

РАЗВИТИЕ СНЕЖНОЙ ПЛЕСЕНИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ  
В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ  
С УЧЕТОМ ТЕХНОЛОГИЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ  
И ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ РАЗНЫХ ЛЕТ

О.О. БЕЛОШАПКИНА, О.А. САВОСЬКИНА, С.И. ЧЕБАНЕНКО,  
Р.И. ТАРАКАНОВ, Ф.С.-У. ДЖАЛИЛОВ

(ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет –  
МСХА имени К.А. Тимирязева)

*В статье приведены результаты анализа болезней инфекционного выпадения озимой пшеницы на Полевой опытной станции РГАУ-МСХА с 2013–2015 гг. по 2020–2021 гг. в зависимости от технологии обработки почвы и погодных условий. Показано, что основной болезнью являлась розовая снежная плесень (возбудитель *Microdochium nivale*). Анализ динамики распространенности болезни за 5 лет показал, что распространение было больше при нулевой обработке почвы по сравнению с отвальной (6,6 и 3,9% соответственно). Более того, проведенный статистический анализ продемонстрировал наличие средней степени корреляции между плотностью почвы и распространением болезней для отвальной и нулевой способов обработки почвы ( $r = 0,57$  и  $0,69$  соответственно). Полученные данные свидетельствуют о необходимости корректировки защитных мероприятий от болезней выпадения с учетом способа обработки почвы, зоны выращивания и природно-климатических условий.*

**Ключевые слова:** минимальная обработка почвы, озимая пшеница, no-till, снежная плесень, система нулевой обработки почвы, *Microdochium nivale*, болезни выпадения, отвальная вспашка.

### Введение

Пшеница озимая является важнейшей продовольственной культурой общепланетарного значения, роль которой трудно переоценить. Во многих почвенно-климатических зонах нашей страны культура занимает традиционно лидирующие позиции по посевным площадям. Инфекционные и неинфекционные заболевания пшеницы являются причиной значительного снижения урожайности, качества и валового сбора зерна.

Высокая интенсивность и распространенность болезней инфекционного выпадения способны привести к сильному изреживанию посева и необходимости пересева поля яровыми культурами [1, 2]. К возбудителям инфекционного выпадения озимых культур относят ряд низкотемпературных (или психрофильных, или криофильных), сходных по экологии и биологии грибов и оомицетов. Эту группу болезней в настоящее время называют «снежная плесень», обязательно уточняя ее возбудителя. Среди них могут быть такие грибы, как *Monographella nivalis*, *Typhula*

*incarnata*, *T. phacorrhiza*, *T. ishikariensis*, *Sclerotinia borealis* (син. *Microsclerotinia borealis*, *S. graminearum*) [3, 4]. Кроме них, в зимний период растения поражаются представителями родов *Pythium*, *Gibberella*, *Ceratobasidium*, *Rhizoctonia*, хотя они и имеют незначительное распространение [5].

Основу патоконплекса болезней выпадения озимых культур инфекционной этиологии с наибольшей распространенностью и вредоносностью составляет розовая снежная плесень. Основным ее возбудителем является гриб-аскомицет *Monographella nivalis* (Schaffnit) E. Müll. (анаморфа *Microdochium nivale* (Fr.) Samuels & Hallett). Симптомы данной болезни включают в себя появление слипшихся листьев со светлыми, буроватыми водянистыми пятнами, распространяющихся вдоль листовой пластинки. Симптомы обычно видны после схода снега в фазу кущения растений.

Сильно пораженные растения погибают, на их поверхности можно обнаружить подушечки мицелия и спороношения гриба (рис. 1). Болезнь в полевых условиях обычно проявляется в форме очагов и «проплевшин» разного размера либо равномерным диффузным поражением растений на значительной площади.

Возбудителями серой, или крапчатой, снежной плесени являются базидиальные грибы рода *Typhula*, среди которых доминируют *T. incarnata* Lasch. ex Fr., *T. phacorrhiza* (Reichard) Fr. и *T. ishikariensis* S. Imai. Пораженные листья выглядят слипшимися, имеют серую либо темно-зеленую окраску, а поверхность покрывается войлочным мицелием грязно-серого цвета.

На отмерших листовых пластинках заметны небольшие (0,5–3 мм) круглые красно-коричневые, затем чернеющие склероции. Серая снежная плесень поражает озимые злаки значительно реже, чем розовая, и может присутствовать с ней совместно.

Склероциальная снежная плесень (возбудитель гриб-аскомицет *Sclerotinia borealis* Bubak & Vleugel; син. *Myriosclerotinia borealis* Bubak & Vleugel.) чаще встречается в южных регионах. Его склероции значительно крупнее, чем при поражении тифулезом (1,4–6 × 1,5–3 мм), а пораженные листья загнивают, становятся желтыми или желто-бурыми.

Развитие снежной плесени зависит от состояния зимующих растений, которое определяется погодно-климатическими условиями, качеством посевного материала, способом и качеством подготовки почвы под посев [6].

Способ обработки почвы оказывает значительное влияние на фитопатологическую обстановку в поле [7]. Главнейшими элементами увеличения производства продукции растениеводства в условиях ЦРНЗ являются такие технологические операции, как послеуборочное лушение дисковыми боронами и зяблевая вспашка.

Последние десятилетия характеризуются новыми направлениями в растениеводстве, одними из которых являются минимизация обработки почвы и полный отказ от обработки. Так, система, предусматривающая отсутствие обработки почвы, имеет название «нулевая обработка» (no-till или zero-till).

В целом такие технологии, отличительной способностью которых является ресурсосбережение, в последние годы занимают все более лидирующие позиции в земледелии. Не остаются в стороне от данной и проблемы как российские, так и иностранные исследователи, проводящие исследования по оптимизации использования данных технологий обработки почвы [3, 8–13]. Тем не менее опыт других стран и регионов РФ не может быть обобщен для внедрения по всей стране, поэтому требуется корректировка технологии с учетом почвенно-климатических особенностей того или иного региона. Одной из основных проблем при внедрении данной системы является, в том числе, влияние технологии. В связи с этим назревает необходимость комплексной оценки фитосанитарной обстановки посевов зерновых при нулевой

обработке и изыскания оптимальных методов защиты растений при использовании данной технологии.

С начала второго десятилетия XXI в. в РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева на Полевой опытной станции университета в опыте точного земледелия проводится фитосанитарный мониторинг микозов пшеницы озимой и ячменя ярового при использовании разных технологий обработки почвы и модулей точного земледелия для оптимизации стратегии защиты культур от болезней. Так, показано [15–17], что при применении нулевой обработки почвы в сравнении с отвальной обработкой наблюдается увеличение интенсивности поражения пшеницы озимой микозами.

**Цель исследований:** уточнение состава возбудителей снежной плесени озимой пшеницы, динамики их развития, сравнение распространенности и вредоносности при традиционной и нулевой обработке почвы в 2013–2015 гг. и 2020–2021 гг. в Московском регионе.

### Материал и методы исследований

Погодно-климатические условия Центрального Нечерноземья благоприятствуют появлению болезней инфекционного выпадения озимых зерновых и характеризуются мягкими с точки зрения снижения температуры почвы зимами и ярко выраженными переходами между сезонами. Обычно стабильный снежный покров образуется к ноябрю, и высота его способна достигать в среднем до 30–45 см. При этом водный запас в снеге оставляет 80–105 мм. В связи с изменениями климата в последние годы отмечаются значительные отклонения от средних многолетних показателей. К примеру, частыми становятся оттепели, периоды с минимальным снежным покровом, выпадение ледяной корки и другие явления, ослабляющие озимые и предрасполагающие их к заражению снежными плеснями.

Полевая опытная станция РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева расположена в типичных для Нечерноземной зоны почвенных и климатических условиях. Почва – дерново-подзолистая среднесуглинистая, гумус – 2,4...2,5%. Содержание  $P_2O_5$  – от 150 до 250 мг/кг почвы,  $K_2O$  – от 40 до 80 мг/кг почвы, а pH водной вытяжки приближается к 5,8...6,2.

Во время проведения исследования отмечены ощутимые отклонения климатических показателей от среднемноголетних данных и повышенными для каждого времени года значениями температуры воздуха. Так, в феврале-марте значения температуры были выше средних многолетних в среднем на 5 °С. В течение 2020–2021 гг. также отмечали значимые различия климатических показателей от средних многолетних для региона. Метеоусловия осеннего периода вегетации озимой пшеницы были неблагоприятными для закалки растений. Поздние сроки сева, отсутствие снежного покрова с низкими температурами в ноябре 2020 г. привели к ухудшению состояния озимой пшеницы на данном поле. За зимние месяцы выпало 169 мм осадков, или 126% от нормы (134 мм). Во второй декаде февраля были отмечены перепады ночных температур от –12 до –23 °С, дневных – от –11 до –16 °С с рекордным выпадением осадков в виде снега, чему способствовали сильные метели. Раннее потепление, а затем возврат весенних холодов в апреле способствовали сильному поражению растений снежными плеснями.

Фитосанитарные обследования на Полевой станции проводятся в четырехпольном короткоротационном севообороте: озимая пшеница + горчица (на сидерат), картофель, ячмень яровой, смесь вика + овёс. Основным методом обработки почвы являлась отвальная вспашка, включающая в себя оборот пласта (22–24 см) отвальным плугом Lemken Euroopal 5. Вариант с нулевой обработкой включал в себя посев

специализированной сеялкой Amazone DMC Primera семян в почву без обработки после уборки предшествующей культуры.

Объектом исследования в 2013–2015 гг. стали линии пшеницы озимой L-1, L-15, являющиеся результатом индивидуального отбора сортообразца Звезда. Данный сорт обладает повышенной устойчивостью к низким отрицательным температурам, рекомендован для интенсивного земледелия, а по зимостойкости не уступает стандартному сорту Мироновская 808. Высота растений линий достигает 90–95 см. Они способны к повышенному кущению, относительно устойчивы к полеганию и имеют удовлетворительный уровень полевой устойчивости к болезням. С 2020 г. в полевом севообороте был высеян сорт Тимирязевская юбилейная, в число оригинаторов которого входит ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Это раннеспелый сорт интенсивного типа со средней урожайностью в Центральном регионе 86,7 ц/га, обладающий зимостойкостью и морозостойкостью.

Маршрутные обследования болезней инфекционного выпадения на полях РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева проводили дважды: осенью, перед перезимовкой, и весной – после схода снега в фазу кущения культуры. Учитывали распространенность (P, %) болезни и ее развитие (R, %) по стандартным формулам (1 и 2):

$$P = \frac{(n \times 100)}{N}; \quad (1)$$

$$R = (\sum a \times b) \times \frac{100}{N} \times K, \quad (2)$$

где P – распространенность болезни, %; R – развитие болезни, %; n – количество больных растений в пробе, шт.; N – общее количество больных и здоровых растений в пробе, шт.;  $\sum a \times b$  – сумма произведений числа зараженных растений (a) на балл поражения (b), шт.  $\times$  балл.

При проведении маршрутных обследований на участках вариантов выбирали не менее 10 точек. По диагонали поля через равные промежутки проводили обследование посева, отмечая форму заболевания (диффузную или очаговую). Отмечали количество пораженных растений с помощью стандартной рамки 0,25 см<sup>2</sup> и степень их пораженности, и по 50 растений отбирали в каждой точке. Учитывали количество пораженных растений и степень их пораженности [18]. Интенсивность пораженности оценивали по соответствующей шкале: 0 – отсутствие болезни; 1 – поражение менее 10% листьев; 2 – поражено больше 30% растения либо нижние листья поражены полностью; 3 – отмирают побеги, нижние и верхние листья поражены, степень поражения более 70%; 4 – погибшее растение, все листья и побеги поражены. Поскольку в 2021 г. снежная плесень имела диффузную форму проявления в поле, обследования проводили с помощью рамки 0,25 см<sup>2</sup> аналогичным методом.

## Результаты и их обсуждение

При осенних обследованиях не наблюдали визуального поражения растений. поэтому основная доля данных была получена в весенний период (рис. 1).

Анализ учетов показал, что во все годы исследований основной болезнью являлась розовая снежная плесень (возбудитель *M. nivale*). В зависимости от технологии обработки почвы распространение ее на опытных участках колебалось от 1,1 до 14,5% в 2013–2016 гг., а в 2021 г. было значительно выше – так же, как и степень пораженности растений (табл.).



**Рис. 1.** Симптомы розовой снежной плесени на растениях озимой пшеницы линии L-15: слева – общий вид пораженных растений; справа – пораженные листья и скопления мицелия и спороношения возбудителя (Полевая опытная станция РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2014 г.)

Таблица

**Распространение, %, и интенсивность развития (ИР) розовой снежной плесени озимой пшеницы (возб. *M. nivale*) при разных технологиях обработки почвы (Полевая опытная станция РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)**

| Обработка почвы    | 2013 г. |      | 2014 г. |      | 2015 г. |      | 2016 г. |      | 2021 г. |      |
|--------------------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|
|                    | Р, %    | балл | Р, %    | балл | Р, %    | балл | Р, %    | балл | Р, %    | балл |
| Отвальная          | 1,7     | 0,9  | 3,7     | 1,1  | 2,3     | 1,0  | 7,3     | 1,2  | 92,9    | 47,5 |
| Технология No-till | 3,1     | 1,2  | 4,9     | 1,7  | 3,8     | 0,9  | 14,5    | 3,0  | 80,6    | 32,9 |
| НСП <sub>05</sub>  | 2,1     | 0,7  | 3,2     | 0,3  | 2,8     | 1,3  | 6,2     | 0,6  | Fф<Fт   | 13,7 |

Анализ результатов показывает, что имеется устойчивая тенденция, по увеличению распространения снежной плесени и повышению степени поражения ею растений при нулевой обработке почвы. Однако при низкой степени распространения снежной плесени (до 5%) отсутствуют статистические различия между вариантами. Значимая разница между вариантами при использовании разных систем обработки почвы была отмечена только в 2016 г., а значение среднего балла было достоверно выше в 2014 и 2016 гг.

Для зимних периодов в те годы была характерна неустойчивость значений температур и осадков. Так, в декабре 2013 г. и в январе 2014 г. температура держалась на уровне 0°C, что являлось значительным отклонением от многолетних показателей. Вскоре наступило понижение температуры, которое сопровождалось обильными осадками, и к концу января наступила оттепель, при этом среднедекадная температура перешла отметку 0°C. Зима 2015 г. характеризовалась примерно таким же температурным режимом, однако температурные изменения были более плавными. Температурные условия также отличались от среднемноголетних показателей. Так, продолжительное повышение температуры в декабре, которое сменилось непродолжительным похолоданием с преобладанием большого количества осадков в январе и феврале, привело к увеличению распространения розовой снежной плесени (до 7,3% на участке с отвальной вспашкой, до 14,5% – на варианте с прямым посевом). Такие условия позволили выявить более контрастные различия по распространению заболевания между вариантами.

Аналогичная контрастная картина со статистически достоверным различием по распространенности болезни наблюдалась и в 2012 г., когда распространение снежной плесени на варианте с отвальной технологией обработки почвы составило 4,6%, а на варианте с нулевой обработкой – 6,9% ( $НСР_{05} = 1,9$ ). Более того, только в том году снежная плесень была выявлена в достаточном и оптимальном для проведения учета количестве, тем не менее статистические различия в ее распространении в зависимости от варианта опыта не наблюдались. С 2013 по 2016 гг. данная болезнь не была учтена, поскольку наблюдалась в единичных, очаговых количествах, когда в фазу 25–27 (учет корневых гнилей) наблюдали склероции. Распространенность в данном случае не превышала 5–9 баллов.

В 2021 г. распространенность болезни на озимой пшенице варьировала от 75,0 до 93,0% и в среднем составила 86,7% при развитии 45,7%. Большая распространенность болезни отмечалась на участке с традиционной обработкой почвы и достигала 92,9% (рис. 2). Значение этого же показателя на участке с обработкой почвы по системе No-till достигало 80,6%. Однако статистическая обработка полученных данных показала отсутствие достоверной разницы между вариантами.



**Рис. 2.** Общий вид пораженного снежной плесенью поля озимой пшеницы сорта Тимирязевская юбилейная (Полевая опытная станция РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2021 г.)

Интенсивность поражения также была выше при отвальной технологии обработки почвы, когда развитие снежной плесени достигало 47,5% против 32,9% на участке с прямым посевом, и эта разница подтверждалась статистически (табл. 1). Количество растений на 1 м<sup>2</sup> участка с нулевой обработкой было в 1,5–2 раза меньше, и они отличались более слабым ростом, чем в варианте со вспашкой. Возможно, это было связано с тем, что снежный покров способствовал созданию неблагоприятного микроклимата для растений, что повлекло за собой увеличение пораженности болезнью. Более высокую распространенность болезни и интенсивность развития также можно, вероятно, объяснить и меньшей генетически обусловленной устойчивостью сорта Тимирязевская юбилейная по сравнению с линиями озимой пшеницы.

Технология обработки почвы способна значительно влиять на ее агрофизические и химические свойства. Ключевым фактором, изменяющимся при переходе на технологию no-till, является уплотнение почвы, сильно проявляющееся в первые годы после внедрения технологии [19, 20]. Уплотнение приводит к дополнительным тратам энергетических ресурсов растения для преодоления проростком почвы

с повышенной уплотненностью. Такие растения оказываются ослабленными на самом уязвимом этапе онтогенеза и более подвержены болезням. Уменьшению плотности почвы способствуют специальные севообороты, которые включают в себя многолетние травы или культуры с мощной корневой системой.

Влияние плотности почвы на распространение болезни было проанализировано путем корреляционного анализа по 10 парам значений. Результаты анализа показали, что имеется средняя положительная корреляция между анализируемыми показателями. При отвальной обработке коэффициент корреляции составил 0,57 ( $S_r = 0,085$ ;  $t_r$  факт = 6,70;  $t_{теор} = 2,31$ ), а при нулевой обработке = 0,69 ( $S_r = 0,065$ ;  $t_r$  факт = 10,61;  $t_{теор} = 2,31$ ).

Помимо смены условий среды, происходят процессы сукцессии почвенной биоты, что влияет и на фитосанитарную ситуацию в полевых агроценозах.

Мониторинг снежной плесени, помимо опытных полей РГАУ-МСХА, проводили и в хозяйстве Коломенского района Московской области, где используются отвальная и минимальная (с поверхностным лущением) технологии обработки почвы. В данном хозяйстве распространение болезни было гораздо выше, чем на Полевой станции РГАУ-МСХА, однако варианты статистически не различались. Распространенность болезни при отвальной обработке почвы составила 22,4% ±9,7; интенсивность поражения растений –1,5±0,4 балла. При минимальной технологии обработки почвы распространенность болезни составляла 26,2%±10,2 при интенсивности поражения 2,15±0,5 балла.

## Выводы

В период исследований с 2013–2015 гг. по 2020–2021 гг. возбудители болезней выпадения озимой пшеницы инфекционной этиологии в условиях Московского региона были представлены *Microdochium nivale* (розовая снежная плесень). Данная болезнь на полях Полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в среднем за 5 лет была распространена больше в варианте с нулевой обработкой почвы (6,6%) по сравнению с отвальной обработкой (3,9%). Достоверные различия отмечали в 2016 г. Такая же тенденция сохранилась и спустя 6–7 лет. При этом в благоприятный для развития гриба-возбудителя осенне-весенний период 2020–2021 гг. распространенность болезни была весьма высокой: на участке с традиционной обработкой почвы она достигала 92,9%, а на участке с обработкой почвы по системе No-till – 80,6%. При этом и развитие снежной плесени было максимальным за все годы исследований: 47,5 и 32,9% соответственно. Была выявлена средней степени корреляция между показателями почвенной плотности и распространением розовой снежной плесени ( $r = 0,57$  для варианта с отвальной обработкой,  $r = 0,69$  – для варианта с нулевой обработкой).

## Библиографический список

1. Артамонов В.Д., Кузьмина Н.П., Семенов В.И., Семенов О.Г. Влияние снежной плесени на продуктивность озимых пшениц // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – Йошкар-Ола: Марийский НИИСХ, 2009. – Вып. 11. – С. 143–163.
2. Горьковенко В.С., Оберюхтина Л.А., Куркина Е.А. Вредоносность гриба *Microdochium nivale* в агроценозе озимой пшеницы // Защита и карантин растений. – 2009. – № 1. – С. 34–36.
3. Боровой М.В., Добрынин Н.Д., Абеленцев В.И. Видовой состав и биоэкологические особенности патогенных комплексов в агроценозах озимой пшеницы

- при разных способах обработки почвы // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 4. – С. 19–21.
4. *Ткаченко О.Б., Овсянкина А.В., Шуковская А.Г.* Снежные плесени: развитие представлений и способы защиты растений: Обзор // Сельскохозяйственная биология. – 2015. – Т. 50, № 1. – С. 16–29.
5. *Ponomareva M.L., Gorshkov V.Yu., Ponomarev S.N., Korzun V., Miedaner T.* Snow mold of winter cereals: a complex disease and a challenge for resistance breeding // Theoretical and Applied Genetics. – 2021. – № 134 (2). – Pp. 419–433.
6. *Bruehl G.W., Cunfer B.* Physiologic and Environmental Factors that Affect the Severity of Snow Mold of Wheat // Phytopathology. – 1971. – № 61. – Pp. 792–799.
7. *Торопова Е.Ю., Чулкина В.А., Стецов Г.Я.* Влияние способов обработки на фитосанитарное состояние посевов // Защита и карантин растений. – 2010. – № 1. – С. 26–27.
8. *Alskaf K., Sparkes D.L., Mooney S.J., Sjögersten S., Wilson P.* The uptake of different tillage practices in England // Soil Use Manage. – 2020. – № 36. – Pp. 27–44.
9. *Crovetto C.* No Tillage: The Relationship between No Tillage, Crop Residues, Plants and Soil Nutrition // Hualpen, Chile: Trama Impresores, 2006. – P. 216.
10. *Moreira W.H.* Seasonal changes in soil physical properties under long-term no-tillage // Soil and Tillage Research. – 2016. – Vol. 160. – Pp. 53–64.
11. *Корчагин В.А., Горянин О.И., Новиков В.Г.* Ресурсосберегающие технологические комплексы возделывания яровой пшеницы в степных районах Среднего Поволжья // Известия ОГАУ. – 2005. – № 5–1. – С. 37–39.
12. *Бакиров Ф.Г., Петрова Г.В.* Эффективность технологии no-till на Черноземах южных Оренбургского Предуралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2014. – № 1. – С. 23–26.
13. *Власенко А.Н., Власенко Н.Г., Коротких Н.А.* Проблемы и перспективы разработки и освоения технологии No-till на черноземах лесостепи Западной Сибири // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 9. – С. 16–19.
14. *Кислов А.В., Каракулев В.В.* Организационно-экономические проблемы и эффективность ресурсосберегающих технологий в стабилизации развития АПК // Известия ОГАУ. – 2006. – № 10–1. – С. 83–86.
15. *Белошапкина О.О., Гриценко В.В., Беленков А.И., Полин В.Д.* Сравнение технологий возделывания зерновых культур в полевом опыте ЦТЗ // Земледелие. – 2012. – № 4. – С. 17–24.
16. *Березовский Е.В., Железова С.В., Акимов Т.А., Белошапкина О.О.* Влияние разных технологий возделывания озимой пшеницы на урожайность и фитосанитарное состояние посевов (на примере полевого опыта Центра точного земледелия РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева) // Агрохимия. – 2017. – № 4. – С. 65–75.
17. *Белошапкина О.О., Николаев В.А., Акимов Т.А., Боровой М.В.* Развитие грибных болезней озимой пшеницы при разных способах основной обработки почвы // Проблемы развития АПК региона. – 2015. – № 3 (23). – С. 19–23.
18. *Жуковский А.Г., Крупенько Н.А., Лешкевич В.Г.* Распространенность и развитие снежной плесени в посевах озимых зерновых культур в Беларуси // Защита растений. – 2018. – № 42. – С. 96–102.
19. *Апаева Н.Н., Манишкин С.Г., Марьин Г.С., Марьина-Чермных О.Г., Богарчук Н.И.* Фитосанитарное состояние почвы в зависимости от агротехнических приемов возделывания зерновых культур // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2011. – № 2 (76). – С. 26–31.
20. *Лищуков С.Д., Ширяев А.В., Кузнецова Л.Н., Линков С.А., Сегидин А.Н.* Агроэкологическая оценка технологии no-till в условиях Белгородской области // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 9. – С. 46–48.



DEVELOPMENT OF SNOW MOLD OF WINTER WHEAT  
IN THE CONDITIONS OF THE CENTRAL NON-CHERNOZEM REGION  
WITH REGARD TO TILLAGE TECHNOLOGIES  
AND WEATHER CONDITIONS OF DIFFERENT YEARS

O.O. BELOSHAPKINA, O.A. SAVOS'KINA, S.I. CHEBANENKO,  
R.I. TARAKANOV, F.S.-U. DZHALILOV

(Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy)

*The paper presents the results of the analysis of diseases of infectious fallout of winter wheat at the Field Experimental Station of the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy from 2013–2015 to 2020–2021, depending on the tillage technology and weather conditions. It was shown that the main disease was pink snow mold (caused by *Microdochium nivale*). The analysis of the dynamics of the disease over 5 years showed that the prevalence was higher under zero tillage than under moldboard tillage (6.6 and 3.9%, respectively). The statistical analysis carried out showed an average positive correlation between soil density and disease prevalence ( $r=0.57$  – for moldboard tillage and  $r=0.69$  – for zero tillage). The data obtained indicate the need to adapt the protective measures against fallout diseases, taking into account the tillage technology, the cultivation zone and the climatic conditions.*

**Key words:** minimum tillage, winter wheat, no-till, snow mold, zero tillage, *Microdochium nivale*, fallout diseases, moldboard tillage.

### References

1. Artamonov V.D., Kuz'mina N.P., Semenov V.I., Semenov O.G. The effect of snow mold on the productivity of winter wheat. Aktual'nye voprosy sovershenstvovaniya tekhnologii proizvodstva i pererabotki produktsii sel'skogo khozyaystva. Ioshkar-Ola: Mariiskiy NIISKh. 2009; 11: 143–163. (In Rus.)
2. Gor'kovenko V.S., Oberiukhtina L.A., Kurkina E.A. Harmfulness of the fungus *Microdochium nivale* in winter wheat agrocenosis. Plant Protection and Quarantine. 2009; 1: 34–36. (In Rus.)
3. Borovoy M.V., Dobrynin N.D., Abelentsev V.I. Species composition and bioecological features of pathogenic complexes in winter wheat agrocenoses under different tillage methods. Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex. 2011; 4: 19–21. (In Rus.)
4. Tkachenko O.B., Ovsyankina A.V., Shchukovskaya A.G. Snow molds: development of insights and ways to protect plants (review). Agricultural Biology. 2015; 50; 1: 16–29. (In Rus.)
5. Ponomareva M.L., Gorshkov V.Yu., Ponomarev S.N., Korzun V., Miedaner T. Snow mold of winter cereals: a complex disease and a challenge for resistance breeding. Theoretical and Applied Genetics. 2021; 134(2): 419–433.
6. Bruehl G.W., Cunfer B. Physiologic and Environmental Factors that Affect the Severity of Snow Mold of Wheat. Phytopathology. 1971; 1; 61: 792–799.
7. Toropova E.Yu., Chulkina V.A., Stetsov G.Ya. Effect of treatment methods on phytosanitary condition of crops. Plant Protection and Quarantine. 2010; 1: 26–27. (In Rus.)
8. Chin G. To till or Not to till. Science. 2005; 310; 5753: 1391.
9. Crovetto C. No Tillage: The Relationship between No Tillage, Crop Residues, Plants and Soil Nutrition. Hualpen, Chile: Trama Impresores, 2006: 216.
10. Moreira W.H. Seasonal changes in soil physical properties under long-term no-tillage. Soil and Tillage Research. 2016; 160: 53–64.

11. *Korchagin V.A., Gorianin O.I., Novikov V.G.* Resource-saving technological complexes of spring wheat cultivation in steppe areas of the Middle Volga region. *Izvestiya OGAU*. 2005; 5; 1: 37–39. (In Rus.)
12. *Bakirov F.G., Petrova G.V.* Efficiency of no-till technology in the southern Chernozems of the Orenburg Cis-Urals. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2014; 1: 23–26. (In Rus.)
13. *Vlasenko A.N., Vlasenko N.G., Korotkikh N.A.* Problems and prospects of No-till technology development and adoption on chernozems of the forest-steppe of Western Siberia. *Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex*. 2013; 9: 16–19. (In Rus.)
14. *Kislov A.V., Karakulev V.V.* Organisational and economic problems and efficiency of resource-saving technologies in stabilisation of agro-industrial sector development. *Izvestiya OGAU*. 2006; 10–1: 83–86. (In Rus.)
15. *Beloshapkina O.O., Gritsenko V.V., Belenkov A.I., Polin V.D.* Comparison of grain crop cultivation technologies in the field experiment of the PFC. *Zemledelie*. 2012; 4: 17–24. (In Rus.)
16. *Berezovskiy E.V., Zhelezova S.V., Akimov T.A., Beloshapkina O.O.* Effect of different technologies of winter wheat cultivation on yield and phytosanitary condition of crops (on the example of field experience of the Precision Agriculture Centre Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy). *Agrohimia*. 2017; 4: 65–75. (In Rus.)
17. *Beloshapkina O.O., Nikolaev V.A., Akimov T.A., Borovoy M.V.* Development of fungal diseases of winter wheat under different methods of primary tillage. *Development Problems of Regional Agro-Industrial Complex*. 2015; 3 (23): 19–23. (In Rus.)
18. *Zhukovskiy A.G., Krupenko N.A., Leshkevich V.G.* Prevalence and development of snow mold in winter grain crops in Belarus. *Zashchita rasteniy*. 2018; 42: 96–102. (In Rus.)
19. *Apaeva N.N., Manishkin S.G., Mar'in G.S., Mar'ina-Chermnykh O.G., Bogarchuk N.I.* Phytosanitary condition of the soil depending on agrotechnical methods of cultivating grain crops. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2011; 2 (76): 26–31. (In Rus.)
20. *Litsukov S.D., Shiriaev A.V., Kuznetsova L.N., Linkov S.A., Segidin A.N.* Agroecological assessment of no-till technology in the conditions of the Belgorod region. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2013; 9: 46–48. (In Rus.)

**Белашапкина Ольга Олеговна**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры защиты растений РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: beloshapkina@rgau-msha.ru)

**Савоськина Ольга Алексеевна**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия и методики опытного дела РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: osavoskina@rgau-msha.ru)

**Чебаненко Светлана Ивановна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры защиты растений РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: svchebanenko@rgau-msha.ru)

**Тараканов Рашид Ислямович**, аспирант, ассистент кафедры защиты растений РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: r.tarakanov@rgau-msha.ru)

**Джалилов Февзи Сеид-Умерович**, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой защиты растений РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: dzhalilov@rgau-msha.ru)

**Olga O. Beloshapkina**, DSc (Ag), Professor, Professor of the Department of Plant Protection, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russian Federation; E-mail: beloshapkina@rgau-msha.ru)

**Olga A. Savos'kina**, DSc (Ag), Professor of the Department of Agriculture and Experimental Methods, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russian Federation; E-mail: osavoskina@rgau-msha.ru)

**Svetlana I. Chebanenko**, CSc (Ag), Associate Professor of the Department of Plant Protection, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russian Federation; E-mail: svchebanenko@rgau-msha.ru)

**Rashit I. Tarakanov**, post-graduate student of the Department of Plant Protection, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russian Federation; E-mail: r.tarakanov@rgau-msha.ru)

**Fevzi S. – U. Dzhililov**, DSc (Bio), Professor, Head of the Department of Plant Protection, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russian Federation; E-mail: dzhalilov@rgau-msha.ru)