

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.1.43-52>
УДК 632.51:633.367.2(470.2)



Засоренность посевов люпина узколистного в зернотравянопропашном севообороте на Северо-Западе России

© 2024. А. М. Шпанев✉

ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт»,

г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений»,

г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Представлены результаты многолетнего (2012–2018 гг.) изучения засоренности посевов люпина узколистного, используемого в качестве сидерального пара в зернотравянопропашном севообороте на Северо-Западе РФ (Ленинградская область). Оценку засоренности посевов люпина узколистного сорта Олигарх проводили ежегодно на 24 постоянных учетных площадках (0,1 м²). По результатам учетов определено формирование разнообразного и постоянного по годам видового состава сорной растительности (от 15 до 25 видов), преимущественно средней и сильной степени засоренности (141–593 экз./м²), при доле малолетников – от 90,4 до 99,7 %. Массовыми видами сорных растений являлись марь белая, фиалка полевая, торица полевая, пикульники, дымянка аптечная, пастушья сумка обыкновенная, из многолетников преобладали осот полевой, мать-и-мачеха обыкновенная, щавель малый, пырей ползучий, чистец болотный. Определено превалирующее воздействие на засоренность посевов люпина узколистного погодных условий и индивидуальных особенностей засоренности полей севооборота. Совокупное воздействие обоих этих факторов выражалось величинами, равными 47,7; 57,8 и 47,1 % соответственно в отношении видового обилия, начальной численности и конечной фитомассы сорных растений. Длительное внесение минеральных удобрений приводило к повышению численности малолетников (в 1,5–1,6 раза) и снижению густоты произрастания многолетних видов сорных растений (в 1,6–1,9 раза). Влияние интегрированной системы защиты растений, применяемой в севообороте, проявлялось в достоверном снижении густоты многолетних видов сорных растений (в 4,6 раза) в посевах люпина узколистного.

Ключевые слова: *Lupinus angustifolius* L., сорные растения, видовой состав, структура засоренности, минеральные удобрения, система защиты растений.

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки в рамках Государственного задания ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт» (тема № FGEG-2022-0007).

Автор благодарит рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов

Для цитирования: Шпанев А. М. Засоренность посевов люпина узколистного в зернотравянопропашном севообороте на Северо-Западе России. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2024;25(1):43–52.

DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.1.43-52>

Поступила: 22.08.2023

Принята к публикации: 15.01.2024

Опубликована онлайн: 28.02.2024

Weed infestation of narrow-leaved lupine crops in grain-grass-rowed crop rotation in the North-West of Russia

© 2024. Alexander M. Shpanev✉

Agrophysical Research Institute, Saint-Petersburg, Russian Federation

All-Russian Institute of Plant Protection, Saint-Petersburg, Russian Federation

The results of the long term (2012–2018) study of weed infestation of green fallow fields with narrow-leaved lupin in the crop rotation including cereals, grasses and row crops in the North-West region of Russia (Leningrad region) are presented. The assessment of weediness in the narrow-leaved lupine variety Oligarch crops was carried out annually at 24 permanent survey sites (0.1 square meter). Based on the results of the surveys, the formation of a diverse and constant species composition of weeds (from 15 to 25 species), mainly of medium and severe degree of weediness (141–593 specimens per square meter), with the proportion of young plants ranging from 90.4 to 99.7 %. The mass species of weeds were lamb's quarters, field pansy, corn spurry, hemp-nettles, fumitory, shepherd's purse, prevalent perennial weeds were field sowthistle, coltsfoot, red sorrel, couch grass, marsh woundwort. The prevailing influence of weather conditions and individual characteristics on the weed infestation of narrow-leaved lupine crop has been determined. The combined effect of two factors was expressed by 47.7, 57.8 and 47.1 %

in terms of species abundance, initial abundance and final phytomass of weeds, respectively. Long term application of mineral fertilizers led to an increase in the number of annuals (by 1.5–1.6 times) and a decrease in the density of growth of perennial weed species (by 1.6–1.9 times). The influence of the integrated plant protection system used in the crop rotation was manifested in a significant decrease in the density of perennial weed species (by 4.6 times) in narrow-leaved lupine crop.

Keywords: *Lupinus angustifolius* L., weeds, species composition, weediness structure, mineral fertilizers, plant protection system

Acknowledgments: The work was carried out with the support of the Ministry of Science and Higher Education within the state assignment of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Agrophysical Research Institute" (theme No. FGEG-2022-0007).

The author thanks the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Conflict of interest: the author stated no conflict of interest.

For citations: Shpanev A. M. Weed infestation of narrow-leaved lupine crops in grain-grass-rowed crop rotation in the North-West of Russia. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2024;25(1):43–52. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.1.43-52>

Received: 22.08.2023

Accepted for publication: 15.01.2024

Published online: 28.02.2024

Современной системой земледелия Северо-Западного региона России предусмотрено широкое использование однолетних трав, чаще всего вики посевной с овсом посевным, в качестве предшественника озимых зерновых культур [1]. Однако в последние годы участились случаи использования не однолетних трав, а сидерального пара, что обусловлено резким снижением объемов внесения органических и минеральных удобрений. Одной из основных сидеральных культур в нашей стране является люпин узколистный, который отличается повышенной способностью к фиксации атмосферного азота и других элементов питания из почвы за счет мощной корневой системы [2]. Последствием сидерального пара проявляется в снижении плотности сложения почвы [3], значительном увеличении содержания подвижных форм фосфора и калия [4], фотосинтетического потенциала и урожайности возделываемых культур [5, 6, 7]. При этом основное назначение сидерального пара состоит в поддержании и воспроизводстве почвенного плодородия, повышении активности почвенных микроорганизмов и увеличении количества сапротрофных видов, в том числе грибов антагонистов [8, 9, 10]. Использование сидерации улучшает фитосанитарное состояние агроценозов, что выражается снижением пораженности культурных растений корневыми гнилями, потенциальной засоренности семенами сорных растений и органами вегетативного размножения, а также фактической засоренности посевов [11, 12]. Уделяя внимание фитосанитарному последствию сидеральных паров в севообороте, исследователи зачастую упускали из виду ту ситуацию, которая складывалась на поле парозанимающей

культуры, что, безусловно, важно для понимания ожидаемых в будущем эффектов. При этом важно уточнить, что при возделывании люпина узколистного в условиях Северо-Западного региона России, несмотря на наличие люпиновой тли и комплекса грибных патогенов, хозяйственное значение имеют преимущественно сорные растения, которым и следует уделять основное внимание при оценке фитосанитарного состояния посевов [13, 14]. Схожую ситуацию можно отметить и для других регионов возделывания данной культуры, когда применением гербицидов достигалось значительное повышение урожая зеленой массы и семян люпина узколистного [15, 16].

Цель исследований – провести оценку засоренности посевов люпина узколистного и влияния на нее длительного применения минеральных удобрений и интегрированной системы защиты растений в зернотравянопропашном севообороте на Северо-Западе России.

Новизна исследований. Выявлен видовой состав сорной растительности, произрастающей в посевах люпина узколистного зернотравянопропашного севооборота на Северо-Западе РФ. Приведены фактические данные по структуре, степени и типу засоренности посевов люпина, а также доминантным видам сорных растений, являющихся целевыми объектами защитных мероприятий при возделывании данной культуры. Определено значение погодных условий, длительного применения минеральных удобрений и интегрированной системы защиты растений в формировании засоренности посевов люпина узколистного в зернотравянопропашном севообороте на Северо-Западе РФ.

Материал и методы. Исследования проводили на посевах люпина узколистного в период очередной ротации зернотравяно-пропашного севооборота (2012–2018 гг.). Севооборот расположен на биополигоне Меньковского филиала Агрофизического НИИ (Ленинградская область) и представляет собой длительный фундаментальный опыт (с 1982 г.) по изучению эффектов от применения минеральных удобрений и системы защиты растений. Чередование культур в севообороте: люпин узколистный; рожь озимая; ячмень яровой + многолетние травы; многолетние травы 1 года пользования; многолетние травы 2 года пользования; картофель; рапс яровой. Предшественником люпина в севообороте служил рапс яровой, последующей культурой – рожь озимая. Возделывался сорт люпина – Олигарх (оригинатор Ленинградский НИИСХ «Белогорка»).

Почва опытных полей дерново-слабо-подзолистая супесчаная, мощность пахотного слоя – 23 см, рН_{KCl} – 4,6, содержание гумуса (по Тюрину) – 1,9 %, подвижных соединений фосфора и калия (по Кирсанову) – 257 и 92 мг/кг соответственно.

Схемой опыта предусмотрено изучение трех уровней удобрения, формируемых разными дозами минеральных удобрений (N₀P₀K₀, N₆₅P₅₀K₅₀, N₁₀₀P₇₅K₇₅) из расчета планируемой урожайности культур. Внесение минеральных удобрений осуществлялось механически поперек поля ежегодно в одинаковых дозах под все культуры, за исключением многолетних трав 1 г. п. и люпина, в отношении которого известно о снижении активности азотфиксации под действием азотных удобрений.

Система защиты растений распространялась на такие культуры, как рожь озимая, ячмень яровой, рапс яровой и картофель. Она состояла из обработок семенного материала фунгицидами, в период вегетации – гербицидами, фунгицидами и инсектицидами при превышении экономических порогов вредности. Средства защиты растений вносили механическим способом на одной половине поля, другая являлась контролем. На многолетних травах и люпине узколистном, который

использовали в качестве сидерального пара, средства защиты растений не применяли, изучали последствие их применения на других культурах севооборота.

Площадь под каждым из вариантов удобрения составляла 0,18 га, системы защиты растений – 0,3 га, поля – 0,6 га, севооборота – 4,2 га.

Оценку засоренности посевов люпина узколистного проводили с помощью методики постоянных учетных площадок 0,1 м² [17], размещенных в количестве 24 штук на поле таким образом, чтобы охватывать все варианты опыта. В фазу трех настоящих листьев культуры определяли численность сорных растений в отдельности по видам и видовое обилие, характеризующее количество произрастающих видов сорняков на единице площади посева. В фазу формирования бобов, накануне дискования и запашки растений люпина в качестве сидерата, проводили итоговый учет засоренности посевов, включающий определение численности и фитомассы сорняков, а также надземной массы растений люпина на постоянных площадках, общее количество которых за весь период исследований составило 168 штук.

Погодные условия в годы проведения исследований различались по температурному режиму и суммарному количеству выпавших осадков. Избыточное увлажнение наблюдали в 2012, 2013 и 2016 гг., сильный дефицит влаги – в 2015 г., в другие годы количество осадков было близким к среднегодовому значению. С повышенным температурным режимом выделялись годы 2013, 2014, 2016 и 2018, с пониженным – 2017. Таким образом, теплыми и влажными являлись 2013 и 2016 гг., которые были наиболее благоприятными как для роста и развития люпина узколистного, так и сорных растений.

В качестве дополнительных показателей засоренности вычисляли встречаемость и относительное обилие вида (доля в общей численности)¹. С целью сравнения засоренности посевов люпина в разные годы проводили расчет индекса попарного видового сходства Сьёренсена² и коэффициента общности удельного обилия Шорыгина³.

¹Палий В. Ф. Об определении обилия в фаунистических исследованиях. Сборник энтомологических работ АН Киргизской ССР. Фрунзе, 1965. Т. 4. С. 112–121.

²Sorensen T. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analysis of the vegetation on Danish commons. Biologiske skrifter. 1948;(5):1–34.

³Шорыгин А. А. Питание, избирательная способность и пищевые взаимоотношения некоторых Goobiidae Каспийского моря. Зоологический журнал. 1939;18(1):27–51.

Статистическая обработка данных полевых учетов засоренности посевов люпина узколистного включала проведение дисперсионного и корреляционного анализов в программе Statistica 6.

Результаты и их обсуждение. Согласно проведенным исследованиям, состав сорной растительности, произрастающей в посевах люпина узколистного, насчитывал 31 вид из 12 разных семейств. Наиболее представительными были семейства астровые, яснотковые, гвоздичные и гречишные. Большая часть видов принадлежала к группе малолетников и только 7 из них имели многолетний цикл развития. К числу последних относятся бодяк щетиный (*Cirsium setosum* (Willd.) Bess.), мать-и-мачеха обыкновенная (*Tussilago farfara* L.), осот полевой (*Sonchus arvensis* L.), щавель малый (*Rumex acetosella* L.), пырей ползучий (*Elitrigia repens* (L.) Nevski), мята полевая (*Mentha arvensis* L.), чистец болотный (*Stachys palustris* L.). Видовое разнообразие сорных растений изменялось по годам от 15–17 до 23–25 видов (табл. 1). Стабильным присутствием в посевах данной культуры отличались 12 видов, среди которых марь белая (*Chenopodium album* L.), пастушья сумка обыкновенная (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medic.), фиалка полевая (*Viola arvensis* Murr.), редька дикая (*Raphanus raphanistrum* L.), торица полевая (*Spergula arvensis* L.), дьямянка лекарственная (*Fumaria officinalis* L.). Кроме сорных растений, в посевах люпина регулярно встречались падалица рапса ярового (*Brassica napus* L.) и растения клевера лугового (*Trifolium pretense* L.), которые входят в состав возделываемых в севообороте культур.

Ежегодно в посевах люпина узколистного зернотравянопропашного севооборота формировался однотипный видовой состав сорных растений, на что указывают высокие значения индекса попарного видового сходства (табл. 2). Усредненное по годам значение данного индекса составило 0,78. В то же время следует отметить довольно низкую общность удельного обилия, а значит, и изменчивость в количественном соотношении между видами сорных растений в разные годы.

Количество видов сорных растений, произрастающих на единице площади посева люпина, варьировало по годам от 4 до 9 видов/м²,

численный состав – от 96 до 593 экз/м², или в 6,2 раза. Чаще фиксировалась сильная степень засоренности (2013, 2014, 2017 и 2018 гг.), тогда как слабая только в 2015 г. Начальная густота сорных растений в значительной степени определялась условиями увлажнения и теплообеспеченности в первые 17–20 суток после высева культуры. Коэффициенты корреляции между густотой произрастания малолетних видов сорных растений, суммой осадков и среднесуточной температурой воздуха за период от посева до образования третьего настоящего листа у растений люпина узколистного имели значения, равные 0,35 и 0,74 ($p \leq 0,05$) соответственно. С другой стороны, повышенный температурный режим на фоне дефицита влаги на протяжении периода вегетации культуры отрицательно сказывался на формировании надземной массы сорных растений ($r = -0,59$, $p \leq 0,05$). Величина накопленной фитомассы у сорных растений варьировала по годам от 104,4 до 524,1 г/м², что от общей массы фитоценоза составляло 6,1–24,2 % (табл. 3).

Анализ данных выявил преобладание малолетнего типа засоренности, который отмечали в посевах люпина узколистного на протяжении 6 лет изучения. В эти годы на долю малолетников приходилось от 90,4 до 99,7 % от общего количества произрастающих сорных растений (табл. 4). Нетипичность ситуации, наблюдаемой в 2014 г., явилась следствием особенностей засоренности данного поля севооборота, на котором ежегодно отмечали высокую численность видов сорных растений с многолетним циклом развития. В посевах люпина узколистного насчитывалось 13 экз/м² многолетних злаковых сорняков и 94 экз/м² – многолетних двудольных, что составило соответственно 3,4 и 24,6 % от общей численности сорных растений. Первые были представлены пыреем ползучим, вторые – в основном осотом полевым (64 экз/м²) и мать-и-мачехой обыкновенной (27 экз/м²). Таким образом, в 2014 г. наблюдали формирование корневищно-корнеотпрысково-малолетнего типа засоренности и в этом же году была сформирована наибольшая надземная масса сорной растительности, на долю которой пришлось 24,2 % от совокупной массы культурных и сорных растений.

**ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ: ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ /
ORIGINAL SCIENTIFIC ARTICLES: PLANT PROTECTION**

Таблица 1 – Видовой состав сорной растительности в посевах люпина узколистного зернобобово-злакового севооборота на Северо-Западе РФ /

Table 1 – Species composition of weeds in narrow-leaved lupine crops of grain-grass-rowed crop rotation in the North-West of the Russian Federation

<i>Вид / Specie</i>	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Астровые; Asteraceae Dumort.							
Бодяк щетинистый; <i>Cirsium setosum</i> (Willd.) Bess.	+	-	+	-	-	-	-
Бородавник обыкновенный; <i>Lapsana communis</i> L.	+	+	+	+	+	+	+
Мать-и-мачеха обыкновенная; <i>Tussilago farfara</i> L.	-	-	+	-	-	-	+
Осот полевой; <i>Sonchus arvensis</i> L.	-	+	+	-	+	+	+
Ромашка непахучая; <i>Matricaria inodora</i> L.	+	+	+	+	+	+	+
Сушеница топяная; <i>Filaginella uliginosa</i> (L.) Opiz	-	+	-	-	+	-	-
Бобовые; Fabaceae Lindl.							
Горошек волосистый; <i>Vicia hirsute</i> (L.) S. F.Gray	-	+	+	+	-	+	+
Горошек четырехсемянный; <i>Vicia tetrasperma</i> (L.) Schreb	-	+	+	+	-	+	+
Бурачниковые; Boraginaceae Juss.							
Незабудка полевая; <i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill.	+	+	+	+	+	+	+
Гвоздичные; Caryophyllaceae Juss.							
Звездчатка средняя; <i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	+	+	+	-	+	+	+
Торица полевая; <i>Spergula arvensis</i> L.	+	+	+	+	+	+	+
Торичник красный; <i>Spergularia rubra</i> (L.) J. et C. Presl	-	+	-	-	-	-	-
Ясколка дернистая; <i>Cerastium holosteioidees</i> Fries	-	-	-	-	-	-	+
Гречишные; Polygonaceae Juss.							
Горец птичий; <i>Polygonum aviculare</i> L.	-	-	-	-	-	-	+
Горец развесистый; <i>Persicaria lapathifolia</i>	-	-	+	+	+	+	+
Гречишка выюнковая; <i>Fallopia convolvulus</i> (L.) A. Love	-	-	+		+	+	+
Щавель малый; <i>Rumex acetosella</i> L.	-	+	-	+	+	-	+
Дымянковые; Fumariaceae Eaton							
Дымянка лекарственная; <i>Fumaria officinalis</i> L.	+	+	+	+	+	+	+
Капустные; Brassicaceae Burnet							
Пастушья сумка обыкновенная; <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medic.	+	+	+	+	+	+	+
Редька дикая; <i>Raphanus raphanistrum</i> L.	+	+	+	+	+	+	+
Ярутка полевая; <i>Thlapsi arvense</i> L.	+	-	-	-	-	+	-
Маревые; Chenopodiaceae Vent.							
Марь белая; <i>Chenopodium album</i> L.	+	+	+	+	+	+	+
Мятликовые; Poaceae Barnhart							
Мятлик однолетний; <i>Poa annua</i> L.	-	+	-	-	+	-	-
Пырей ползучий; <i>Elitrigia repens</i> (L.) Nevski	-	+	+	+	+	-	-
Норичниковые; Scrophulariaceae Juss.							
Вероника полевая; <i>Veronica arvensis</i> L.	-	-	-	-	-	-	+
Фиалковые; Violaceae Batsch							
Фиалка полевая; <i>Viola arvensis</i> Murr.	+	+	+	+	+	+	+
Яснотковые; Lamiaceae Lindl.							
Мята полевая; <i>Mentha arvensis</i> L.	-	-	+	-	-	-	+
Пикульник двунадрезанный; <i>Galeopsis bifida</i> Boenn.	+	+	+	+	+	+	+
Пикульник красивый; <i>Galeopsis spesiosa</i> Mill.	+	+	+	+	+	+	+
Пикульник обыкновенный; <i>Galeopsis tetrahit</i> L.	+	+	+	+	+	+	+
Чистец болотный; <i>Stachys palustris</i> L.	-	+	+	-	-	+	+
Всего видов / Total species	15	23	23	17	19	20	25

Таблица 2 – Сходство видового состава и общность удельного обилия сорных растений в посевах люпина узколистного в разные годы /

Table 2 – The similarity of the species composition and the commonality of the specific abundance of weeds in the crops of narrow-leaved lupine in different years

Год Year	Индекс попарного видового сходства / Pairwise similarity index						Коэффициент общности удельного обилия / Generality coefficient of specific abundance					
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
2012	0,67	0,74	0,75	0,74	0,80	0,65	26,4	59,6	41,0	59,7	53,0	66,1
2013	-	0,77	0,78	0,82	0,77	0,73	-	22,3	29,0	54,4	30,7	27,6
2014	-	-	0,80	0,79	0,88	0,83	-	-	29,2	51,9	46,5	52,9
2015	-	-	-	0,81	0,81	0,76	-	-	-	43,8	34,7	45,2
2016	-	-	-	-	0,80	0,76	-	-	-	-	68,4	41,0
2017	-	-	-	-	-	0,84	-	-	-	-	-	78,6

Таблица 3 – Засоренность посевов люпина узколистного в зернотравянопропашном севообороте на Северо-Западе РФ /

Table 3 – Infestation of narrow-leaved lupine crops in grain-grass-rowed crop rotation in the North-West of the Russian Federation

Показатели засоренности / Weed infestation indicators	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Видовое обилие, видов/м ² / Species abundance, species/m ²	4	9	8	5	5	7	8
Густота, экз/м ² / Abundance, pieces/m ²	186	545	383	96	141	325	593
Фитомасса при уборке урожая, г/м ² / Phytomass at harvest, g/m ²	182,4	104,4	524,1	159,3	155,9	505,7	241,4
Доля в общей фитомассе агрофитоценоза, % / Share in the total phytomass of agrophytocenosis, %	6,1	6,3	24,2	11,8	6,8	23,5	15,2

Таблица 4 – Структура засоренности посевов люпина узколистного в зернотравянопропашном севообороте на Северо-Западе РФ /

Table 4 – The structure of weed infestation of narrow-leaved lupine crops in grain-grass-rowed crop rotation in the North-West of the Russian Federation

Биологическая группа / Biological group of weed	Доля в общей численности сорных растений, % / Share in the total number of weeds, %						
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Многолетние злаковые / Perennial grass weeds	0,0	0,2	3,4	0,4	2,1	0,0	0,0
Многолетние двудольные / Perennial dicotyledonous weeds	0,3	2,7	24,6	9,2	2,3	0,9	2,4
Малолетние злаковые / Annual grass weeds	0,0	0,3	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0
Малолетние двудольные / Annual dicotyledonous weeds	99,7	96,8	72,0	90,4	95,0	99,1	97,6

Среди видов сорных растений, произрастающих в посевах люпина узколистного зернотравянопропашного севооборота, самым массовым являлась марь белая, численность которой варьировала по годам от 38 до 225 экз/м², при среднемноголетнем значении – 91 экз/м². К числу доминантных видов сорняков также

можно отнести фиалку полевую, пикульники (обыкновенный и двунадрезанный), торицу полевую, дымянку аптечную, пастушью сумку обыкновенную, для которых также отмечалась высокая частота встречаемости в посевах люпина узколистного (табл. 5).

Таблица 5 – Доминантные виды сорных растений в посевах люпина узколистного зернотравянопропашного севооборота (Ленинградская обл., 2012–2018 гг.) /

Table 5 – Dominant weed species in narrow-leaved lupine crops of grain-grass-rowed crop rotation (Leningrad region, 2012–2018)

<i>Вид / Specie</i>	<i>Густота, экз/м² / Abundance, pieces/m²</i>	<i>Доля в общей численности, % / Share in the total number, %</i>	<i>Встречаемость, % / The occurrence of weeds, %</i>
Марь белая / <i>Chenopodium album</i> L.	91	28,1	86,9
Фиалка полевая / <i>Viola arvensis</i> Murr.	43	13,2	78,6
Пикульники / <i>Galeopsis spp.</i>	34	10,4	70,8
Торица полевая / <i>Spergula arvensis</i> L.	21	6,7	67,3
Дымянка аптечная / <i>Fumaria officinalis</i> L.	19	6,0	38,1
Пастушья сумка обыкновенная / <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medic.	12	3,8	49,4

Выявленная нами сильная изменчивость в количественных параметрах засоренности посевов люпина узколистного была обусловлена как влиянием погодных условий, так и индивидуальными особенностями засоренности полей севооборота. Совокупное воздействие обоих этих факторов выражалось величинами, равными 47,7, 57,8, 47,1 соответственно в отношении видового обилия, начальной численности и конечной фитомассы сорных растений. Влияние минеральных удобрений было также достоверным, но не таким выраженным, поскольку являлось следствием воздействия на сорную растительность в посевах других культур севооборота, где они вносились на протя-

жении длительного периода времени (табл. 6). Последствия гербицидных обработок, предусмотренных системой защиты картофеля, ячменя ярового, рапса ярового, ржи озимой, по итогам ротации севооборота за период 2012–2018 гг. не обозначились на засоренности посевов люпина узколистного, за исключением такого показателя, как видовое обилие. Это можно объяснить большим запасом семян сорных растений в почве. В то же время взаимодействие влияний погодных условий, минеральных удобрений и защитных мероприятий достоверно отражалось на количестве произрастающих видов сорных растений, их численности и фитомассе в посевах люпина.

Таблица 6 – Вклад факторов в формирование засоренности посевов люпина узколистного в зернотравянопропашном севообороте на Северо-Западе РФ, % /

Table 6 – The contribution of factors to the formation of weed infestation of narrow-leaved lupine crops in the grain-grass-rowed crop rotation in the North-West of the Russian Federation, %

<i>Фактор / Factors</i>	<i>Видовое обилие / Species abundance</i>	<i>Начальная засоренность / Initial weediness</i>	<i>Фитомасса сорных растений при уборке культуры / Phytomass of weeds during crop harvesting</i>
Погодные условия и особенности засоренности полей (Год + Поле) / Weather conditions and features of weediness of fields (Year + Field)	47,7	57,8	47,1
Минеральные удобрения (МУ) / Mineral fertilizers (MF)	1,8	4,1	3,7
Интегрированная система защиты растений (ИСЗР) / Integrated Plant Protection System (IPPS)	1,8	0,5	0,7
Взаимодействие (Год + Поле)-(МУ) / Interaction (Year + Field)-(MF)	5,0	11,8	6,5
Взаимодействие (Год + Поле)-(ИСЗР) / Interaction (Year + Field)-(IPPS)	5,4	4,5	6,1
Взаимодействие (МУ)-(ИСЗР) / Interaction (MF)-(IPPS)	0,6	0,1	1,8
Взаимодействие (Год + Поле)-(МУ)-(ИСЗР) / Interaction (Year + Field)-(MF)-(IPPS)	5,1	5,1	7,3
Повторений / Reps	0,6	0,8	3,9
Случайное / Random	32,0	15,3	22,9

Примечание: жирным шрифтом выделены достоверные значения при $P \geq 0,95$ / Note: reliable correlation coefficients are in bold type $P \geq 0.95$.

Повышенное содержание основных элементов питания в почве, обусловленное длительным внесением полного минерального удобрения на полях севооборота, приводило к достоверному увеличению численности малолетних видов сорных растений (в 1,5–1,6 раза) и уменьшению густоты произрастания многолетних (в 1,6–1,9 раза) в посевах люпина узколистного. Например, численность мари белой в зависимости от дозы удобрений повышалась в 1,4–1,8 раза, пастушьей сумки – в 1,9–2,6 раза, пикульников – в 2,1–4,0 раза. Обратная реакция была выявлена для редьки дикой, плотность которой снижалась по мере улучшения питательного режима, соответ-

ственно в 1,4 и 5,0 раз. Этот вид относится к группе оксилофитов, предпочитающих кислую реакцию почвенного раствора [18]. Среди многолетних на неудобренном варианте опыта преимущественно произрастали мать-и-мачеха обыкновенная, щавель малый и чистец болотный (табл. 7). Влияние на засоренности посевов люпина узколистного интегрированной системы защиты растений, применяемой в севообороте, нашло отражение в достоверном снижении густоты многолетних видов сорных растений, главным образом осота полевого и мать-и-мачехи обыкновенной. Для малолетников с их большим запасом семян в почве схожих положительных изменений не отмечалось.

Таблица 7 – Характеристика засоренности посевов люпина узколистного на разных уровнях минерального питания и системы защиты растений в зернотравянопропашном севообороте / Table 7 – Characteristics of weed infestation of narrow-leaved lupine crops at different levels of mineral nutrition and plant protection system in grain-grass-rowed crop rotation

Показатель засоренности / Weed infestation indicators	Минеральные удобрения / Mineral fertilizers			Интегрированная система защиты растений / Integrated Plant Protection System	
	$N_0P_0K_0$	$N_{65}P_{50}K_{50}$	$N_{100}P_{75}K_{75}$	без ИСЗР / no IPPS	ИСЗР / IPPS
Видовое обилие, видов/м ² / Species abundance, species/m ²	6	7	7	7	6
Общая густота, экз/м ² / Total abundance, pieces/m ²	252	378	353*	338	310
Многолетние, экз/м ² / Perennial, pieces/m ²	31	19	16*	37	8**
Пырей ползучий, экз/м ² / <i>Elitrigia repens</i> (L.) Nevski, pieces/m ²	1	1	4	4	1
Осот полевой, экз/м ² / <i>Sonchus arvensis</i> L., pieces/m ²	13	13	7*	17	4*
Мать-и-мачеха обыкновенная, экз/м ² / <i>Tussilago farfara</i> L., pieces/m ²	8	1	2*	8	0*
Щавель малый, экз/м ² / <i>Rumex acetosella</i> L., pieces/m ²	5	2	1**	4	2
Малолетние, экз/м ² / Annual, pieces/m ²	221	359	337**	302	302
Пастушья сумка обыкновенная, экз/м ² / <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medic., pieces/m ²	7	13	18**	10	15*
Звездчатка средняя, экз/м ² / <i>Stellaria media</i> (L.) Vill., pieces/m ²	1	3	3**	2	2
Марь белая, экз/м ² / <i>Chenopodium album</i> L., pieces/m ²	64	92	117*	97	85
Пикульники, экз/м ² / <i>Galeopsis</i> spp., pieces/m ²	15	60	32**	41	27
Редька дикая, экз/м ² / <i>Raphanus raphanistrum</i> L., pieces/m ²	10	7	2*	5	8
Фитомасса при уборке урожая, г/м ² / Phytomass at harvest, gram/m ²	223,5	287,1	320,4*	292,9	251,1

* Различия достоверны при $P \geq 0,95$, ** при $P \geq 0,99$ / * Differences are significant at $P \geq 0,95$, ** при $P \geq 0,99$

Выводы. 1. На Северо-Западе РФ в условиях зернотравянопропашного севооборота выявлен довольно разнообразный и однотипный видовой состав сорной растительности в посевах люпина узколистного, невысокая общность удельного обилия видов по годам, преимущественно средняя и сильная степени засоренности при малолетнем типе.

2. Определено преобладающее воздействие на засоренность посевов люпина узколистного погодных условий и индивидуальных

особенностей засоренности полей севооборота. Длительное внесение минеральных удобрений приводило к повышению численности малолетников и снижению густоты произрастания многолетних видов сорных растений. Влияние интегрированной системы защиты растений, применяемой в севообороте, проявлялось в достоверном снижении густоты многолетних видов сорных растений в посевах люпина узколистного.

Список литературы

1. Баздырев Г. И., Решетникова Н. Г. Эффективность элементов интенсификации земледелия в звене севооборота: сидеральный пар – озимая тритикале. *Плодородие*. 2012;(3(66)):4–6. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17773490> EDN: OYYJLR
2. Такунов И. П. Люпин в земледелии России: монография. Брянск: изд-во «Придесенье», 1996. 104 с.
3. Комарова Н. А. Значение различных паров в изменении плотности светло-серой лесной почвы и урожайности культур севооборота. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2018;63(2):58–63. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.63.2.58-63> EDN: XMFYIP
4. Тамонов А. М. Узколистный люпин в Нечерноземье. *Земледелие*. 2013;(3):30–31. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19131944> EDN: QCRGXZ
5. Кузьминых А. Н. Формирование урожая озимой ржи в зависимости от видов пара. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2014;(2(39)):34. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21254991> EDN: RXDEYN
6. Новоселов С. И., Кузьминых А. Н. Влияние паровых предшественников и минеральных удобрений на урожайность озимой ржи. *Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии*. 2021;(3(18)):33–38. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47312304> EDN: PANWEN
7. Тамонов А. М. Сидеральный пар под картофель. *Владимирский земледелец*. 2016;(2(76)):27–29. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26453533> EDN: WGWYLT
8. Кузьминых А. Н., Манишкин С. Г., Габдуллин В. Р. Микробиологическая активность почвы паровых полей. *Вестник КрасГАУ*. 2011;(6(57)):49–51. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=nuszfn> EDN: NUSZFN
9. Турусов В. И., Гармашов В. М., Абаина О. А., Михина Т. И. Сидеральный пар как прием повышения плодородия почвы и продуктивности озимой пшеницы. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2016;(3-3(45)):125–126. DOI: <https://doi.org/10.18454/IRJ.2016.45.170> EDN: VOWYML
10. Солодун В. И., Цвынтарная Л. А. Влияние разных сидератов и способов их заделки на основные показатели плодородия серой лесной почвы, засоренность посевов и урожайность пшеницы. *Актуальные вопросы аграрной науки*. 2014;(10):5–12. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=wzzfpr> EDN: WZZFPR
11. Разина А. А., Дятлова О. Г. Сидеральный пар – агроприем для снижения распространения корневой гнили. *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2016;(6(263)):5–12. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27641793> EDN: XGXAGV
12. Яловик Л. И., Гордеева Е. И., Миронова Н. В. Фитосанитарное состояние посевов люпина узколистного в условиях Псковской области. *Молочнохозяйственный вестник*. 2015;(4(20)):59–63. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=vdezxn> EDN: VDEZXX
13. Яловик Л. И., Бавровский С. В., Яловик Е. А., Федорова С. М. Проблема засоренности посевов полевых культур южной части Псковской области и пути её решения. *Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии*. 2023;(1(42)):70–77. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=53766800> EDN: PABOUU
14. Абдуллаев Р. А., Вишнякова М. А., Егорова Г. П., Радченко Е. Е. Фитосанитарный мониторинг коллекции люпина узколистного ВИР на северо-западе Российской Федерации. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2021;182(3):167–173. DOI: <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2021-3-167-173> EDN: ZJDXUQ
15. Бопш В. Л., Данилов М. Е. Люпин узколистный: влияние гербицидов и удобрений на продуктивность зеленой массы. *Вестник КрасГАУ*. 2020;(5(158)):73–79. DOI: <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2020-5-73-79> EDN: ZDINTF
16. Конончук В. В., Никиточкин Д. Н., Тимошенко С. М., Назарова Т. О., Штырхунов В. Д., Шуркин А. Ю., Колотилина З. М. Зерновая продуктивность и азотфиксирующая способность люпина узколистного в зависимости от норм высева, удобрений и применения гербицидов при разных погодных условиях в центре Нечерноземной зоны России. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2021;(2(38)):104–114. DOI: <https://doi.org/10.24412/2309-348X-2021-2-104-114> EDN: WBCOIS
17. Зубков А. Ф. Методические указания по сбору полевой биоценологической информации с целью оценки вредности комплекса вредных организмов. Л., 1978. 18 с.
18. Шпанев А. М., Смуков В. В., Фесенко М. А. Фитосанитарный эффект применения минеральных удобрений в посадках картофеля в Северо-Западном регионе. *Агрохимия*. 2017;(12):38–45. DOI: <https://doi.org/10.7868/S0002188117120067> EDN: ZUCFUR

References

1. Bazdyrev G. I., Reshetnikova N. G. The efficiency of agriculture intensification elements in the link of crop rotation: green manure fallow – winter triticale. *Plodorodie*. 2012;(3(66)):4–6. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17773490>
2. Takunov I. P. Lupin in agriculture in Russia: a monograph. Bryansk: *izd-vo «Pridesen'e»*, 1996. 104 p.
3. Komarova N. A. The importance of various fallows for changing the density of light-gray forest soil and yield productivity of plants in crop rotation. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2018;63(2):58–63. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.63.2.58-63>
4. Tamonov A. M. Lupinus angustifolius in non-chernozem zone. *Zemledelie*. 2013;(3):30–31. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19131944>
5. Kuzminykh A. N. The formation of winter rye yield depending on fallow type. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2014;(2(39)):34. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21254991>
6. Novoselov S. I., Kuzminykh A. N. Influence of steam precedors and mineral fertilizers on the winter rye yield. *Vestnik Chuvashskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii = Vestnik Chuvash State Agricultural Academy*. 2021;(3(18)):33–38. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47312304>
7. Tamonov A. M. Siderate fallow for potato. *Vladimirskiy zemledelets = Vladimir agricolist*. 2016;(2(76)):27–29. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26453533>
8. Kuzminykh A. N., Manishkin S. G., Gabdullin V. R. Microbiological activity of the fallow soil. *Vestnik KrasGAU = The Bulletin of KrasGAU*. 2011;(6(57)):49–51. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=nuszfn>
9. Turusov V. I., Garmashov V. M., Abanina O. A., Mikhina T. I. Pairs of green manure as a method of improving soil fertility and productivity of winter wheat. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal = International Research Journal*. 2016;(3-3(45)):125–126. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.18454/IRJ.2016.45.170>
10. Solodun V. I., Tsvyntarnaya L. A. The influence of various green manure crops and ways of introduction on grey forest soil productivity and yield capacity of wheat. *Aktual'nye voprosy agrarnoy nauki = Actual issues of agrarian science*. 2014;(10):5–12. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=wzffpr>
11. Razina A. A., Dyatlova O. G. Green-manured fallow is an agricultural technique for reducing root rot propagation. *Sibirskiy vestnik sel'sko-khozyaystvennoy nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*. 2016;(6(263)):5–12. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27641793>
12. Yalovik L. I., Gordeeva E. I., Mironova N. V. Phytosanitary state of blue lupine crops under conditions of Pskov region. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik*. 2015;(4(20)):59–63. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=vdezxn>
13. Yalovik L. I., Bavrovskiy S. V., Yalovik E. A., Fedorova S. M. The field crop weediness problem in the southern part of the Pskov region and ways to solve it. *Izvestiya Velikolukskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2023;(1(42)):70–77. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=53766800>
14. Abdullaev R. A., Vishnyakova M. A., Egorova G. P., Radchenko E. E. Phytosanitary monitoring of the narrow-leaved lupine collection of VIR in the northwest of Russia. *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i seleksii = Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2021;182(3):167–173. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2021-3-167-173>
15. Bopp V. L., Danilov M. E. Narrow-leaved lupine: the influence of herbicides and fertilizers on green mass productivity. *Vestnik KrasGAU = The Bulletin of KrasGAU*. 2020;(5(158)):73–79. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2020-5-73-79>
16. Kononchuk V. V., Nikitochkin D. N., Timoshenko S. M., Nazarova T. O., Shtyrkhunov V. D., Shurkin A. Yu., Kotilina Z. M. Grain productivity and nitrogen-fixing capacity of lupine narrow-leaf depending on seeding rates, fertilizers and application of herbicides under different weather conditions in the center of the Non-black earth zone of Russia. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury = Legumes and Groat Crops*. 2021;(2(38)):104–114. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24412/2309-348X-2021-2-104-114>
17. Zubkov A. F. Methodological guidelines for the collection of field biocenological information in order to assess the harmfulness of a complex of harmful organisms. Leningrad, 1978. 18 p.
18. Shpanev A. M., Smuk V. V., Fesenko M. A. Phytosanitary effect of mineral fertilizers on the potato plantations in the North-West region. *Agrokimiya*. 2017;(12):38–45. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.7868/S0002188117120067>

Сведения об авторе

✉ Шпанев Александр Михайлович, доктор биол. наук, главный научный сотрудник лаборатории опытного дела, ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт», Гражданский проспект, д. 14, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, 195220, e-mail: office@agrophys.ru; ведущий научный сотрудник лаборатории интегрированной защиты растений, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений», шоссе Подбельского, д. 3, г. Санкт-Петербург, Пушкин, Российская Федерация, 196608, e-mail: info@vizr.spb.ru,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4346-318X>, e-mail: ashpanev@mail.ru

Information about the author

✉ Alexander M. Shpanev, DSc in Biology, chief researcher, the Laboratory of Experimental Work, Agrophysical Research Institute, Grazhdansky pr., 14, Saint-Petersburg, Russian Federation, 195220, e-mail: office@agrophys.ru; Leading Researcher at the Laboratory of Integrated Plant Protection, All-Russian Institute of Plant Protection, Podbelskogo, 3, Saint-Petersburg, Pushkin, Russian Federation, 196608, e-mail: info@vizr.spb.ru,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4346-318X>, e-mail: ashpanev@mail.ru

✉ – Для контактов / Corresponding author