Засоренность травостоя многолетних трав в зернотравяно-пропашном севообороте на Северо-Западе России

А. М. Шпанев^{1✉}, доктор биологических наук

М. А. Фесенко², кандидат сельскохозяйственных наук

¹ФГБНУ «Всероссийский НИИ защиты растений»

196608, Россия, Санкт-Петербург, Пушкин, шоссе Подбельского, д. 3, ✉ ashpanev@mail.ru

²ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт»

195220, Россия, Санкт-Петербург, Гражданский пр., д. 14

Резюме. Целью исследований являлось изучение засоренности травостоя многолетних трав и влияния на нее длительного применения минеральных удобрений и интегрированной системы защиты растений в зернотравяно-пропашном севообороте на Северо-Западе России. Исследования проводились на полях многолетних трав из смеси клевера красного (сорт Орфей) и тимopheевки луговой (сорт Ленинградская 204) Менковского филиала Агрофизического НИИ (Ленинградская область, Гатчинский район) в период 2010...2018 гг. Оценка засоренности травостоя многолетних трав проводилась с помощью методики постоянных учетных площадок 0,1 м², согласно которой определялось видовое обилие, численность и надземная масса в отдельности по видам сорных растений. По результатам исследований выявлено наличие низкого видового обилия (3 и 2 вида/м²), невысокой численности (105 и 112 экз./м²) и фитомассы (104,5 и 39,8 г/м²) сорных растений в травостое многолетних трав зернотравяно-пропашного севооборота. При этом в травах 2 года отмечали более разнообразный видовой состав сорных растений (42 против 32 видов), но меньшую величину сформированной надземной массы (в 2,6 раза). В травостое многолетних трав преимущественно произрастали такие виды сорных растений, как марь белая, торица полевая, пикульники, щавель малый, торичник красный, фиалка полевая, ромашка непахучая. Длительное внесение минеральных удобрений приводило к снижению густоты произрастания многолетних видов сорных растений (в 3,5 и 6,9 раза), а также торицы полевой (в 2,3 и 1,9 раза) и торичника красного (в 3,8 раза), повышению численности мари белой (в 3,0 и 9,5 раза) и пикульников (в 3,7 и 5,0 раза). Влияние интегрированной системы защиты растений, применяемой в севообороте, проявлялось в достоверном снижении начальной густоты и конечной фитомассы сорных растений в травостое многолетних трав 1 и 2 годов пользования.

Ключевые слова: многолетние травы; тимopheевка луговая; клевер красный; сорные растения; структура засоренности; минеральные удобрения; интегрированная система защиты растений.

Для цитирования: Шпанев А. М., Фесенко М. А. Засоренность травостоя многолетних трав в зернотравяно-пропашном севообороте на Северо-Западе России // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 4 (68). С. 25-32. doi:10.18286/1816-4501-2024-4-25-32

Weed infestation of perennial grasses in grain-grass-row crop rotation in the north-west of Russia

А. М. Shpanev^{1✉}, М. А. Fesenko²

¹FSBSI All-Russian Research Institute of Plant Protection

196608, Russia, Saint Petersburg, Pushkin, Podbelskogo highway, 3, ✉ ashpanev@mail.ru

²FSBSI Agrophysical Research Institute

195220, Russia, Saint Petersburg, Grazhdansky Ave., 14

Abstract. The aim of the research was to study the weed infestation of perennial grasses and the effect of long-term application of mineral fertilizers and an integrated plant protection system in grain-grass-row crop rotation in the North-West of Russia. The studies were conducted on perennial grass fields of a mixture of red clover (Orpheus variety) and timothy grass (Leningradskaya 204 variety) of Menkovsky branch of the Agrophysical Research Institute (Leningrad region, Gatchina district) in the period 2010...2018. The weed infestation of perennial grass stand was assessed using the method of permanent survey plots of 0.1 m², according to which the species abundance, number and aboveground mass were determined separately for weed species. The research results revealed the presence of low species abundance (3 and 2 species/m²), low numbers (105 and 112 specimens/m²) and phytomass (104.5 and 39.8 g/m²) of weeds in the perennial grass stand of grain-grass-row crop rotation. However, a more diverse species composition of weeds was noted in the grasses of the 2nd year (42 versus 32 species), but a smaller value of the above-ground mass (by 2.6 times). In the grass stand of perennial grasses, the following weed species predominantly grew: white goosefoot, common spurrey, hemp nettle, field sorrel, red sandspurry, field violet, scentless chamomile. Long-term application of mineral fertilizers led to a decrease in the density of perennial weed species (by 3.5 and 6.9 times), as well as common spurrey (by 2.3 and 1.9 times) and red sandspurry (by 3.8 times), an increase in the number of white goosefoot (by 3.0 and 9.5 times) and

hemp nettle (by 3.7 and 5.0 times). The influence of the integrated plant protection system used in crop rotation showed a reliable decrease in the initial density and final phytomass of weeds in the grass stand of perennial grasses of the 1st and 2nd years of use. **Keywords:** perennial grasses; timothy grass; red clover; weeds; weed infestation structure; mineral fertilizers; integrated plant protection system.

For citation: Shpanev A. M., Fesenko M. A. Weed infestation of perennial grasses in grain-grass-row crop rotation in the north-west of Russia // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2024;4(68): 25-32 doi:10.18286/1816-4501-2024-4-25-32

Введение

Северо-Западный регион традиционно специализируется на получении животноводческой продукции, среди которой особое место занимает производство молока. Признанным лидером молочного животноводства в регионе является Ленинградская область. По последним данным Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС) в 2022 г. в хозяйствах Ленинградской области было произведено 679,1 тыс. тонн молока при продуктивности поголовья, равным 9,2 тыс. кг молока на корову в год. В среднем по Северо-Западному региону производство молока составило 2064,9 тыс. тонн, в пересчете на одну корову – 7,6 тыс. кг.

Значительная концентрация поголовья и его высокие продуктивные показатели во многом определяют необходимость создания прочной, стабильной и качественной кормовой базы. При этом незаменимой составной ее частью являются объемистые травянистые корма [1, 2, 3]. С учетом того, что наивысшей энергетической ценностью обладает зеленая масса и сенаж из многолетних злаково-бобовых смесей, наибольшее распространение в регионе получила смесь трав из клевера красного и тимофеевки луговой.

Следует упомянуть большое значение многолетних трав в повышении плодородия почв и продуктивности пашни, что актуально для большинства регионов России, в том числе и для Северо-Запада, где преобладают дерново-подзолистые почвы с низким содержанием органического вещества [4, 5].

Из научной литературы известно, что формирование надземной массы многолетних трав зависит от влияния многих факторов, в том числе от обеспеченности растений влагой [6, 7, 8], основными элементами минерального питания [9, 10, 11] и фитосанитарного состояния травостоя [12]. При этом из всех вредных организмов главенствующее значение в формировании продуктивности многолетних трав имеет сорная растительность [13, 14, 15]. Такая ситуация обусловлена преобладанием в травостое видов сорных растений с многолетним циклом развития, доля которых с каждым последующим годом возделывания трав возрастает [16, 17, 18].

Характерной особенностью Северо-Западного региона является преимущественно сильная засоренность агроценозов и высокая вредоносность сорной растительности [19]. По сравнению с другими культурами засоренность полей многолетних трав и влияние на нее управляемых и неуправляемых средствами технологии факторов остается мало изученным.

Цель исследований – изучение засоренности травостоя многолетних трав и влияния на нее длительного применения минеральных удобрений и интегрированной системы защиты растений в зернотравяно-пропашном севообороте на Северо-Западе России.

Материалы и методы

Исследования проводили на полях многолетних трав зернотравяно-пропашного севооборота Меньковского филиала Агрофизического НИИ, расположенного на территории Гатчинского района Ленинградской области в период 2010...2018 гг. Многолетние травы, состоящие из смеси клевера красного (сорт Орфей) и тимофеевки луговой (сорт Ленинградская 204), высевались под покров ярового ячменя в равном соотношении и возделывались на этом же поле еще два года. Состав и чередование культур в севообороте были следующими: люпин узколистный (сидеральный пар), рожь озимая, ячмень яровой с подсевом многолетних трав, многолетние травы 1 года пользования, многолетние травы 2 года пользования, картофель, рапс яровой.

Схемой опыта на полях зернотравяно-пропашного севооборота, начиная с момента его освоения в 1982 г., было предусмотрено внесение минеральных удобрений из расчета планируемой урожайности сельскохозяйственных культур. Удобрения вносились механическим способом поперек полей в виде смеси из азофоски и аммиачной селитры в дозах $N_{100}P_{75}K_{75}$ и $N_{65}P_{50}K_{50}$ под все культуры, за исключением трав 1 года пользования и люпина узколистного. В контрольном варианте удобрения не вносились на протяжении всего периода существования севооборота.

Вторым фактором, изучаемым в длительном стационарном опыте, являлась интегрированная система защиты растений, которая не распространялась на многолетние травы и люпин узколистный. Система защиты растений подразумевала проведение обработок семенного материала фунгицидами (рожь озимая, ячмень яровой), инсектицидами (рапс яровой) или инсектофунгицидами (картофель), в период вегетации – гербицидами (рожь озимая, ячмень яровой, рапс яровой, картофель), фунгицидами (рожь озимая, ячмень яровой, рапс яровой, картофель) и инсектицидами (рапс яровой) при превышении экономических порогов вредоносности. Средства защиты растений вносились механически вдоль поля на одной его половине, тогда как другая его половина служила контролем.

Площадь делянок под каждым из вариантов составляла 0,18 и 0,27 га, площадь одного поля – 0,60 га,

общая площадь севооборота – 4,2 га. Повторность в опыте трехкратная.

Оценка засоренности травостоя многолетних трав проводилась с помощью методики постоянных учетных площадок 0,1 м², размещенных в количестве 24 штук на поле таким образом, чтобы охватывать все варианты опыта. В период весеннего отрастания трав определялась численность сорных растений в отдельности по видам и видовое обилие, характеризующее количество произрастающих видов сорняков на единице площади. Перед проведением 1 укоса определялась общая надземная масса сорных растений и многолетних трав. Общее количество постоянных площадок за весь период исследований составило по 216 штук на травах 1 и 2 годов пользования.

Для сравнения травостоя многолетних трав по засоренности проводился расчет индекса попарного видового сходства Сьёренсена (C_s) и коэффициента общности удельного обилия Шорыгина (M_s).

$$C_s = 2j / (a + b),$$

где j – общее для двух ценозов количество видов, a – число видов в ценозе 1, b – число видов в ценозе 2.

$$M_s = \sum_{i=1}^S \min(X_i / \sum X_i, Y_i / \sum Y_i)$$

где S – число видов X_i и Y_i – доли особей вида i в ценозах X и Y, из которых выбирается наименьшая.

Статистическую обработку данных полевых учетов засоренности травостоя многолетних трав проводили в программе «Statistica 6».

Результаты

На полях многолетних трав зернотравяно-пропашного севооборота выявлено произрастание 43 видов сорных растений из 17 разных семейств, в том

числе 32 вида в травах 1 года пользования и 42 вида – 2 года пользования. Повышенное видовое разнообразие сорной растительности в травах 2 года пользования было связано с присутствием многолетних видов, которые годом ранее на этом поле отсутствовали. Это кипрей узколистный (*Chamerion angustifolium* (L.) Holub), полынь обыкновенная (*Atrémisia vulgaris* L.), зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum* L.), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.), борщевик Сосновского (*Heracleum Sosnowsky* Mander). В целом же можно говорить о постоянстве видов сорных растений, произрастающих на одном и том же поле в течение двухлетнего возделывания многолетних трав, подтверждаемом высоким значением коэффициента Серенсена (0,71). В многолетнем аспекте сходство видового состава сорных растений оказалось значительно более высоким для трав 1 года пользования (45...89 % и 69 % – в среднем по годам), по сравнению с травами 2 года пользования (17...75 % и 47 % – в среднем по годам) (табл. 1).

Изменчивость погодных условий и состояния травостоя явились причиной низкой общности удельного обилия сорных растений, присутствующих на полях многолетних трав в разные годы. Значения коэффициента Шорыгина варьировались по годам от 10,8 до 57,1 и от 0,9 до 65 соответственно в травах 1 и 2 годов пользования при средней величине – 30,7 и 20,1 (табл. 2). Сравнение показало, что поля с травами разных годов пользования имеют между собой более высокую общность относительного обилия сорняков (47,7 %). Тем самым, при высоком сходстве видового состава сорной растительности в травах 1 и 2 годов пользования численное соотношение между произрастаемыми на одном и том же поле видами изменяется наполовину.

Таблица 1. Сходство видового состава сорных растений на полях многолетних трав в разные годы

	Многолетние травы 1 года пользования								Многолетние травы 2 года пользования							
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
2010	0,77	0,62	0,67	0,67	0,63	0,47	0,69	0,67	0,56	0,17	0,55	0,43	0,44	0,19	0,19	0,40
2011		0,60	0,65	0,65	0,73	0,45	0,61	0,59		0,54	0,69	0,60	0,46	0,33	0,25	0,50
2012			0,69	0,74	0,58	0,69	0,77	0,69			0,40	0,38	0,30	0,45	0,36	0,31
2013				0,82	0,74	0,67	0,74	0,89				0,73	0,56	0,36	0,36	0,50
2014					0,68	0,72	0,79	0,77					0,72	0,44	0,50	0,60
2015						0,69	0,71	0,74						0,45	0,52	0,69
2016							0,81	0,79							0,60	0,58
2017								0,80								0,75

Таблица 2. Общность удельного обилия сорных растений на полях многолетних трав в разные годы

	Многолетние травы 1 года пользования								Многолетние травы 2 года пользования							
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
2010	30,1	19,7	42,9	33,5	42,2	25,9	23,6	36,4	2,9	0,9	26,7	64,5	8,6	6,9	4,7	9,9
2011		21,1	17,8	22,7	20,1	21,0	23,5	10,8		58,5	17,3	4,9	9,9	5,9	27,3	9,4
2012			28,4	34,6	15,6	52,2	47,5	26,1			14,4	3,1	7,2	9,5	27,1	10,6
2013				57,1	42,1	25,6	27,1	22,0				30,3	24,6	10,5	18,6	18,6
2014					40,6	28,7	45,8	23,9					31,4	12,0	13,1	13,4
2015						30,6	33,2	22,7						34,2	21,5	29,6
2016							46,1	34,8							31,5	38,0
2017								29,1								65,0

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки)

Количество видов сорных растений, встречаемых в травостое, варьировало по годам в пределах 14...21 и 10...26 соответственно в травах 1 и 2 годов пользования, а в пересчете на единицу площади в период весеннего отрастания – от 2 до 4 и от 1 до 5 видов/м². В среднем за годы исследований в этот период насчитывалось 105 и 112 экз./м², т.е. достоверные отличия по весенней засоренности трав 1 и 2 годов пользования отсутствовали. В то же время таковые четко обозначились на момент проведения

скашивания. В травах 2 года отмечалось формирование в 2,6 раза меньшей надземной массы сорняков, чем в травах 1 года. Схожая ситуация просматривалась на протяжении всего периода исследований, за исключением 2015 и 2016 гг., а различие в фитомассе сорных растений составляло 1,6...12,9 раза. На долю сорных растений в общей фитомассе агрофитоценоза приходилось 4,6 и 1,7 % соответственно в травах 1 и 2 годов пользования (табл. 3).

Таблица 3. Засоренность травостоя многолетних трав в зернотравяно-пропашном севообороте

Показатель засоренности	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Видовой состав, видов	15	16	14	18	21	17	15	17	18
	11	14	12	18	26	21	10	10	14
Видовое обилие в период весеннего отрастания, видов/м ²	4	3	3	4	2	3	2	2	2
	2	2	1	3	5	2	3	1	1
Густота в период весеннего отрастания, экз./м ²	154	116	125	185	52	126	67	43	77
	86	160	58	201	290	46	109	28	33
Фитомасса в период укоса, г/м ²	236,3	211,0	103,5	92,3	130,5	59,1	7,8	31,3	69,0
	18,3	92,9	16,8	36,6	43,9	72,8	22,4	12,6	42,1
Доля сорных растений в общей фитомассе, %	14,5	10,3	2,7	3,5	4,7	2,0	0,2	0,8	2,3
	0,8	5,8	0,9	1,2	0,7	3,7	1,0	0,4	1,1

Примечание: верхняя строка – многолетние травы 1 года пользования, нижняя – многолетние травы 2 года пользования.

На протяжении большого периода исследований малолетние виды сорных растений имели численное преимущество над многолетними. По усредненным данным на их долю приходилось 69,6 и 69,1 % соответственно в травах 1 и 2 годов пользования. Однако в отдельные годы (2010, 2011, 2012 и 2018 гг.) просматривалась обратная ситуация, и преобладали виды с многолетним циклом развития (табл. 4). Фактическая густота произрастания многолетников в среднем по годам составляла 32 и

29 экз./м², с максимальными значениями равными 92 и 126 экз./м² в травостое 1 и 2 годов пользования.

В травостое многолетних трав 1 и 2 годов пользования преимущественно произрастали одни и те же виды сорных растений, такие как марь белая (*Chenopodium album* L.), торица полевая (*Spergula arvensis* L.), пикульники (*Galeopsis* spp.), щавель малый (*Rumex acetosella* L.), торичник красный (*Spergularia rubra* (L.) J.et C.Presl), фиалка полевая (*Viola arvensis* Murr.), ромашка непахучая (*Matricaria inodora* L.).

Таблица 4. Структура засоренности травостоя многолетних трав в зернотравяно-пропашном севообороте

Биологические группы	Доля в общей численности сорных растений, %								
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Малолетние	40,1	39,8	82,1	96,9	87,8	86,4	83,1	81,6	28,8
	93,6	21,3	9,3	85,9	96,8	50,9	89,8	80,4	94,0
Многолетние	59,9	60,2	17,9	3,1	12,2	13,6	16,9	18,4	71,2
	6,4	78,7	90,7	14,1	3,2	49,1	10,2	19,6	6,0

Примечание: верхняя строка – многолетние травы 1 года пользования, нижняя – многолетние травы 2 года пользования.

Под влиянием длительного внесения минеральных удобрений происходило снижение засоренности травостоя многолетних трав, в особенности видами сорных растений с многолетним циклом развития. Так, численность многолетних сорняков на высокоудобренном варианте, по сравнению с неудобренным, снизилась в 3,5 и 6,9 раза на травах 1 и 2 годов пользования (табл. 5). На варианте средней удобренности насчитывалось такое же или даже меньшее количество многолетних видов сорных растений, как и в варианте высокой удобренности, но достоверными эти различия были не во всех случаях. Усиление засоренности неудобренного варианта связано со

сниженной конкурентной способностью произрастающих здесь культурных растений, включая многолетние травы. Особое внимание щавелю малому, густота произрастания которого в период весеннего отрастания трав составляла 48 и 42 экз./м².

Реакция малолетних видов сорных растений на улучшение питательного режима была следующей: положительной – у мари белой и пикульников, отрицательной – у торицы полевой и торичника красного. Изменения численности других видов (фиалка полевая, ромашка непахучая, пастушья сумка обыкновенная) были не столь выраженными и не получили статистического подтверждения. Более

сильное влияние минеральных удобрений на формирование надземной массы сорных растений в травах 2 года пользования находит объяснение непосредственным их внесением, тогда как в травах

1 года пользования из-за преобладания клевера красного над тимофеевкой луговой оно не осуществлялось.

Таблица 5. Влияние минеральных удобрений и интегрированной системы защиты растений на засоренность многолетних трав в зернотравяно-пропашном севообороте

(в среднем за 2010...2018 гг.)

Показатель	Минеральные удобрения			Интегрированная система защиты растений	
	N ₀ P ₀ K ₀	N ₆₅ P ₅₀ K ₅₀	N ₁₀₀ P ₇₅ K ₇₅	Без ИСЗР	ИСЗР
Видовое обилие, видов/м ²	3	3	3	3	2
	3	3	2	3	2
Густота, экз./м ²	144	84	78**	133	77**
	123	136	88	130	94*
Многолетние, экз./м ²	60	7	17**	39	24*
	62	9	9**	40	18*
Мать-и-мачеха обыкновенная, экз./м ²	6	0	3*	4	4
	9	0	1*	5	3
Осот полевой, экз./м ²	4	0	2*	2	3
	5	0	0*	3	1
Щавель малый, экз./м ²	48	6	6**	29	16*
	42	6	2**	28	9*
Малолетние, экз./м ²	83	76	61	93	53**
	61	127	80*	90	76
Фиалка полевая, экз./м ²	8	6	7	10	4*
	15	9	7	11	11
Пастушья сумка обыкновенная, экз./м ²	5	5	3	7	2**
	4	1	3	3	3
Ромашка непахучая, экз./м ²	15	15	7	17	7*
	5	7	8	10	4*
Марь белая, экз./м ²	3	9	9*	7	6
	2	21	19**	19	7*
Пикульники, экз./м ²	3	8	11*	9	5
	1	13	5**	6	4
Торица полевая, экз./м ²	18	6	8*	16	6*
	13	4	7	9	9
Торичник красный, экз./м ²	15	9	4*	9	10
	1	0	0	0	1
Фитомасса при уборке урожая, г/м ²	104,4	104,8	105,1	118,6	90,6
	49,6	38,3	26,9*	51,5	24,0*

Примечание: верхняя строка – травы 1 года пользования; нижняя – травы 2 года пользования; ** – различия достоверны при P ≥ 0,99, * – при P ≥ 0,95

Таблица 6. Вклад факторов в формирование засоренности травостоя многолетних трав в зернотравяно-пропашном севообороте на Северо-Западе РФ (в среднем за 2010...2018 гг.)

Фактор	Доля влияния, %		
	Видовое обилие в период весеннего отрастания	Засоренность в период весеннего отрастания	Фитомасса сорных растений при укосе
Погодные условия (Год)	21,7*	18,2*	18,7*
	34,5*	30,4*	17,2*
Минеральные удобрения (МУ)	2,6*	7,6*	0,8
	1,6*	0,9	1,1
Интегрированная система защиты растений (ИСЗР)	8,2*	8,1*	1,3
	3,5*	0,9	3,3*
Взаимодействие Год-МУ	9,6*	6,4*	15,6*
	11,3*	17,6*	9,5*
Взаимодействие Год-ИСЗР	16,9*	19,5*	5,9*
	15,4*	1,9	6,7
Взаимодействие МУ-ИСЗР	0,3	2,0*	0,9
	0,1	1,5*	1,1
Взаимодействие Год-МУ-ИСЗР	5,9*	5,5*	8,2*
	2,2	11,7*	2,3

Примечание: верхняя строка – травы 1 года пользования; нижняя – травы 2 года пользования; * – различия достоверны при P ≥ 0,95

Систематическое проведение гербицидных обработок, предусмотренное интегрированной системой защиты ячменя ярового, рапса ярового и картофеля, оказывало влияние и на засоренность травостоя многолетних трав. Снижение густоты произрастания сорных растений на варианте с интегрированной защитой растений составляло 1,7 и 1,4 раза соответственно в травах 1 и 2 годов пользования, в том числе многолетников – 1,6 и 2,2 раза, малолетников – 1,8 и 1,2 раза. Снижение фитомассы сорных растений на момент проведения укоса под действием применяемых гербицидов достигало в травах величины равной 1,3 и 2,1 раза.

Вклад факторов показал, что по силе влияния, оказываемого на засоренность многолетних трав, минеральные удобрения несколько уступали интегрированной системе защиты растений. Значительно более сильным воздействием на количественные параметры засоренности травостоя многолетних трав отличались погодные условия. Их вклад выражался величинами равными 28,1, 24,3, 18,0 % соответственно в среднем по травам в отношении видового обилия, начальной численности и конечной фитомассы сорных растений. При этом эффективность минеральных удобрений в большей степени определялась погодными условиями, чем применяемых средств защиты растений, а взаимодействие влияний всех трех факторов достоверно отражалось на количестве произрастающих сорных растений в травостое многолетних трав 1 и 2 годов пользования (табл. 6).

Из литературы известно, что характер и уровень засоренности агроценозов во многом зависит от складывающихся погодных условий, особенно начального периода вегетации [20]. Согласно полученным нами результатам, можно утверждать, что для засоренности многолетних трав метеоусловия также имеют решающее значение, а применение гербицидов в системе защиты культур севооборота от сорной растительности более значимо, чем

внесение минеральных удобрений. Систематическое внесение последних очень эффективно в отношении снижения засоренности травостоя многолетними сорняками по причине усиления конкурентоспособности культурных растений. При этом влияние удобрений через снижение количественных показателей присутствия сорных растений в травостое приводит к уменьшению причиняемого ими вреда многолетним травам [21].

Заключение

На Северо-Западе РФ в условиях зернотравяно-пропашного севооборота выявлено низкое видовое обилие (3 и 2 вида/м²), невысокая численность (105 и 112 экз./м²) и удельная фитомасса (4,6 и 1,7 %) сорных растений, а также большая доля многолетников (30,4 и 30,9 %) в общей структуре засоренности травостоя многолетних трав. В травах 2 года пользования отмечался более разнообразный видовой состав (42 против 32 видов), но меньшая величина надземной массы (39,8 против 104,5 г/м²), сформированной у сорных растений.

Определено преобладающее воздействие на засоренность травостоя многолетних трав погодных условий (доля влияния – 23,5 %), а минеральные удобрения по силе оказываемого влияния несколько уступали интегрированной системе защиты растений (2,4 против 4,2 %). Длительное внесение минеральных удобрений приводило к снижению густоты произрастания многолетних видов сорных растений (в 3,5 и 6,9 раза), а также торицы полевой (в 2,3 и 1,9 раза) и торичника красного (в 3,8 раза), повышению численности мари белой (в 3,0 и 9,5 раза) и пикульников (в 3,7 и 5,0 раза). Влияние интегрированной системы защиты растений, применяемой в севообороте, проявлялось в достоверном снижении начальной густоты (в 1,7 и 1,4 раза) и конечной фитомассы (в 1,3 и 2,1 раза) сорных растений, включая многолетние и малолетние виды, в травостое многолетних трав 1 и 2 годов пользования.

Литература

1. Роль многолетних трав в создании устойчивой кормовой базы при конвейерном использовании / Е. Н. Павлючик, А. Д. Капсамун, Н. Н. Иванова и др. // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019. № 20 (3). С. 238–246. doi: 10.30766/2072-9081.2019.20.238-246
2. Золотарев В. Н., Сапрыкин С. В. Травосеяние и семеноводство многолетних трав в структуре растениеводства как основа биологизации земледелия и развития кормопроизводства в региональном аспекте // Кормопроизводство. 2020. № 5. С. 3–15.
3. Шпаков А. С., Воловик В. Т. Многолетние травы в специализированных животноводческих хозяйствах Центральной России // Адаптивное кормопроизводство. 2022. № 4. С. 25–37. doi: 10.33814/AFP-2222-5366-2022-4-25-37
4. Долгополова Н. В. Многолетние травы в полевых севооборотах как предшественники и резерв производства кормов // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 4. С. 5–10.
5. Эседуллаев С. Т. Многолетние травы и их смеси – важнейший фактор повышения плодородия почв и продуктивности пашни в Верхневолжье // Плодородие. 2022. № 6 (129). С. 59–63. doi: 10.25680/S19948603.2022.129.16
6. Norton M. R., Malinowski D. P., Volaire F. Plant drought survival under climate change and strategies to improve perennial grasses. A review. // Agronomy Sustainable Development. 2016. Vol. 36 (29). doi: 10.1007/s13593-016-0362-1

7. Ciria C. S., Barro R., Sanz M., Ciria P. Long-Term Yield and Quality Performance of Perennial Energy Grasses (*Agropyron spp.*) on Marginal Land // *Agronomy*. 2020. Vol. 10 (7). P. 1051. doi: 10.3390/agronomy10071051
8. Comparison of cool and warm season perennial grasses for biomass yield, quality, and energy balance in two contrasting semiarid environments / R. I. Nazli, A. Kusvuran, V. Tansi, H. H. Ozturk et al. // *Biomass and Bioenergy*. 2020. Vol. 139. P. 1-24. doi: 10.1016/j.biombioe.2020.105627
9. Коновалова Н. Ю., Коновалова С. С. Влияние агротехнических приёмов на формирование агрофитоценозов многолетних трав интенсивного использования в условиях Европейского севера России // *Молочнохозяйственный вестник*. 2021. № 2 (42). С. 72–85. doi: 10.52231/2225-4269_2021_2_72
10. Влияние обработки почвы и применения удобрений на динамику численности сорных растений в посевах многолетних трав / А. И. Беленков, Н. В. Ваганова, М. Ю. Иванова и др. // *Кормопроизводство*. 2022. № 1. С. 7–11. doi: 10.25685/krm.2022.39.50.001
11. He F., Xie K., Li X. Effect of Nitrogen Fertilizer and Seeding Rate on Yield of Alfalfa and Weeds // *Pol. J. Environ. Stud.* 2018. Vol. 27(2). P. 647–653. DOI: 10.15244/pjoes/75176
12. Романина Я. С., Афанасьева Т. И., Труфанов А. М., Сабирова Т. П. Болезни культур кормового севооборота в зависимости от технологий их возделывания // *Вестник АПК Верхневолжья*. 2021. № 1 (53). С. 5–12.
13. Combining agro-ecological functions in grass-clover mixtures / B. R. De Haas, N. J. Hoekstra, J. R. Van der Schoot et al. // *AIMS Agriculture and Food*. 2019 Vol. 4 (3). P. 547–567. doi: 10.3934/agrfood.2019.3.547.
14. Скалозуб О. М. Влияние приемов защиты растений на засоренность и урожайность семян сортов клевера лугового в условиях Приморского края // *Вестник Новосибирского государственного аграрного университета*. 2021. № 2 (59). С. 73–81. doi:10.31677/2072-6724-2021-59-2-73-81
15. Моисеев А. Н., Моисеев Е. А. Засоренность травопольного севооборота в условиях северной лесостепи Тюменской области // *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*. 2022. № 4 (71). С. 121–124.
16. Свечников А. К., Козлова Л. М. Динамика ботанического состава в кормовых агрофитоценозах на основе бобово-злаковых травосмесей // *Таврический вестник аграрной науки*. 2021 № 2 (26). С. 178–190. doi: 10.33952/2542-0720-2021-2-26-178-190.
17. Трубников Ю. Н., Бопп В. Л. Влияние минеральных удобрений и гербицидов на семенную продуктивность многолетних трав в Приенисейской Сибири // *Вестник Новосибирского государственного аграрного университета*. 2023. № 1 (66). С. 83–90. doi: 10.31677/2072-6724-2023-66-1-83-90
18. Шпанев А. М., Смух В. В. Пространственная структура засоренности зернотравяно-пропашного севооборота на Северо-Западе России // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2023. Т. 18. № 4(72). С. 67-74. doi: 10.12737/2073-0462-2023-67-74. EDN QLKGDY.
19. Шпанев А. М., Смух В. В., Фесенко М. А. Влияние длительного применения минеральных удобрений на засоренность зернотравяно-пропашного севооборота // *Агрохимия*. 2023. № 12. С. 67–74. doi: 10.31857/S000218812312013X
20. Изменение засоренности и урожайности посевов ярового ячменя под влиянием гидротермических условий юго-востока Западной Сибири / Е. П. Кондратенко, Е. В. Старовойтова, А. В. Старовойтов и др. // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2020. № 11 (193). С. 25–33.
21. Шпанев А. М. Вредоносность сорной растительности в травостое многолетних трав на Северо-Западе РФ // *Аграрная наука*. 2024. № 4. С. 85–88. doi: 10.32634/0869-8155-2024-381-4-85-88

References

1. The role of perennial grasses in creating a sustainable forage base in case of conveyor use / E. N. Pavlyuchik, A. D. Kapsamun, N. N. Ivanova et al. // *Agrarian science of the Euro-North-East*. 2019. No. 20 (3). P. 238–246. doi: 10.30766/2072-9081.2019.20.238-246.
2. Zolotarev V. N., Saprykin S. V. Grass sowing and seed production of perennial grasses in the structure of crop production as a basis for the biologization of agriculture and the development of forage production in the regional aspect // *Forage production*. 2020. No. 5. P. 3–15.
3. Shpakov A. S., Volovik V. T. Perennial grasses on specialized livestock farms in Central Russia // *Adaptive forage production*. 2022. No. 4. P. 25–37. doi: 10.33814/AFP-2222-5366-2022-4-25-37
4. Dolgopolova N. V. Perennial grasses in field crop rotations as forecrops and a reserve for forage production // *Vestnik of Kursk State Agricultural Academy*. 2020. No. 4. P. 5–10.
5. Esedullaev S. T. Perennial grasses and their mixtures are the most important factor in increasing soil fertility and arable land productivity in the Upper Volga region // *Soil fertility*. 2022. No. 6 (129). P. 59–63. doi: 10.25680/S19948603.2022.129.16
6. Norton M. R., Malinowski D. P., Volaire F. Plant drought survival under climate change and strategies to improve perennial grasses. A review. // *Agronomy Sustainable Development*. 2016. Vol. 36 (29). doi: 10.1007/s13593-016-0362-1

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки)

7. Ciria C. S., Barro R., Sanz M., Ciria P. Long-Term Yield and Quality Performance of Perennial Energy Grasses (*Agropyron s.P.*) on Marginal Land // *Agronomy*. 2020. Vol. 10 (7). P. 1051. doi: 10.3390/agronomy10071051
8. Comparison of cool and warm season perennial grasses for biomass yield, quality, and energy balance in two contrasting semiarid environments / R. I. Nazli, A. Kusvuran, V. Tansi, H. H. Ozturk et al. // *Biomass and Bioenergy*. 2020. Vol. 139. P. 1-24. doi: 10.1016/j.biombioe.2020.105627
9. Konovalova N. Yu., Konovalova S. S. The influence of agrotechnical methods on formation of agrophytocenoses of perennial grasses of intensive use in the conditions of the European North of Russia // *Dairy Farming Vestnik*. 2021. No. 2 (42). P. 72–85. doi: 10.52231/2225-4269_2021_2_72
10. The effect of tillage and fertilizer application on the dynamics of weed population in perennial grass crops / A. I. Belenkov, N. V. Vaganova, M. Yu. Ivanova, et al. // *Forage Production*. 2022. No. 1. P. 7–11. doi: 10.25685/krm.2022.39.50.001
11. He F., Xie K., Li X. Effect of Nitrogen Fertilizer and Seeding Rate on Yield of Alfalfa and Weeds // *Pol. J. Environ. Stud.* 2018. Vol. 27(2). P. 647–653. DOI: 10.15244/pjoes/75176
12. Romanina Ya. S., Afanasyeva T. I., Trufanov A. M., Sabirova T. P. Diseases of forage crop rotation depending on their cultivation technologies // *Vestnik of the AIC of the Upper Volga Region*. 2021. No. 1 (53). P. 5–12.
13. Combining agro-ecological functions in grass-clover mixtures / B. R. De Haas, N. J. Hoekstra, J. R. Van der Schoot et al. // *AIMS Agriculture and Food*. 2019 Vol. 4 (3). P. 547–567. doi: 10.3934/agrfood.2019.3.547.
14. Skalozub O. M. Influence of plant protection techniques on weed infestation and seed yield of red clover varieties in Primorsky Krai // *Vestnik of Novosibirsk State Agrarian University*. 2021. No. 2 (59). P. 73–81. DOI: 10.31677/2072-6724-2021-59-2-73–81
15. Moiseev A. N., Moiseev E. A. Weed infestation of grassland crop rotation in the northern forest-steppe of Tyumen region // *Vestnik of Michurinsk State Agrarian University*. 2022. No. 4 (71). P. 121–124.
16. Svechnikov A.K., Kozlova L.M. Dynamics of botanical composition in forage agrophytocenoses based on legume-cereal grass mixtures // *Tavricheskiy Vestnik of Agrarian science*. 2021, No. 2 (26). P. 178–190. doi: 10.33952/2542-0720-2021-2-26-178-190.
17. Trubnikov Yu.N., Bopp V.L. Effect of mineral fertilizers and herbicides on seed productivity of perennial grasses in Yenisei Siberia // *Vestnik of Novosibirsk State Agrarian University*. 2023. No. 1 (66). P. 83–90. doi: 10.31677/2072-6724-2023-66-1-83-90
18. Shpanev A. M., Smuk V. V. Spatial structure of weed infestation in grain-grass-row crop rotation in the North-West of Russia // *Vestnik of Kazan State Agrarian University*. 2023. Vol. 18. No. 4(72). P. 67-74. doi: 10.12737/2073-0462-2023-67-74. EDN QLKGDY.
19. Shpanev A. M., Smuk V. V., Fesenko M. A. Effect of long-term use of mineral fertilizers on weed infestation in grain-grass-row crop rotation // *Agrochemistry*. 2023. No. 12. P. 67–74. doi: 10.31857/S000218812312013X
20. Changes in weed infestation and yield of spring barley crops under the influence of hydrothermal conditions in the southeast of Western Siberia / E. P. Kondratenko, E. V. Starovoytova, A. V. Starovoytov et al. // *Vestnik of Altai State Agrarian University*. 2020. No. 11 (193). P. 25–33.
21. Shpanev A. M. Harmfulness of weed vegetation in the grass stand of perennial grasses in the North-West of the Russian Federation // *Agrarian science*. 2024. No. 4. P. 85–88. doi: 10.32634/0869-8155-2024-381-4-85-88