

ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОГО ВНЕСЕНИЯ ПОЛНОГО МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ НА ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОСЕВОВ ОЗИМОЙ РЖИ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ

А.М. Шпанев^{1,2*}, М.А. Фесенко¹

¹Агрофизический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург

²Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

* ответственный за переписку, e-mail: ashpanev@mail.ru

Проведенными исследованиями выявлены достоверные разнонаправленные изменения фитосанитарного состояния посевов озимой ржи под влиянием предпосевного внесения полного минерального удобрения на Северо-Западе РФ. Они являлись следствием выраженного влияния удобрений на густоту и высоту стеблестоя культурных растений, под действием которого изменялись условия для произрастания сорных растений, развития болезней и жизнедеятельности вредных насекомых. Положительные изменения в фитосанитарной обстановке посевов озимой ржи под влиянием удобрений были связаны с уменьшением гибели растений от снежной плесени (в 1.3–1.4 раза), снижением заселенности растений (в 1.5–1.8 раза) злаковыми тлями и поврежденности зерен (в 1.6–2.0 раза) обыкновенной зерновой совкой. Кроме того, отмечалось усиление конкурентоспособности растений озимой ржи, ограничивающей развитие уже произрастающих и прорастание новых экземпляров сорняков. Отрицательный эффект проявлялся в увеличении начальной засоренности посевов (в 2.3 раза по численности и 2.9–3.2 раза по проективному покрытию), усилении поражения растений озимой ржи листостеблевыми болезнями (ринхоспориоз и стеблевая ржавчина – 1.2–1.4 раза) и семенной инфекцией (фузариевые грибы – 1.8–2.4 раза, грибы, вызывающие чернь колоса, – 2.0–2.1 раза). Таким образом, повышение уровня обеспеченности растений основными элементами питания за счет предпосевного внесения минеральных удобрений приводит в основном к ухудшению фитосанитарного состояния посевов и семян озимой ржи, в результате чего возрастает целесообразность проведения защитных обработок гербицидами и фунгицидами на этой культуре в Северо-Западном регионе РФ.

Ключевые слова: озимая рожь, минеральные удобрения, фитосанитарное состояние, сорные растения, фитопатогены, защитные мероприятия

Поступила в редакцию: 06.05.2019

Принята к печати: 13.09.2019

Введение

В интегрированной защите зерновых культур важное значение отводится профилактическим фитосанитарным мероприятиям, к числу которых в полной мере относится улучшение питательного режима за счет внесения удобрений (Павлюшин и др., 2015). Положительное влияние удобрений связано с повышением супрессивности пахотных почв, за счет активизации микробиологических процессов, и устойчивости культурных растений к поражению корневыми гнилями (Косенок, 1984; Рогожникова и др., 2016). Однако известны и отрицательные эффекты, которые проявляются в увеличении засоренности посевов озимой и яровой пшеницы, усилении развития мучнистой росы, бурой ржавчины и септориоза колоса (Саенко, Макаренко, 2005; Шпанев, 2016; Шпанев, Смук, 2019).

Озимая рожь традиционно считается основной озимой зерновой культурой на Северо-Западе РФ, хотя и занимает в настоящее время в структуре посевных площадей менее 1% (Архипов и др., 2014). Из литературы известно, что эта культура менее требовательна к почвенному плодородию, чем озимые пшеница и тритикале, но в тоже время она довольно отзывчива на внесение удобрений (Иванов и др., 2014). Внесение удобрений, в свою очередь, сопровождается ухудшением фитосанитарного состояния – ростом засоренности посевов и пораженности растений озимой ржи заболеваниями (Семенов и др., 1991; Филиппова, Назарова, 1991; Дымченко, Назарова, 1997; Мелькумова, Клишкин, 2005; Малявко, 2008; Полин, 2009; Кононова и

др., 2012; Клишкин и др., 2017). В конечном счете, вредные организмы существенным образом ограничивают эффективность вносимых удобрений (Ладонин, 1991; Белоус и др., 2009). Анализ литературы показал, что значительно хуже изучено влияние питательного режима на фитосанитарное состояние посевов озимой ржи в Северо-Западном регионе, где внесение удобрений необходимое условие для получения высоких урожаев этой культуры.

Рекомендуемая в регионе система удобрения озимой ржи включает осеннее внесение полного минерального удобрения ($N_{70-80}P_{40-90}K_{40-90}$) и весеннюю азотную подкормку (N_{30-60}) (Иванов и др., 2014). При этом на хорошо окультуренных почвах, а также в засушливых условиях весеннего периода вегетации озимой ржи, участвовавших в последние годы, эффективность азотной подкормки оказывается не высокой и не всегда покрывает затраты на ее проведение. Кроме того, многие хозяйства сейчас ограничены в денежных средствах и не могут себе позволить реализовать на полях всю полноту системы удобрений. Наиболее востребованным мероприятием является осеннее применение минеральных удобрений, фитосанитарные эффекты которого нуждаются в детальном изучении.

Целью исследования являлась оценка влияния предпосевного внесения полного минерального удобрения на фитосанитарное состояние посевов озимой ржи в условиях возделывания культуры на Северо-Западе РФ.

Материалы и методы

Исследования проводились в период 2013–2017 гг. на полях агроэкологического стационара Меньковско-го филиала Агрофизического НИИ, расположенного в Гатчинском районе Ленинградской области. Стационар представляет собой 7-польный зерно-травяно-пропашной севооборот с традиционным для Северо-Западного региона набором и чередованием культур. Согласно схеме севооборота, предшественником озимой ржи являлся люпин узколистный, который выступает в качестве сидерального пара. Почва опытных полей дерново-слабоподзолистая легкосуглинистая. Мощность пахотного слоя 23 см, pH_{KCl} – 4.6, содержание гумуса (по Тюрину) – 1.9%, подвижных соединений фосфора и калия (по Кирсанову) – 257 и 92 мг/кг соответственно. На протяжении всех пяти лет исследований в изучении находился сорт озимой ржи Славия, выведенный в Ленинградском НИИСХ “Белогорка” и допущенный к возделыванию в Северо-Западном регионе с 2009 года.

Схемой опыта было предусмотрено изучение трех уровней удобрения культуры, формируемых разными дозами минеральных удобрений из расчета планируемой урожайности (30, 50 и 70 ц/га). На варианте высокой удобрения доза NPK составляла 100, 75 и 75 кг д.в./га, средней – 65, 50 и 50 кг д.в./га, низкой – удобрения не вносились. Минеральные удобрения вносились перед посевом озимой ржи механически разбрасывателем поперек поля в виде смеси из азофоски и аммиачной селитры в соотношении 6:1, что в физическом весе составляло 210 (180 + 30) и 140 (120 + 20) кг соответственно на высоко- и среднеудобренном вариантах. Площадь под каждым из вариантов составляла 0.18 га, повторность в опыте – трехкратная. В

этот же день удобрения обязательно заделывались в почву дисковой бороной на глубину 10–12 см.

Для оценки фитосанитарного состояния посевов озимой ржи использовалась методика постоянных учетных площадок с их стационарным размещением на протяжении всего периода вегетации культуры (Зубков, 1978; Шпанев, Голубев, 2008). На каждом варианте удобрения устанавливалось по 6 постоянных площадок 0.1 м², всего по опыту – 36, за все годы исследований – 180. На постоянных площадках определялся видовой состав сорной растительности, учитывалась численность и фитомасса сорных растений в отдельности по видам, поврежденность культурных растений вредителями и развитие болезней. Использовалась универсальная пятибалльная шкала оценки интенсивности повреждения и поражения листьев со следующим обозначением баллов: 0 – признаки повреждения, поражения отсутствуют, 1 – повреждено, поражено до 10% листовой поверхности, 2 – 11–25%, 3 – 26–50%, 4 – 51–75%, 5 – более 75%. Для учета корневых гнилей рядом с постоянными площадками брались разовые пробы, состоящие из 30 растений, которые затем анализировались в лабораторных условиях. Зараженность зерна озимой ржи фитопатогенами определялась с использованием питательных сред (Семенов, Потлайчук, 1982). На постоянных площадках несколько раз за вегетацию определялась густота и высота стеблестоя озимой ржи, урожайность и основные элементы структуры урожая.

Статистическая обработка данных заключалась в применении дисперсионного анализа в программе Statistica 6 для выявления достоверных различий в фитосанитарном состоянии посевов озимой ржи, размещенных на вариантах разной удобрения севооборота.

Результаты

В понимании причин и следствий влияния удобрений на фитосанитарное состояние посевов большое значение имеют сведения по их влиянию на культурные растения. По нашим данным, осеннее внесение минеральных удобрений приводило к существенному повышению густоты стеблестоя, высоты и массы растений озимой ржи (табл. 1). Тем самым, изменялись условия для произрастания сорных растений, развития болезней и жизнедеятельности вредных насекомых.

Фитосанитарное состояние посевов озимой ржи в Северо-Западном регионе имеет свои особенности, которые выражаются в первостепенном значении при формировании урожая фитопатогенов, в меньшей степени – сорных растений и совсем незначительном – фитофагов (Шпанев, 2018).

Наиболее вредоносным заболеванием озимой ржи в Северо-Западном регионе считается снежная плесень (*Microdochium nivale* (Fr.) Samuels & I.C. Hallett), для которой характерно умеренное и сильное проявление. Максимальная величина гибели растений наблюдалась при перезимовке в 2017 году и составила 67.3%. Этому способствовала затяжная весна и длительное сохранение на полях снежного покрова. Предпосевное внесение минеральных удобрений также оказывало заметное влияние на результат перезимовки озимой ржи. Так, по данным перезимовки 2016–2017 гг. доля погибших растений от

снежной плесени на неудобренном варианте была выше и составила 78%, тогда как при внесении средних и высоких доз удобрений – 61 и 56% соответственно. Весенняя густота стеблестоя на удобренных вариантах в разные годы составляла на 20–34% больше при внесении средних и 22–44% высоких доз удобрений.

Корневая система поражается корневыми гнилями фузариозно-гельминтоспориозной этиологии (*Fusarium*,

Таблица 1. Влияние предпосевного внесения полного минерального удобрения на состояние посева озимой ржи в разные фазы развития культуры

| Показатели | Дозы минеральных удобрений | | |
|---|--|---|--|
| | N ₀ P ₀ K ₀ | N ₆₅ P ₅₀ K ₅₀ | N ₁₀₀ P ₇₅ K ₇₅ |
| Фаза выхода в трубку | | | |
| густота стеблестоя, шт./м ² | 770 | 876** | 884** |
| высота стеблестоя, см | 23 | 24 | 25 |
| Фаза цветения | | | |
| густота стеблестоя, шт./м ² | 441** | 592** | 663** |
| высота стеблестоя, см | 113 | 120* | 123* |
| Фаза полной спелости | | | |
| густота стеблестоя, шт./м ² | 433 | 582** | 655** |
| высота стеблестоя, см | 120 | 126* | 131* |
| фитомасса культурных растений, г/м ² | 1567.4 | 2260.1** | 2419.5** |

** – различия достоверны при P≥0.99, * – то же при P≥0.95

Helminthosporium spp.). За все годы исследований развитие корневых гнилей на озимой ржи не превышало 15%, что указывает на слабую и умеренную степень проявления. При этом на вариантах с низким содержанием элементов питания в почве растения ржи имели более слабую степень поражения, по сравнению с вариантами, в которые вносились средние и высокие дозы минеральных удобрений (табл. 2).

Из листовых болезней на растениях озимой ржи регулярно проявлялись ринхоспориоз (*Rhynchosporium secalis* (Oudem.) Davis.) и стеблевая ржавчина (*Puccinia graminis* Pers. f.sp. *secalis* (Erikss. et Henn.)), периодически – мучнистая роса (*Blumeria graminis* (DC) Speer f. sp.

secalis Marchal), септориоз (*Septoria secalis* Prill. et Del.) и бурая листовая ржавчина (*Puccinia dispersa* Erikss. et Henning). Под действием минеральных удобрений в посевах озимой ржи складывались микроклиматические условия, усиливающие поражение растений листовыми болезнями (табл. 2). Так, на момент учета в фазу налива зерна на удобренных вариантах фиксировались достоверно более высокие показатели развития ринхоспориоза (в 1.2–1.4 раза) и стеблевой ржавчины (в 1.2–1.4 раза). Схожие тенденции отмечались в отношении мучнистой росы, развитие которой в годы исследований было недостаточно сильным, чтобы делать однозначные выводы.

Таблица 2. Влияние предпосевного внесения полного минерального удобрения на фитосанитарное состояние посевов озимой ржи (Ленинградская обл., сорт Славия, 2013–2017 гг.)

| Вредные виды | Дозы минеральных удобрений | | |
|---|--|---|--|
| | N ₀ P ₀ K ₀ | N ₆₅ P ₅₀ K ₅₀ | N ₁₀₀ P ₇₅ K ₇₅ |
| Болезни | | | |
| Корневые гнили (фаза выхода в трубку) развитие, % | 11.0 | 17.2* | 15.7** |
| Ринхоспориоз (фаза налива зерна) развитие на 1-м подфлаговом листе, % | 8.1 | 9.6 | 11.4* |
| Мучнистая роса (фаза налива зерна) развитие на 1-м подфлаговом листе, % | 0.03 | 0.13 | 0.09 |
| Бурая ржавчина (фаза налива зерна) развитие на 1-м подфлаговом листе, % | 1.0 | 1.4 | 1.1 |
| Стеблевая ржавчина (фаза полной спелости) развитие, % | 16.7 | 19.5* | 23.8** |
| Сорные растения | | | |
| Фаза выхода в трубку | | | |
| видовое обилие, видов/м ² | 4 | 5 | 5 |
| численность, экз./м ² | 115 | 269** | 265** |
| проективное покрытие, % | 3.3 | 9.6** | 10.7** |
| Фаза полной спелости | | | |
| видовое обилие, видов/м ² | 8 | 7 | 7 |
| численность, экз./м ² | 438 | 266** | 232** |
| фитомасса, г/м ² | 97.7 | 68.6** | 83.8* |
| фитомасса 1 сорного растения, г/растение | 0.22 | 0.26 | 0.36** |
| Вредители | | | |
| Злаковые тли (фаза налива зерна) заселенность колосьев, % | 7.5 | 2.7* | 4.4* |
| численность, экз./м ² | 72 | 40* | 48* |
| Обыкновенная зерновая совка (фаза полной спелости) поврежденность зерен, % | 0.26 | 0.16* | 0.13* |

** – различия достоверны при P≥0.99, * – то же при P≥0.95

Анализ зерна убранного урожая указывает на то, что в условиях региона на нем чаще присутствуют виды грибов, вызывающие чернь колоса. Так, на грибы рода *Alternaria* (43%), *Epicoccum purpurascens* Ehrenb. (7%) и *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link. (3%) суммарно приходилось 53% зараженных зерен. Фузариевые грибы, представленные в основном видами *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc. и *F. sporotrichioides* Sherb., встречались на 7% зерновок и на 19% в годы с избыточным увлажнением в период созревания культуры. Плесневые грибы и гриб *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker, один из возбудителей корневых гнилей, фиксировались на зернах в единичных случаях. Общая зараженность зерен грибами варьировала по годам от 53 до 98%. На удобренных вариантах отмечалось

усиление зараженности зерна убранного урожая фузариевыми грибами (1.8–2.4 раза), а также видами *Epicoccum purpurascens* Ehrenb. (1.9–2.0 раза) и *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link. (2.2–2.4 раза). Обратная закономерность наблюдалась для грибов рода *Alternaria* (табл. 3).

В посевах озимой ржи Северо-Западного региона выявлено 118 видов сорных растений, абсолютное большинство из которых относится к редко встречаемым и характеризуется низким обилием (Шпанев и др., 2018). В годы с теплой затяжной осенью в агроценозе культуры наблюдается массовое присутствие зимующих видов – ромашки непахучей (*Matricaria inodora* L.), фиалки полевой (*Viola arvensis* Murr.), пастушьей сумки обыкновенной (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.), в ином случае весной

Таблица 3. Влияние предпосевного внесения полного минерального удобрения на зараженность зерна озимой ржи фитопатогенами (Ленинградская обл., сорт Славия, 2016–2017 гг.)

| Возбудители заболеваний | Дозы минеральных удобрений | | |
|------------------------------|--|---|--|
| | N ₀ P ₀ K ₀ | N ₆₅ P ₅₀ K ₅₀ | N ₁₀₀ P ₇₅ K ₇₅ |
| <i>Alternaria spp.</i> | 78.0 | 57.0* | 47.0* |
| <i>Fusarium spp.</i> | 7.5 | 18.0* | 13.5* |
| <i>Epicocum purpurascens</i> | 7.0 | 13.0* | 14.0* |
| <i>Cladosporium herbarum</i> | 2.5 | 6.0 | 5.5 |

* – различия достоверны при P≥0.95

преобладают ранние яровые виды, главным образом, марь белая (*Chenopodium album* L.). На долю малолетников обычно приходится 80–100% сорных растений, что указывает на формирование малолетнего типа засоренности. Сорные растения с многолетним циклом развития чаще всего представлены пыреем ползучим (*Elitrigia repens* (L.) Nevski), осотом полевым (*Sonchus arvensis* L.), чистецом болотным (*Stachys palustris* L.) и щавелем малым (*Rumex acetosella* L.), но их суммарная плотность только на отдельных полях достигает 20–30 экз./м². В большинстве случаев посеы озимой ржи имеют слабую засоренность, когда в фазу выхода в трубку насчитывается не более 250 экз./м², а проективное покрытие не превышает 10%. Более высокие показатели наблюдаются в посевах с изреженным стеблестоем, когда сильного проявления достигает снежная плесень.

Предпосевное внесение минеральных удобрений приводило к достоверному повышению начальной засоренности посевов озимой ржи, которое составляло 2.3 раза по численности и 2.9–3.2 раза по проективному покрытию соответственно на среднем и высоком фоне минерального питания (табл. 2). Это происходило за счет видов сорных растений, отзывчивых на внесение удобрений и произрастающих на более окультуренных почвах, – пикульников

и пастушьи сумки обыкновенной. При этом проективное покрытие сорных растений достигало 9.6–10.7%, а в отдельном взятом 2016 г. – 27–39%, т.е. соответствовало пороговому уровню засоренности, когда целесообразной становится проведение гербицидной обработки. Под влиянием удобрений увеличивалась фитомасса сорных растений, которая в пересчете на 1 экз. наибольшей величины достигала на варианте с максимально высокой дозой.

Действие минеральных удобрений распространялось на весь период совместного произрастания культурных и сорных растений, отражаясь на итоговых показателях засоренности посевов озимой ржи. На вариантах со средними и высокими дозами удобрений отмечалось угнетение развития уже произрастающих и ограниченное появление новых экземпляров сорных растений под действием повышенной конкурентоспособности культурных растений и более густого стеблестоя. По сравнению с весенними показателями к уборке урожая численность сорняков сильно (в 3.8 раза) возрастала на неудобренном варианте, в основном за счет торичника красного (*Spergularia rubra* (L.) J. et C. Presl), сушеницы топяной (*Filaginella uliginosa* (L.) Oriz) и вероники плющелистной (*Veronica hederifolia* L.), оставалась неизменной на среднем фоне и незначительно (на 12.5%) снижалась на высоком фоне минерального питания. Доля сорных растений в общей фитомассе снопа снижалась с 4.6% на низком уровне минерального питания до 2.4% – на высоком. Однако сохранившиеся в посевах сорняки достигали лучшего развития, что несколько компенсировало потерю части их популяции. Уцелевшие экземпляры фиалки полевой, мари белой, пикульников характеризовались более высокими значениями высоты и вегетативной массы (табл. 4). В тоже время в угнетенном состоянии на удобренных вариантах находились такие виды сорных растений как пастушья сумка обыкновенная, вероника плющелистная и незабудка полевая (*Myosotis arvensis* (L.) Hill.).

Таблица 4. Влияние предпосевного внесения полного минерального удобрения на густоту, высоту и массу доминантных видов сорных растений в посевах озимой ржи

| Виды | Дозы минеральных удобрений | | | | | | | | |
|-----------------------|--|------|------|---|--------|--------|--|--------|--------|
| | N ₀ P ₀ K ₀ | | | N ₆₅ P ₅₀ K ₅₀ | | | N ₁₀₀ P ₇₅ K ₇₅ | | |
| | экз./м ² | см | г | экз./м ² | см | г | экз./м ² | см | г |
| Торичник красный | 125 | 5.9 | 0.04 | 46** | 6.4 | 0.06 | 35** | 5.9 | 0.05 |
| Сушеница топяная | 60 | 3.4 | 0.03 | 32** | 4.3** | 0.03 | 21** | 4.6** | 0.02 |
| Фиалка полевая | 33 | 24.8 | 0.34 | 22 | 37.7** | 0.73 | 24 | 35.7** | 0.57 |
| Вероника плющелистная | 17 | 5.2 | 0.33 | 9* | 7.7** | 0.17** | 7* | 6.1* | 0.11** |
| Марь белая | 11 | 3.8 | 0.03 | 20* | 4.7** | 0.04 | 13* | 5.8** | 0.05 |
| Пикульники | 5 | 14.0 | 0.31 | 6 | 16.1 | 0.34 | 11** | 19.9* | 0.42* |
| Незабудка полевая | 4 | 38.8 | 2.95 | 4 | 38.2 | 1.61 | 5 | 43.7 | 1.42 |
| Пастушья сумка | 1 | 24.1 | 0.29 | 7** | 20.2 | 0.16 | 7** | 13.0 | 0.06 |

** – различия достоверны при P≥0.99, * – то же при P≥0.95

Комплекс фитофагов озимой ржи представлен двумя видами пядицы (*Oulema melanopus* L. и *O. gallaeciana* Heyd.), минирующими мухами (*Agromyza* spp.), злаковыми тлями (*Rhopalosiphum padi* L., *Sitobion avenae* F.), обыкновенной зерновой совкой (*Apamea sordens* Hufn.) и мышевидными грызунами.

Поврежденность 1-го подфлагового листа личинками пядицы и минирующей мухи в посевах озимой ржи

не превышала 1 и 0.3% соответственно. Интенсивность повреждения данного листа фитофагами составляла 15–35%. Заселенность стеблей ржи злаковыми тлями и плотность особей были крайне низкими. В большинстве годов на единице площади посева насчитывалось 10–49 экз./м² тлей и только в 2015 г. – 212 экз./м². Поврежденность зерен гусеницами обыкновенной зерновой совки была стабильно низкой и составляла 0.02–0.35%. Низкой плотностью

популяции объясняется малая доля стеблей (менее 1%), уничтожаемых мышевидными грызунами.

Повышение уровня обеспеченности растений озимой ржи основными элементами питания, за счет предпосевного внесения минеральных удобрений, приводило к снижению заселенности растений (в 1.5–1.8 раза) злаковыми тлями и поврежденности зерен (в 1.6–2.0 раза) обыкновенной зерновой совкой.

Выявленные изменения в фитосанитарной обстановке отражались на итоговых показателях продуктивности растений и урожайности озимой ржи. Самые низкие показатели урожайности и элементов структуры урожая отмечались на делянках, где не проводилось внесение минеральных удобрений (табл. 5). Предпосевное внесение средних доз минеральных удобрений приводило к повышению густоты продуктивного стеблестоя на 36%, массы и числа зерна с колоса – 10.6 и 16.2%, урожайности – 59%. Варьирование роста данных показателей по годам составляло 20.4–93.4, 2.6–27.5, 2.9–42.9, 44.2–101.7%. Дальнейшее увеличение дозировки удобрений не приводило к столь выраженному росту урожайности культуры, вследствие, более сильного полегания растений и

отмеченного ранее ухудшения фитосанитарного состояния посевов. Выявленные достоверные различия по урожайности между вариантами со средними и высокими дозами минеральных удобрений были связаны исключительно с густотой продуктивного стеблестоя.

Таблица 5. Влияние предпосевного внесения полного минерального удобрения на урожайность и элементы структуры урожая озимой ржи

| Показатели | Дозы минеральных удобрений | | |
|--|--|---|--|
| | N ₀ P ₀ K ₀ | N ₆₅ P ₅₀ K ₅₀ | N ₁₀₀ P ₇₅ K ₇₅ |
| Урожайность, ц/га | 36.8 | 58.5** | 64.2** |
| Густота продуктивного стеблестоя, шт./м ² | 414 | 563** | 615** |
| Число зерен в колосе, шт./колос | 31 | 36** | 37** |
| Масса зерна с колоса, г/колос | 0.94 | 1.04** | 1.05** |
| Масса 1000 зерен, г | 28.8 | 29.1 | 28.7 |
| Длина колоса, см | 7.5 | 8.8** | 9.1** |

** – различия достоверны при P≥0.99, * – то же при P≥0.95

Обсуждение

Предпосевное внесение полного минерального удобрения приводило к достоверным изменениям фитосанитарного состояния посевов озимой ржи на Северо-Западе РФ. Они являлись следствием выраженного влияния удобрений на густоту и высоту стеблестоя культурных растений, под действием которого изменялись условия для произрастания сорных растений, развития болезней и жизнедеятельности вредных насекомых. Минеральные удобрения положительно сказывались на прорастании видов сорных растений, отзывчивых на содержание основных элементов питания в почве, что приводило к увеличению начальной засоренности посевов как по численности, так и по проективному покрытию. При этом в отдельные годы отмечалось существенное превышение пороговых значений, что указывает на целесообразность проведения гербицидной обработки. С другой стороны, под действием минеральных удобрений наблюдалось явное усиление конкурентной способности растений озимой ржи, которое проявлялось в ограничении развития

уже произрастающих и прорастания новых экземпляров сорняков. На удобренном варианте за весенне-летний период совместного произрастания культурных и сорных растений численность последних значительно возрастала, тогда как на удобренных вариантах наблюдалась тенденция к ее снижению.

В более густом и высокорослом стеблестое, формируемом под действием удобрений, складывались благоприятные микроклиматические условия для развития листовых болезней и семенной инфекции озимой ржи. На удобренных вариантах фиксировались достоверно более высокие показатели развития ринхоспориоза, стеблевой ржавчины, фузариевых грибов и грибов, вызывающих чернь колоса. Тем самым возрастает вероятность проведения в посевах озимой ржи фунгицидной обработки. В тоже время на удобренных вариантах наблюдалась лучшая перезимовка озимой ржи, снижение заселенности растений злаковыми тлями и поврежденности зерен обыкновенной зерновой совкой.

Выводы

1. Большая часть изменений, вызванных предпосевным внесением полного минерального удобрения, имели отрицательные последствия для фитосанитарного состояния посевов озимой ржи на Северо-Западе РФ. Они проявлялись в увеличении начальной засоренности посевов, которая в один из годов достигала 27–39% проективного покрытия, усилении развития листовых болезней (ринхоспориоз и стеблевая ржавчина – 1.2–1.4 раза) и семенной инфекции (фузариевые грибы – 1.8–2.4 раза, грибы, вызывающие чернь колоса, – 2.0–2.1 раза). Как

следствие, возрастает потребность в проведении гербицидной и фунгицидной обработок посевов озимой ржи.

2. Положительные изменения в фитосанитарной обстановке посевов озимой ржи от предпосевного внесения полного минерального удобрения были связаны с уменьшением гибели растений от снежной плесени (в 1.3–1.4 раза), снижением заселенности растений (в 1.5–1.8 раза) злаковыми тлями и поврежденности зерен (в 1.6–2.0 раза) обыкновенной зерновой совкой.

Библиографический список (References)

- Архипов МВ, Данилова ТА, Сеницына СМ (2014) Состояние и перспективы развития зерновой отрасли в Северо-Западном федеральном округе. Сборник материалов конференции «Научное обеспечение развития производства зерна на северо-западе России». СПб.: 4–15.
- Белоус НМ, Малявко ГП, Шаповалов ВФ (2009) Влияние систем удобрений и средств защиты растений на

- фитосанитарное состояние посевов озимой ржи. *Агрехимический вестник* 3: 24–25.
- Дымченко АМ, Назарова ЛН (1997) Влияние агроприемов на развитие болезней ржи. *Защита и карантин растений* 9: 23.
- Зубков АФ (1978) Методические указания по сбору полевой биоценологической информации с целью оценки вредоносности комплекса вредных организмов. Л.: 18 с.
- Иванов АИ, Иванов ИА, Иванова ЖА (2014) Современные подходы к проектированию системы удобрения зерновых культур. Сборник материалов конференции «Научное обеспечение развития производства зерна на северо-западе России». СПб.: 48–66.
- Климкин АФ, Мелькумова ЕА, Ефремова ИВ и др (2017) Снижение вредоносности распространенных листовых микозов озимой ржи. *Вестник Воронежского государственного аграрного университета* 3: 24–30.
- Копова АМ, Самойлов ЛН, Державин ЛМ (2012) Эффективность комплексного применения удобрений и пестицидов на озимой ржи в полевом севообороте. *Агрехимия* 3: 13–24.
- Косенок СА (1984) Влияние удобрений на проявление корневой гнили ячменя в Приморском крае. *Защита растений от вредителей, болезней и сорняков на Дальнем Востоке* 18: 45–46.
- Ладонин ВФ (1991) Комплексное применение удобрений, гербицидов и других средств химизации земледелия. *Защита кормовых культур* 47: 142–148.
- Малаякко ГП (2008) Зависимость фитосанитарного состояния посевов от агротехнических приемов. *Агрехимический вестник* 3: 31–32.
- Мелькумова ЕА, Климкин АФ (2005) Влияние основных элементов питания на развитие распространенных болезней озимой ржи. Сборник материалов конференции «Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов». Краснодар: 53–54.
- Павлюшин ВА, Долженко ВИ, Шпанев АМ и др (2015) Интегрированная защита озимой пшеницы. *Защита и карантин растений* 5: 38–71.
- Полин ВД (2009) Влияние севооборота и удобрений на засоренность посадок картофеля и посевов озимой ржи. *Агро XXI* 4–6: 8–9.
- Рогожникова ЕС, Шпанев АМ, Фесенко МА (2016) Влияние удобрений на поражение ярового ячменя болезнями в IV агроклиматической зоне Ленинградской области. *Вестник защиты растений* 4(90): 56–61.
- Саенко АА, Макаренко АА (2005) Влияние способов основной обработки почвы и уровня минерального питания на развитие пятнистостей листьев озимой пшеницы. Сборник материалов конференции «Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов». Краснодар: 66–67.
- Семенов АЯ, Потлайчук ВИ (1982) Болезни семян полевых культур. Л.: 128 с.
- Семенов ВД, Гончаров ВА, Туманова ТД (1991) Комплексное применение средств химизации. *Химизация сельского хозяйства* 1: 42–44.
- Филиппова НВ, Назарова ЛН (1991) Влияние азотного удобрения и пестицидов на урожайность и качество озимой ржи. *Защита кормовых культур* 47: 153–158.
- Шпанев АМ, Голубев СВ (2008) Биоценоз озимых зерновых культур (юго-восток ЦЧЗ). СПб.: 284 с.
- Шпанев АМ (2016) Влияние азотных удобрений на фитосанитарное состояние и потери урожая яровой пшеницы от вредных организмов в Северо-Западном регионе. *Агрехимия* 9: 62–69.
- Шпанев АМ (2018) Фитосанитарное состояние посевов озимой ржи на агроэкологическом стационаре Меньковского филиала Агрофизического научно-исследовательского института. *Вестник защиты растений* 3(97): 67–72.
- Шпанев АМ, Лаптев АБ, Гончаров НР и др (2018) Система интегрированной защиты посевов озимой ржи от вредных организмов в Северо-Западном регионе РФ. СПб.: 34 с.
- Шпанев АМ, Смук ВВ (2019) Влияние азотных удобрений на фитосанитарное состояние посевов озимой пшеницы в Северо-Западном регионе РФ. *Агрехимия* 1: 58–65.

Translation of Russian References

- Arkhipov MV, Danilova TA, Sinitsyna SM (2014) [The state and prospects of the grain industry in the North-Western Federal district] *Nauchnoe obespechenie razvitiya proizvodstva zerna na severo-zapade Rossii. Sbornik materialov konferentsii*. [Scientific support of grain production development in the North-West of Russia. Conference proceedings]. Sankt-Petersburg: 4–15 [In Russian]
- Belous NM, Malyavko GP, Shapovalov VF (2009) [Influence of fertilizers systems and plant protection products on the phytosanitary condition of winter rye crops] *Agrokhimicheskii vestnik* 3: 24–25 [In Russian]
- Dymchenko AM, Nazarova LN (1997) [The impact of agricultural practices on the development of rye diseases] *Zashchita i karantin rasteniy* 9: 23 [In Russian]
- Filippova NV, Nazarova LN (1991) [Influence of nitrogen fertilizer and pesticides on productivity and quality of winter rye] *Zashchita kormovykh kultur* 47: 153–158 [In Russian]
- Ivanov AI, Ivanov IA, Ivanova ZhA (2014) [Modern approaches to the design of the fertilizer system for grain crops] *Nauchnoe obespechenie razvitiya proizvodstva zerna na severo-zapade Rossii. Sbornik materialov konferentsii*. [Scientific support of grain production development in the North-West of Russia. Conference proceedings]. Sankt-Petersburg: 48–66 [In Russian]
- Klimkin AF, Melkumova EA, Ephremova IV etc. (2017) [Decrease of severity of winter rye common leaf and stalk mycoses] *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* 3: 24–30 [In Russian]
- Konova AM, Samoylov LN, Derzhavin LM (2012) [Efficiency of complex application of fertilizers and pesticides on winter rye in field crop rotation] *Agrokhimiya* 3: 13–24 [In Russian]
- Kosenok CA (1984) [Influence of fertilizers on the manifestation of barley root rot in Primorsky Krai] *Zashchita rasteniy ot vreditel'ey, bolezney i sornyakov na Dalnem Vostoke* 18: 45–46 [In Russian]
- Ladonin VF (1991) [Complex application of fertilizers, herbicides and other means of chemicalization of agriculture] *Zashchita kormovykh kultur* 47: 142–148 [In Russian]

- Malyavko GP (2008) [Dependence of a phytosanitary condition of crops on agrotechnical techniques] *Agrokhimicheskiy vestnik* 3: 31–32 [In Russian]
- Melkumova EA, Klimkin AF (2005) [Influence of basic nutrients on the development of common diseases of winter rye] *Agrotekhnicheskiy metod v zashchite rasteniy ot vrednykh organizmov. Sbornik materialov konferentsii*. [Agrotechnical method of plant protection from harmfulness organisms. Conference proceedings]. Krasnodar: 53–54 [In Russian]
- Pavlushin VA, Dolzhenko VI, Shpanev AM etc. (2015) [An integrated protection of winter wheat] *Zashchita i karantin rasteniy* 5: 38–71 [In Russian]
- Polin VD (2009) [Influence of crop rotation and fertilizers on the infestation of potato and winter rye crops] *Agro XXI* 4–6: 8–9 [In Russian]
- Rogojnikova ES, Shpanev AM, Fesenko MA (2016) [Influence of fertilizers on the damage of spring barley by diseases in the IV agro-climatic zone Leningrad region] *Vestnik zashchity rasteniy* 4(90): 56–61 [In Russian]
- Saenko AA, Makarenko AA (2005) [Influence of the main tillage methods and mineral nutrition level on the development of winter wheat leaf spots] *Agrotekhnicheskiy metod v zashchite rasteniy ot vrednykh organizmov. Sbornik materialov konferentsii*. [Agrotechnical method of plant protection from harmfulness organisms. Conference proceedings]. Krasnodar: 66–67 [In Russian]
- Semenov AY., Potlaichuk VI (1982) *Diseases of field crops*. Leningrad: 128 p. (In Russian)
- Semenov VD, Goncharov VA, Tumanova TD (1991) [Complex application of chemicals] *Khimizatsiya selskogo khozyaystva* 1: 42–44 [In Russian]
- Shpanev AM, Golubev SV (2008) Biocenosis of winter grain crops (South-East of the Central Chernozem). Sankt-Petersburg: 284 p. [In Russian]
- Shpanev AM (2016) [Impact of nitrogen fertilizers on phytosanitary condition and yield losses of spring wheat from pests in North-West region] *Agrokhimiya* 9: 62–69 [In Russian]
- Shpanev AM (2018) [Phytosanitary condition of winter rye crops at the agroecological stationary fields of the Menkovo branch of the Agrophysical research institute] *Vestnik zashchity rasteniy* 3(97): 67–72 [In Russian]
- Shpanev AM, Laptiev AB, Goncharov NR etc. (2018) The system of integrated protection of winter rye crops from pests in North-West region of the Russian Federation. Sankt-Petersburg: 34 p. [In Russian]
- Shpanev AM, Smuk VV (2019) [Effect of nitrogen fertilizers on phytosanitary condition of winter wheat crops of in the North-West region of Russia] *Agrokhimiya* 1: 58–65 [In Russian]
- Zubkov AF (1978) [Guidelines for the collection of field biotechnological information to assess the harmfulness of harmful organisms complex]. Leningrad: 18 p. [In Russian]

Plant Protection News, 2019, 3(101), p. 34–40

OECD+WoS: 4.01+AM (Agronomy)

[http://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-3\(101\)-34-40](http://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-3(101)-34-40)

THE INFLUENCE OF COMPLETE MINERAL FERTILIZER BEFORE SOWING ON PHYTOSANITARY CONDITION OF WINTER RYE CROPS IN THE NORTH-WEST OF RUSSIA

A.M. Shpanev^{1,2*}, M.A. Fesenko¹

¹Agrophysical Research Institute, Saint-Petersburg, Russia

²All-Russian Institute of Plant Protection, Saint-Petersburg, Russia

*corresponding author, e-mail: ashpanev@mail.ru

The studies revealed significant changes in the phytosanitary condition of winter rye crops due to the use of mineral fertilizers in the North-West of the Russian Federation. The negative effect appeared as increase of the initial spreading of weeds (2.3 times in number and 2.9–3.2 times in projective coverage), increased destruction of winter rye with the liststyletype diseases, such as scald and stem rust in 1.2–1.4 times, and seed infections (*Fusarium spp.* – 1.8–2.4 times, *Epicocum purpurascens* and *Cladosporium herbarum* – 2.0–2.1 times). Positive changes in the phytosanitary conditions of winter rye crops affected by the fertilizers were associated with a decrease in plant death from snow mold in 1.3–1.4 times, a decrease of the cereal aphid population in 1.5–1.8 times and reduced grain damage with an ordinary grain scoop in 1.6–2.0 times. Therefore, the increased usage of the mineral nutrition leads mainly to the deterioration of the phytosanitary conditions of plants and seeds of winter rye, emphasizing the importance of protective treatments with herbicides and fungicides of this culture in the North-Western region of the Russian Federation.

Keywords: winter rye, mineral nutrition, phytosanitary condition, weeds, phytopathogens, protective measures

Received: 06.05.2019

Accepted: 13.09.2019