

Научная статья/Research Article

УДК 632

DOI: 10.36718/1819-4036-2024-10-68-73

Елена Викторовна Савенкова¹, Наталья Александровна Мистратова²✉,
Дмитрий Николаевич Ступницкий³

^{1,2,3}Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

¹nesterenko-ev@mail.ru

²mistratova@mail.ru

³stupdn@mail.ru

ФИТОСАНИТАРНЫЙ АНАЛИЗ СЕВООБОРОТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИНЦИПОВ ОРГАНИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В УСЛОВИЯХ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Цель исследований – установить изменение фитосанитарной обстановки в зернопропашном севообороте при вовлечении в сельскохозяйственный оборот залежи с использованием принципов органического земледелия в условиях Чулымо-Енисейской лесостепи. Объект исследований – звено севооборота (пшеница–пшеница–кукуруза). Исследования проведены в 2021–2023 гг. на территории землепользования ООО «КХ Родник» в Балахтинском районе Красноярского края на введенной в сельскохозяйственный оборот 27-летней залежи. Изучались сорта яровой пшеницы Новосибирская 31, Новосибирская 16, Гранни. Представлены данные по численности и видовому составу вредителей, распространенности болезней и сорных растений в посевах. Количество вредителей было значительно ниже экономического порога вредоносности даже при повторном включении пшеницы в севооборот и составило в среднем по сортам: трипсов – 8,3 шт., шведской мухи – 1 шт., гусениц лугового мотылька – 2,3 шт. на 100 взмахов сачком. В первый год использования залежи отмечена супрессивность почв: уровень заселенности почв *Bipolaris sorokiniana* в начале вегетации составил 20 шт/г почвы со снижением к концу вегетации до 10 шт/г почвы. Во второй год исследования отмечены корневые гнили с распространенностью в фазу кущения 11,5–24,4 %, септориоз в фазу колошения – 25 %, болезни колоса на сорте Новосибирская 16 – 57 %, на сортах Новосибирская 31 и Гранни – соответственно 44,3 и 38,4 %. Показано уменьшение количества видов сорных растений по годам сельскохозяйственного использования залежи: 11, 10, 8 видов соответственно в 2021, 2022, 2023 гг. Среднее количество сорных растений на 1 м² увеличивалось и составило 44,3 шт/м² (2021 г.), 84 (2022 г.) и 442,0 шт/м² (2023 г.). За три года исследования значительно увеличилась доля корнеотпрысковых многолетних сорняков относительно первого года исследования.

Ключевые слова: органическое земледелие, залежь, севооборот, вредители, болезни растений, сорная растительность

Для цитирования: Савенкова Е.В., Мистратова Н.А., Ступницкий Д.Н. Фитосанитарный анализ севооборота с использованием принципов органического земледелия в условиях Красноярского края // Вестник КрасГАУ. 2024. № 10. С. 68–73. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-10-68-73.

Elena Viktorovna Savenkova¹, Natalia Aleksandrovna Mistratova²✉, Dmitry Nikolaevich Stupnitsky³

^{1,2,3}Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

¹nesterenko-ev@mail.ru

²mistratova@mail.ru

³stupdn@mail.ru

CROP ROTATION PHYTOSANITARY ANALYSIS USING ORGANIC FARMING PRINCIPLES IN THE KRASNOYARSK REGION CONDITIONS

*The objective of research is to establish changes in the phytosanitary situation in the grain-row crop rotation when introducing fallow land into agricultural circulation using the principles of organic farming in the Chulym-Yenisei forest-steppe. The object of research is a crop rotation link (wheat–wheat–corn). The studies were conducted in 2021–2023 on the territory of land use of Rodnik LLC in the Balakhta District of the Krasnoyarsk Region on a 27-year-old fallow land introduced into agricultural circulation. The studied varieties of spring wheat Novosibirskaya 31, Novosibirskaya 16, Granni. Data on the number and species composition of pests, the prevalence of diseases and weeds in crops are presented. The number of pests was significantly lower than the economic threshold of harmfulness even with the repeated inclusion of wheat in crop rotation and amounted to an average of 8.3 thrips, 1 frit fly, and 2.3 meadow moth caterpillars per 100 net swings. In the first year of fallow land use, soil suppression was noted: the level of soil colonization by *Bipolaris sorokiniana* at the beginning of the growing season was 20 pcs/g of soil, decreasing to 10 pcs/g of soil by the end of the growing season. In the second year of the study, root rot was noted with a prevalence of 11.5–24.4 % during the tillering phase, septoria leaf spot during the heading phase – 25 %, ear diseases on the Novosibirskaya 16 variety – 57 %, on the Novosibirskaya 31 and Granni varieties – 44.3 and 38.4 %, respectively. A decrease in the number of weed species was shown by the years of agricultural use of the fallow land: 11, 10, 8 species, respectively, in 2021, 2022, 2023. The average number of weeds per 1 m² increased and amounted to 44.3 pcs/m² (2021), 84 (2022) and 442.0 pcs/m² (2023). Over the three years of the study, the proportion of root-suckering perennial weeds increased significantly compared to the first year of the study.*

Keywords: organic farming, fallow land, crop rotation, pests, plant diseases, weeds

For citation: Savenkova E.V., Mistratova N.A., Stupniisky D.N. Crop rotation phytosanitary analysis using organic farming principles in the Krasnoyarsk Region conditions // Bulliten KrasSAU. 2024;(10): 68–73 (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-10-68-73.

Введение. Переход к «зеленой» экономике как к основному направлению устойчивого развития – это глобальный тренд современности [1]. Органическое сельское хозяйство минимизирует или полностью исключает использование искусственных минеральных удобрений, пестицидов, генетически модифицированных организмов, регуляторов роста, базируется на использовании современных сортов растений, севооборотов, растительных остатков, бобовых культур, зеленых удобрений, биологических методов борьбы с вредителями и болезнями, механической обработки почв, а также соответствует документально зафиксированным требованиям [2].

С точки зрения агроэкологии органическое сельское хозяйство призвано предотвратить использование возобновляемых ресурсов темпами, превышающими темпы их восстановления, т. е. ориентировано не на получение максимального эффекта в данный момент времени, а на сохранение условий для стабильного обеспечения производства [3].

Основная цель защиты растений в органическом земледелии состоит в устранении причин

появления вредоносных организмов. Поэтому в экологическом выращивании растений решающее значение приобретают косвенные методы защиты растений и профилактические меры [4]. Основой любых защитных мероприятий является мониторинг посевов с установлением доминирующих вредителей, болезней и сорных растений и их распространения.

Цель исследований – установить изменение фитосанитарной обстановки в звене зерно-пропашного севооборота при вовлечении в сельскохозяйственный оборот залежи с использованием принципов органического земледелия в условиях Чулымо-Енисейской лесостепи.

Объекты и методы. Анализ фитосанитарной обстановки при использовании принципов органической технологии проводился в 2021–2023 гг. на территории землепользования ООО «КХ Родник» в Балахтинском районе Красноярского края (Чулымо-Енисейская лесостепь). По природно-климатическим условиям территория хозяйства относится к прохладному агроклиматическому району с резко выраженной континентальностью. Для характеристики климата приняты данные метеостанции ГМС Балахта.

Среднегодовая температура воздуха не превышает 1,3 °С, среднегодовое количество осадков составляет 484 мм, значительная их часть выпадает в летний период. Погодные условия различались в годы проведения исследований. Среднесуточная температура за вегетационный период (май – сентябрь) при среднемноголетнем значении 13,7 °С в 2021 г. была ниже на 0,1 °С, в 2022 г. – ниже на 1,5 °С, в 2023 г. – выше на 0,8 °С. Сумма выпавших осадков была меньше среднемноголетних показателей в 2021 г. на 27,2 мм, в 2022 г. – на 66 мм, в 2023 г. – на 62,8 мм. Отмечено неравномерное

распределение осадков по периодам вегетации, но в целом достаточное для развития возделываемых культур.

Исследование проведено по вовлеченной в сельскохозяйственный оборот 27-летней залежи. Агротехника опыта осуществлялась в соответствии с зональными рекомендациями [5].

Доминирующими почвами в структуре почвенного покрова являются черноземы выщелоченные среднеспособные тяжелосуглинистые с агрохимическими показателями, характерными для данного подтипа чернозема.

Схема опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1

Схема опыта

Год	Культура	Сорта
2021	Яровая пшеница	Новосибирская 16 Новосибирская 18
2022	Яровая пшеница	Новосибирская 16 Новосибирская 31 Гранни
2023	Кукуруза	Кубанский 102 МВ

Анализ фитосанитарной обстановки проводили с помощью маршрутных обследований в следующие фазы развития: для яровой пшеницы – кущение, колошение, восковая спелость; для кукурузы – в фазы 3–4 листа, 6–8 листов и перед уборкой урожая. Засоренность посевов определяли в динамике в сроки проведения маршрутных обследований [6].

Уровень заселенности почв возбудителем гельминтоспориозной (обыкновенной) корневой гнили *Bipolaris sorokiniana* определен в испытательной лаборатории ФГБУ «Российский сельскохозяйственный центр» по Красноярскому краю. Для оценки интенсивности и распространенности болезней использовалась стандартная методика ВИЗР. Учет вредителей проводили, используя стандартный энтомологический сачок [7].

Результаты и их обсуждение. Погодные условия 2021 г. обусловили особенности развития вредных объектов: возвратные заморозки снизили активность вредителей, не способствовали формированию их высокой плодовитости, а также привели к гибели части уже отродившихся личинок. Злаковые мухи и нестадные саранчовые (кобылки) в 2021 г. не имели распространения на опытных посевах, трипс не обнаружен. На второй год использования залежи на всех участках поля присутствовали трипсы,

шведская муха, но их количество было незначительным и составило в среднем по сортам: трипсов – 8,3 шт., шведской мухи – 1 шт., гусениц лугового мотылька – 2,3 шт. на 100 взмахов сачком. Учет фитофагов в посевах кукурузы на третий год использования залежи показал практически полное отсутствие вредителей. Единично отмечены хлебные полосатые блошки и цикадки (темная и шеститочечная) – в среднем 1 шт. на 100 взмахов сачком. Тип повреждений, наносимый хлебными полосатыми блошками, на листьях кукурузы не обнаружен. Единично отмечен тип повреждений, наносимый цикадками. Повреждения носили локальный характер и значимого ущерба растениям не принесли.

Распространенность болезней в посевах существенно изменялась по годам исследования. Первый год использования залежи характеризовался очень низким инфекционным фоном.

В начале вегетационного периода 2021 г. уровень заселенности почв возбудителем гельминтоспориозной (обыкновенной) корневой гнили *Bipolaris sorokiniana* составил 20 шт/г почвы при снижении к концу вегетации до 10 шт/г почвы, что характеризовало состояние почвы как хорошее. Спровоцированные обработкой почвы дополнительная аэрация и распад органического вещества, вероятно, послужили причиной

развития антагонистов и оздоровления посевов яровой пшеницы. Развитие корневых гнилей не наблюдалось. Можно предположить, что залежь определенное время обладает супрессивными свойствами [8]. При повторном размещении посевов пшеницы произошло накопление

инокулюма в почве, что характеризовалось появлением корневых гнилей в посевах. Наименьшие показатели распространенности корневых гнилей зафиксированы на сорте Гранни (табл. 2).

Таблица 2

Степень развития корневых гнилей в посевах яровой пшеницы в 2022 г.

Сорт яровой пшеницы	Распространенность болезней		Развитие болезней	
	Фаза кущения	Фаза молочно-восковой спелости	Фаза кущения	Фаза молочно-восковой спелости
Новосибирская 31	24,4	46,3	1,7	12,3
Новосибирская 16	23,1	61	0,8	26
Гранни	11,5	31,3	1,6	13,3

Корневые гнили характеризуются как наиболее распространенные и вредоносные болезни зерновых культур в Красноярском крае. Относительно биологического порога вредоносности (ПВ) (15 % пораженных растений в начале вегетации и 15 % развития болезни перед уборкой [9]) можно отметить сорт яровой пшеницы Гранни, проявивший определенную устойчивость к данной группе заболеваний. Тем не менее двухфакторный дисперсионный анализ выявил зависимость ($p < 0,05$) распространенности корневых гнилей от фазы развития растений пшеницы, показатель силы влияния составил 66 %. Влияние биологических особенностей сорта статистически не значимо.

Симптомов поражения корневой системы на всходах кукурузы на третий год использования залежи не обнаружено.

Анализ листостебельных и колосовых болезней показал схожие результаты. В первый год использования залежи листостебельных болезней и болезней колоса не выявлено. Во второй год использования залежи посевы были поражены септориозной пятнистостью – до 25 % (ПВ 30 % развития болезни на 3-м листе сверху). На сорте Новосибирская 31 отмечены единичные случаи мучнистой росы. На сортах Новосибирская 16 и Гранни единично зафиксирована бурая ржавчина. Мучнистая роса и ржавчина, как облигатные паразиты, нуждающиеся в живых клетках и тканях, не получили большого развития в связи с некротизацией тканей при септориозе.

На колосьях обнаружены возбудители черни колоса и септориоза. Незначительную долю грибных болезней занимал фузариоз. Распространение болезней колоса наиболее проявилось на сорте Новосибирская 16 (57 %), на сортах Новосибирская 31 и Гранни соответственно 44,3 и 38,4 %.

При возделывании кукурузы на третий год использования залежи листостебельных инфекций и болезней початка не обнаружено.

Анализ сорного компонента (исходная засоренность в фазу кущения яровой пшеницы и 3–4-го листа кукурузы) показал постепенное уменьшение количества видов засорителей по годам сельскохозяйственного использования залежи. Так, в первый год (2021 г.) на поле яровой пшеницы в фазу кущения выявлено 11 видов засорителей, во второй (2022 г.) – 10, в третий (2023 г.) – 8.

При уменьшении видового разнообразия среднее количество сорных растений на 1 м² увеличивалось по годам и составило 44,3; 84,0; 442,0 шт/м² соответственно в 2021, 2022 и в 2023 гг. Существенное увеличение количества сорняков на третий год использования залежи обусловлено слабой конкуренцией пропашной культуры (кукурузы) в севообороте. После двукратной междурядной обработки почвы, в соответствии с органической технологией возделывания, количество сорных растений уменьшилось до 42 шт/м².

Анализ соотношения представителей биологических групп показал, что за три года исследования при использовании принципов органической технологии возделывания культур значительно увеличилась доля корнеотпрысковых многолетних сорняков относительно первого года исследования (табл. 3).

**Соотношение представителей биологических групп сорных растений
по годам исследования, %**

Биологическая группа сорных растений	2021 г.	2022 г.	2023 г.	
			Исходная засоренность	Засоренность после междурядных обработок
Яровой однолетний	51	50	85,4	68,4
Зимующий однолетний	7	–	0,5	5,2
Корневищный многолетний	9	10	–	–
Корнеотпрысковый многолетний	3	20	10,9	23,8
Стержнекорневой многолетний	31	10	3,2	2,6
Клубневой многолетний	–	10	–	–

Видовой состав сорной растительности изменялся по годам. Неизменно присутствовали в агроценозе марь белая (*Chenopodium album* L.), горец вьюнковый (*Fallopia convolvulus*), пикульник обыкновенный (*Galeopsis tetrahit* L.) и бодяк полевой (*Cirsium arvense* (L.) Scop.). Во второй год использования залежи под посевы яровой пшеницы (предшественник яровая пшеница) наблюдалось присутствие таких видов сорных растений, как хвощ полевой (*Equisetum arvense*), зопник клубненосный (*Phlomis tuberosa* L.), осот желтый (*Sonchus arvensis* L.), молочай лозный (*Euphorbia virgata*), овсюг полевой (*Avenafatua* L.). Овсюг полевой также отмечен в посевах кукурузы (третий год использования залежи, предшественник яровая пшеница). Кроме того, на третий год возделывания залежи в посевах появилось просо сорное (*Panicum miliaceum subsp. ruderale* (Kitag.) Tzvel.) и подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.). Кострец безостый (*Bromopsis inermis*), рыжик мелкоплодный (*Camelina microcarpa*), проломник северный (*Androsace septentrionalis*) и щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus*), присутствующие в посевах в первый год использования залежи, в последующие два года в посевах не наблюдались.

Заключение. В условиях Чулымо-Енисейской лесостепи (Балахтинский район Красноярского края) залежные земли могут вовлекаться в сельскохозяйственный оборот с использованием органической технологии.

В годы отсутствия массовых вспышек вредителей в регионе фитофаги не наносят экономически значимого ущерба посевам. Их численность и видовой состав регулируется сменой культуры в севообороте и агротехническими мероприятиями. Ухудшение фитосанитарной обстановки наблюдается в посевах при повторном включении яровой пшеницы в севооборот. Сортосмена не исключает возникновения болезней в полевых условиях, но возделывание

более устойчивых сортов снижает распространность корневых гнилей в посевах и интенсивность листостебельных и колосовых инфекций. Смена культуры в севообороте выполняет оздоравливающую функцию. Кукуруза может быть использована в качестве последующей после яровой пшеницы культуры в севообороте при использовании органической технологии.

Установлено уменьшение видовой разнообразия сорных растений в каждом последующем году использования залежи в сельскохозяйственном обороте по органической технологии при увеличении количества сорняков на 1 м². Также происходит смена видов сорной растительности. Наличие корнеотпрысковых многолетних сорняков предполагает их распространение в посевах и поиск наиболее эффективных и экологически безопасных агроприемов для их искоренения.

Список источников

1. Михайлушкин П.В., Алиева А.Р. Органическое земледелие – направление перехода к «зеленой» экономике России // Международный сельскохозяйственный журнал. 2020. № 2. С. 17–19.
2. Мистратова Н.А., Коломейцев А.В., Янова М.А. Анализ зарубежного опыта производства и реализации органической продукции сельского хозяйства // Вестник КрасГАУ. 2018. № 2. С. 162–165.
3. Калимов Н.Ж. Управление плодородием почвы в органическом земледелии // Вестник науки КАТУ им. С.Сейфуллина. 2016. Спец. выпуск. С. 63–68. URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/300013> (дата обращения: 17.01.2024).
4. Семинченко Е.В. Урожайность севооборотов в зависимости от приемов биологизации // Аграрная наука. 2021. № 1. С. 121–124.

5. Система земледелия Красноярского края на ландшафтной основе: руководство. Красноярск, 2015. 591 с.
6. Методические рекомендации по проведению регистрационных испытаний гербицидов / ВИЗР. СПб., 2020. С. 15–18.
7. Поляков И.Я., Персов М.П., Смирнов В.А. Прогноз развития вредителей и болезней сельскохозяйственных культур (с практимумом). Л.: Колос, Ленингр. отд-ние, 1984. 318 с.
8. Влияние интенсивной и органической технологий возделывания на развитие корневых гнилей на яровой пшенице / В.Л. Бопп [и др.] // Парадигма устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях современных реалий: мат-лы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию создания ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ (Красноярск, 24–26 мая 2022 г.) / Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск, 2022. С. 82–84. EDN EKELBP.
9. Фитосанитарная диагностика агроэкосистем / под ред. Е.Ю. Тороповой. Барнаул, 2017. 210 с.
3. Kalimov N.Zh. Upravlenie plodorodiem pochvy v organicheskom zemledelii // Vestnik nauki KATU im. S.Sejfullina. 2016. Spec. vypusk. S. 63–68. URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/300013> (data obrascheniya: 17.01.2024).
4. Seminchenko E.V. Urozhajnost' sevooborotov v zavisimosti ot priemov biologizacii // Agrarnaya nauka. 2021. № 1. S. 121–124.
5. Sistema zemledeliya Krasnoyarskogo kraja na landshaftnoj osnove: rukovodstvo. Krasnoyarsk, 2015. 591 s.
6. Metodicheskie rekomendacii po provedeniyu registracionnyh ispytaniy gerbicidov / VIZR. SPb., 2020. S. 15–18.
7. Polyakov I.Ya., Persov M.P., Smirnov V.A. Prognoz razvitiya vreditel'ej i bolezn'ej sel'skohozyajstvennyh kul'tur (s praktikumom). L.: Kolos, Leningr. otd-nie, 1984. 318 s.
8. Vliyanie intensivnoj i organicheskoj tehnologij vozdeljvaniya na razvitie kornevyh gnilej na yarovoju pshenice / V.L. Bopp [i dr.] // Paradigma ustojchivogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa v usloviyah sovremennyh realij: mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyasch. 70-letiju sozdaniya FGBOU VO Krasnoyarskij GAU (Krasnoyarsk, 24–26 maya 2022 g.) / Krasnoyarsk. gos. agrar. un-t. Krasnoyarsk, 2022. S. 82–84. EDN EKELBP.
9. Fitosanitarnaya diagnostika agro`ekosistem / pod red. E. Yu. Toropovoj. Barnaul, 2017. 210 s.

References

1. Mihajlushkin P.V., Alieva A.R. Organicheskoe zemledelie – napravlenie perehoda k «zelenoj» ekonomike Rossii // Mezhdunarodnyj sel'skohozyajstvennyj zhurnal. 2020. № 2. S. 17–19.
2. Mistratova N.A., Kolomejcev A.V., Yanova M.A. Analiz zarubezhnogo opyta proizvodstva i realizacii organicheskoj produkcii sel'skogo hozyajstva // Vestnik KrasGAU. 2018. № 2. S. 162–165.
9. Fitosanitarnaya diagnostika agro`ekosistem / pod red. E. Yu. Toropovoj. Barnaul, 2017. 210 s.

Статья принята к публикации 13.05.2024 / The article accepted for publication 13.05.2024.

Информация об авторах:

Елена Викторовна Савенкова¹, доцент кафедры общего земледелия и защиты растений, кандидат биологических наук

Наталья Александровна Мистратова², доцент кафедры растениеводства, селекции и семеноводства, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Дмитрий Николаевич Ступницкий³, доцент кафедры растениеводства, селекции и семеноводства, кандидат сельскохозяйственных наук

Information about the authors:

Elena Viktorovna Savenkova¹, Associate Professor at the Department of General Agriculture and Plant Protection, Candidate of Biological Sciences

Natalia Aleksandrovna Mistratova², Associate Professor at the Department of Plant Growing, Selection and Seed Production, Candidate of Agricultural Sciences, Docent

Dmitry Nikolaevich Stupnitsky³, Associate Professor at the Department of Plant Growing, Selection and Seed Production, Candidate of Agricultural Sciences