

УДК 633.16:631.51: 632.93

DOI 10.30914/2411-9687-2022-8-2-160-165

УРОЖАЙНОСТЬ ЯЧМЕНЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АГРОТЕХНОЛОГИЙ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

Хоанг Туан Ань, О. Г. Марьяна-Чермных

Марийский государственный университет, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола

Аннотация. Введение. На сегодняшний день для аграриев Республики Марий Эл немаловажной задачей является возделывание экологически безопасной продукции растениеводства, где ячмень, после пшеницы и ржи, занимает третье место. Ухудшение фитосанитарного состояния зерновых агроценозов за счет изменения их структуры и введения новых технологий обработки почвы, привело к снижению не только качества зерна, но и урожайности, а также к росту фитопатогенной микобиоты в почве и на растениях. Именно поэтому необходимо прежде всего направить все элементы агротехнических мероприятий на обеспечение снижения почвенного инфекционного фона, повышения гумуса и устойчивости урожая сельскохозяйственных культур. **Цель:** выявить элементы агротехнологий для увеличения роста урожайности ярового ячменя в условиях Республики Марий Эл. **Материалы и методы.** Исследования проводились в 2019–2021 гг. в условиях полевого опыта в ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет». Почва участка: дерново-подзолистая среднесуглинистая, в задачу входило оценить продуктивность ярового ячменя при разных элементах агротехнологий. В опытах определяли: урожайность (метод прямого комбайнирования, поделочно) и математическую обработку данных (метод дисперсионный). **Результаты обсуждения.** Применение мульчи, обработки почвы и биологических средств защиты положительно влияет на урожайность ячменя. Наибольшая урожайность в среднем за 3 года была на варианте опыта с применением мульчи соломенной и приема дискование почвы (2,85 т/га) и на варианте с обработкой семян Биагро-Гум-В (2,79 т/га) и посевов Псевдобактерин-2 (2,64 т/га), увеличение роста урожая зерна, по сравнению с контролем, составило на 26,7 и 14,8 % выше. **Заключение.** При возделывании ячменя в условиях Республики Марий Эл на дерново-подзолистой почве применение соломенной мульчи с дискованием почвы и комплексная защита растений с биопрепаратами увеличивает урожайность в 1,15–1,3 раза.

Ключевые слова: яровой ячмень, урожайность, обработка почвы, мульчирование почвы соломой, средства защиты, биологические препараты

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Хоанг Туан Ань, Марьяна-Чермных О. Г. Урожайность ячменя в зависимости от агротехнологий на дерново-подзолистой почве Республики Марий Эл // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2022. Т. 8. № 2. С. 160–165. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2022-8-2-160-165>

BARLEY YIELD DEPENDING ON AGRICULTURAL TECHNOLOGIES ON SOD-PODZOLIC SOIL OF THE REPUBLIC OF MARI EL

Hoang Tuan An, O. G. Maryina-Chermnykh

Mari State University, Russian Federation, Yoshkar-Ola

Abstract. Introduction. Today, for the agrarians of the Republic of Mari El, an important task is the cultivation of environmentally safe crop production, where barley occupies the fourth place (after rice, wheat, corn) and represents an important food, technical and fodder crop. The deterioration of the phytosanitary condition of grain agrocenoses due to changes in their structure and the introduction of new tillage technologies, led to a decrease not only in grain quality, but also in yields, as well as to the growth of phyto-pathogenic mycobiota in the soil and on plants. Therefore, at present it is necessary, first of all, to direct all elements of agrotechnical measures to ensure the reduction of the soil infectious background, increase humus and crop yield stability. **The purpose** of the article is to identify the elements of agricultural technologies to increase the spring barley yields in the conditions of the Republic of Mari El. **Materials and methods.** The research was conducted in 2019–2021 in the conditions of field experience at the Mari State University. The soil of the site was sod-podzolic medium loamy, the

task was to assess the productivity of spring barley with different elements of agricultural technologies. In the experiments, the following was determined: the yield (the method of direct harvesting, by plots) and mathematical data processing (the method of dispersion). **The results of the discussion.** The use of mulch, tillage and biological protection agents has a positive effect on the yield of barley. The highest yield on average for 3 years was on the variant of the experiment with the use of straw mulch and soil disking (2.85 t/ha) and on the variant with seed treatment with Biagro-Gum-B (2.79 t/ha) and crop treatment with Pseudobacterin-2 (2.64 t/ha), an increase in grain yield growth compared with the control was 26.7% and 14.8 % respectively. **Conclusion.** When cultivating barley in the conditions of the Republic of Mari El on sod-podzolic soil, the use of straw mulch with soil disking and complex plant protection with biological preparations increases the yield by 1.15–1.3 times.

Keywords: spring barley, yield, tillage, mulching the soil with straw, protective means, biological preparations

The authors declare no conflict of interests.

For citation: Hoang Tuan An, Maryina-Chermnykh O. G. Barley yield depending on agricultural technologies on sod-podzolic soil of the Republic of Mari El. *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*, 2022, vol. 8, no. 2, pp. 160–165. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2022-8-2-160-165>

Введение

Агротехнологии, проводимые при возделывании зерновых культур, в первую очередь влияют на экологическую функцию почвы, негативно воздействуя на экосистему сельскохозяйственных культур. Исследования, проведенные А. А. Романенко, П. П. Васюковым и В. М. Кильдюшкиным (2011) установили, что одним из факторов, который снижает урожайность культуры, является «избыточное уплотнение почвы, которое характерно для многих зон» [9]. При этом «фитосанитарное состояние полевых агроэкосистем при различной обработке почвы и наличии в ней растительного органического вещества является в современных технологиях обуславливающим фактором продуктивности сельскохозяйственных культур» [6], а сохранение и повышение плодородия, при возделывании полевых культур, связано с использованием минимальных агротехнологий и благоприятными экологическими факторами среды [7]. При применении приема обработки почвы, происходит и отрицательное влияние на флору и фауну почвы, снижается рост численности полезной микобиоты и повышается число патогенной микрофлоры, что отражается на использовании пестицидов (повышая их дозы в разы) при обработке семян и растений. Обработка почвы существенно тормозит и «процесс разложения органических остатков, которые стали годами лежать в пахоте из-за гибели сапротрофов при обороте пласта» [4; 3].

Многие ученые уже доказали, что при мелкой плоскорезной обработке (12–14 см) увеличивается влажность, улучшается тепловой режим и биоло-

гические свойства почвы, а также увеличивается урожайность зерна яровых культур [1; 10]. Рост урожая зерновых культур не может проходить без плодородия почвы, но необходимо также учитывать и фитосанитарное состояние семян и посевов зерновых культур, так как одним из элементов адаптивно-ландшафтной системы земледелия, при возделывании сельскохозяйственных культур, является применение биологических средств защиты [8], поэтому для наибольшего использования потенциала ярового ячменя и получения высокого и качественного урожая необходимо при возделывании культуры воздействовать на нее комплексно, то есть применять как обработку почвы, так и средства защиты и удобрения [2].

Цель исследования: выявить влияние элементов агротехнологий в повышении роста урожайности ярового ячменя в условиях Республики Марий Эл.

Материалы и методы

Полевые исследования проводили в 2019–2021 гг. на опытном поле Марийского государственного университета Республики Марий Эл. Предшественник викоовсяная смесь. Объекты – яровой ячмень сорт Владимир, почва дерново-подзолистая среднесуглинистая с содержанием гумуса 1,61–1,72 %, $pH_{\text{кол.}}$ – 5,51–5,67, P_2O_5 – 26–27 и K_2O – 10–11 мг/100 г почвы, средства защиты растений. Общая площадь делянок в опытах 150 м² (обработка почвы) и 389 м² (средства защиты), повторности трехфакторные.

Результаты исследования, обсуждения

Наши исследования выявили, что при воздействии на почву различных способов обработки происходят изменения численности микробиоты в зоне корня. Так, при вспашке и культивации почвы происходит увеличение грибов патогенов и снижение грибов сапротрофов и антагонистов. При дисковании почвы происходит наоборот, грибы сапротрофы и антагонисты увеличиваются, а доля патогенных грибов корневой гнили снижается в 2 раза. Агроприем дискование почвы играет положительную роль и в улучшении

фитосанитарного состояния почвы ячменя, особенно при использовании мульчи соломенной, где происходит формирование полезной микробиоты, которая способствует снижению патогенной инфекции.

Прием дискования почвы, особенно с соломенной мульчей, оказал положительное воздействие и на урожайность ячменя (рис. 1). Так, на варианте без мульчи соломенной прием дискования почвы обеспечил урожайность зерна ячменя 2,10 т/га, что выше приемов *вспашка* и *культивация* в 1,2 и 1,15 раза.

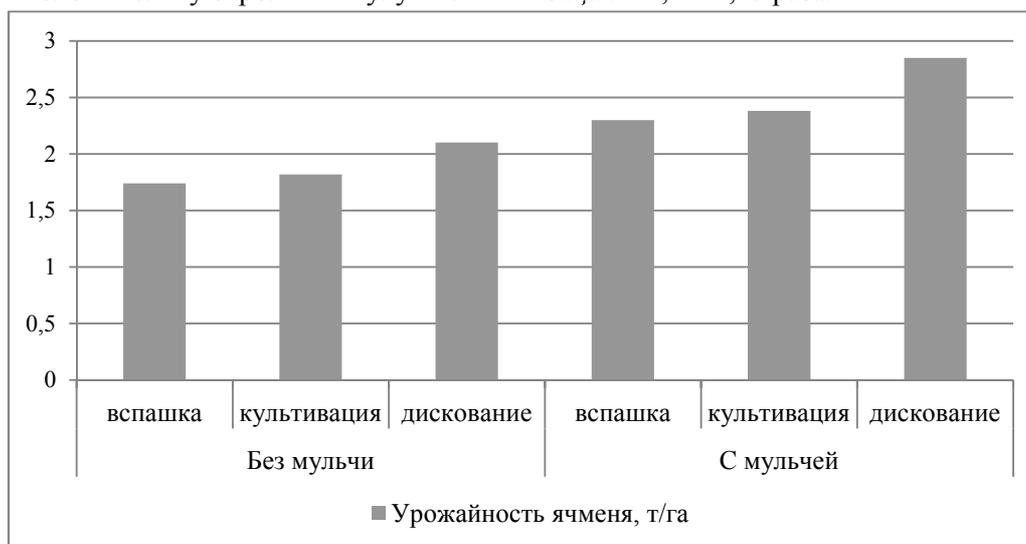


Рис. 1. Влияние приемов обработки почвы и мульчи соломенной на урожайность ячменя, т/га, (среднее за 3 года) /
Fig. 1. The effect of tillage techniques and straw mulch on barley yield, t/ha, (average for 3 years)

Наибольшая урожайность ячменя была выявлена на варианте с мульчей. Мульчирование почвы соломой на всех вариантах опыта увеличивало урожай зерна, так как в почве происходило повышение влажности и улучшение теплового режима. Максимальную урожайность показал вариант *дискование почвы* (2,85 т/га), где рост зерна был в 1,3 раза выше, чем в варианте без мульчи. На вариантах, где при обработке почвы использовалась вспашка и культивация, урожайность ячменя выросла на 0,56 и 0,64 т/га, по отношению к варианту без мульчи со вспашкой и на 0,48 и 0,56 т/га, по сравнению с вариантом без мульчи соломенной с приемом культивация.

Применение мульчи соломенной и прием *дискование почвы*, как показали наши исследования, увеличили урожайность ячменя по отношению к другим вариантам в 1,6–1,2 раз.

Своевременное и качественное проведение комплексных защитных мероприятий является

наиболее эффективной защитой от корневой гнили зерновых культур, так как заболевание снижает продуктивность растений, урожайность и качество сельскохозяйственной продукции [5]. Наши трехлетние исследования установили, что в контрольном варианте, без предпосевной обработки семян, было получено 2,20 т/га зерна ячменя (табл. 1).

Предпосевная обработка семян средствами защиты увеличила урожайность ячменя в 1,1–1,3 раза, максимальная урожайность была получена при протравливании семян препаратом Биоагро-Гум-В (2,79 т/га). Существенное отклонение от контроля было на всех вариантах опыта с применением фунгицида Максим плюс в 10,2 %, биофунгицида Псевдобактерин-2 в 10,5 %, а биопрепарата Биоагро-Гум-В в 26,7 %. При этом обработка семян средствами защиты Максим плюс и Псевдобактерин-2 снизила урожайность ячменя, по сравнению с Биоагро-Гум-В на 0,37 и 0,36 т/га соответственно, а по отношению

к контрольному варианту (без предпосевной обработки семян) повысила на 0,22 и 0,23 т/га.

Опрыскивание растений ячменя по вегетации биологическими средствами защиты показало

(табл. 2), что самая высокая урожайность наблюдалась в вариантах, где применялся препарат Псевдобактерин-2, рост урожая зерна относительно контроля составил 14,8 % (0,34 т/га).

Таблица 1 / Table 1

**Влияние предпосевной обработки семян средствами защиты на урожайность ячменя, т/га, (среднее за 3 года) /
The effect of pre-sowing treatment of seeds with protective agents on barley yield, t/ha, (average for 3 years)**

| Вариант / Variant | Урожайность / Yield | Отклонение от контроля / Deviation from control | |
|-------------------|---------------------|---|------|
| | | +/- | % |
| Контроль | 2,20 | - | - |
| Максим плюс | 2,42 | 0,22 | 10,2 |
| Биоагро-Гум-В | 2,79 | 0,59 | 26,7 |
| Псевдобактерин-2 | 2,43 | 0,23 | 10,5 |
| НСР ₀₅ | 0,15 | | |

Таблица 2 / Table 2

**Урожайность ячменя в зависимости от обработки растений биологическими препаратами, т/га, (среднее за 3 года) /
Barley yield depending on plant treatment with biological preparations, t/ha, (average for 3 years)**

| Вариант / Variant | Урожайность / Yield | Отклонение от контроля / Deviation from control | |
|-------------------|---------------------|---|------|
| | | +/- | % |
| Контроль | 2,30 | - | - |
| Биоагро-Гум-В | 2,44 | 0,14 | 6,1 |
| Псевдобактерин-2 | 2,64 | 0,34 | 14,8 |
| НСР ₀₅ | 0,16 | | |

Применение на посевах ячменя препарата Биоагро-Гум-В увеличило урожайность культуры, по сравнению с контрольным вариантом, на 0,14 т/га, что ниже варианта Псевдобактерин-2 на 0,2 т/га. В целом учет урожая ярового ячменя показал, что обработка посевов биологическими средствами защиты увеличивает урожайность культуры на 6,1–14,8 %, то есть дополнительно можно получить с 1 га 0,14–0,34 т зерна.

Заключение

Урожайность ярового ячменя имеет тенденцию роста в 1,15–1,3 раза, при применении мульчи соломенной и обработки почвы приемом дискование, а так же при предпосевной обработке семян препаратом на биологической основе Биоагро-БФ и опрыскивании растений по вегетации биологическим фунгицидом Псевдобактерин-2.

1. Воронкова Н. А., Храмцов И. Ф. Влияние длительного применения минеральных удобрений и соломы в севообороте на калийный режим чернозема выщелоченного // *Фундаментальные исследования*. 2015. № 2–2. С. 307–312. URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=36807> (дата обращения: 20.05.2022).

2. Воронцов В. А., Скорочкин Ю. П., Ерофеев С. А., Макаров М. Р. Влияние агротехники на урожайность ячменя // *Вестник науки и образования*. 2018. № 14–1 (50). С. 10–14. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-agrotehniki-na-urozhaynost-yachmenyu> (дата обращения: 23.05.2022).

3. Дементьев Д. А., Фадеев А. А. Рентабельности обработки почвы под сельскохозяйственные культуры в севообороте при минимизации обработки почвы // *Международный Сельскохозяйственный Журнал*. 2021. № 6. С. 46–49. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rentabelnosti-obrabotki-pochvy-pod-selskohozyaystvennyye-kultury-v-sevooborote-pri-minimizatsii-obrabotki-pochvy> (дата обращения: 19.05.2022).

4. Коржов С. И., Маслов В. А., Орехова Е. С. Изменение микробиологической активности почвы при различных способах ее обработки // *Агро XXI*. 2009. № 1–3. С. 47–49. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23043806> (дата обращения: 20.05.2022).

5. Марьяна-Чермных О. Г. Влияние биологических препаратов на посевные качества семян, распространенность и вредоносность корневой гнили на яровом ячмене // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2020. Т. 6. № 4. С. 345–349. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2020-6-4-445-449>

6. Марьяна-Чермных О. Г. Значимость агротехнического метода в оптимизации фитосанитарного состояния агроэкосистемы // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2018. Т. 4. № 1. С. 29–34. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2018-4-1-29-34>

7. Масютенко Н. П. Проблемы и перспективы сохранения и повышения плодородия почв // Рациональное землепользование: оптимизация земледелия и растениеводства: сборник докладов V Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию со дня рождения академика РАСХН А. П. Щербакова (г. Курск, 28–30 сентября 2021 года). Курск: Курский федеральный аграрный научный центр. 2021. С. 178–184. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47200695> (дата обращения: 22.05.2022).

8. Полуянова О. Б., Терехов М. Б., Терехова А. В. Формирование урожайности ячменя в зависимости от обработки семян и растений препаратом «Экстрасол 55» на светло-серых лесных почвах Нижегородской области // Вестник Ульяновской ГСХА. 2011. № 1 (13). С. 23–26. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-urozhaynosti-yachmenya-v-zavisimosti-ot-obrabotki-semyan-i-rasteniy-preparatom-ekstrasol-55-na-svetlo-seryh-lesnyh-pochvah> (дата обращения: 20.05.2022).

9. Романенко А. А., Васюков П. П., Кильдюшкин В. М. Эффективность различных систем основной обработки почвы под сельскохозяйственные культуры в зернопропашном севообороте // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 8. С. 34–36. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-razlichnyh-sistem-osnovnoy-obrabotki-pochvy-pod-selskokozyaystvennyye-kultury-v-zernopropashnom-sevooborote> (дата обращения: 19.05.2022).

10. Русакова И. В. Влияние длительного применения соломы и минеральных удобрений на биологические свойства дерново-подзолистой почвы // Агрохимия. 2017. № 8. С. 16–24. DOI: <https://doi.org/10.7868/S0002188117080026>

Статья поступила в редакцию 29.05.2022 г.; одобрена после рецензирования 22.06.2022 г.; принята к публикации 05.07.2022 г.

Об авторах

Хоанг Туан Ань

аспирант, Марийский государственный университет (424000, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1), hoangtuananh3210@gmail.com

Марьяна-Чермных Ольга Геннадьевна

доктор биологических наук, профессор, Марийский государственный университет (424000, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7122-0743>, oly6045@yandex.ru

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

1. Voronkova N. A., Khrantsov I. F. Vliyanie dlitel'nogo primeneniya mineral'nykh udobrenii i solomy v sevooborote na kaliinyi rezhim chernozema vyshchelochennogo [Influence of mineral fertilizers and straw on the potash regime of the lached chernozem soil at long-term using in the crop rotation]. *Fundamental'nye issledovaniya* = Fundamental Research, 2015, no. 2–2, pp. 307–312. Available at: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=36807> (accessed 20.05.2022). (In Russ.).

2. Vorontsov V. A., Skorochkin Yu. P., Erofeev S. A., Makarov M. R. Vliyanie agrotekhniki na urozhainost' yachmenya [Influence of agro-technique on the yield of barley]. *Vestnik nauki i obrazovaniya* = Bulletin of Science and Education, 2018, no. 14–1 (50), pp. 10–14. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-agrotekhniki-na-urozhaynost-yachmenya> (accessed 23.05.2022). (In Russ.).

3. Dementiev D. A., Fadeev A. A. Rentabel'nosti obrabotki pochvy pod sel'skokhozyaystvennyye kultury v sevooborote pri minimizatsii obrabotki pochvy [Profitability of tillage for agricultural crops in crop rotation while minimizing tillage]. *Mezhdunarodnyi Sel'skokhozyaystvennyi Zhurnal* = International Agricultural Journal, 2021, no. 6, pp. 46–49. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/rentabelnosti-obrabotki-pochvy-pod-selskokozyaystvennyye-kultury-v-sevooborote-pri-minimizatsii-obrabotki-pochvy> (accessed 19.05.2022). (In Russ.).

4. Korzhov S. I., Maslov V. A., Orekhova E. S. Izmenenie mikrobiologicheskoi aktivnosti pochvy pri razlichnykh sposobakh ee obrabotki [Changes in the microbiological activity of the soil with various methods of its processing]. *Agro XXI* = Agro XXI, 2009, no. 1–3, pp. 47–49. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23043806> (accessed 20.05.2022). (In Russ.).

5. Maryina-Chermnykh O. G. Vliyanie biologicheskikh preparatov na posevnye kachestva semyan, rasprostranennost' i vredonosnost' kornevoi gnili na yarovom yachmene [Influence of biopreparations on seed sowing qualities, prevalence and harmfulness of root rot on spring barley]. *Vestnik Mariiskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Sel'skokhozyaystvennyye nauki. Ekonomicheskie nauki»* = Vestnik of the Mari State University. Chapter “Agriculture. Economics”, 2020, vol. 6, no. 4, pp. 445–449. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2020-6-4-445-449>

6. Maryina-Chermnykh O. G. Znachimost' agrotekhnicheskogo metoda v optimizatsii fitosanitarnogo sostoyaniya agroekosistemy [Role of agrotechnical method in optimization of phytosanitary state of agroecosystems]. *Vestnik Mariiskogo gosudarstvennogo*

universiteta. Seriya «Sel'skokhozyaistvennyye nauki. Ekonomicheskie nauki» = Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics", 2018, vol. 4, no. 1, pp. 29–34. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2018-4-1-29-34>

7. Masyutenko N. P. Problemy i perspektivy sokhraneniya i povysheniya plodorodiya pochv [Challenges and prospects for conservation and increasing soil fertility]. *Ratsional'noe zemlepol'zovanie: optimizatsiya zemledeliya i rastenievodstva : sbornik dokladov V Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi 80-letiyu so dnya rozhdeniya akademika RASKhN A. P. Shcherbakova. (Kursk, 28-30 Sentyabrya, 2021)* = Rational land use: optimization of arable farming and crop production: Proceedings of the V International scientific and practical conference, devoted to the 80th anniversary of Academician of the RAAS A. P. Shcherbakov's birth (Kursk, September 28-30, 2021), Kursk, Federal Agricultural Kursk Research Center Publ. house, 2021, pp. 178–184. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47200695> (accessed 22.05.2022). (In Russ.).

8. Poluyanova O. B., Terekhov M. B., Terekhova A. V. Formirovanie urozhnosti yachmenya v zavisimosti ot obrabotki semyan i rastenii preparatom «Ekstrasol 55» na svetlo-serykh lesnykh pochvakh Nizhegorodskoi oblasti [Formation of productivity of barley depending on processing of seeds and plants the preparation "Ekstrasol 55" on light grey wood soils the Nizhniy Novgorod region]. *Vestnik Ul'yanovskoi GSKhA* = Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy, 2011, no. 1 (13), pp. 23–26. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-urozhaynosti-yachmenya-v-zavisimosti-ot-obrabotki-semyan-i-rasteniy-preparatom-ekstrasol-55-na-svetlo-seryh-lesnyh-pochvah> (accessed 20.05.2022). (In Russ.).

9. Romanenko A. A., Vasyukov P. P., Kildyushkin V. M. Effektivnost' razlichnykh sistem osnovnoi obrabotki pochvy pod sel'skokhozyaistvennyye kul'tury v zernopropashnom sevooborote [Efficiency of various systems of basic preparation of soil for agricultural crops in grain and row-crop rotation]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* = Achievements of Science and Technology of AIC, 2011, no. 8, pp. 34–36. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-razlichnyh-sistem-osnovnoy-obrabotki-pochvy-pod-selskohozyaystvennyye-kul'tury-v-zernopropashnom-sevooborote> (accessed 19.05.2022). (In Russ.).

10. Rusakova I. V. Vliyaniye dlitel'nogo primeneniya solomy i mineral'nykh udobrenii na biologicheskie svoistva dernovo-podzolstoi pochvy [Effect of long-term straw and mineral fertilizers application on the biological properties of sod-podzolic soil]. *Agrokimiya* = Agrochemistry, 2017, no. 8, pp. 16–24. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.7868/S0002188117080026>

The article was submitted 29.05.2022; approved after reviewing 22.06.2022; accepted for publication 05.07.2022.

About the authors

Hoang Tuan An

Postgraduate student, Mari State University (1 Lenin Sq., Yoshkar-Ola 424000, Russian Federation), hoangtuananh3210@gmail.com

Olga G. Maryina-Chermnykh

Dr. Sci. (Biology), Professor, Mari State University (1 Lenin Sq., Yoshkar-Ola 424000, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7122-0743>, oly6045@yandex.ru

All authors have read and approved the final manuscript.