

Научная статья
 УДК 631.51:631.8:632.51
 doi:10.35694/YARCX.2024.65.1.003

ВЛИЯНИЕ ПРЯМОГО ПОСЕВА НА РАЗВИТИЕ ПОКРОВНЫХ КУЛЬТУР И КЛЕВЕРА В ЦЕНТРАЛЬНОМ РАЙОНЕ НЕЧЕРНОЗЁМНОЙ ЗОНЫ РФ

С. В. Железова¹, А. И. Беленков², А. В. Мельников³, Н. Н. Лазарев⁴

¹Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии,
 Большие Вязёмы, Россия

²Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии
 имени В. Р. Вильямса, Лобня, Россия

³Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», Москва, Россия

⁴Российский государственный аграрный университет –
 МСХА имени К. А. Тимирязева, Москва, Россия

Автор, ответственный за переписку: Алексей Иванович Беленков,
 belenokaleksis@mail.ru, ORCID 0000-0003-0422-4936

Реферат. В полевом однолетнем эксперименте на дерново-подзолистой почве применяли технологию прямого посева и сравнивали развитие посевов четырёх видов покровной культуры (овёс, горчица, фацелия, гречиха) с подсевом клевера. В течение вегетационного сезона оценивали развитие посевов по густоте всходов покровных культур, клевера и количеству сорных растений. Все покровные культуры показали невысокую всхожесть и выживаемость при применении прямого посева, в то время как у клевера беспокровно была выявлена наибольшая густота стояния (140 ± 35 шт./кв.м). Густота всходов овса и горчицы составили не более 50% от первоначальной нормы высева (100 ± 41 и 120 ± 52 шт./кв.м соответственно), а густота всходов фацелии и гречихи была очень низкой (20 ± 5 и 27 ± 6 шт./кв.м соответственно). Следовательно, гречиха и фацелия плохо всходят при посевах по нулевой технологии. Подпокровный клевер одинаково хорошо взошёл и развивался на всех вариантах под разными покровными культурами. На всех вариантах опыта была отмечена высокая засорённость посевов. Количество сорняков превышало экономические пороги вредоносности, малолетние сорняки в начале наблюдения развивались в количествах 100–200 шт./кв.м, к концу сезона – до 800 шт./кв.м, многолетние – 8–12 шт./кв.м. Применение гербицида во время вегетации в данном эксперименте не предусмотрено, из-за чувствительности покровных культур. В конце сезона проводили учёт биомассы покровных культур и клевера. По клеверу в конце сезона наибольшая биомасса была отмечена на вариантах под покровом фацелии, гречихи и беспокровно, там, где конкуренция с покровной культурой была минимальна или отсутствовала. Технология прямого посева клевера на дерново-подзолистой почве показала высокую эффективность, однако подбор подходящей покровной культуры требует дальнейших исследований.

Ключевые слова: технология прямого посева, покровные культуры, клевер, биомасса растений, засорённость посевов

THE INFLUENCE OF DIRECT SEEDING ON THE DEVELOPMENT OF COVER CROPS AND CLOVER IN THE CENTRAL REGION OF THE NON-CHERNOZEM ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION

S. V. Zhelezova¹, A. I. Belenkov², A. V. Melnikov³, N. N. Lazarev⁴

¹All-Russian Scientific Research Institute of Phytopathology, Bolshie Vyazyomy, Russia

²Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology, Lobnya, Russia

³Federal Research Center "Nemchinovka", Moscow, Russia

⁴Russian Timiryazev State Agrarian University, Moscow, Russia

Author responsible for the correspondence: Aleksey I. Belenkov,
 belenokaleksis@mail.ru, ORCID 0000-0003-0422-4936

Abstract. In a field one-year experiment on soddy-podzolic soil direct seeding technology was used and the development of crops of four species of cover crops (oats, mustard, phacelia, buckwheat) was compared with the underseeding of clover. During the growing season the development of crops was assessed by the density of seedlings of cover crops, clover and the number of weedage. All cover crops showed low germination and survival when using direct seeding, while clover without cover showed the highest degree of density (140 ± 35 pcs./m²). The density of oats and mustard seedlings amounted to no more than 50% of the initial seeding rate (100 ± 41 and 120 ± 52 pcs./m², respectively), and the density of phacelia and buckwheat seedlings was very low (20 ± 5 and 27 ± 6 pcs./m², respectively). Consequently, buckwheat and phacelia do not germinate well when sowed using no-till technology. Undercover clover germinated and developed equally well in all variants under different cover crops. In all variants of the experiment high weed infestation of crops was noted. The number of weeds exceeded the economic thresholds of harmfulness, at the beginning of observation young weeds developed in quantities of 100–200 pieces/m², by the end of the season – up to 800 pcs./m², perennial – 8–12 pcs./m². The use of herbicide during the growing season is not provided in this experiment due to the sensitivity of cover crops. At the end of the season the biomass of cover crops and clover was taken into account. For clover at the end of the season the highest biomass was noted in the variants under the cover of phacelia, buckwheat and without cover where competition with the cover crop was minimal or absent. The direct seeding technology of clover on soddy-podzolic soil has shown high efficiency, but the selection of a suitable cover crop requires further research.

Keywords: *direct seeding technology, cover crops, clover, plant biomass, weed infestation of crops*

Введение. Нулевая обработка почвы (No-till) и прямой посев за последние полтора-два десятилетия получили широкое распространение в мире [1]. Данная технология подразумевает полный отказ от обработки почвы, а посев производится прямо по пожнивным остаткам и в стерню убранный предшествующей культуры. В силу этих особенностей у данной технологии есть свои плюсы и минусы [2]. Положительный эффект технологии проявляется в предотвращении эрозии почвы (в первую очередь ветровой), в накоплении органического вещества и повышении биологической активности почвы, при этом экономические затраты на обработку почвы сокращаются до 70%. Также некоторые авторы отмечают повышение урожайности культур, возделываемых по технологии прямого посева. За счёт положительного действия накопленного слоя соломенной мульчи происходит сбережение влаги почвы и снижение численности сорняков [3]. В то же время, у технологии есть и доказанные минусы: общее ухудшение фитосанитарной обстановки и большая распространённость заболеваний сельскохозяйственных посевов [4], на начальных стадиях освоения технологии существенно повышается численность сорняков [5], без слоя мульчи отмечается повышенное уплотнение почвы [6; 7]. Отмечается также необходимость увеличения доз азотных удобрений [3], в противном случае, культурам, выращиваемым по данной технологии, не хватает минеральных элементов. При освоении данной технологии надо быть готовым к увеличению пестицидной нагрузки [2; 5], т. к. в целом происходит ухудшение фитосанитарной обстановки. При увеличении пестицидной нагрузки возникает опасность загрязнения почв и сопредельных сред пестицидами, проявляется негатив-

ное влияние остаточных количеств пестицидов в почве, фитотоксичность. При дальнейшем освоении технологии возможно снижение пестицидной (в первую очередь, гербицидной) нагрузки. Поэтому в странах, где была изначально предложена и адаптирована данная технология, она продолжает успешно развиваться, о чём свидетельствуют данные о посевных площадях под No-till. По технологии прямого посева выращивают зерновые, зернобобовые, технические культуры. Например, в Канаде и США по технологии прямого посева выращивают до 45% посевных площадей сои, пшеницы – до 40%, кукурузы – до 24%, хлопка – до 21%, овса и риса – до 10–12% [8]. В России площадь полей под прямым посевом существенно ниже, так как данная технология развивается сравнительно недавно. В целом по стране суммарная площадь под посевами по нулевой технологии не превышает одного процента. Для кормовых культур, в частности, для бобовых трав в качестве подсева под основную культуру, данная технология мало распространена и в мире, и в России. На склоновых землях в чернозёмных регионах России была продемонстрирована эффективность возделывания бобово-злаковых травосмесей в отдельные годы и в различных условиях [9; 10]. Для Нечернозёмной зоны тематика исследования возможности применения прямого посева при возделывании покровных культур клевера является новой и актуальной.

Цель исследований: в условиях Нечернозёмной зоны при нулевой обработке почвы сравнить несколько видов покровных культур для клевера и выбрать наиболее подходящий.

Материалы и методы. Поисковые исследования были проведены как однолетний полевой эксперимент в вегетационном сезоне 2020 г.

на территории Полевой опытной станции РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). Почва полигона: агродерново-подзолистая окультуренная средне- и легкосуглинистая на моренных валунных средних и лёгких суглинках с включениями песка. Перед проведением эксперимента на данном поле в течение более 7 лет возделывали многолетние травы (предшествующая культура). Поле было разбито на полосы, по которым в четырёхкратной повторности был заложен эксперимент с четырьмя видами покровных культур и клевером. За три дня до посева культур была проведена обработка многолетних трав гербицидом Торнадо-500 (д.в. глифосат), норма 2,0 л/га. Перед посевом были внесены удобрения: 200 кг/га комплексных удобрений (азофоска N16P16K16). Посев покровных культур и клевера осуществляли непосредственно в стерню многолетних трав дерновой пневмосеялкой AMAZON Primera DMC-3. Сначала провели посев клевера, на следующий день – посев покровных культур.

Подпокровная культура – клевер красный луговой (*Trifolium pratense*), сорт Трио. Сравнивали следующие покровные культуры:

1. Горчица сорта Рапсодия (22 кг/га) + клевер (20 кг/га).
2. Гречиха сорта Девятка (80 кг/га) + клевер (20 кг/га).
3. Фацелия сорта Дана (20 кг/га) + клевер (20 кг/га).
4. Овёс сорта Скакун (200 кг/га) + клевер (20 кг/га).
5. Клевер без покрова в чистом виде (20 кг/га).

Опыт заложен в четырёхкратной повторности, размер учётной делянки 0,18 га, общая площадь опыта 3,6 га (рис. 1).

В программу научных исследований входил мониторинг развития посевов во время вегетации,

определение засорённости количественным методом дважды за вегетацию, оценка биомассы культур по всем вариантам опыта на пике вегетации. Статистическая обработка данных по урожайности зелёной массы покровных культур и клевера проведена методами вариационной статистики и дисперсионного анализа.

Результаты и обсуждение.

Метеоусловия периода проведения исследований. Количество осадков, выпавших в первые три месяца в сочетании с умеренными температурами, было достаточным для формирования хороших урожаев. Однако уменьшение количества осадков и понижение температуры во второй период вегетации (август-октябрь) обусловило получение относительно невысокой продуктивности покровных культур, подпокровного клевера, а также клевера в чистом виде. Другими словами, наиболее ответственные фазы развития урожая опытных культурных растений проходили в период сравнительно неблагоприятных метеоусловий. Уборка покровных культур, подпокровного и чистого клевера пришлась на 15 октября 2020 г., когда они начинали испытывать некоторый дискомфорт, обусловленный пониженной всхожестью и густотой стояния растений, высокой засорённостью на прямом посеве и постепенным ухудшением метеоусловий (рис. 2).

Всхожесть и выживаемость покровных культур клевера существенно различалась. Наибольшее количество всходов покровной культуры отмечено на вариантах горчица и овёс (среднее значение 100–120 шт./кв.м), наименьшее – на вариантах гречиха и фацелия (20–28 шт./кв.м) (рис. 3, покровные культуры). Столь низкие показатели всхожести гречихи и фацелии можно объяснить тем, что для данных культур технология прямого посева в стерню предшественника не является оптимальной даже при благоприятных метеоусловиях.



Рисунок 1 – Общий вид посевов и фрагмент закладки полевого опыта по изучению прямого посева для покровных культур клевера, 2020 г.

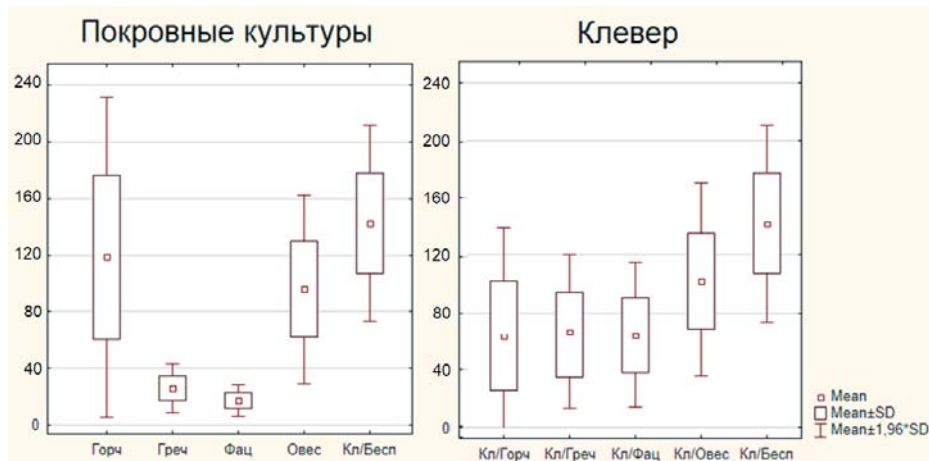


Рисунок 2 – Метеоданные периода вегетации 2020 г.

Густота всходов клевера на трёх вариантах покровных культур (гречиха, горчица, фацелия) была на уровне 60–72 шт./кв.м, под покровом овса густота клевера была выше (100 шт./кв.м), при выращивании беспокровно густота клевера была ещё выше (в среднем 140 шт./кв.м). Однако при обработке данных методом дисперсионного анализа показано, что значимость различий по всхо-

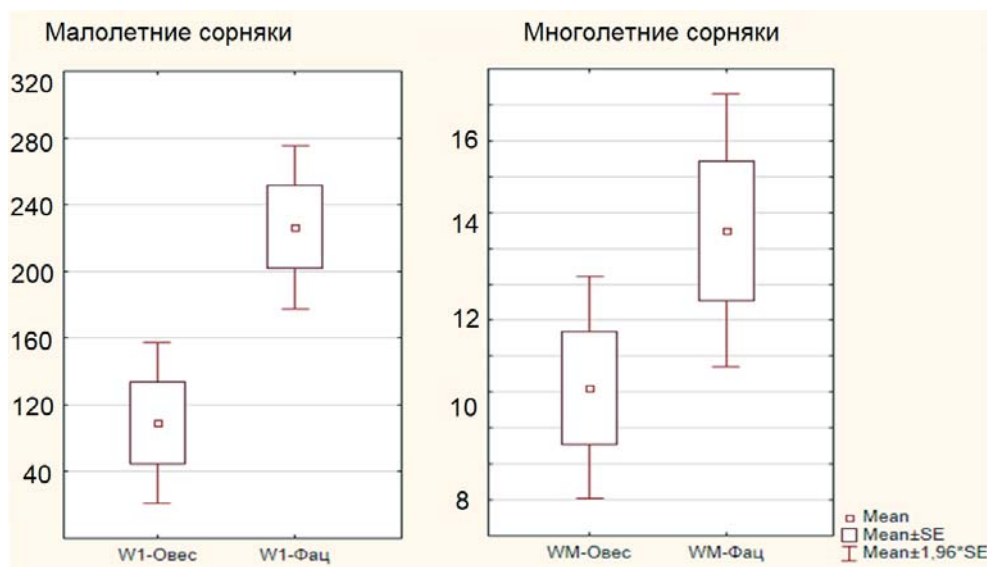
жести клевера между вариантами опыта статистически не подтверждается (рис. 3, клевер).

Засорённость посевов зависела от вида покровной культуры. Для культур с низкой всхожестью и выживаемостью в условиях прямого посева засорённость малолетними сорняками была высокой (до 240 и более шт./кв.м), по многолетним – гораздо ниже (от 10 до 14 шт./кв.м) (рис. 4).



Горч – горчица; Греч – гречиха; Фац – фацелия; Кл/бесп – клевер беспокровный;
Кл/Горч – клевер под горчицей; Кл/Греч – клевер под гречихой; Кл/Фац – клевер под фацелией;
Кл/Овёс – клевер под овсом; «точки» – средние значения, «коробки» – границы стандартных отклонений среднего; планки погрешностей – 95%-ный доверительный интервал среднего.

Рисунок 3 – Густота всходов покровных культур и подпокровного клевера, шт./кв.м



W1 – однолетние сорняки; WM – многолетние сорняки; Фац – фацелия; «точки» – средние значения; «коробки» – границы стандартных отклонения среднего; планки погрешностей – 95%-ный доверительный интервал среднего.

Рисунок 4 – Засорённость посевов в зависимости от вида покровной культуры, шт./кв.м

В посевах клевера и покровных культур преобладали из числа малолетних сорняков – редька дикая, торица полевая, фиалка полевая, мятлики однолетних; из многолетних – бодяк розовый, пырей ползучий.

Выявлена тенденция, что под посевами фацелии засорённость была максимальной, а под посевами овса – минимальной. Это объясняется разной скоростью роста покровных культур и их разной конкурентоспособностью по отношению к сорнякам. Сравнение численности сорняков под разными покровными культурами было проведено с применением критерия существенности (t-критерий). Для большинства сравниваемых пар разница засорённости посевов была несущественная, за исключением пары сравнения – овёс и фацелия. В связи с тем, что всходы фацелии были наиболее изрежены, засорённость однолетними сорняками там была наибольшей, а в посевах овса – наоборот. Но для многолетних сорняков статистически значимыми эти различия не являются (рис. 4, многолетние сорняки).

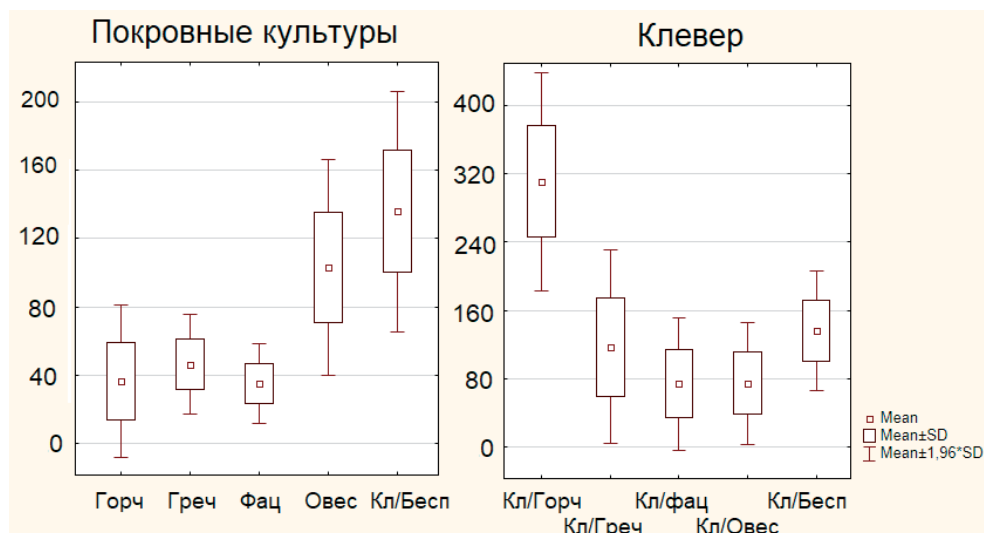
Таким образом, по первому сроку наблюдения (21.08.2020 г.) можно сделать промежуточные выводы: всхожесть клевера не зависела от вида покровной культуры, а засорённость посевов связана с густотой стояния покровной культуры – чем выше густота культуры, тем ниже засорённость.

Через месяц после первого учёта был проведён второй учёт густоты всходов и засорённости посевов на всех опытных делянках. Точки учёта территориально совпадали в первый и второй

сроки учёта. Через 2 месяца после начала вегетации наибольшее количество всходов покровной культуры отмечено на варианте овёс (среднее значение 136 шт./кв.м), наименьшее, так же, как и в первый срок учёта – на вариантах гречиха и фацелия (32–44 шт./кв.м). Снижение численности всходов горчицы можно объяснить быстрым созреванием и отмиранием растений в условиях наступившей жаркой погоды (рис. 5).

Среднее значение количества сорных растений на поле (шт./кв.м) увеличилось с 184 ± 6 в августе до 396 ± 14 в сентябре. Это связано с двумя причинами: 1) действие гербицида неизбирательного действия на основе д.в. глифосата к моменту второго учёта окончательно прекратилось; 2) покровная культура и клевер, посеянные по технологии прямого посева, в первый вегетационный сезон не смогли создать сильную конкуренцию сорнякам. В среднем по обоим срокам наблюдения количество малолетних сорных растений было в 6–12 раз выше, чем количество многолетних (рис. 6).

Наибольшая засорённость посевов была отмечена на вариантах горчица + клевер, гречиха + клевер и клевер беспокровно. Преимущественно здесь были распространены малолетние сорняки, среднее число которых доходило до 500 ± 250 шт./кв.м. На вариантах фацелия и овёс засорённость посевов была минимальной как по однолетним, так и по многолетним сорнякам. За два срока наблюдения (через 35 дней после посева и через 60 дней после посева) было показано, что овёс обла-



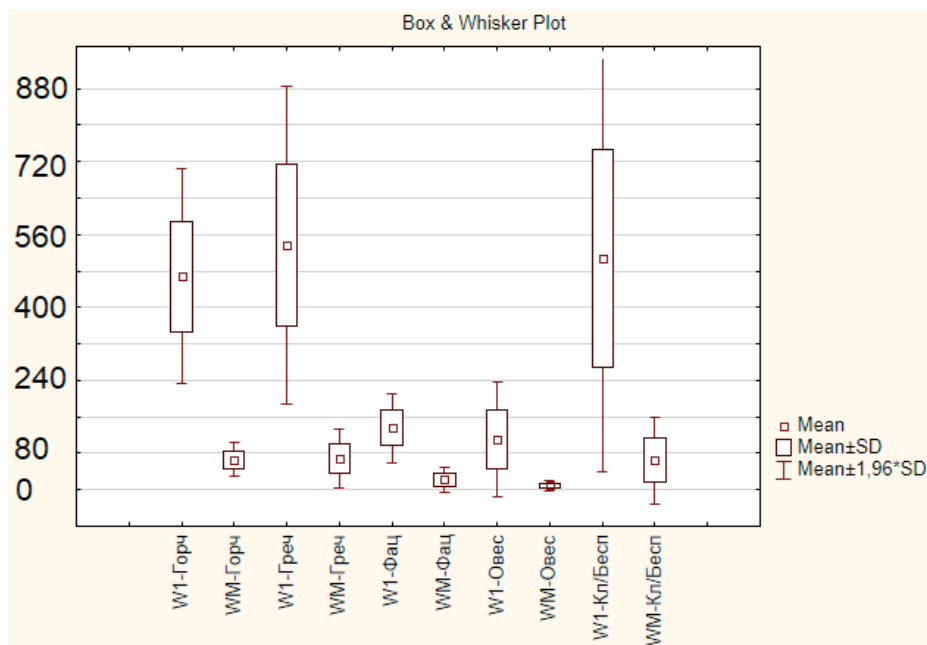
Горч – горчица; Греч – гречиха; Фац – фацелия; Кл/бесп – клевер беспокровный; Кл/Горч – клевер под горчицей; Кл/Греч – клевер под гречихой; Кл/Фац – клевер под фацелией; Кл/Овес – клевер под овсом; «точки» – средние значения; «коробки» – границы стандартных отклонений среднего; планки погрешностей – 95%-ный доверительный интервал среднего.

Рисунок 5 – Густота всходов покровных культур и клевера через 60 дней после посева, шт./кв.м

дает наибольшей подавляющей способностью по отношению к сорнякам (рис. 7).

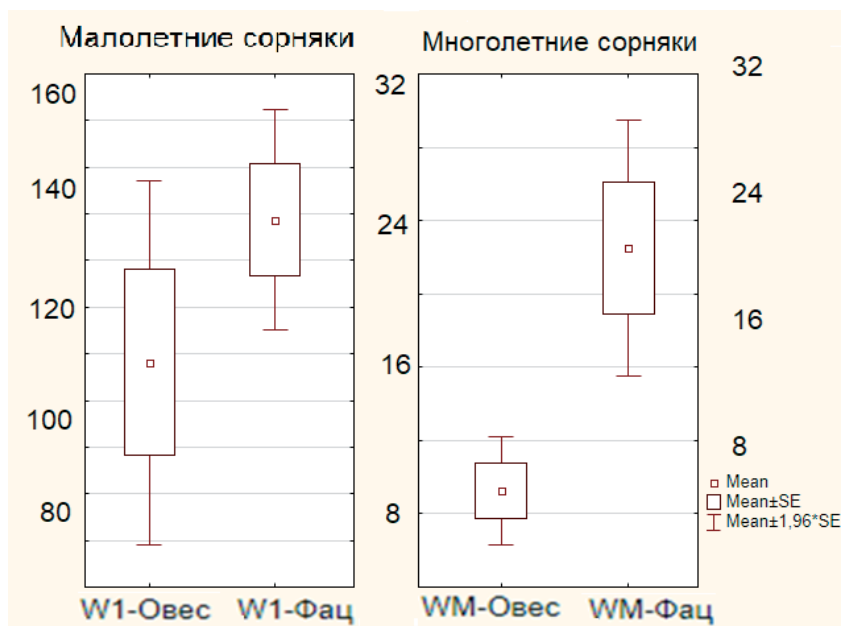
Таким образом, по сроку наблюдения 60 дней после посева (17.09.2020 г.) можно сделать следующие промежуточные выводы: густота подпо-

кровного клевера увеличилась в среднем по полю на 11%, при этом максимальный показатель увеличения густоты клевера отмечен на варианте с горчицей. Засорённость посевов существенно возросла, в основном за счёт увеличения количе-



Обозначения – см. рисунок 3.

Рисунок 6 – Количество всходов малолетних (W1) и многолетних (WM) сорняков под разными покровными культурами и клевером беспокровно через 60 дней после посева, шт./кв.м.



Обозначения – см. рисунок 4.

Рисунок 7 – Количество всходов малолетних (W1) и многолетних (WM) сорняков под покровными культурами овса и фацелии через 60 дней после посева, шт./кв.м

ства однолетних сорняков – на 115%. При этом варианты овёс и фацелия по-прежнему оставались наименее засорёнными.

В третий (конечный) срок наблюдения развития посевов (15.10.2020 г.) был проведён учёт биомассы покровных культур и подпокровного клевера. Данные после статистической обработки представлены в таблице 1.

Наибольшая биомасса в конце вегетации была получена по культуре фацелия, клевер под покровом фацелии, клевер под покровом гречихи и клевер беспокровно (около 7 т/га). Минимальная

биомасса была отмечена на культурах гречиха, овёс, клевер под покровом овса. Низкую биомассу овса можно объяснить широким распространением заболевания ржавчина, которое встречалось на делянках с овсом практически на 100% растений. Таким образом, несмотря на относительно высокую густоту стояния овса по сравнению с другими культурами, биомасса на этом варианте была сформирована очень низкая. Следовательно, возникла необходимость дополнительной обработки фунгицидами посевов овса при возделывании его по технологии нулевой обработки почвы.

Таблица 1 – Средняя урожайность зелёной массы культур полевого опыта, 15.10.2020 г.

№ п/п	Культура	Зелёная биомасса по повторениям, т/га				Средняя биомасса, т/га
		1	2	3	4	
1	Горчица	5,6	4,6	6,5	5,5	5,55
2	Клевер п./горчица	8,0	6,2	3,6	6,8	6,15
3	Гречиха	6,0	2,4	5,2	4,6	4,55
4	Клевер п./гречиха	7,0	5,4	8,2	8,6	7,30
5	Фацелия	10,2	4,6	8,0	6,2	7,25
6	Клевер п./фацелия	11,4	5,2	10,4	3,6	7,65
7	Овёс	4,0	4,5	4,2	3,8	4,10
8	Клевер п./овёс	6,4	4,0	4,8	2,2	4,35
9	Клевер ч.	6,4	7,2	9,2	4,2	6,75
10	НСР ₀₅					2,12

Примечание: клевер п. – клевер подпокровный; клевер ч. – клевер в чистом виде.

Выводы.

1. В первый год проведения эксперимента по подбору покровных культур для клевера было показано, что клевер лучше развивается в условиях слабой конкуренции со стороны культурных (покровных) растений. Так, наибольшая биомасса клевера в конце первого года вегетации была отмечена на вариантах клевер беспокровный, клевер под покровом фацелии, клевер под покровом гречихи.
2. В условиях применения нулевой обработки и прямого посева из покровных культур хуже всего развивались фацелия и гречиха, но благодаря их слабому развитию подпокровный клевер развивался лучше и быстрее.
3. В условиях применения нулевой обработки и прямого посева развитие овса в начале сезона проходило лучше других культур, однако во второй половине вегетации посев овса был полностью поражён листовой ржавчиной, что привело к большим потерям биомассы овса к моменту учёта урожайности.
4. На всех вариантах опыта была отмечена высокая засорённость посевов, когда количество сорных растений в начале вегетации превышало экономические пороги вредоносности, а применение гербицида во время вегетации в данном эксперименте не предусмотрено, так как все культуры, за исключением овса, являются чувствительными. Первичная (предпосевная) обработка поля гербицидом на основе д.в. глифосата не дала ожидаемого эффекта, хотя и несколько ослабила сорные растения перед посевом культур.

Список источников

1. Derpsch R., Friedrich T., Kassam A. [et al.] Current Status of Adoption of No-Till Farming in the World and some of its Main Benefits // International Journal of Agricultural and Biological Engineering. 2010. Vol. 3, № 1. P. 1–25. doi:10.3965/j.issn.1934-6344.2010.01.001-025.
2. Zhelezova S. V., Melnikov A. V., Ananiev A. A. Pros and cons of no-till technology in a long-term field experiment on sod-podzolic soil // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 368. P. 012055. doi:10.1088/1755-1315/368/1/012055.
3. Дридигер В. К. Ошибки при освоении технологии No-till // Земледелие. 2016. № 3. С. 5–9. ISSN 0044-3913.
4. Железова С. В., Акимов Т. А., Белошапкина О. О. [и др.] Влияние разных технологий возделывания озимой пшеницы на урожайность и фитосанитарное состояние посевов (на примере полевого опыта Центра точного земледелия РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева) // Агрехимия. 2017. № 4. С. 65–75. ISSN 0002-1881.
5. Полин В. Д., Смелкова И. А. Изменение сорного компонента под действием ресурсосберегающих систем обработки почвы в зернопропашном севообороте и методы борьбы с ним // Земледелие. 2015. № 8. С. 29–32. ISSN 0044-3913.
6. Железова С. В., Ананьев А. А., Беленков А. И. [и др.] Твёрдость пахотного слоя почвы при традиционной, минимальной и нулевой обработке // Тенденции развития агрофизики: от актуальных проблем земледелия и растениеводства к технологиям будущего : материалы II Междунар. науч. конф. (Санкт-Петербург, 02–04 октября 2019 г.). С-Пб. : ФГБНУ АФИ, 2019. С. 67–74. ISBN 978-5-905200-40-3.
7. Blanco-Canqui H., Ruis S. J. No-tillage and soil physical environment // Geoderma. 2018. Vol. 326. P. 164–200. doi:10.1016/j.geoderma.2018.03.011.
8. Awada L., Lindwall C. W., Sonntag B. The development and adoption of conservation tillage systems on the Canadian Prairies // International Soil and Water Conservation Research. 2014. Vol. 2, Is. 1. P. 47–65. doi:10.1016/S2095-6339(15)30013-7.
9. Чернявских В. И. Продуктивность бобово-злаковых травосмесей и эффективность их возделывания на склоновых землях юго-запада ЦЧЗ // Достижения науки и техники АПК. 2009. № 7. С. 42–45. ISSN 0235-2451.
10. Чернявских В. И., Котлярова Е. Г. Многокомпонентные смеси в звене кормовых севооборотов на склоновых землях Белгородской области // Земледелие. 2009. № 8. С. 42–44. ISSN 0044-3913.

References

1. Derpsch R., Friedrich T., Kassam A. [et al.] Current Status of Adoption of No-Till Farming in the World and some of its Main Benefits // International Journal of Agricultural and Biological Engineering. 2010. Vol. 3, № 1. P. 1–25. doi:10.3965/j.issn.1934-6344.2010.01.001-025.
2. Zhelezova S. V., Melnikov A. V., Ananiev A. A. Pros and cons of no-till technology in a long-term field experiment on sod-podzolic soil // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 368. P. 012055. doi:10.1088/1755-1315/368/1/012055.
3. Dridiger V. K. Oshibki pri osvoenii tehnologii No-till // Zemledelie. 2016. № 3. S. 5–9. ISSN 0044-3913.

4. Zhelezova S. V., Akimov T. A., Beloshapkina O. O. [i dr.] Vlijanie raznyh tehnologij vozdeľyvanija ozimoj pshenicy na urozhajnost' i fitosanitarnoje sostojanie posevov (na primere polevogo opyta Centra tochnogo zemledelija RGAU – MSHA imeni K.A. Timirjazeva) // Agrohimiya. 2017. № 4. S. 65–75. ISSN 0002-1881.

5. Polin V. D., Smelkova I. A. Izmenenie sornogo komponenta pod dejstviem resursoberegajushih sistem obrabotki pochvy v zernopropashnom sevooborote i metody bor'by s nim // Zemledelie. 2015. № 8. S. 29–32. ISSN 0044-3913.

6. Zhelezova S. V., Anan'ev A. A., Belenkov A. I. [i dr.] Tvjordost' pahotnogo sloja pochvy pri tradicionnoj, minimal'noj i nulevoj obrabotke // Tendencii razvitija agrofiziki: ot aktual'nyh problem zemledelija i rastenievodstva k tehnologijam budushhego : materialy II Mezhdunar. nauch. konf. (Sankt-Peterburg, 02–04 oktjabrja 2019 g.). S-Pb. : FGBNU AFI, 2019. S. 67–74. ISBN 978-5-905200-40-3.

7. Blanco-Canqui H., Ruis S. J. No-tillage and soil physical environment // Geoderma. 2018. Vol. 326. P. 164–200. doi:10.1016/j.geoderma.2018.03.011.

8. Awada L., Lindwall C. W., Sonntag B. The development and adoption of conservation tillage systems on the Canadian Prairies // International Soil and Water Conservation Research. 2014. Vol. 2, Is. 1. P. 47–65. doi:10.1016/S2095-6339(15)30013-7.

9. Chernyavskikh V. I. Produktivnost' bobovo-zlakovyh travosmesej i jeffektivnost' ih vozdeľyvanija na sklonovyh zemljah jugo-zapada CChZ // Dostizhenija nauki i tehniki APK. 2009. № 7. S. 42–45. ISSN 0235-2451.

10. Chernyavskikh V. I., Kotlyarova E. G. Mnogokomponentnye smesi v zvene kormovyh sevooborotov na sklonovyh zemljah Belgorodskoj oblasti // Zemledelie. 2009. № 8. S. 42–44. ISSN 0044-3913.

Сведения об авторах

Софья Владиславовна Железова – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии», spin-код: 8310-7603.

Алексей Иванович Беленков – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, консультант, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса», spin-код: 8397-1599.

Андрей Валерьевич Мельников – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», diatrima@list.ru.

Николай Николаевич Лазарев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», spin-код: 5701-5668.

Information about the authors

Sophia V. Zhelezova – Doctor of Agricultural Sciences, Docent, Leading Research Officer, Federal State Budgetary Scientific Establishment the All-Russian Scientific Research Institute of a Phytopathology, spin-code: 8310-7603.

Aleksey I. Belenkov – Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor, consultant, Federal State Budget Scientific Institution "Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology", spin-code: 8397-1599.

Andrey V. Melnikov – Candidate of Agricultural Sciences, Leading Research Officer, Federal State Budget Scientific Institution "Federal Research Center "Nemchinovka", diatrima@list.ru.

Nikolay N. Lazarev – Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor, Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian Timiryazev State Agrarian University", spin-code: 5701-5668.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.