

себя смеси данного гербицида с 2,4-Д, 2М-4Х; Линтуром, ВДГ; Диаленом супер, ВР; Зенкором, ВДГ; Тамероном, 75 % в. д. г. и др.

При наличии метлицы обыкновенной гибель на уровне 80–100 % обеспечивает гербицид Боксер, КЭ. Но если стоят температуры ниже 8 °С, и запланирована прополка баковой смесью Боксер, КЭ + Линтур, ВДГ, то в фазе 2–3 листьев озимых зерновых культур против метлицы можно внести гербицид Боксер, КЭ (1,0 л/га), а весной для прополки таких посевов против ромашки непахучей, фиалки полевой, падалицы рапса, пикульника и других видов следует предусмотреть внесение гербицидов против двудольных сорняков: например, Линтур, ВДГ; Балерина, СЭ; Прима, СЭ; Фенизан, ВР и др.

При засорении посевов озимых зерновых однолетними двудольными, в т. ч. устойчивыми к 2,4-Д и 2М-4Х, и некоторыми многолетними двудольными сорными растениями высокоэффективны Секатор турбо, МД; Статус гранд, МД; Бомба, ВДГ; Плуггер, ВДГ; Фенизан, ВР и др.

После оценки фитосанитарной ситуации возможно применение гербицидов ростового действия: при наличии чувствительных к феноксиацетатам сорняков, а также видов ромашки, рекомендуются гербициды на основе д. в. дикамба и 2,4-Д (Диален супер, ВР; Диамакс, ВР; Дианат, ВР и др.).

Применение гербицидов с содержанием действующих веществ 2,4-Д и флорасулам (Камаро, СЭ; Балерина, СЭ; Метеор, СЭ; Примадонна, СЭ) в посевах озимых зерновых культур в Беларуси обеспечивает достаточно высокую биологическую эффективность против доминирующих однолетних двудольных сорняков (гибель 80–100 %).

Против однолетних двудольных сорных растений, устойчивых к 2,4-Д, 2М-4Х, целесообразно применение гербицидов сульфонилмочевинной группы, содержащих трибенурон-метил (Гранстар, 75 % с. т. с.; Тамерон, 75 % в. д. г.; Трибун, СТС; Триммер, ВДГ; Гранат, ВДГ и др.), метсульфурон-метил (Магнум, ВДГ; Метурон, ВДГ), тифенсульфурон-метил (Либр, ВДГ), а также их заводские смеси.

При внесении гербицидов в посевах озимых зерновых культур необходимо придерживаться рекомендаций, отраженных в таблице. Следует применять гербициды по культурам согласно «Государственному реестру средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь».

При наличии взошедших сорняков для проникновения гербицидов как через их лист, так и корневую систему, необходимо чтобы после применения гербицидов до выпадения осадков прошло не менее 4 часов.

Следует помнить, что гербицидное действие у всех препаратов при их внесении при минимальных или пониженных температурах проявляется медленнее, чем при обработке в оптимальном температурном режиме.

В дни, когда температура не превышает +3–4 °С, прополку целесообразно приостановить и ждать восстановления температуры до приемлемого уровня.

Сильные морозы повреждают ткани растений, что может ограничить эффективность большинства системных гербицидов листового действия.

Если осенью внесены гербициды почвенного действия, то боронование посевов весной не проводится.

УДК 633.11«324»:632.93:631.53.01

## Протравители семян в защите озимой пшеницы от болезней

Н. А. Крупенько, кандидат биологических наук, А. Г. Жуковский, кандидат с.-х. наук, С. Ф. Буга, доктор с.-х. наук, И. Н. Одинцова

(Дата поступления статьи в редакцию 30.07.2020 г.)

*В статье представлена эффективность 9 протравителей семян в защите озимой пшеницы от болезней. Проанализированные препараты показали высокую (до 100 %) эффективность в снижении инфицированности семян грибами *Fusarium* spp. и *Alternaria* spp. В условиях эпифитотии снежной плесени протравители, в состав которых входят флудиоксонил или прохлораз, обеспечили высокую биологическую эффективность в предотвращении гибели озимой пшеницы от болезни – 65,9–85,5 %, а также защищали посевы от корневой гнили. За счет снижения развития комплекса болезней сохраненный урожай в годы исследований достигал 15,5 ц/га.*

### Введение

Болезни грибной этиологии являются одним из существенных факторов недобора урожая зерновых культур, в частности озимой пшеницы [10, 15]. При этом для большинства болезней (снежная плесень, корневая гниль различной этиологии, виды головни, спорынья

*In the article data of the efficacy of nine seed dressers for protection of winter wheat against diseases are shown. The efficacy of seed dressers against seed infection with fungi *Fusarium* and *Alternaria* was high (up to 100 %). During snow mold outbreak seed dressers contained fludioxonil or prochloraz provided high biological efficacy (65,9–85,5 %) in decreasing of winter wheat death and also were effective against root rot. As a result of diseases severity decrease the saved yield has reached 1,55 ton per hectare.*

и др.) семена и почва являются важнейшими источниками инфекции.

Многолетний анализ инфицированности семян свидетельствует об их ежегодной и повсеместной контаминации грибами-возбудителями болезней [11, 14]. Наибольшее опасение вызывают грибы *Fusarium* spp.

и *Alternaria* spp., способные не только снижать количественные показатели урожая, но и отрицательно влияющие на его качество. Это обусловлено их способностью продуцировать в ходе жизнедеятельности микотоксины, представляющие серьезную угрозу для здоровья теплокровных животных и человека [4, 5].

Заражение растений грибами рода *Fusarium* может происходить на протяжении всей вегетации растений: они довольно пластичны и способны поражать корневую систему (корневая гниль), прикорневую часть стебля (фузариозная прикорневая гниль), листовой аппарат (фузариозный ожог), колос (фузариоз).

В зависимости от того, в какие слои формирующейся зерновки проникает мицелий гриба, вредоносность может варьировать. В случае неглубокого инфицирования зерновки при ее прорастании формируется искривленный проросток, а при глубоком проникновении мицелия внутрь она может быть невсхожей. Поражение растений в период всходов обуславливает побурение coleoptily, корней, а также узла кущения у проростков, что приводит к их угнетению, а впоследствии к отставанию в росте и слабому кущению. Нередко вследствие развития корневой гнили продуктивные стебли отмирают уже в период колошения, что сказывается на количестве и качестве урожая.

Среди болезней, поражающих озимую пшеницу, снежная плесень является одной из наиболее широко распространенных и вредоносных [13]. Гриб *Microdochium nivale* (Fr.) Samuels & I. C. Hallett, основной возбудитель снежной плесени, является низкотемпературным патогеном, по типу питания это факультативный паразит, поэтому поражение болезнью усиливается на ослабленных посевах. На развитие снежной плесени существенное влияние оказывают погодные условия осеннего, зимнего и ранневесеннего периода: выпадение снега на непромерзшую почву, частые оттепели, а также продолжительное залегание снежного покрова.

Основным приемом, позволяющим защитить растения от перечисленных болезней, является протравливание. Это обязательный в республике прием в технологии возделывания озимой пшеницы, позволяющий эффективно защитить растения на самых ранних этапах развития, поскольку именно в это время растения наиболее уязвимы для воздействия факторов абиотической и биотической природы.

При выборе протравителя семян специалисты должны учитывать наиболее распространенные и вредо-

носные болезни в каждом конкретном регионе, инфицированность семян, предназначенных для посева, планируемый уровень урожайности, а также физико-химические свойства действующих веществ, входящих в состав препаратов, что позволит подобрать наиболее эффективный в каждом конкретном случае.

В связи с вышесказанным целью исследований являлось изучение эффективности протравителей семян в защите от болезней.

### Материалы и методы исследований

Исследования проводили в лаборатории фитопатологии и на опытном поле РУП «Институт защиты растений» (аг. Прилуки Минского района) в 2018–2019 гг. Почва опытного участка – дерново-подзолистая, pH – 6,5, содержание гумуса – 2,26 %. Агротехника в опытах – общепринятая для возделывания озимой пшеницы в центральной агроклиматической зоне Республики Беларусь.

Протравливание семян осуществляли из расчета 10 л рабочей жидкости на тонну семян с использованием протравочной машины «Hege-11». Сев озимой пшеницы проводили в оптимальные сроки, норма высева – 4,5 млн семян на гектар, способ сева – узкорядный, ширина междурядий – 15 см. Опыты закладывали в 4-кратной повторности, размер опытных делянок – 25 м<sup>2</sup>.

Для определения зараженности по 200 семян из каждого среднего образца анализировали, используя метод «бумажных рулонов» согласно ГОСТу 12044–93 [8]. Через 7 суток инкубации рулонов при комнатной температуре учитывали зараженность грибами-возбудителями болезней как отношение инфицированных зерен к их общему числу. Полевую всхожесть определяли согласно ГОСТу Республики Беларусь [7].

Учет развития снежной плесени был проведен в стадии середина кущения (ст. 25) [2]. Оценивали степень поражения растений, в том числе погибших от болезни в контроле (без протравливания) и в опытных (с протравливанием) вариантах. Соответственно биологическую эффективность протравителей рассчитывали по двум показателям: по снижению развития снежной плесени, а также по предотвращению гибели растений от болезни.

Развитие корневой гнили оценивали в стадии середина кущения (ст. 25) и 2-го узла (ст. 32) в соответствии с «Методическими указаниями ...» [2].

Стадии развития растений озимой пшеницы приведены в соответствии с десятичным кодом ВВСН [12].

Таблица 1 – Протравители, включенные в исследования

Препарат	Норма расхода, л/т	Действующие вещества, их количество в препарате, г/л
Багрец, КС	1,0	флудиоксонил, 50 + азоксистробин, 21
Баритон Супер, КС	1,2	флудиоксонил, 37,5 + протиоконазол, 50 + тебуконазол, 10
Вайбранс Трио, ТКС	2,0	седаксан, 25 + флудиоксонил, 25 + тебуконазол, 10
Кинто Плюс, КС	1,5	флуксапироксад, 33,3 + тритиконазол, 33,3 + флудиоксонил, 33,3
Максим Форте, КС	2,0	азоксистробин, 10 + тебуконазол, 15 + флудиоксонил, 25
Поларис, МЭ	1,5	прохлораз, 100 + имазалил, 25 + тебуконазол, 15
Протект Форте, КС	1,25	флутриафол, 40 + флудиоксонил, 30
Сидрон, ТКС	1,0	флудиоксонил, 50 + тебуконазол, 10
Терция, СК	2,5	тритиконазол, 20 + прохлораз, 60 + азоксистробин, 10

Уборку урожая зерна осуществляли путем обмолота делянки комбайном «Nege MDW», после чего определяли бункерный, а затем амбарный вес зерна в пересчете на стандартную 14%-ю влажность и 100%-ю чистоту. Хозяйственную эффективность рассчитывали на основе величины сохраненного урожая, полученной за счет проведения защитных мероприятий в сравнении с контролем.

В исследования были включены девять протравителей семян (таблица 1).

### Результаты исследований и их обсуждение

Использование качественного семенного материала – залог формирования оптимального фитопатологического состояния посева в начальный период. Исследования свидетельствуют о значительной инфицированности партий семян возбудителями болезней [1, 11, 14, 17]. Протравливание позволяет успешно снижать значения данного показателя. Так, в период исследований инфицированность семян грибами рода *Fusarium* непротравленных варьировала от 1,3 (2019 г.) до 20,7 % (2018 г.). При этом проанализированные препараты обусловили высокую эффективность в снижении их инфицированности: 85,5–100 % (рисунок 1а). Зараженность зерновок грибами рода *Alternaria* в контроле варьировала от 76,0 % в 2019 г. до 81,3 % в 2018 г. Наличие патогенных свойств у грибов данного рода подвергается сомнению

некоторыми учеными [3, 6], однако имеются работы, в которых изоляты были патогенными [1, 15]. Поэтому в работе мы учитывали грибы *Alternaria* spp. как представляющие потенциальную опасность для озимой пшеницы. Предпосевная обработка способствовала эффективному снижению инфицированности семян данными грибами (рисунок 1б).

Исследования Е. Ю. Тороповой и коллег свидетельствуют, что между инфицированностью семян грибами рода *Fusarium* и снижением всхожести существует прямая зависимость [17]. В наших исследованиях за счет снижения инфицированности семян при протравливании отмечалось повышение полевой всхожести до 8,4 % в варианте с препаратом Багрец, КС в 2018 г. и 6,7 % (Багрец, КС; Вайбранс Трио, ТКС) в 2019 г. (рисунок 2).

Как отмечалось выше, снежная плесень относится к числу вредоносных болезней озимой пшеницы. Анализируемые вегетационные сезоны различались условиями зимовки, обусловившими различную интенсивность проявления болезни. Так, непродолжительное залегание снежного покрова в вегетационном сезоне 2017–2018 гг. обусловило незначительное проявление болезни в контрольном варианте – 10,3 %, гибели растений не было отмечено. В то же время осенне-весенний период 2018–2019 гг. характеризовался неустойчивой погодой: температура воздуха была выше многолетних значений, высота снежного покрова – до 35 см, темпера-

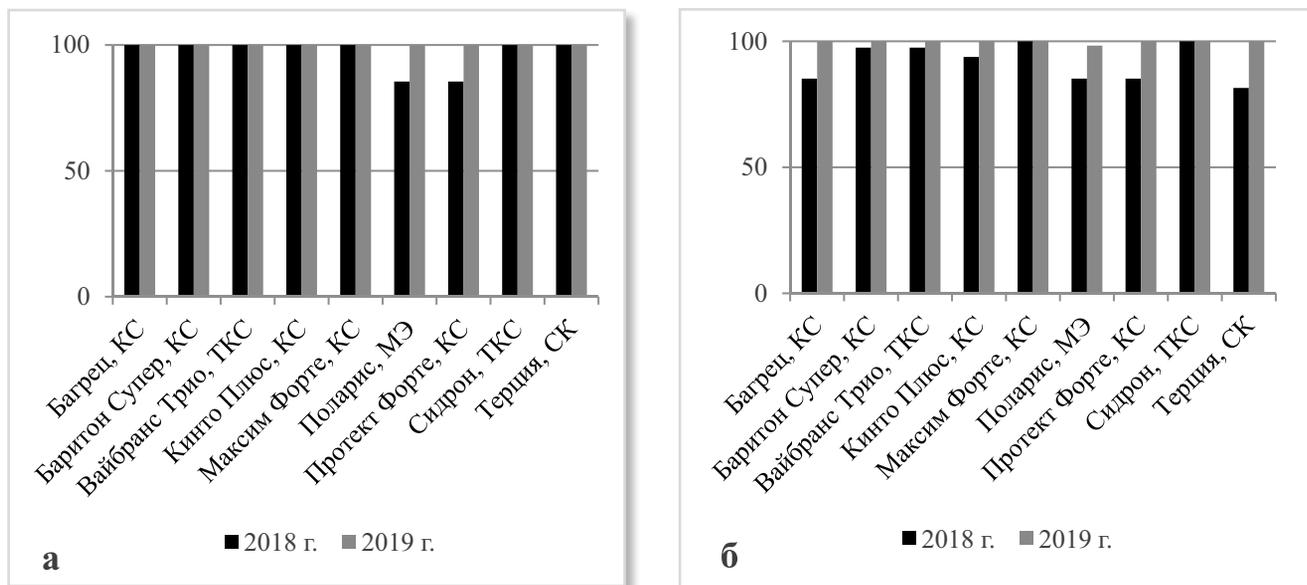


Рисунок 1 – Биологическая эффективность (%) протравителей в снижении инфицированности семян грибами: а – *Fusarium* spp., б – *Alternaria* spp.

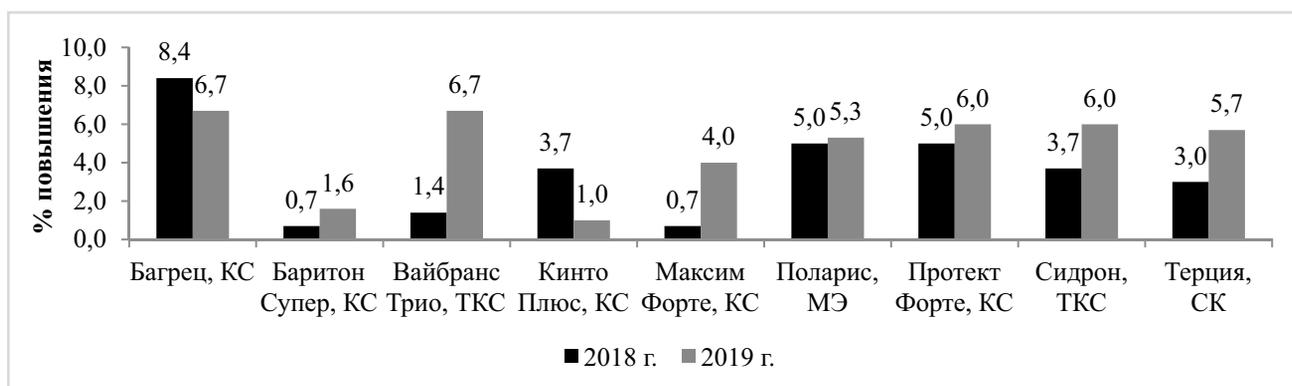


Рисунок 2 – Влияние протравителей на повышение полевой всхожести семян

тура почвы на глубине залегания узла кущения – выше оптимальных значений, что наряду с оттепелями в I–II декадах февраля способствовало повышенному расходу питательных веществ. Все вышесказанное обусловило эпифитотийное развитие снежной плесени – 72,4–78,4 % в зависимости от варианта опыта, при этом гибель растений вследствие поражения болезнью составляла 12,3–19,3 %.

На фоне депрессивного развития снежной плесени эффективность препаратов по снижению показателя была высокой и варьировала от 60,2 (Багрец, КС) до 70,9 % (Баритон Супер, КС; Вайбранс Трио, ТКС; Сидрон, ТКС) (рисунок 3а).

В условиях эпифитотии снежной плесени эффективность анализируемых протравителей семян по снижению развития болезни колебалась от 26,9 (Поларис, МЭ) до 44,1 % (Вайбранс Трио, ТКС) (рисунок 3б). В годы интенсивного проявления снежной плесени вредоносность болезни обусловлена значительной изреженностью посевов, которая наблюдается вследствие гибели растений. Так, значение показателя в отдельные годы достигало 68,1 % [13]. Поэтому наиболее информативным показателем с точки зрения оценки эффективности препаратов для предпосевной обработки является их способность предотвращать гибель растений. Из широкого спектра действующих веществ, входящих в состав протравителей семян, с этой задачей в настоящее время лучше всего справляются флудиоксонил и прохлораз [9]. Анализируемые протравители семян в качестве одного из компонентов содержат данные действующие вещества, что обуславливает их высокую эффективность в предотвращении гибели озимой пшеницы от снежной плесени – 65,9–85,5 %.

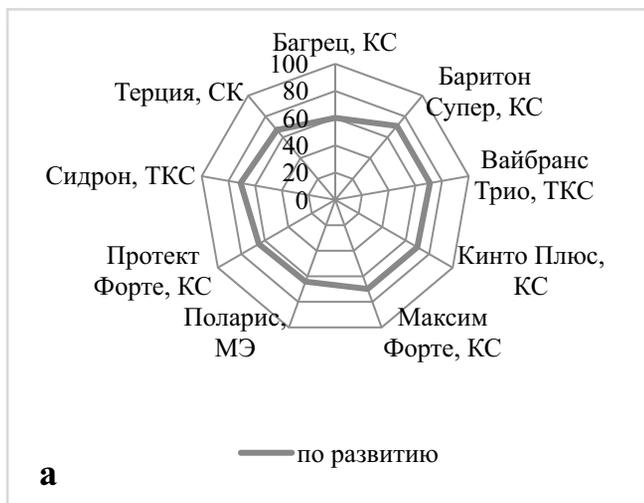
Развитие корневой гнили в посевах озимой пшеницы зависит от гидротермических факторов. Исследованиями Н. А. Склименок установлено, что степень поражения усиливается как в условиях избытка, так и дефицита влаги [16]. В дальнейшем исследования Ю. К. Шашко лишь подтвердили правомочность такого вывода [18]. В период исследований вегетационные сезоны характеризовались чередованием избыточного и недостаточного выпадения осадков. Это обусловило достаточно высокую степень поражения растений в контроле в период кущения – трубкования: 12,9–16,2 % в 2018 г. и 6,4–12,5 % в 2019 г.

Патологический процесс корневой гнили является растянутым во времени, а способность грибов-возбудителей болезни переходить от сапротрофного к паразитическому образу жизни (факультативный паразитизм) при воздействии факторов, неблагоприятно сказывающихся на состоянии посева, предполагает возможное резкое усиление степени поражения. Поэтому эффективность защитных мероприятий, в частности протравливания, не обязательно будет высокой. Биологический смысл протравливания в данном случае – отодвинуть возможное начало поражения на более позднее время относительно стадии развития растения-хозяина. Это позволяет сократить продолжительность отрицательного воздействия возбудителей корневой гнили на культуру, тем самым минимизируя возможный недобор урожая от болезни. Как свидетельствуют данные рисунка 4, защитное действие изучаемых протравителей семян от болезни на озимой пшенице было достаточно высоким.

За счет снижения инфицированности семян, а также развития корневой гнили и снежной плесени в вариантах с применением изучаемых протравителей был получен сохраненный урожай, величина которого статистически достоверно отличалась от контроля. Поскольку среди болезней основным фактором, оказывающим влияние на формирование урожайности озимой пшеницы в первой половине вегетации, является снежная плесень, интенсивность ее проявления существенно сказывается на показателях хозяйственной эффективности. Так, на фоне депрессивного развития снежной плесени в 2018 г. не отмечалось гибели растений, поэтому величина сохраненного урожая при применении анализируемых протравителей составляла от 3,1 до 5,8 ц/га или от 4,1 до 7,7 % (таблица 2). В то же время в условиях эпифитотии снежной плесени в 2019 г. за счет протравливания в изучаемых вариантах сохраненный урожай колебался от 11,5 до 15,5 ц/га или от 15,1 до 20,3 % в основном за счет более высокого по сравнению с контролем количества продуктивных стеблей.

**Заключение**

Представлены данные эффективности 9 протравителей семян в защите озимой пшеницы от болезней в 2018–2019 гг. Проанализированные препараты показали



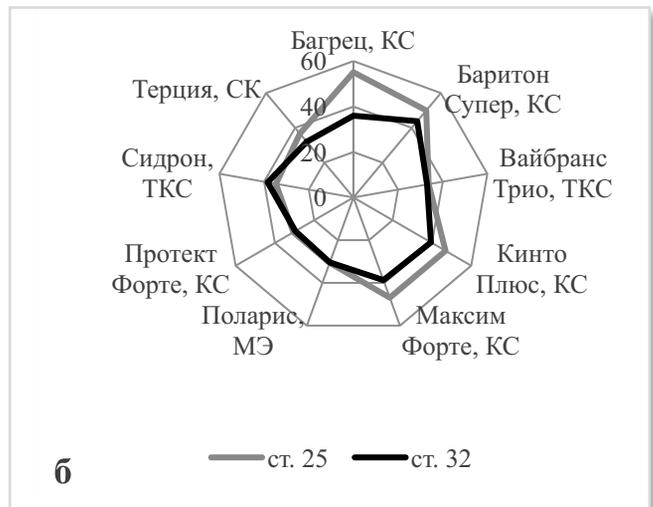
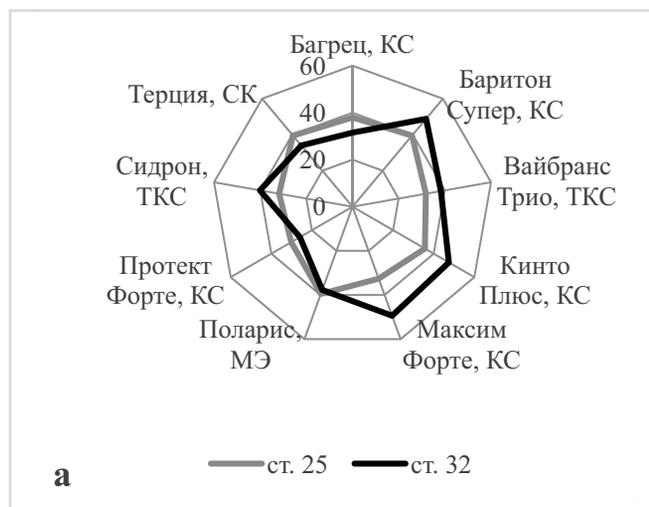
**Рисунок 3 – Биологическая эффективность (%) протравителей в защите озимой пшеницы от снежной плесени: а – 2018 г.; б – 2019 г.**

высокую эффективность в снижении инфицированности семян грибами *Fusarium* spp. и *Alternaria* spp. – от 81,5 до 100 %. Это обусловило повышение полевой всхожести в вариантах с протравливанием на 0,7–8,4 % в зависимости от препарата и года. В условиях эпифитотии снежной плесени протравители семян, в состав которых входят флудиоксонил или прохлораз, обеспечили высокую биологическую эффективность в предотвращении гибели озимой пшеницы от болезни – от 65,9 (Багрец, КС) до 85,5 % (Вайбранс Трио, ТКС). Проанализированные протравители эффективно защищали посевы от корневой гнили. В целом за счет снижения развития комплекса болезней сохраненный урожай в годы исследований варьировал от 3,1 до 15,5 ц/га.

**Литература**

1. Альтернариоз зерна яровой пшеницы и ячменя в Западной Сибири и Восточном Зауралье / Е. Ю. Торопова [и др.] // Защита и карантин растений. – 2015. – № 1. – С. 20–22.
2. Болезни зерновых культур / С. Д. Здрожевская [и др.] // Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений; ред. С. Ф. Буга. – Несвиж, 2007. – С. 61–101.
3. Гагкаева, Т. Ю. Зараженность зерна пшеницы грибами *Fusarium* и *Alternaria* на юге России в 2010 году / Т. Ю. Гагкаева, Ф. Б. Ганнибал, О. П. Гаврилова // Защита и карантин растений. – 2012. – № 1. – С. 37–41.

4. Гагкаева, Т. Ю. Микробиота зерна – показатель его качества и безопасности / Т. Ю. Гагкаева, А. П. Дмитриев, В. А. Павлюшин // Защита и карантин растений. – 2012. – № 9. – С. 14–18.
5. Ганнибал, Ф. Б. *Alternaria* spp. в семенах зерновых культур в России / Ф. Б. Ганнибал // Микология и фитопатология. – 2008. – Т. 42, вып. 4. – С. 359–368.
6. Ганнибал, Ф. Б. Альтернариоз зерна – современный взгляд на проблему / Ф. Б. Ганнибал // Защита растений и карантин. – 2014. – № 6. – С. 11–15.
7. ГОСТ 12038–84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести (2017) Минск: Белстандарт.
8. ГОСТ 12044–93. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями (1995) Минск: Белстандарт.
9. Жуковский, А. Г. Особенности действия протравителей в оздоровлении посевов озимых зерновых культур в условиях Беларуси / А. Г. Жуковский, Н. А. Крупенько, С. Ф. Буга // Вестник защиты растений. – 2019. – № 4. – С. 28–35.
10. Ильюк, А. Г. Биологическое обоснование защиты озимой пшеницы от септориоза и фузариоза колоса: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.07 / А. Г. Ильюк; Нац. акад. наук Беларуси, Респ. науч. дочер. унитар. предприятие "Ин-т защиты растений". – Прилуки, Мин. р-н, 2011. – 24 с.
11. Корневая гниль зерновых культур и роль инфицированности семян в ее развитии / А. Г. Жуковский [и др.] // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП «Ин-т защиты растений». – Минск, 2018. – Вып. 42. – С. 84–95.
12. Пригге, Г. Грибные болезни зерновых культур / Г. Пригге, М. Герхард, И. Хабермайер; под ред. Ю. М. Стройкова. – Лимбургерхов: Ландвиртшафтсферлаг, 2004. – 183 с.
13. Распространенность и развитие снежной плесени в посевах озимых зерновых культур в Беларуси / А. Г. Жуковский [и др.]



**Рисунок 4 – Биологическая эффективность (%) протравителей семян в защите озимой пшеницы от корневой гнили: а – 2018 г.; б – 2019 г.**

**Таблица 2 – Сохраненный урожай в вариантах с использованием протравителей семян озимой пшеницы**

Препарат	Сохраненный урожай			
	ц/га	%	ц/га	%
	2018 г.		2019 г.	
Багрец, КС	3,6	4,8	13,1	17,2
Баритон Супер, КС	5,5	7,3	13,1	17,2
Вайбранс Трио, ТКС	5,8	7,7	15,5	20,3
Кинто Плюс, КС	5,2	6,9	13,0	17,0
Максим Форте, КС	4,0	5,3	13,6	17,8
Поларис, МЭ	3,1	4,1	11,5	15,1
Протект Форте, КС	3,2	4,3	13,4	17,6
Сидрон, ТКС	3,6	4,8	14,2	18,6
Терция, СК	3,3	4,4	12,8	16,8

- // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП «Ин-т защиты растений». – Минск, 2018. – Вып. 42. – С. 96–102.
14. Семынина, Т. В. Особенности инфицирования семян зерновых культур патогенами / Т. В. Семынина // Защита и карантин растений. – 2012. – № 2. – С. 20–23.
  15. Склименок, Н. А. Комплекс грибов, паразитирующих на озимой пшенице, и меры по ограничению их вредоносности: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.07 / Н. А. Склименок; Нац. акад. наук Беларуси, Респ. науч. дочер. унитар. предприятие «Ин-т защиты растений». – Прилуки, Мин. р-н, 2015. – 23 с.
  16. Склименок, Н. А. Комплекс грибов, паразитирующих на озимой пшенице, и меры по ограничению их вредоносности: дис. ... канд. биол. наук: 06.01.07 / Н. А. Склименок; Нац. акад. наук Беларуси, Респ. науч. дочер. унитар. предприятие «Ин-т защиты растений». – Прилуки, Мин. р-н, 2015. – 170 л.
  17. Торопова, Е. Ю. Грибы рода *Fusarium* на зерне пшеницы в Западной Сибири / Е. Ю. Торопова // Защита и карантин растений. – 2019. – № 1. – С. 21–23.
  18. Шашко, Ю. К. Влияние изменения климата на видовой состав грибов рода *Fusarium* и сопряженность развития фузариозных болезней пшеницы с погодными факторами / Ю. К. Шашко // Земледелие и защита растений. – 2020. – № 1. – С. 32–36.

УДК 631.431.1+ 631.459

## Влияние органических удобрений и известкования на физические свойства дерново-подзолистых почв разной степени эродированности

Н. Н. Цыбулько, доктор с.-х. наук, И. А. Логачев, младший научный сотрудник,  
В. Б. Цырибко, А. М. Устинова, А. В. Юхновец, кандидаты с.-х. наук  
Институт почвоведения и агрохимии

(Дата поступления статьи в редакцию 01.04.2020 г.)

Приведены результаты исследований влияния органических удобрений и известкования на плотность и пористость дерново-подзолистых легкосуглинистых почв, подверженных эрозионной деградации. Установлено положительное влияние органических удобрений на данные показатели. Выявлена сильная корреляционная зависимость ( $r = 0,78$ ) между плотностью почвы и содержанием в ней гумуса. Также существуют сильные взаимосвязи урожайности сельскохозяйственных культур с плотностью почвы. Коэффициенты корреляции составили для озимой пшеницы 0,93, для овса – 0,75, для ярового рапса – 0,92.

### Введение

Водная эрозия является одним из факторов деградации почвенного покрова, снижения плодородия почв и продуктивности сельскохозяйственных культур. Наряду с разрушением гумусового горизонта и смывом элементов питания растений, процессы эрозии вызывают существенное изменение физического состояния почв. С повышением их эродированности увеличиваются плотность твердой фазы, плотность сложения, ухудшается структурность, снижаются пористость, сумма водопрочных агрегатов и т. д.

Физическое состояние почв тесно связано с изменением содержания органического вещества. В дерново-подзолистых почвах с низким содержанием гумуса острой является проблема чрезмерного и быстрого уплотнения пахотного слоя. Отмечается, что улучшение структурно-агрегатного состояния почв частично можно обеспечить механическими обработками, а в долгосрочном плане необходимо повышение содержания гумуса [1].

Важнейшими физическими характеристиками почвы являются плотность и пористость, влияющие на ее водный, воздушный, тепловой, биологический и другие режимы.

Плотность и пористость почвы определяются, в первую очередь, ее минералогическим и гранулометриче-

*Presents the results of studies of the influence of organic fertilizers and liming on the density and porosity of sod-podzolic light loamy soils subject to erosion degradation. The positive effect of organic fertilizers on these indicators was established. A strong correlation ( $r = 0,78$ ) between soil density and humus content was found. There are also strong relationships between crop yields and soil density. The correlation coefficients were 0,93 for winter wheat, 0,75 for oats and 0,92 for spring rape.*

ским составами, структурным состоянием и сложением, содержанием органического вещества [2, 3]. Данные показатели существенно зависят от степени эродированности почвы. Так, в дерново-подзолистых почвах на моренных и лёссовидных суглинках плотность пахотного горизонта возрастает соответственно с 1,40 и 1,27 г/см<sup>3</sup> в несмытых почвах до 1,58 и 1,52 г/см<sup>3</sup> в сильносмытых почвах. Общая пористость данных почв снижается с 46,2–51,4 % до 41,0–43,4 % соответственно [4].

По данным [5], превышение оптимальной плотности на 0,10 г/см<sup>3</sup> не сказывается на урожайности овса, но снижает урожайность кормовой свеклы на 70–187 ц/га (в зависимости от условий года). Уплотнение почвы на 0,15 г/см<sup>3</sup> уменьшает урожайность овса на 3,1–5,6, свеклы – на 85–249 ц/га. В работе [6] отмечается, что увеличение плотности всего на 0,1 г/см<sup>3</sup> приводит к недобору урожая на 20–30 %.

Одним из приемов улучшения физических свойств почв является применение органических удобрений. Внесение их приводит к изменению качественного состава гумуса в сторону увеличения содержания гуминовых кислот, оказывающих положительное влияние на физические и сорбционные свойства почв. Гуминовые кислоты вместе с кальцием образуют нерастворимые в воде гуматы кальция, которые участвуют в создании водопрочной структуры. Поэтому изменение фракци-