2                 | 15,9                | 26,8                           |
| Весновспашка                    | 8,8                                                | 55,5                       | 5,0                 | 18,4                | 27,0                           |
| Весенняя плоскорезная обработка | 9,0                                                | 58,0                       | 4,8                 | 16,5                | 26,4                           |
| НСР <sub>05</sub>               | 0,5                                                | 1,6                        |                     |                     | 0,7                            |

Твердость почвы перед посевом ячменя в вариантах с осенними обработками была несколько выше, чем с весенними, – на 0,8 и 1,0 кг см<sup>-2</sup> (НСР<sub>05</sub> = 0,5), что связано со сроком их проведения. При зяблевых обработках были обеспечены более устойчивый ход сеялки и более равномерная глубина заделки семян. При них на оптимальную глубину было заделано 59,6 и 64,5% семян при коэффициентах вариации 15,9 и 14,8%. В вариантах с весенними

основными обработками данные показатели были несколько ниже при более высоких коэффициентах вариации – 16,5 и 18,4%. Это объясняется тем, что посев проводился в неосевшую почву, что способствовало увеличению глубины заделки семян.

Агрофизические параметры почвы создают условия для функционирования почвенных микроорганизмов, что влияет на биологические свойства почвы (табл. 4).

Таблица 4. Показатели биологической активности пахотного слоя почвы (2020–2022 гг.).

| Варианты                        | Слой, см | Разложение льняного полотна, % | Продуцирование углекислоты, мг С-СО <sub>2</sub> м <sup>-2</sup> ч | Скорость разложения мочевины почвой, ч | Содержание нитратного азота в фазу колошения, мг кг <sup>-1</sup> |
|---------------------------------|----------|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Зябь отвальная (контроль)       | 0–10     | 24,6                           | 51,8                                                               | 3,5                                    | 14,7                                                              |
|                                 | 10–20    | 16,5                           |                                                                    |                                        |                                                                   |
|                                 | 0–20     | 20,5                           |                                                                    |                                        |                                                                   |
| Зябь плоскорезная               | 0–10     | 24,9                           | 50,2                                                               | 4,5                                    | 14,4                                                              |
|                                 | 10–20    | 15,1                           |                                                                    |                                        |                                                                   |
|                                 | 0–20     | 20,0                           |                                                                    |                                        |                                                                   |
| Весновспашка                    | 0–10     | 24,8                           | 52,1                                                               | 3,5                                    | 15,0                                                              |
|                                 | 10–20    | 17,2                           |                                                                    |                                        |                                                                   |
|                                 | 0–20     | 21,0                           |                                                                    |                                        |                                                                   |
| Весенняя плоскорезная обработка | 0–10     | 26,9                           | 52,4                                                               | 4,0                                    | 14,3                                                              |
|                                 | 10–20    | 14,3                           |                                                                    |                                        |                                                                   |
|                                 | 0–20     | 20,6                           |                                                                    |                                        |                                                                   |
| НСР <sub>05</sub>               | 0–10     | 0,4                            | 1,5                                                                | F <sub>ф</sub> < F <sub>05</sub>       | 0,8                                                               |
|                                 | 10–20    | 0,3                            |                                                                    |                                        |                                                                   |
|                                 | 0–20     | 0,5                            |                                                                    |                                        |                                                                   |

Изучаемые способы основной обработки оказали некоторое влияние на изменение биологических показателей плодородия почвы. Можно отметить более высокую степень разложения льняного полотна (20,6 и 21,0%) и наиболее высокое продуцирование углекислоты (52,1 и 52,4%) в вариантах с весенними обработками, что связано с меньшим уплотнением почвы и более высокой активностью почвенных микроорганизмов. Для более

полной характеристики биологической активности был проведен анализ скорости разложения внесенной в почву мочевины по изменению pH в припочвенном слое воздуха (метод Т. В. Аристовской). Однако существенных различий как по вариантам основной обработки почвы, так и по содержанию нитратного азота не было выявлено.

Основная обработка почвы оказала влияние на развитие растений ячменя (табл. 5).

Таблица 5. Характеристика посева ячменя (2020–2022 гг.).

| Варианты                        | кол-во растений при полных всходах, шт. м <sup>-2</sup> | полевая всхожесть, % | Фаза колошения |                              |                                                       | кол-во растений перед уборкой, шт. м <sup>-2</sup> | сохранность растений, % | выживаемость растений, % |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------|----------------|------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|
|                                 |                                                         |                      | высота, см     | масса 2,5 растений, г (з.м.) | площадь листьев, тыс. м <sup>2</sup> га <sup>-1</sup> |                                                    |                         |                          |
| Зябь отвальная (контроль)       | 485                                                     | 88,2                 | 53,6           | 275                          | 24,4                                                  | 375                                                | 77,3                    | 68,2                     |
| Зябь плоскорезная               | 475                                                     | 86,4                 | 50,1           | 262                          | 23,7                                                  | 357                                                | 75,1                    | 64,9                     |
| Весновспашка                    | 459                                                     | 83,4                 | 48,4           | 240                          | 22,8                                                  | 339                                                | 73,9                    | 61,6                     |
| Весенняя плоскорезная обработка | 470                                                     | 85,4                 | 49,2           | 253                          | 23,3                                                  | 349                                                | 74,2                    | 63,4                     |
| НСР <sub>05</sub>               | 11                                                      |                      | 4,1            | 13                           | 0,8                                                   | 14                                                 |                         |                          |

Анализируя полученные данные, можно отметить более высокие значения густоты стояния растений (485 и 475 шт. м<sup>-2</sup>) и полевой всхожести в вариантах с зяблевыми обработками почвы. Несколько уступают им показатели, отмеченные в вариантах с весенними обработками, особенно с весновспашкой, что связано с существенными колебаниями глубины заделки семян. Показатели высоты, массы и площади

листьев растений ячменя в фазу колошения свидетельствуют об их лучшем развитии при зяблевых обработках почвы, что обеспечивает более высокую сохранность и выживаемость растений к уборке.

Одна из важных задач основной обработки почвы – борьба с сорняками. Способы и сроки основной обработки почвы оказали влияние на засоренность посева и урожайность ячменя (табл. 6).

Таблица 6. Засоренность посева и урожайность ячменя (2020–2022 гг.)

| Варианты                        | Засоренность перед уборкой на 1 м <sup>2</sup> |          | Элементы структуры урожая        |                     | Натурная масса, г л <sup>-1</sup> | Урожай-ть, т га <sup>-1</sup> | Откл-ние от контроля (+, –) |
|---------------------------------|------------------------------------------------|----------|----------------------------------|---------------------|-----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
|                                 | кол-во, шт.                                    | масса, г | число зерен в колосе, шт.        | масса 1000 зерен, г |                                   |                               |                             |
| Зябь отвальная (контроль)       | 28                                             | 412      | 16,9                             | 34,5                | 619                               | 2,59                          | –                           |
| Зябь плоскорезная               | 42                                             | 913      | 17,0                             | 34,0                | 618                               | 2,56                          | – 0,03                      |
| Весновспашка                    | 16                                             | 381      | 16,5                             | 34,0                | 616                               | 2,38                          | – 0,21                      |
| Весенняя плоскорезная обработка | 34                                             | 543      | 16,9                             | 34,2                | 614                               | 2,42                          | – 0,17                      |
| НСР <sub>05</sub>               | 6                                              | 18       | F <sub>φ</sub> < F <sub>05</sub> | 0,5                 | 2,5                               |                               | 0,11                        |

По результатам учета засоренности ячменя перед уборкой можно сделать вывод о преимуществе отвальных обработок над плоскорезными. Численность и масса сорняков по ним была почти в два раза меньше по сравнению с плоскорезными. Это связано с тем, что при пахоте уничтожаются вегетирующие сорняки, а семена, находящиеся на поверхности, заделываются на глубину пахотного слоя. В посевах ячменя доминирующими были малолетние сорняки. В среднем за годы исследований на долю яровых сорняков приходилось 69–78%, зимующих – 15–20%, многолетних – 7–11%.

По структуре урожая наиболее высокие показатели массы 1000 зерен и натурности были отмечены в варианте с зяблевой отвальной обработкой. Помимо

лучшего развития растений, более высоких показателей густоты, сохранности и выживаемости, в данном варианте также достигнута более высокая урожайность (2,59 т га<sup>-1</sup>) по сравнению с другими вариантами. Сравнение урожайности по вариантам позволило выявить явное преимущество зяблевых обработок над весенними. Урожайность ячменя по зяби плоскорезной незначительно уступала аналогичному показателю по зяби отвальной. Весенние основные обработки – весновспашка и весенняя плоскорезная обработка – привели к снижению урожайности по сравнению с зябью отвальной на 0,17 и 0,21 т га<sup>-1</sup>.

## ВЫВОДЫ

1. Отвальная зяблевая обработка почвы после картофеля способствовала формированию оптимальных условия для выращивания ячменя по агрофизическим и биологическим параметрам. Это обеспечило лучшее развитие растений, наиболее высокую густоту стояния к уборке (375 шт. м<sup>-2</sup>), сохранность (77,3%), выживаемость (68,2%) и урожайность (2,59 т га<sup>-1</sup>).

2. Зябь плоскорезная несколько уступала зяби отвальной по показателям урожайности, но

превосходила весеннюю плоскорезную обработку (на 0,14 т га<sup>-1</sup>) и весновспашку (на 0,18 т га<sup>-1</sup>).

3. Плоскорезная основная обработка почвы была менее эффективной в борьбе с сорняками в посевах ячменя по сравнению с отвальной, поэтому ее применение необходимо сочетать с комплексом мероприятий по борьбе с сорняками – агротехнических и химических.

4. Низкая эффективность весновспашки позволяет рассматривать ее как вынужденный способ основной обработки почвы при невозможности проведения по тем или иным причинам зяблевой обработки.

## Список литературы

- Бойцова Л.В. Структурный состав дерново-подзолистых почв различного землепользования // Агрофизика. 2017. № 1. С. 10–19.
- Борин А.А., Лощинина А.Э. Агрофизические свойства и засоренность почвы при применении агротехнологий разной интенсивности // Агрофизика. 2020. № 2. С. 7–14.
- Воронов С.И., Зволинский В.П., Плещачев Ю.Н., Матвеева Н.И., Грабов Р.С. Роль приемов основной обработки почвы при возделывании ярового ячменя // Земледелие. 2020. № 2. С. 24–26.
- Доспехов Б.А., Васильев И.П., Туликов А.М. Практикум по земледелию. М.: Агропромиздат, 1987. 383 с.
- Дригидер В.К., Кашаев Е.А., Стукалов Р.С., Паньков Ю.И., Войцеховская С.С. Влияние технологии возделывания сельскохозяйственных культур на их урожайность и экономическую эффективность в севообороте // Земледелие. 2015. № 7. С. 20–23.
- Дубовик Д.В., Дубовик Е.В., Шумаков А.В., Ильин Б.С. Эффективность приемов основной обработки почвы под яровой ячмень на черноземах Курской области // Земледелие. 2021. № 2. С. 44–48.
- Захаренко А.В. Теоретические основы управления сорным компонентом агрофитоценоза в системе земледелия. М.: МСХА, 2000. 468 с.
- Ильясов М.М., Суханова И.М., Яппаров И.А., Биккинина Л. М.-Х. Влияние минимизации основной обработки и органо-минеральной системы удобрений на агрофизические свойства черноземной почвы // Агрофизика. 2019. № 3. С. 8–14.
- Киришин Б.Д., Усманов Р.Р., Васильев И.П. Основы научных исследований в агрономии. СПб.: ООО «Квадро», 2013. 408 с.
- Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 1971. 239 с.
- Митрофанов Ю.И., Петрова Л.И., Гуляев М.В., Первушина Н.К. Предпосевная обработка почвы при разных способах посева зерновых культур // Земледелие. 2020. № 6. С. 29–33.
- Пакуль А.Л., Лапшинов Н.А., Божанова Г.В., Пакуль В.Н. Урожайность ярового ячменя при различных приемах основной обработки почвы в зернопаровом севообороте // Земледелие. 2019. № 3. С. 34–36.
- Парахин Н.В., Дурнев Г.И., Коломейченко В.В., Амелин А.В., Зотиков В.И. Практикум по растениеводству. М.: КолосС, 2010. 334 с.
- Поляков Д.Г. Обработка почвы и прямой посев: агрофизические свойства черноземов и урожайность полевых культур // Земледелие. 2021. № 2. С. 37–43.
- Пургин Д.В., Усенко В.И., Кравченко В.И., Гаркуша А.А., Усенко С.В., Олешко В.П. Формирование засоренности посевов в зернопаровом севообороте в зависимости от способа обработки почвы и применения средств химизации // Земледелие. 2019. № 8. С. 6–14.

## References

- Boytsova L.V. Strukturnyy sostav dernovo-podzolistykh pochv razlichnogo zemlepol'zovaniya [Structural composition of sod-podzolic soils of various land use] // *Agrofizika*, 2017, no. 1, pp. 10–19.
- Borin A.A., Loshchinina A.Ye. Agrofizicheskiye svoystva i zasorennost' pochvy pri primenenii agrotekhnologiy raznoy intensivnosti [Influence of agrotechnologies of different intensity on the change of agrophysical properties and weediness of soil] // *Agrofizika*, 2020, no. 2, pp. 7–14.
- Voronov S.I., Zvolinskiy V.P., Pleskachev Yu.N., Matveeva N.I., Grabov R.S. Rol' priyemov osnovnoy obrabotki pochvy pri vozdeleyanii yarovogo yachmenya [Role of tillage techniques in the cultivation of spring barley] // *Zemledeliye*, 2020, no. 2, pp. 24–26.
- Dospikhov B.A., Vasil'ev I.P., Tulikov A.M. *Praktikum po zemledeliyu. [Workshop on agriculture]*. Moscow: Agropromizdat, 1987. 383 p.
- Dridiger V.K., Kashchayev Ye.A., Stukalov R.S., Pan'kov Yu.I., Vojcekhovskaya S.S. Vliyaniye tekhnologii vozdeleyvaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur na ikh urozhaynost' i ekonomicheskuyu effektivnost' v sevooborote [Influence of crop cultivation technology on their productivity and economic efficiency in crop rotation] // *Zemledeliye*, 2015, no. 7, pp. 20–23.

- Dubovik D.V., Dubovik Ye.V., Shumakov A.V., Il'in B.S. Effektivnost' priyemov osnovnoy obrabotki pochvy pod yarovoy yachmen' na chernozemakh Kurskoy oblasti [Efficiency of primary tillage practices for spring barley on chernozem soils of the Kursk Region] // *Zemledeliye*, 2021, no. 2, pp. 44–48.
- Zakharenko A.V. *Teoreticheskie osnovy upravleniya sornym komponentom agrofytotsenoza v sisteme zemledeliia*. [Theoretical foundations of the management of the weed component of agrophytocenosis in the system of agriculture]. Moscow: Moscow agricultural academy, 2000. 468 p.
- Il'yasov M.M., Sukhanova I.M., Yapparov I.A., Bikkinina L. M.-H. Vliyaniye minimizatsii osnovnoy obrabotki i organo-mineral'noy sistemy udobreniy na agrofizicheskiye svoystva chernozemnoy pochvy [Influence of minimization of basic tillage and organic-mineral system of fertilizers on agrophysical properties of black earth soil] // *Agrofizika*, 2019, no. 3, pp. 8–14.
- Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniia sel'skokhoziaistvennykh kul'tur. Methodology of state variety testing of agricultural crops. [Methodology of state variety testing of agricultural crops]. Moscow. Kolos, 1971. 239 p.
- Kiriushin B.D., Usmanov R.R., Vasil'ev I.P. *Osnovy nauchnykh issledovaniy v agronomii*. [Fundamentals of scientific research in agronomy]. Saint Petersburg: OOO «Kvadro», 2013. 408 p.
- Mitrofanov Yu.I., Petrova L.I., Gulyayev M.V., Pervushina N.K. Predposevnaya obrabotka pochvy pri raznykh sposobakh poseva zernovykh kul'tur [Presowing soil tillage with different methods of sowing cereal crops] // *Zemledeliye*, 2020, no. 6, pp. 29–33.
- Pakul' A.L., Lapshinov N.A., Bozhanova G.V., Pakul' V.N. Urozhaynost' yarovogo yachmenya pri razlichnykh priyemakh osnovnoy obrabotki pochvy v zernoparovom sevooborote [Effects of various basic tillage methods in a grain-fallow crop rotation on the productivity of spring barley] // *Zemledeliye*, 2019, no. 3, pp. 34–36.
- Parakhin N.V., Durnev G.I., Kolomeichenko V.V., Amelin A.V., Zotikov V.I. *Praktikum po rastenievodstvu*. [Practical training on crop production]. Moscow: KolosS, 2010. 334 p.
- Polyakov D.G. Obrabotka pochvy i pryamoy posev: agrofizicheskiye svoystva chernozemov i urozhaynost' polevykh kul'tur [Tillage and direct sowing: agrophysical properties of chernozems and yield of field crops] // *Zemledeliye*, 2021, no. 2, pp. 37–43.
- Purgin D.V., Usenko V.I., Kravchenko V.I., Garkusha A.A., Usenko S.V., Oleshko V.P. Formirovaniye zasorennosti posevov v zernoparovom sevooborote v zavisimosti ot sposoba obrabotki pochvy i primeneniya sredstv khimizatsii [Crop infestation in the grain-fallow crop rotation depending on tillage method and the use of chemicals] // *Zemledeliye*, 2019, no. 8, pp. 6–14.