

УДК 631.811:632.51:631.582

## ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ЗАСОРЕННОСТЬ ЗЕРНОТРАВЯНОПРОПАШНОГО СЕВООБОРОТА

© 2023 г. А. М. Шпанев<sup>1,2,\*</sup>, В. В. Смук<sup>1,2</sup>, М. А. Фесенко<sup>1</sup><sup>1</sup>Агрофизический научно-исследовательский институт  
195220 Санкт-Петербург, Гражданский просп., 14, Россия<sup>2</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений  
196608 Санкт-Петербург—Пушкин, шоссе Подбельского, 3, Россия

\*E-mail: ashpanev@mail.ru

Поступила в редакцию 19.05.2023 г.

После доработки 14.08.2023 г.

Принята к публикации 15.09.2023 г.

В многолетнем исследовании в длительном стационарном опыте выявлено, что действие минеральных удобрений распространялось на количественную составляющую и структуру засоренности полей зерноотраважнопропашного севооборота но не на видовой состав сорной растительности. Под влиянием минеральных удобрений увеличивалась высота и масса сорных растений, но снижалась их численность за период совместного произрастания с культурными растениями в течение вегетации (на 12.0–22.6%). В отсутствие выраженной конкурентоспособности культурных растений в неудобренном варианте опыта густота сорняков от весеннего периода к уборке урожая возрастала на 47%. Засоренность полей многолетними двудольными видами сорных растений и их относительное обилие в удобренных вариантах снижались в 2.4–3.6 раза, а малолетними двудольными видами — увеличивались в 1.3–1.4 раза. Отзывчивыми на внесение минеральных удобрений оказались марь белая и пикульники, тогда как торица полевая и редька дикая преимущественно произрастали в неудобренном варианте, где кислотность почвы имела более высокие показатели.

**Ключевые слова:** длительный стационарный опыт, зерноотраважно-пропашной севооборот, засоренность полей, видовой состав, видовое обилие, динамика численности сорняков.

**DOI:** 10.31857/S000218812312013X, **EDN:** STTXCL

### ВВЕДЕНИЕ

В отечественной литературе сведения, касающиеся влияния длительного применения минеральных удобрений на засоренность агроценозов отдельных культур или целостной севооборотной агроэкосистемы, ограничиваются небольшим количеством публикаций, к тому же довольно устаревших. Например, в длительном опыте РГАУ им. К.А. Тимирязева в посадках картофеля отмечено снижение численности и массы сорных растений как при бессменном возделывании (на 52.2 и 47.0%), так и в севообороте (на 37.5 и 30.4%), а в посевах озимой ржи — увеличение данных параметров засоренности (на 18.1 и 230, 56 и 23% соответственно) [1]. Схожий результат был получен в посевах озимой ржи в длительном опыте отдела агрохимии Смоленского НИИСХ, где засоренность посева данной культуры малолетними сорняками в 1-й ротации севооборота увеличивалась

в зависимости от доз минеральных удобрений на 37.8–48.8, во 2-й — на 14.9–32.8, в 3-й — на 2.6–10.5% [2]. В длительном стационарном опыте Пермского НИИСХ засоренность посевов озимой ржи и овса посевного, размещенных после занятого и сидерального пара, возрастала под влиянием минеральных удобрений на 37.2 и 60.0 и 26.7 и 108% соответственно, при использовании в качестве предшественника чистого пара — снижалась на 42.2 и 5.9% [3].

Сведения, касающиеся влияния систематического применения минеральных удобрений, могут быть получены только в длительных стационарных опытах, среди которых ныне действующих осталось не так уж много. Одним из них является агроэкологический стационар на базе Меньковского филиала Агрофизического НИИ, представляющий собой 7-польный зерноотраважно-пропашной севооборот с классическим для

Северо-Западного региона составом и чередованием культур [4]. Его история насчитывает уже более 40 лет, за время которых оставалось неизменным ежегодное внесение минеральных удобрений согласно схеме опыта, а на протяжении последних 12 лет проводили изучение всех фитосанитарных параметров и эффектов от применения средств защиты растений [5].

Цель работы — анализ многолетних данных влияния длительного применения минеральных удобрений на засоренность полей зернотравяно-пропашного севооборота в почвенно-климатических условиях Северо-Запада России.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучение длительного применения минеральных удобрений на засоренность 7-польного зернотравянопропашного севооборота проводили в Меньковском филиале Агрофизического НИИ, расположенном в Гатчинском р-не Ленинградской обл., в период очередной его ротации (2012–2018 гг.). Согласно схеме севооборота, последовательно возделывали люпин узколистный (сидеральный пар)—рожь озимую—ячмень яровой с подсевом многолетних трав (клевер красный + тимopheевка луговая)—многолетние травы 1- и 2-го годов пользования—картофель—рапс яровой. Севооборот был заложен в 1982 г. и на сегодняшний день представляет собой длительный фундаментальный опыт, схемой которого предусмотрено изучение 3-х уровней удобренности, формируемых разными дозами минеральных удобрений из расчета планируемой урожайности культур. В варианте с высокой удобренностью доза составляла N100P75K75, со средней — N65P50K50, с низкой — удобрения не вносили. Внесение минеральных удобрений осуществляли механически поперек поля ежегодно под все культуры, за исключением люпина и многолетних трав 1-го года пользования. Площадь под каждым из вариантов составляла 0.18, поля — 0.6, севооборота — 4.2 га.

Для оценки засоренности полей севооборота использовали методику постоянных учетных площадок с их стационарным размещением на протяжении всего периода вегетации культур [6]. Площадь постоянных площадок составляла 0.1 м<sup>2</sup> для культур сплошного сева, 1.4 м<sup>2</sup> — в посадках картофеля с шириной междурядий 0.7 м<sup>2</sup>. В каждом варианте удобренности ежегодно устанавливали по 6 (картофель, многолетние травы, люпин узколистный) — 12 (рожь озимая, ячмень яровой, рапс яровой) постоянных площадок, всего на поле — 18–36, севообороте — 180, за все годы иссле-

дования — 1260 площадок. В начальный период развития агрофитоценоза на постоянных площадках определяли видовое обилие и численность сорных растений, перед уборкой урожая — видовое обилие, численность, фитомассу и высоту сорных растений каждого вида. В качестве дополнительных показателей засоренности полей проводили расчет индекса попарного видового сходства Сьёренсена и коэффициента общности удельного обилия Шорыгина [7, 8].

Статистическую обработку данных проводили с помощью программы Statistica 6.0 при применении дисперсионного анализа для выявления достоверных различий засоренности вариантов опыта с разным уровнем минерального питания.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате исследования на площади 7-польного зернотравяно-пропашного севооборота выявлено произрастание 58 видов сорных растений из 20 разных семейств. На долю малолетних и многолетних сорняков приходилось 36 и 22 вида соответственно. Массовыми видами были марь белая (*Chenopodium album* L.), фиалка полевая (*Viola arvensis* Murr.), пастушья сумка обыкновенная (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.), пикульники (*Galeopsis* spp.), торица полевая (*Spergula arvensis* L.), дымянka аптечная (*Fumaria officinalis* L.), ромашка непахучая (*Matricaria inodora* L.), редька дикая (*Raphanus raphanistrum* L.). Среди многолетних преобладали пырей ползучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski), осот полевой (*Sonchus arvensis* L.) и щавель малый (*Rumex acetosella* L.). В среднем в полях севооборота насчитывали 8 видов/м<sup>2</sup> и 220 экз./м<sup>2</sup> при величине надземной массы сорных растений, равной 185 г/м<sup>2</sup>.

Согласно полученным данным, не было обнаружено различий в видовом составе сорных растений, встречаемых в вариантах с разным уровнем удобренности. Усредненные величины индекса попарного видового сходства между неудобренным и среднеудобренным вариантами составляли 0.88, неудобренным и высокоудобренным — 0.86, средне- и высокоудобренным — 0.89 (табл. 1). В то же время при расчетах коэффициента общности удельного обилия выявлено влияние удобренности на структуру засоренности полей. Наименее схожими оказались неудобренный и высокоудобренный варианты (59.3), тогда как наиболее высокая общность отмечена между средне- и высокоудобренным вариантами опыта (79.4).

**Таблица 1.** Сходство видового состава и общность удельного обилия сорных растений в вариантах разной удобренности полей зернотравянопропашного севооборота

|                                       | Поле 1           |                  | Поле 2           |                  | Поле 3           |                  | Поле 4           |                  | Поле 5           |                  | Поле 6           |                  | Поле 7           |                  |
|---------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                                       | НПК <sub>1</sub> | НПК <sub>2</sub> | НПК <sub>1</sub> | НПК <sub>2</sub> | НПК <sub>1</sub> | НПК <sub>2</sub> | НПК <sub>1</sub> | НПК <sub>2</sub> | НПК <sub>1</sub> | НПК <sub>2</sub> | НПК <sub>1</sub> | НПК <sub>2</sub> | НПК <sub>1</sub> | НПК <sub>2</sub> |
| Индекс попарного видового сходства    |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
| НПК <sub>0</sub>                      | 0.81             | 0.84             | 0.91             | 0.91             | 0.91             | 0.78             | 0.92             | 0.86             | 0.93             | 0.90             | 0.92             | 0.91             | 0.78             | 0.87             |
| НПК <sub>1</sub>                      |                  | 0.91             |                  | 0.89             |                  | 0.86             |                  | 0.87             |                  | 0.90             |                  | 0.96             |                  | 0.85             |
| Коэффициент общности удельного обилия |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
| НПК <sub>0</sub>                      | 69.9             | 53.3             | 46.6             | 46.1             | 74.0             | 66.6             | 60.6             | 65.6             | 63.1             | 57.7             | 80.9             | 73.8             | 65.3             | 52.3             |
| НПК <sub>1</sub>                      |                  | 69.1             |                  | 86.0             |                  | 84.7             |                  | 73.4             |                  | 80.1             |                  | 81.1             |                  | 81.1             |

Примечание. НПК<sub>0</sub> – N0P0K0, НПК<sub>1</sub> – N65P50K50, НПК<sub>2</sub> – N100P75K75. То же в табл. 2–6.

**Таблица 2.** Влияние длительного применения минеральных удобрений на густоту произрастания и относительное обилие массовых видов сорных растений в зернотравяно-пропашном севообороте

| Вид                         | Дозы минеральных удобрений |      |                     |      |                     |      | HCP <sub>05</sub> |
|-----------------------------|----------------------------|------|---------------------|------|---------------------|------|-------------------|
|                             | N0P0K0                     |      | N65P50K50           |      | N100P75K75          |      |                   |
|                             | экз./м <sup>2</sup>        | %    | экз./м <sup>2</sup> | %    | экз./м <sup>2</sup> | %    |                   |
| Марь белая                  | 37                         | 16.1 | 82                  | 28.1 | 102                 | 36.6 | 12                |
| Фиалка полевая              | 37                         | 16.1 | 58                  | 19.9 | 46                  | 16.5 | 11                |
| Пастушья сумка обыкновенная | 18                         | 7.8  | 25                  | 8.6  | 20                  | 7.2  | 5.9               |
| Пикульники                  | 10                         | 4.3  | 30                  | 10.3 | 21                  | 7.5  | 6.7               |
| Торица полевая              | 23                         | 10.0 | 14                  | 4.8  | 13                  | 4.7  | 4.1               |
| Дымянка аптечная            | 10                         | 4.3  | 9                   | 3.1  | 10                  | 3.6  | 3.4               |
| Ромашка непахучая           | 7                          | 3.0  | 7                   | 2.4  | 8                   | 2.9  | 4.0               |
| Редька дикая                | 7                          | 3.0  | 7                   | 2.4  | 3                   | 1.1  | 2.6               |
| Пырей ползучий              | 5                          | 2.2  | 5                   | 1.7  | 7                   | 2.5  | 1.6               |
| Щавель малый                | 11                         | 4.8  | 3                   | 1.0  | 2                   | 0.7  | 3.5               |
| Бородавник обыкновенный     | 4                          | 1.7  | 6                   | 2.1  | 4                   | 1.4  | 3.1               |
| Осот полевой                | 10                         | 4.3  | 5                   | 1.7  | 2                   | 0.7  | 3.6               |
| Незабудка полевая           | 4                          | 1.7  | 3                   | 1.0  | 4                   | 1.4  | 0.7               |

Изменения в структуре засоренности полей были связаны с влиянием удобрений на густоту произрастания отдельных видов сорных растений. Например, под влиянием длительного применения удобрений увеличивалась численность видов сорных растений, отзывчивых на улучшение питательного режима почвы. К таковым относились марь белая и пикунники, фактическая численность которых в зависимости от удобренности варианта возрастала в 2.2–2.8 и 2.1–3.0 раза соответственно, а относительное обилие – с 16.1 до 28.1–36.6% и с 4.3 до 7.5–10.3% (табл. 2). В отношении мари белой был получен схожий результат в других регионах возделывания культур [9, 10]. Ранее нами было выявлено, что дымянка аптечная преимущественно произрастала в удоб-

ренных вариантах в посевах рапса ярового [11]. Тем не менее, для некоторых видов сорняков оказалась свойственна отрицательная реакция на длительное внесение минеральных удобрений. Такие виды как торица полевая и редька дикая, относящиеся к группе оксифитов – растений, предпочитающих кислую реакцию почвенного раствора, в большей численности произрастали в неудобренном варианте опыта. Например, в варианте без удобрений кислотность почвы была больше (рН 4.2), чем в вариантах с многолетним внесением средних и высоких доз минеральных удобрений (рН 4.4). По литературным данным, на повышение концентрации питательных элементов в почве положительно реагируют подмаренник цепкий, паслен черный, ромашка непах-

**Таблица 3.** Влияние длительного применения минеральных удобрений на структуру засоренности полей зерно-травянопропашного севооборота

| Биологические группы    | Дозы минеральных удобрений |      |                     |     |                     |     | HCP <sub>05</sub> |
|-------------------------|----------------------------|------|---------------------|-----|---------------------|-----|-------------------|
|                         | N0P0K0                     |      | N65P50K50           |     | N100P75K75          |     |                   |
|                         | экз./м <sup>2</sup>        | %    | экз./м <sup>2</sup> | %   | экз./м <sup>2</sup> | %   |                   |
| Многолетние однодольные | 5                          | 2.2  | 6                   | 2.0 | 8                   | 2.9 | 1.6               |
| Многолетние двудольные  | 29                         | 12.6 | 12                  | 4.1 | 8                   | 2.9 | 6.4               |
| Малолетние однодольные  | 1                          | 0.4  | 1                   | 0.3 | 2                   | 0.7 | 1.8               |
| Малолетние двудольные   | 196                        | 85   | 274                 | 94  | 262                 | 94  | 22                |

**Таблица 4.** Влияние длительного применения минеральных удобрений на засоренность полей зерно-травянопропашного севооборота

| Показатель засоренности                         | Дозы минеральных удобрений |           |            | $HCP_{05}$ |
|-------------------------------------------------|----------------------------|-----------|------------|------------|
|                                                 | N0P0K0                     | N65P50K50 | N100P75K75 |            |
| Видовой состав                                  | 50                         | 50        | 48         | —          |
| Видовое обилие, видов/м <sup>2</sup>            | 9.4                        | 9.3       | 9.6        | 0.5        |
| Начальная засоренность, экз./м <sup>2</sup>     | 230                        | 292       | 279        | 22         |
| Конечная засоренность, экз./м <sup>2</sup>      | 338                        | 257       | 216        | 31         |
| Изменения в засоренности за период вегетации, % | +47.0                      | –12.0     | –22.6      | —          |
| Фитомасса при уборке урожая, г/м <sup>2</sup>   | 182                        | 252       | 225        | 31         |
| Масса 1-го сорного растения, г/растение         | 0.54                       | 0.98      | 1.04       | 0.20       |

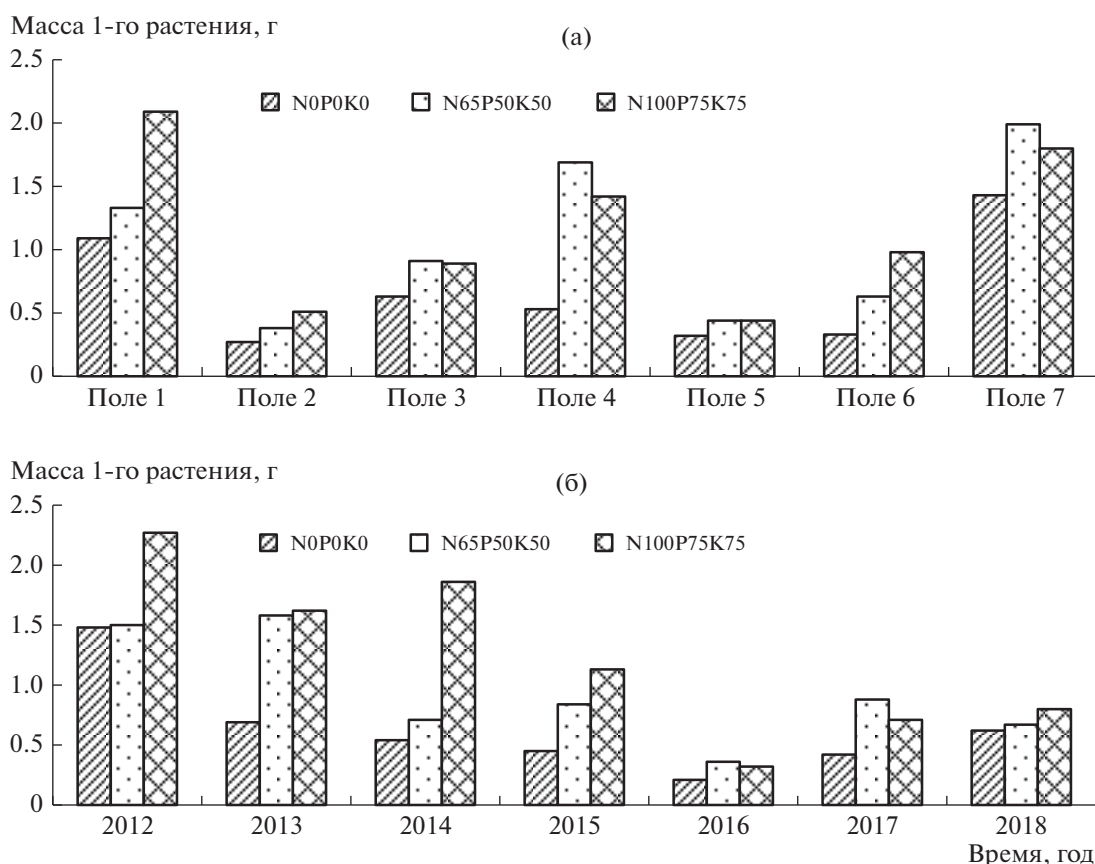
хучая, щирца запрокинутая, гречишка вьюнковая, пырей ползучий, звездчатка средняя, отрицательно — щетинник сизый, фиалка полевая, осот полевой, вьюнок полевой, жимолость полевая [12].

В целом можно констатировать, что в результате длительного внесения минеральных удобрений происходило достоверное увеличение засоренности полей изученного севооборота малолетними видами сорных растений. В варианте средней удобренности увеличение засоренности малолетниками составило 28.4, высокой удобренности — 25.4%. При этом между вариантами разной степени удобренности отсутствовали достоверные различия начальной засоренности полей.

Полученные данные свидетельствовали о выраженном отрицательном влиянии длительного применения минеральных удобрений на численный состав многолетних двудольных сорных растений. В удобренных вариантах опыта по сравнению с неудобренным густота осота полевого сни-

жалась в 2–5 раз, щавеля малого — в 3.7–5.5 раза, мать и мачехи обыкновенной — в 3.4–6.3 раза, чистеца обыкновенного — в 1.3–3.4 раза. Снижение суммарной численности данной группы сорных растений составило 2.4 и 3.6 раза соответственно в средне- и высокоудобренном вариантах. При этом вклад в структуру засоренности полей снижался с 12.6 до 4.1 и 2.9% (табл. 3). Сокращение долевого участия видов сорных растений с многолетним циклом развития в условиях применения минеральных удобрений подтверждено литературными данными и в основном касается корнеотпрысковых видов [12].

Одна из значимых фитосанитарных проблем зерно-травяно-пропашного севооборота — это сильная засоренность полей пыреем ползучим [13, 14]. По нашим данным, наиболее высокая численность пырея ползучего отмечена в посадках картофеля, предшественником которого являлись многолетние травы 2-го года пользования. В среднем за период исследования в посадках этой культуры насчитывалось 24 и 26 экз./м<sup>2</sup> на 7–10 сут после высадки клубней и перед десика-



**Рис. 1.** Усредненная надземная масса 1-го сорного растения в вариантах разной удобрённости зерноотравнопропашного севооборота в зависимости: (а) — от поля ротации, (б) — от года опыта.

цией соответственно. В качестве тенденции можно отметить, что по мере снижения удобрённости вариантов уменьшалась численность пырея с 29 до 22 и 20 экз./м<sup>2</sup>. Впрочем, выявленная закономерность устойчиво просматривалась на протяжении всего периода изучения засорённости севооборота. В удобренных вариантах растения пырея ползучего формировали более высокую надземную массу (1.51–1.57 г против 1.18 г) и высоту (37.1–37.3 см против 27.8 см). В посевах ржи озимой в удобренных и неудобренном вариантах насчитывалось 4–6 и 2 экз./м<sup>2</sup>, рапса ярового — 4–7 и 3 экз./м<sup>2</sup>.

Влияние удобрений распространялось не только на начальную засорённость полей и ее структуру, но и на итоговые показатели, определенные во время уборки урожая. В неудобренном варианте, в отсутствие выраженной конкурентоспособности культурных растений, наблюдали увеличение численности сорных растений за период вегетации на уровне 47% (табл. 4).

Под действием удобрений отмечено усиление фитоценотического давления со стороны куль-

турных растений [15–17]. В нашем опыте это приводило к снижению численности сорняков в удобренных вариантах (на 12.0–22.6%), но в то же время — к увеличению их вегетативной массы (в 1.8–1.9 раза). Выявленные эффекты устойчиво отмечали на всех полях на протяжении всего периода исследования (рис. 1). Наиболее значимое влияние удобрений на величину надземной массы сорняков в пересчете на 1 экз./м<sup>2</sup> приходилось на 2013 г., который по своему гидротермическому режиму оказался наиболее благоприятным для роста и развития как культурных, так и сорных растений. Обратная ситуация отмечена в 2018 г. в условиях повышенного температурного режима.

В посевах рапса ярового усредненная величина массы одного сорного растения на момент уборки урожая возрастала с 0.88 (неудобренный вариант) до 2.00 г (высокоудобренный), ячменя ярового — с 0.53 до 1.27 г, ржи озимой — с 0.22 до 0.35 г, картофеля — с 0.93 до 1.24 г. Густота сорных растений в полях многолетних трав 1-го года пользования и фитомасса сорняков в полях многолетних трав 2-го года пользования снижались

**Таблица 5.** Влияние длительного применения минеральных удобрений на засоренность культур зернотравяно-пропашного севооборота

| Культура                 | Показатель засоренности                                   | Дозы минеральных удобрений |           |            | HCP <sub>05</sub> |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------|-----------|------------|-------------------|
|                          |                                                           | N0P0K0                     | N65P50K50 | N100P75K75 |                   |
| Люпин узколистный        | Видовое обилие, видов/м <sup>2</sup>                      | 6.4                        | 7.0       | 6.8        | 1.2               |
|                          | Численность, экз./м <sup>2</sup> (3 настоящих листа)      | 278                        | 376       | 368        | 93                |
|                          | Фитомасса, г/м <sup>2</sup> (перед дискованием)           | 278                        | 301       | 308        | 54                |
| Рожь озимая              | Видовое обилие, видов/м <sup>2</sup>                      | 9.1                        | 8.6       | 8.0        | 1.0               |
|                          | Численность, экз./м <sup>2</sup> (фаза выхода в трубку)   | 152                        | 270       | 279        | 46                |
|                          | Фитомасса, г/м <sup>2</sup> (полная спелость)             | 93                         | 69        | 81         | 24                |
| Ячмень яровой            | Видовое обилие, видов/м <sup>2</sup>                      | 9.4                        | 9.4       | 8.4        | 0.6               |
|                          | Численность, экз./м <sup>2</sup> (фаза кущения)           | 392                        | 498       | 466        | 51                |
|                          | Фитомасса, г/м <sup>2</sup> (полная спелость)             | 194                        | 273       | 303        | 43                |
| Многолетние травы 1 г.п. | Видовое обилие, видов/м <sup>2</sup>                      | 3.8                        | 3.8       | 2.7        | 0.5               |
|                          | Численность, экз./м <sup>2</sup> (отрастание)             | 191                        | 118       | 73         | 56                |
|                          | Фитомасса, г/м <sup>2</sup> (перед скашиванием)           | 51                         | 56        | 58         | 21                |
| Многолетние травы 2 г.п. | Видовое обилие, видов/м <sup>2</sup>                      | 3.1                        | 3.1       | 2.6        | 0.9               |
|                          | Численность, экз./м <sup>2</sup> (отрастание)             | 117                        | 119       | 135        | 66                |
|                          | Фитомасса, г/м <sup>2</sup> (перед скашиванием)           | 74.0                       | 62.2      | 27.7       | 9.0               |
| Картофель                | Видовое обилие, видов/м <sup>2</sup>                      | 19.7                       | 18.5      | 19.3       | 0.9               |
|                          | Численность, экз./м <sup>2</sup> (7–10 сут после посадки) | 117                        | 157       | 187        | 31                |
|                          | Фитомасса, г/м <sup>2</sup> (перед десикацией)            | 256                        | 256       | 169        | 99                |
| Рапс яровой              | Видовое обилие, видов/м <sup>2</sup>                      | 9.7                        | 9.1       | 9.1        | 0.6               |
|                          | Численность, экз./м <sup>2</sup> (2–4 настоящих листа)    | 220                        | 239       | 227        | 22                |
|                          | Фитомасса, г/м <sup>2</sup> (полная спелость)             | 241                        | 383       | 375        | 95                |

по мере возрастания дозы внесения минеральных удобрений (табл. 5). Это было связано с особенностями засоренности сеянных травостоев многолетних трав, согласно которым доля многолетних сорных растений в общей структуре возрастала до 16.5–18.3%. При этом основное их количество произрастало в неудобренном варианте, создавая то самое преимущество над удобренными вариантами. Также можно отметить, что наиболее высокие показатели видового обилия фиксировались в неудобренном варианте, наименее — в высокоудобренном.

Достоверное увеличение надземной массы и высоты растений под действием минеральных удобрений можно констатировать для таких видов сорняков как марь белая, фиалка полевая, пырей ползучий, бородавник обыкновенный,

осот полевой. Отзывчивость на внесение удобрений других видов сорных растений проявлялась слабее, что можно было фиксировать величинами индивидуальных показателей их развития, не имевшими достоверных различий с неудобренным вариантом (табл. 6).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, анализ полученных данных показал, что действие минеральных удобрений в длительном стационарном опыте распространялось на количественную составляющую и структуру засоренности полей зернотравянопропашного севооборота, а также индивидуальные показатели развития сорных растений и не распространялось на видовой состав сорной растительности. Засоренность полей многолетними

**Таблица 6.** Влияние длительного применения минеральных удобрений на индивидуальные показатели развития массовых видов сорных растений в зернотравянопропашном севообороте

| Вид                         | Показатель  | Дозы минеральных удобрений |           |            | HCP <sub>05</sub> |
|-----------------------------|-------------|----------------------------|-----------|------------|-------------------|
|                             |             | N0P0K0                     | N65P50K50 | N100P75K75 |                   |
| Марь белая                  | г/растение  | 0.27                       | 0.73      | 1.63       | 0.30              |
|                             | см/растение | 10.2                       | 17.2      | 22.8       | 1.9               |
| Фиалка полевая              | г/растение  | 0.29                       | 0.59      | 0.61       | 0.14              |
|                             | см/растение | 17.6                       | 27.6      | 27.8       | 3.3               |
| Пастушья сумка обыкновенная | г/растение  | 0.26                       | 0.30      | 0.31       | 0.14              |
|                             | см/растение | 14.1                       | 19.2      | 20.0       | 4.8               |
| Пикульники                  | г/растение  | 1.37                       | 3.73      | 4.09       | 1.01              |
|                             | см/растение | 21.9                       | 35.7      | 38.9       | 6.0               |
| Торица полевая              | г/растение  | 0.62                       | 1.21      | 0.76       | 0.38              |
|                             | см/растение | 19.0                       | 24.9      | 22.6       | 2.5               |
| Дымянка аптечная            | г/растение  | 1.50                       | 1.80      | 0.68       | 0.80              |
|                             | см/растение | 20.6                       | 42.3      | 29.7       | 7.2               |
| Ромашка непахучая           | г/растение  | 0.63                       | 0.58      | 1.18       | 0.85              |
|                             | см/растение | 12.2                       | 17.5      | 20.9       | 5.3               |
| Редька дикая                | г/растение  | 5.79                       | 6.14      | 6.55       | 4.3               |
|                             | см/растение | 42                         | 39        | 30         | 11                |
| Пырей ползучий              | г/растение  | 1.19                       | 1.69      | 2.19       | 0.35              |
|                             | см/растение | 37.9                       | 53.2      | 54.7       | 5.7               |
| Щавель малый                | г/растение  | 0.93                       | 0.61      | 0.72       | 0.26              |
|                             | см/растение | 10.1                       | 10.8      | 7.9        | 1.7               |
| Бородавник обыкновенный     | г/растение  | 0.40                       | 0.65      | 1.12       | 0.47              |
|                             | см/растение | 19.9                       | 27.4      | 26.6       | 6.4               |
| Осот полевой                | г/растение  | 3.07                       | 8.49      | 5.59       | 4.42              |
|                             | см/растение | 18.3                       | 31.3      | 24.8       | 8.1               |
| Незабудка полевая           | г/растение  | 0.66                       | 0.58      | 0.75       | 0.44              |
|                             | см/растение | 16.5                       | 18.8      | 21.0       | 6.2               |

двудольными видами сорных растений и их относительное обилие снижались, малолетними двудольными видами — увеличивались. Отзывчивыми на внесение минеральных удобрений оказались марь белая и пикульники, тогда как торица полевая и редька дикая преимущественно произрастали в неудобренном варианте, где кислотность почвы имела более высокие показатели.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Полин В.Д.* Влияние севооборота и удобрений на засоренность посадок картофеля и посевов озимой ржи // *Агро XXI*. 2009. № 4–6. С. 8–10.
2. *Конова А.М., Самойлов Л.Н., Державин Л.М.* Эффективность комплексного применения удобрений и пестицидов на озимой ржи в полевом севообороте // *Агрохимия*. 2012. № 3. С. 13–24.
3. *Фомин Д.С., Ямалтдинова В.Р., Тетерлев И.С.* Влияние вида пара и фона питания на засоренность посевов и продуктивность севооборотов // *Пермск. аграрн. вестн.* 2016. № 4 (16). С. 55–60.
4. *Иванов А.И., Фесенко М.А., Вертебный В.Е., Дубовицкая В.И.* Результаты и развитие исследований в многолетнем стационарном полевом опыте в семипольном севообороте // *Агрофизика*. 2012. № 3. С. 50–57.
5. *Шпанев А.М., Фесенко М.А., Смух В.В.* Эффективность применения минеральных удобрений и интегрированной системы защиты растений в полевом севообороте на Северо-Западе РФ // *Агрохимия*. 2021. № 1. С. 12–22.
6. *Зубков А.Ф.* Методические указания по сбору полевой биологической информации с целью оценки вредности комплекса вредных организмов. Л.: ВИЗР, 1978. 18 с.
7. *Sorensen T.* A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of spe-

- cies content and its application to analysis of the vegetation on Danish commons // *Biol. Skrifter*. 1948. № 5. P. 1–34.
8. Шорыгин А.А. Питание, избирательная способность и пищевые взаимоотношения некоторых Goobiidae Каспийского моря // *Зоол. журн.* 1939. Т. 18. Вып. 1. С. 27–51.
  9. Труфанов А.М., Воронин А.Н., Исаичева У.А., Конова М.К. Фитосанитарное состояние посева ярового рапса при применении ресурсосберегающих агротехнологий // *Вестн. АПК Верхневолжья*. 2015. № 1 (29). С. 22–25.
  10. Турусов В.И., Гармашов В.М., Корнилов И.М., Нужная Н.А., Гаврилова С.А. Влияние системы обработки почвы, удобрений, гербицида и регулятора роста на сорный компонент в посевах озимой пшеницы // *Защита и карантин раст.* 2015. № 12. С. 26–28.
  11. Шпанев А.М., Фесенко М.А. Влияние минерального питания на фитосанитарную обстановку в посевах ярового рапса на Северо-Западе РФ // *Агрохимия*. 2022. № 8. С. 44–50.
  12. Дудкин И.В. Научное обоснование приемов и систем регулирования засоренности посевов сельскохозяйственных культур в ландшафтном земледелии лесостепи Центрального Черноземья: Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Курск, 2009. 38 с.
  13. Дудкин И.В., Дудкина Т.А. Влияние севооборотов на засоренность посевов // *Земледелие*. 2013. № 8. С. 40–42.
  14. Смук В.В., Шпанев А.М. Засоренность посадок картофеля, размещенных по пласту многолетних трав в Ленинградской области // *Вестн. защиты раст.* 2016. № 2 (88). С. 38–42.
  15. Титова Е.М., Внукова М.А. Эффективность комплексного применения удобрений и гербицида Димесол в посевах ярового ячменя // *Вестн. Орел-ГАУ*. 2012. № 2. С. 32–35.
  16. Вьюгин С.М., Вьюгина Г.М. Регулирование фитосанитарного состояния агроценозов // *Земледелие*. 2015. № 12. С. 26–28.
  17. Шпанев А.М., Смук В.В., Фесенко М.А. Фитосанитарный эффект применения минеральных удобрений на посадках картофеля в Северо-Западном регионе // *Агрохимия*. 2017. № 12. С. 38–45.

## Influence of Long-Term Use of Mineral Fertilizers on Weed Infestation of Grain-Grass-Rowed Crop Rotation

A. M. Shpanev<sup>a,b,#</sup>, V. V. Smuk<sup>a,b</sup>, and M. A. Fesenko<sup>a</sup>

<sup>a</sup>*Agrophysical Research Institute*

*Grazhdanskiy prosp. 14, Saint-Petersburg 195220, Russia*

<sup>b</sup>*All-Russian Institute of Plant Protection*

*shosse Podbel'skogo 3, Saint-Petersburg–Pushkin 196608, Russia,*

<sup>#</sup>*E-mail: ashpanev@mail.ru*

In a long-term study in a long-term stationary experiment, it was revealed that the effect of mineral fertilizers extended to the quantitative composition and structure of the contamination of fields of grain-grass crop rotation, but not to the species composition of weed vegetation. Under the influence of mineral fertilizers, the height and weight of weeds increased, but their number decreased during the period of co-growth with cultivated plants during the growing season (by 12.0–22.6%). In the absence of a pronounced competitiveness of cultivated plants in the non-maneuverable version of the experiment, the weeds from the spring period to the harvest increased by 47%. The contamination of fields with perennial dicotyledonous weed species and their relative abundance in fertilized variants decreased by 2.4–3.6 times, and with small-year dicotyledonous species increased by 1.3–1.4 times. White marjoram and pickles turned out to be responsive to the application of mineral fertilizers, while field thistle and wild radish mainly grew in an untreated version, where the acidity of the soil had higher indicators.

**Keywords:** long-term stationary experience, grain-grass-row crop rotation, infestation of fields, species composition, species abundance, dynamics of the number of weeds.