

УДК: 633.11:631.816 + 632.4 (470)

## СОЧЕТАНИЕ ФАКТОРОВ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ И ЗАЩИТЫ ОТ БОЛЕЗНЕЙ – НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПШЕНИЦЫ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

С.Л. Тютерев

Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

Проведен анализ основных факторов, формирующих и сохраняющих урожай пшеницы, в том числе связанных с плодородием почвы, питанием растений и защитой их от болезней, а также агротехникой возделывания и генетическими особенностями сортов. Основной причиной низкой урожайности пшеницы в РФ является снижение доз вносимых под культуру удобрений, что привело к многолетнему отрицательному балансу питательных веществ в почвах большинства зернопроизводящих регионов. На основании собственных многолетних исследований делается вывод о том, что эффективное и рентабельное применение фунгицидов для защиты пшеницы от болезней возможно только на фоне сбалансированного внесения удобрений под планируемый урожай.

**Ключевые слова:** пшеница, защита от болезней, фунгициды, баланс питательных веществ в почве, сбалансированное внесение удобрений под планируемый урожай.

Пшеница, являясь одной из основных продовольственных культур, по площади посевов (317 млн /га) занимает первое место в мире. В настоящее время в мире выращивается 95% гексаплоидной мягкой (*Triticum aestivum* L.) и 5% тетраплоидной твердой (*Triticum durum* L.) пшеницы. Общий урожай зерна мягкой пшеницы составляет, по данным FAO, более 650 млн. тонн, из которых 40% используется в качестве корма для животных. В РФ в 2014 году собрали 62 млн т. зерна пшеницы при средней урожайности 26 ц/га. Из этого следует, что при потенциальном биологическом урожае 100 ц/га и выше современных сортов озимой пшеницы, возделываемых в РФ, реальная урожайность ниже более чем в 3.8 раза.

Чтобы обеспечить внутренние потребности страны и экспортировать до 50 млн т. высококачественного зерна, в ближайшие 8–10 лет необходимо довести валовый урожай зерновых культур до 140–160 млн т. без существенного увеличения посевных площадей. Этого уровня можно достичь только совершенствованием технологий выращивания, в первую очередь рациональным использованием удобрений и пестицидов на посевах зерновых культур на фоне оптимизации других факторов повышения урожайности (высокопродуктивные сорта, сортовая агротехника, рациональные севообороты, борьба с сорными растениями и вредителями).

Недоборы зерна от вредных организмов составляют в настоящее время не менее 25% от оптимально возможной урожайности. Её увеличение только за счет применения минеральных удобрений может перекрываться влиянием болезней, засоренности посевов и вредных насекомых. Рентабельное производство зерна невозможно без при-

менения средств химизации, обеспечивающих получение стабильных валовых сборов и требуемого качества продукции. В связи с этим остается актуальной задача повышения эффективности пестицидов, применяемых на фоне минеральных удобрений, в том числе норм, не усиливающих предрасположенность к болезням.

В ВИЗР на протяжении ряда лет изучаются закономерности влияния совместного применения удобрений и химических средств защиты на урожайность и качество зерна пшеницы. Результаты этих исследований обобщаются в данной статье.

Среди многих климатических, эдафических (механический и химический состав почв, их физические свойства), агроэкологических и биологических факторов можно выделить те, которые определяют формирование урожайности пшеницы (генетически обусловленная продуктивность сорта, почвенное плодородие и питание растений) и те, которые участвуют в сохранении урожая (защита от болезней, вредителей и сорных растений, снижение потерь при уборке и хранении), рис.

Урожайность пшеницы в большей степени зависит от климатических и погодных факторов, чем других культур, вследствие ее широкого географического распространения и выращивания озимых форм в холодные сезоны года. Современные научно обоснованные технологии возделывания культуры позволяют снижать вредное воздействие не контролируемых человеком погодно-климатических условий, но для наиболее полного использования потенциала этих технологий необходимо понимать, взаимодействие каких факторов приводит к повышению урожайности качества зерна пшеницы.

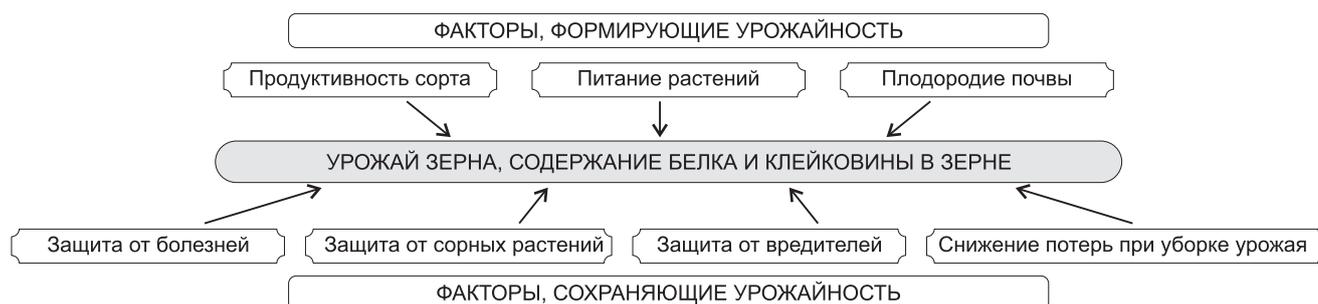


Рисунок. Факторы, формирующие и сохраняющие урожай пшеницы

К числу основных факторов, формирующих урожайность пшеницы и качество зерна, относятся плодородие почвы, условия питания растений, генетически обусловленная продуктивность сорта. Без применения удобрений урожайность снижается до уровня естественного плодородия, не раскрываются генетические возможности сортов интенсивного типа.

**Плодородие почвы и питание растений.** В комплексе факторов, формирующих высокий урожай зерна пшеницы, решающее значение имеет плодородие почвы и обеспеченность растений сбалансированными элементами питания на протяжении всего периода вегетации. Не менее чем урожай, от условий выращивания зависит качество зерна пшеницы. Качество зерна – собирательное, сложное понятие, которое включает в себя, прежде всего, содержание белка и клейковины. Многократно доказано, что содержание белка в зернах злаков подвержено сильным колебаниям под влиянием условий среды и в большей степени зависит от условий выращивания, чем от генотипа сорта по этому признаку. Так, сорта пшеницы для выпечки хлеба и производства кормового зерна различаются по содержанию белка на 2% (14% и 12% соответственно), тогда как в зависимости от количества азотных удобрений содержание белка может различаться в 2 раза [Тютюрев и др., 1973].

Для выпечки хорошего хлеба необходимо содержание в зерне не менее 23–27% клейковины первой или второй групп качества. Содержание белка и клейковины в зерне, «сила» муки, водопоглотительная способность ее – генетические признаки, имеющие широкую норму реакции, то есть существенно зависящие от условий выращивания, причем твердая пшеница (*Triticum durum* L.) ещё более требовательна к условиям произрастания, чем мягкая.

Генотип сорта хотя и определяет, но не является решающим в получении высокой урожайности зерна хорошего качества при любых условиях. Известно, что сорта с высоким генетическим потенциалом продуктивности отличаются и повышенными требованиями к технологии их возделывания.

Основным фактором, не позволяющим получать высокие урожаи пшеницы в РФ, является снижение в последние 25 лет доз вносимых под с/х культуры удобрений, что привело к многолетнему дефициту питательных веществ в почвах большинства регионов. На протяжении 23 лет – с 1990 по 2013 гг. этот дефицит нарастал и в 2013 году составил уже в пересчете на 1 га 114.2 кг д.в. НРК. С этим и связано ухудшение качества почв и, как следствие, снижение урожайности [Кузьминова, 2012].

В период с 1979 по 1990 гг. в РФ органических удобрений вносили 3.3–4.3 тонны на 1 га, что недостаточно для поддержания оптимального плодородия почв. Азотных, фосфорных и калийных удобрений в сумме в конце 80-х гг. в стране вносилось 122 кг на 1 га пашни. Начиная с 1991 года положение с плодородием почв в РФ стремительно ухудшается. Применение минеральных удобрений снизилось в 10 раз, а в отдельных зонах РФ – в 20 – 30 раз, органических удобрений – в 3.6 раза. За последние 11 лет отмечено уменьшение содержания гумуса в среднем по России на 0.4%. Снижение этого показателя только на 0.1% приводит при прочих равных природно-экономических условиях к уменьшению урожайности зерна

на 0.8 – 1.0 ц/га. В 2006 году была принята федеральная целевая программа «Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов как национального достояния России на 2006 – 2010 годы и на период до 2013 года». Однако, ситуация с плодородием почв в РФ остается критической. В настоящее время 56 млн га пашни (45%) характеризуется низким содержанием гумуса, 28 млн га (23%) – дефицитом фосфора и 11.5 млн га (9%) – дефицитом калия [МСХ РФ, <http://www.mcx.ru/documents>, 2013]. При сегодняшней ситуации в земледелии большая часть урожая формируется за счет мобилизации естественного почвенного плодородия без полной компенсации выносимых с урожаем элементов питания и, как следствие, постоянный отрицательный баланс питательных веществ истощает почву, разрушает гумус, в состав которого входит почти весь азот почвы – 98–99%; около 60% фосфора и серы, а также значительная часть других питательных элементов. В ближайшее время велика вероятность того, что почвы на территории РФ достигнут уровня естественного плодородия с урожайностью зерновых, не превышающей 8 ц/га. Для того чтобы вести земледелие не в ущерб плодородию, иметь бездефицитный баланс гумуса, кроме минеральных удобрений необходимо вносить на 1 га пашни 6–7 т органических удобрений. Сегодня эта цифра составляет около 1 т.

В сложных экономических условиях последнего времени стоимость приобретения минеральных удобрений зачастую превышает возможности сельскохозяйственных товаропроизводителей. Следует отметить, что практически все концепции и программа долгосрочного социально-экономического развития России на период до 2020 г. предусматривают формирование рынка внутреннего потребления минеральных удобрений в объеме 3–5 миллионов тонн (до 130–150 д.в. кг/га пашни) [Иванов, 2014]. При этом разработка системы удобрений каждого поля должна вестись с учетом эффективного плодородия почв и потребности растений в питательных веществах на рассчитанный урожай [Тютюрев, 2012].

**Эффективная защита от болезней – один из основных факторов сохранения урожайности зерновых культур в РФ.** Многолетние исследования сотрудников ВИЗР, ВНИИФ, ВНИИБЗР и данные других исследователей свидетельствуют, что во всех зерносеющих регионах РФ в комплекс болезней, поражающих пшеницу, входят различные виды головни – твердая [*Tilletia caries* (DC.) Tul. & C. Tul. и *Tilletia laevis* Kuehn], пыльная [*Ustilago tritici* (Pers.) Rostr.], карликовая (*Tilletia controversa* Kühn), стеблевая (*Urocystis tritici* Koern.). Фузариозная [*Microdochium nivale* (Fr.) Samuels], тифулезная (*Typhula idahoensis* Rensberg), смешанная фузариозно-тифулезная снежная плесень и склеротиниозное выпревание (*Sclerotinia borealis* Bubak & Vleugel.) встречаются на озимой пшенице постоянно, а в годы эпифитотий приводят к значительным потерям урожая. Корни и стебли пшеницы поражают корневые гнили фузариозной (*Fusarium* spp.) и гельминтоспориозной [*Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker] природы, прикорневые и стеблевые гнили – офиоболезная [*Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) var. *tritici* J. Walker], церкоспореллезная [*Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron) Deighton], ризоктониозная (*Rhizoctonia* spp.) и ги-

беллинозная (*Gibellina cerealis* Pass.). Широко распространены и вредоносны на яровой и озимой пшенице мучнистая роса *Blumeria graminis* (DC.) Speer f. sp. *tritici* Marchal, бурая (*Puccinia triticina* Eriks.), желтая (*Puccinia striiformis* Westend) и стеблевая (*P. graminis* Pers.:Pers. f. sp. *tritici* Eriks. & E. Henn.) ржавчины, септориоз листьев и колоса (*Septoria tritici* Roberge, *Septoria nodorum* Berk.), пиренофороз [*Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechs.], темно-бурая (гельминтоспориозная) пятнистость листьев

и колоса [*B. sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker], фузариоз колоса (*F. graminearum* Schwabe) [Захаренко и др. 2003; Левитин, Тютерева, 2003; Санин и др., 2006; Долженко и др., 2011].

В 2013–2014 гг. распространение и развитие основных болезней на озимых и яровых зерновых колосовых культурах в РФ существенно не отличалось от среднего многолетнего уровня (табл. 1) [ФГБУ «Россельхозцентр», Говоров, Живых и др., 2015].

Таблица 1. Площади посевов озимых и яровых зерновых культур, пораженные болезнями в РФ 2013–2014 гг. (По данным ФГБУ «Россельхозцентр, Говоров, Живых и др., 2015)

Болезнь	Площадь распространения болезней, тысяч га			
	2013		2014	
	Всего	В том числе, выше ЭПВ*	Всего	В том числе, выше ЭПВ*
Снежная плесень	502.2–	31.2–	391.8–	24.9–
Тифулёз	32.4–	–	10.1–	–
Склеротиниоз	77.7–	–	14.2–	–
Корневые гнили	1394.1–858.3	705.8–67.5	1604.2–776.0	906.1–48.7
Мучнистая роса	2077.2–517.8	1305.6–	3104.1–589.0	1760.0–169.4
Бурая ржавчина	1781.5–564.4	1723.0–172.5	1033.7–521.6	382.6–147.6
Септориоз	2516.2–824.3	1715.6–211.2	2334.3–793.2	953.7–235.1
Пиренофороз	1814.0–8.4	1420.2–0.9	1942.8–10.9	529.3–7.8
Гельминтоспориоз	359.8–1041.2	175.8–395.5	394.6–1164.9	149.3–282.3
Фузариоз колоса	127.6–100.8	–	816.5–91.2	–
Твёрдая и пыльная головня	32.1–134.3	–	33.5–137.8	0.07–4.2

\*ЭПВ – экономический порог вредоносности; левый ряд озимые, правый – яровые

В 2014 году болезни озимых зерновых культур были выявлены на площади 7.3 млн га (в 2013 г. – 6.8 млн га), с развитием выше экономического порога вредоносности на 3.5 млн га (в 2013 г. – 3.5 млн га). Известно, что в РФ озимая и яровая пшеница возделываются в трех почвенно-климатических зонах с широкой амплитудой агроэкологических условий, существенно различающихся по сумме эффективных температур выше 10 °С, составу и коэффициенту увлажнения почв, поэтому представленность и вредоносность отдельных видов возбудителей в различных регионах различны. Во всех регионах к потенциально наиболее опасным болезням пшеницы относятся твердая (*T. caries*, *T. laevis*) и пыльная (*U. tritici*) головня, способная при неограниченном развитии в отсутствие обработки семян протравителями полностью уничтожить урожай. Головня встречается преимущественно на посевах, где высевались непротравленные семена.

Пыльная головня встречается во всех регионах, распространена по всей территории, главным образом на мягких яровых пшеницах. При сильном развитии потери урожая могут достигать 90% и более. Стеблевая головня пшеницы очагами встречается в Ставропольском, Краснодарском краях и в Крыму. Распространение карликовой головни также имеет очаговый характер, в основном, в возвышенных предгорных районах Северного Кавказа. Поражает озимую пшеницу, на яровой, болезнь не зарегистрирована. В целом в РФ головневые заболевания сегодня не представляют большой опасности для урожая зерновых культур, так как качественное протравливание семенного материала стало фактически повсеместным и обязательным приемом при их выращивании. Распространение болезней из фитопатогенного комплекса пшеницы определяется преимущественно климатическими особенностями региона, развитие – уровнем восприимчивости сорта. Так,

по данным ВНИИФ и ВИЗР, в Южном и Северо-Кавказском федеральном округах (ФО) наиболее вредоносны бурая и желтая ржавчина пшеницы, пиренофороз, септориоз листьев и колоса; в Центрально-Черноземном ФО – мучнистая роса, септориозы листьев и колоса, бурая ржавчина, корневые гнили; в Центральном ФО – септориоз листьев и колоса, бурая ржавчина, снежная плесень, гельминтоспориозные пятнистости, в Поволжском и Уральском ФО – бурая и стеблевая ржавчины, корневые гнили, головня, септориоз, в Волго-Вятском ФО – бурая и стеблевая ржавчины, снежная плесень, септориоз, корневые гнили. Частота эпифитотий, в результате которых потери урожая пшеницы превышали 20%, в Северо-Кавказском ФО составляла 5–6 лет из 10, в Центральном, Приволжском, Волго-Вятском ФО – 3–4 года; Уральском ФО – 2–3 года из 10. Наиболее часты эпифитотии бурой ржавчины и септориоза [Sanin et al., 2006].

Для эффективной защиты от болезней пшеницы сформирован и рекомендован для применения ассортимент протравителей семян и фунгицидов, позволяющий защитить урожай практически от всех болезней, даже в условиях их эпифитотийного развития [Государственный каталог химических средств защиты растений, разрешенных для применения в РФ, 2014]. При выборе протравителей семян необходимо руководствоваться тем, что наиболее вредоносными болезнями пшеницы являются твердая и пыльная головня, распространение которых без протравливания семян начинает быстро нарастать. Как уже отмечено выше, из-за крайне высокой вредоносности всех видов головни борьба с этими заболеваниями должна проводиться профилактически, поэтому протравливание семян противоголовневыми препаратами в РФ является обязательным приемом защиты пшеницы.

Против твердой головни в «Каталоге» много протравителей с биологической эффективностью 98–100%. Большинство из них содержат тебуконазол, действующее вещество из химического класса триазолов – ингибиторов синтеза стероидов в клетках грибов. В число этих протравителей входят раксил, к.с., препарат фирмы Байер Кроп Сайенс, отечественные препараты тебу 60, м.э. и террасил, к.с., препараты из Беларуси – ранчо, к.с. и старт, к.с., китайский протравитель агриксил, к.с. У всех перечисленных препаратов действующим веществом является тебуконазол в концентрации 60 г/л. Протравитель раксил ультра, к.с. фирмы Байер Кроп Сайенс содержит в качестве д.в. тебуконазол в 2 раза более высокой концентрации – 120 г/л, но рекомендуется к применению с нормой расхода в 2 раза меньшей.

Все эти препараты эффективны также и против пыльной головни, борьба с которой затруднена тем, что ее возбудитель находится внутри семени в отличие от поверхностной инфекции твердой головни. Наиболее эффективен против пыльной головни среди перечисленных препаратов раксил ультра, к.с., который в норме 0.2–0.25 л/т практически полностью подавляет развитие головневых болезней. Раксил ультра распространяется по тканям проростка, защищая всходы от семенной и почвенной инфекции. Он эффективен также и против карликовой и стеблевой головни. Особенностью препарата Раксил ультра является наличие ретардантного действия – укорочение длины, темно-зеленая окраска побегов при более развитой, чем у необработанных растений, корневой системе, что типично для препаратов, содержащих триазолы. Он защищает проростки и всходы от гельминтоспориоза с эффективностью 50–70% (учет в фазу кущения).

Все препараты на основе тебуконазола действуют также против корневых гнилей и снежной плесени, но с меньшей эффективностью, чем против головни. Применение протравителей на основе смеси тебуконазола с другими фунгицидами делает защиту семени более надежной и продолжительной, обеспечивает подавление инфекции не только в фазе всходов, но и на последующих стадиях развития озимых культур. К числу таких протравителей относятся препараты фирмы Байер Кроп Сайенс ламадор, к.с. (д.в. протиоконазол, 250 г/л + тебуконазол, 150 г/л), отечественные препараты – скарлет, м.э., фирмы Щелково Агрохим (д.в. тебуконазол, 60 г/л + имазалил, 100 г/л) и виал-ТТ, в.с.к., ЗАО Август (д.в. тебуконазол, 60 г/л + тиabendазол, 80 г/л), протравители сертикор, к.с., фирмы Сингента Кроп Протекшн АГ, (д.в. тебуконазол, 30 г/л + мефеноксам, 20 г/л), ориус универсал, т.к.с., фирмы ADAMA Registrations B.V., Нидерланды. (д.в. тебуконазол, 15 г/л + прохлораз, 60 г/л), сангар, в.р.к., фирмы ИП Инкраслав. Беларусь (тебуконазол, 60 г/л + полигексаметиленгуанидин гидрохлорид). Все они высоко эффективны против твердой головни, в меньшей степени – против пыльной головни, плесневения семян, против инфекции корневых гнилей имеют более длительное действие, чем препараты на основе только тебуконазола. Ориус универсал интересен тем, что в дозе 2 л/т эффективен против снежной плесени при ее эпифитотийном развитии. Виал ТТ, кроме головни, действует против ранней инфекции септориоза. Ламадор, к.с. (протиоконазол, 250 г/л + тебуконазол, 150 г/л) в дозе 0.15–0.175 л/т эффективен против пыльной и

твердой головни (100%), корневых и прикорневых гнилей, фузариозной снежной плесени, плесневения семян, листовых пятнистостей на всходах. Второй компонент смеси протиоконазол – соединение из класса триазолинтионов, стимулирует рост проростков. Возбудитель септориоза листьев обладает продолжительным латентным периодом развития, поэтому обработка семян ламадором подавляет раннюю инфекцию септориоза.

Тройные смеси, содержащие тебуконазол и фунгициды других химических классов, сочетают эффективность против головни с более эффективным и длительным действием на корневые гнили, спорынью, плесневение семян, раннюю инфекцию септориоза. К ним относится ламадор про, к.с. фирмы Байер Кроп Сайенс (д.в. протиоконазол, 100 г/л + тебуконазол, 60 г/л + флуопирам, 20 г/л), два препарата ЗАО Щелково Агрохим – бенефис, м.э. (имазалил, 50 г/л + металаксил, 40 г/л + тебуконазол, 30 г/л) и поларис, м.э. (прохлораз, 100 г/л + имазалил, 25 г/л + тебуконазол, 15 г/л). Два рекомендованных протравителя содержат в качестве действующих веществ тройную смесь, включающую тебуконазол, 60 г/л, имазалил, 125 г/л и тиabendазол, 80 г/л. Это антал, т.к.с. ООО Нертус, Украина и клад, к.с. ООО Агро Эксперт Групп, Россия.

Сохраняют значимость смесевые препараты, содержащие карбоксин – витавакс 200 ФФ, в.с.к. (карбоксин, 170 г/л + тирам 170 г/л) фирмы Кромптон Юнироял Кемикал, Великобритания, и витарос, в.с.к. (карбоксин, 198 г/л + тирам, 198 г/л) ЗАО Август. Они эффективны на озимой и яровой пшенице не только против твердой, но и против пыльной головни, корневых гнилей, снежной плесени, спорыньи, септориоза, раннего проявления мучнистой росы. Однако у них высокая норма расхода 2–2.5 л/т семян. В то же время новый протравитель корриолис, к.с. (д.в. триконоазол, 200 г/л) фирмы БАСФ Агро Б.В., Швейцария, эффективен на яровой и озимой пшенице против корневых гнилей, твердой и пыльной головни, спорыньи, мучнистой росы, септориоза, снежной плесени, плесневения семян в дозе всего 0.19 л/т. Как известно, эффективность протравителей против корневых гнилей не превышает 60%. В последние годы в РФ прошли испытания и были рекомендованы для применения протравители, более эффективные против корневых гнилей, чем старые препараты. Это протравители семян пшеницы на основе флудиоксонила и его смеси с стробилуринами и триазолами – максим форте, к.с. (д.в. флудиоксонил, 25 г/л + азоксистробин, 10 г/л + тебуконазол, 15 г/л) и максим стар, к.с. д.в. флудиоксонил, 18.7 г/л + ципроконазол, 6.25 г/л), оба препарата фирмы Сингента Кроп Протекшн АГ, Швейцария. Они сочетают эффективность против твердой головни с хорошей защитой растений от корневых гнилей. На озимой пшенице повышается количество перезимовавших растений (при сравнении с другими препаратами в прочих равных условиях).

Комбинированные протравители семян пшеницы включают, кроме смеси фунгицидов, содержащей флудиоксонил и триазолы, инсектицид, действующий против злаковых мух и проволочников. Это сценик комби, к.с. (д.в. клотианидин, 250 г/л + флуоксастробин, 37.5 г/л + протиоконазол, 37.5 г/л + тебуконазол, 5 г/л), фирмы Байер Кроп Сайенс, 1.25–1.5 л/т и селест топ, к.с. (д.в. тиметоксам, 262.5 г/л + дифенокназол, 25 г/л + флудиоксонил, 25

г/л) фирмы Сингента Кроп Протекшн АГ. Они рекомендованы на озимой пшенице против снежной плесени, корневых гнилей, твердой головни, плесневения семян, проводочников, злаковых мух.

Новые протравители семян пшеницы баритон, к.с. фирмы Байер Кроп Сайенс и иншур перформ, к.с., фирмы БАСФ Агро Б.В., Швейцария к.с. содержат в качестве действующих веществ смесь триазола и стробилурина. Баритон (протиокконазол, 37.5 г/л + флуоксастробин, 37.5 г/л) в дозе 1.25–1.5 кг/т на озимой и яровой пшенице рекомендован против корневых гнилей, снежной плесени, плесневения семян, твердой головни, мучнистой росы, спорыньи. Иншур перформ, к.с. (д.в. триаконазол, 80 г/л + пираклостробин, 40 г/л) применяют на озимой и яровой пшенице против корневых гнилей, снежной плесени, плесневения семян. Против церкоспореллезной корневой гнили действует новый протравитель фирмы БАСФ Агро Б.В., Швейцария – кинто Дуо, т.к. (д.в. триаконазол, 20 г/л + прохлораз, 60 г/л). Он рекомендован в дозе 2–2.5 л/т на яровой и озимой пшенице против корневых гнилей, твердой и пыльной головни, септориоза, мучнистой росы. Он интересен также тем, что действует против снежной плесени на озимой пшенице при ее эпифитотийном развитии. Для защиты пшеницы от бурой ржавчины, мучнистой росы, септориоза листьев и колоса все еще широко применяют препараты с одним действующим веществом класса триазолов (тилт, к.э., и его аналоги отечественного производства – титан, атлант, профикс, тимус, пеон, пропи плюс, профи, пропи шанс, скиф, прогноз, у всех д.в. – пропиконазол, 250 г/л, фоликур, к.э., – д.в. тебуконазол, 250 г/л, алькор, к.с., и рекрут у обоих д.в. ципроконазол, 400 г/л, импакт, к.с. – д.в. флутриафол, 250 г/л, байлетон – д.в. флутриафол, 250 г/л, или смесью двух триазолов в качестве д.в. (титул дуо, к.к.р., колосаль про, к.м.э., у обоих д.в. – пропиконазол + тебуконазол, 300 + 200 г/л, альто супер, к.э., альто турбо, к.э. – у обоих д.в. пропиконазол + ципроконазол, прозаро, к.э. – д.в. протиокконазол + тебуконазол, 125 + 125 г/л, импакт супер, к.с., д.в. – тебуконазол + флутриафол, 225 + 75 г/л).

Трехкомпонентный фунгицид на основе смеси морфолина и триазолов фалькон, к.э. (д.в. спироksamин, 250 г/л + тебуконазол, 167 г/л + триадименол, 43 г/л) в норме расхода 0.6 л/га проявляет профилактическое, лечебное и искореняющее действие против ржавчины, мучнистой росы, ринхоспориоза, септориоза, ломкости стеблей (*Ps. herpotrichoides*), темно-бурой пятнистости листьев (*B. sorokiniana*). Спиросамин проникает в растение в течение 2–4 часов с момента обработки. Длительность защитного действия 30 суток и более.

Однако наиболее современные и эффективные препараты против болезней листьев и стеблей пшеницы в качестве действующих веществ содержат двойные и тройные смеси триазолов и стробилуринов (ингибиторов дыхания в клетках грибов). Стробилурины очень эффективны, если применяются профилактически, т.к. у них системная активность и лечебное действие выражены слабее, чем у триазолов, а триазолы высоко эффективны против раннесезонной грибной инфекции, т.к. сочетают лечебное и профилактическое действие. К ним относятся двухкомпонентные смеси стробилурина и триазола – амистар экстра, с.к. (д.в. азоксистробин + ципроконазол,

200 + 80 г/л) фирмы Сингента Кроп Протекшн АГ, и его аналог – аканто плюс, к.с., рекомендованные на яровой и озимой пшенице в дозе 0.5–1 л/га против бурой и стеблевой ржавчины, септориоза листьев и колоса, мучнистой росы, пиренофороза; абакус, с.э и его аналог абакус ультра (д.в. пираклостробин + эпоксиконазол, 62.5 + 62.5 г/л) эффективны против мучнистой росы, бурой и стеблевой ржавчины, септориоза листьев и колоса, пиренофороза, темно-бурой пятнистости, спирт, с.к., (д.в. азоксистробин + эпоксиконазол, 240 + 160 г/л), в дозе 0.5–0.6 л/га эффективен против мучнистой росы, бурой и стеблевой ржавчины, септориоза листьев и колоса, пиренофороза. Трехкомпонентный препарат амистар трио, к.э. на основе смеси двух триазолов и стробилурина – (д.в. пропиконазол + азоксистробин + ципроконазол, 125 + 100 + 30 г/л) применяется на яровой и озимой пшенице против бурой желтой и стеблевой ржавчины, септориоза, мучнистой росы, пиренофороза. Особый интерес представляет новое поколение фунгицидов на основе смеси ингибиторов фермента сукцинатдегидрогеназы – ключевого фермента, контролирующего дыхание в клетках грибов, и триазолов. Первое поколение ингибиторов сукцинатдегидрогеназы в клетках грибов – оксагин-карбоксамиды впервые поступили на рынок в 1970 году. К их числу относится хорошо известный в нашей стране фунгицид карбоксин, действующее вещество препарата витавакс, обладающий высокой эффективностью против твердой и пыльной головни на пшенице. Фунгициды – ингибиторы фермента сукцинатдегидрогеназы происходят из разных химических групп и в зависимости от хозяина и патогена имеют защитное, трансламинарное или системное действие. Они включают соединения 7 химических классов – фенилбензамиды, пиридинил этилбензамиды, а также фуран-, оксагин-, триазол-, пиразол- и пиразол карбоксамиды. На базе этих фунгицидов в настоящее время фирмами Байер Кроп Сайенс и Сингента Кроп Протекшн разработаны новые молекулы с большей активностью, которые уже начинают поступать на рынок (бикафен, флуксапироксад, изопиразам, пентиопирад, седаксам). Появление второго поколения фунгицидов – ингибиторов фермента сукцинатдегидрогеназы в клетках грибов сравнивают по значимости с введением на рынок стробилуринов. Действующие вещества нового поколения ингибиторов сукцинатдегидрогеназы имеют две циклические структуры. Технология двойного связывания, во-первых, с грибом, что повышает его эффективность как ингибитора определенных мишеней в грибе и, во-вторых, с восковым слоем листьев, что повышает устойчивость к смыванию дождем, стряхиванию ветром и разложению солнечным светом. Все это обуславливает их более высокую полевую эффективность по сравнению с первым поколением карбоксамидов. Смесевые препараты, содержащие новое поколение фунгицидов – ингибиторов сукцинатдегидрогеназы в клетках грибов с триазолами, самые эффективные фунгициды для обработки растений пшеницы в период вегетации. К ним относится сегулис, содержащий в качестве действующего вещества изопиразам и триазол эпоксиконазол. Его применение в баковой смеси с Браво – лучший препарат для обработки растений в фазу появления флаг-листа (фаза Т2). Более длительное защитное действие, сочетание трех лучших против септориоза фунгицидов из трех групп. Более эффективная

защита от болезней является основным преимуществом нового поколения фунгицидов.

Против **фузариоза колоса** в «Каталоге пестицидов» рекомендовано более 25 препаратов, в том числе препараты на основе только одного действующего вещества из класса триазолов – тебуконазола: фоликур, к.э. (д.в., тебуконазол, 250 г/л) фирмы Байер Кроп Сайенс, ципроконазол – алькор, к.с. (д.в. ципроконазол, 400 г/л), 0.2 л/га и его аналоги рекрут, к.с. и цимус – оба препарата имеют в качестве д.в. ципроконазол в количестве 400 г/л. Препараты на основе триазола флутриафола – импакт, с.к. (д.в. флутриафол, 250 г/л), расход против фузариоза – 0.5 л/га, фирмы Кеминова ФС, и его аналоги разных отечественных фирм – страйк, к.с., скальпель, к.с., инплант, к.с., триафол к.с., флуплант, к.с. – все содержат 250 г/л д.в. флутриафола и рекомендованы в норме расхода 0.5 л/га. В «Каталоге...», (2014) против фузариоза колоса пшеницы рекомендованы смесевые препараты, содержащие в качестве д.в. два триазола – титул дуо, к.к.р. (д.в. пропиконазол + тебуконазол, 200 + 200 г/л) в дозе 0.3 л/га, прозаро, к.э. (д.в. протиоконазол + тебуконазол, 125 + 125 г/л) с расходом 1 л/га, форус, к.э. (д.в. тебуконазол + триадимефон, 125 + 100 г/л) в дозе 1.25 л/га, ракурс, с.к. (д.в. эпоксиконазол + ципроконазол, 240 + 160 г/л). 0.4 л/га, импакт-супер, к.с. (д.в. тебуконазол + флутриафол, 225 + 75 г/л), 0.9 л/га. Смесевые препараты, содержащие в качестве д.в. смесь стробилурина и триазола – амистар экстрэ, с.к. (д.в. азоксистробин + ципроконазол, 200 + 80 г/л) фирмы Сингента, рекомендованный в дозе 0.75–1 л/га, аканто плюс, к.с. (д.в. пикоксистробин + ципроконазол, 200 + 80 г/л), 0.6 л/га, спирт, с.к. (д.в. азоксистробин + эпоксиконазол, 240 + 160 г/л), 0.7 л/га. Рекомендуются также тройные смеси, содержащие два триазола + стробилурин – амистар трио, к.э. (д.в. пропиконазол + азоксистробин + ципроконазол, 125 + 100 + 30 г/л); тройные смеси, содержащие морфолин и два фунгицида из класса триазолов – фалькон, к.э. (д.в. спироksamин + тебуконазол + триадименон, 250 + 167 + 43 г/л) и ламантин, к.э. (д.в. спироksamин + тебуконазол + триадименон, 250 + 167 + 43 г/л). Оптимальными фазами развития растений пшеницы для применения всех вышеперечисленных фунгицидов против фузариоза колоса являются конец колошения – начало цветения. Эффективность фунгицидов против фузариоза колоса в настоящее время составляет 40–60% [Гришечкина, 2012].

**Сочетание факторов, формирующих урожайность растений и снижающих потери от болезней.** Многолетними исследованиями лаборатории фитотоксикологии ВИЗР доказано, что наибольшее положительное влияние на урожайность с-х культур и качество оказывает только совместное применение средств защиты растений и расчетных доз минеральных удобрений. Без применения удобрений при низкой урожайности защита с-х культур от болезней с помощью фунгицидов экономически не выгодна, т.к. затраты на обработку превышают стоимость сохраненного урожая при его высокой себестоимости. Применение одного из элементов, контролируемых урожай, не дает оптимального эффекта, а именно, даже целенаправленная борьба с болезнями незначительно повышает урожай и фактически является нерентабельной. **Удобрения в условиях энифитотий также не компенсируют затраты.** Только комплексное применение удобрений и средств за-

щиты растений обеспечивает высокую прибавку урожая и высокую рентабельность. В условиях Нечерноземной зоны совместно с ВИУА на озимой пшенице было изучено влияние уровня азотного питания в сочетании с фунгицидными, инсектицидными и гербицидными обработками на урожай и качество зерна (содержание белка, клейковины, активности амилаз в зерне) (табл. 2). Опыты проводили на пшенице сорта Мироновская 808, выращенной по вико-овсу или по клеверу. Перед посевом семена протравливали фундазолом, 2 кг/т или байтаном У, 2 кг/т. На фоне  $P_{90}K_{120}$  в качестве азотного удобрения использовали аммиачную селитру в три срока: осенью, в начале весенней вегетации и в период образования второго узла. В фазу цветения проводили подкормку растений мочевиной. Для борьбы с сорняками в фазу начала выхода в трубку применяли гербициды в виде смеси мекопропа с аминной солью 2.4-Д. Обработку посевов фунгицидами байлетоном (25% с.п.) или тилтом (25% к.э.) проводили в фазы начала выхода растений в трубку и колошения.

Таблица 2. Результаты многофакторного опыта по изучению влияния различного уровня минерального питания и химических средств защиты на урожайность и качество зерна озимой пшеницы сорта Мироновская 808. (Московская обл., средние данные за 3 года)

№ п/п	Варианты опыта				Урожайность, ц/га	Содержание, %		Показатель числа падения (ед. прибора)
	А	Г	Ф	И		Белка	Сырой клейковины	
1	0	0	0	0	18.6	9.7	24.7	203
2	0	0	2	0	44.4	10.2	25.0	196
3	0	2	2	2	45.4	10.3	27.3	192
4	1	1	1	1	53.0	11.4	28.9	226
5	1	2	2	2	61.6	11.5	31.4	253
6	1	1	3	1	52.7	11.1	28.9	232
7	2	0	0	0	49.0	12.7	34.9	288
8	2	2	0	2	53.9	–	–	–
9	2	0	2	0	63.8	–	–	–
10	2	2	2	2	63.0	13.2	35.1	246
11	3	1	1	1	58.1	13.9	36.9	250
12	3	2	2	2	64.4	14.3	38.6	317
13	3	3	3	3	64.9	14.5	38.2	250
НСР <sub>05</sub>						0.06	1.9	

Примечание: А – азотные удобрения. Г – гербициды. Ф – фунгициды, И – инсектициды. Дозы: 0 – отсутствие фактора химизации, 1 – минимальная, 2 – средняя, 3 – максимальная. 1 – минимальная доза: азот – 50–60 кг д.в./га, фунгицид (тилт) – 0.075 кг д.в./га., инсектицид (волатон) – 0.4 кг д.в./га; гербицид (М4ХП + 2,4 ДА) – 0.3+0.75 кг д.в./га; 2 – средняя доза: азот 100–120 кг д.в./га, фунгицид (тилт) – 0.1 кг д.в./га, инсектицид (волатон) – 0.6 кг д.в./га; гербицид (М4ХП + 2,4 ДА) 0.6+1.5 кг д.в./га; 3 – максимальная доза: азот – 150–180 кг д.в./га, фунгицид (тилт) – 0.125 кг д.в./га., инсектицид (волатон) – 0.8 кг д.в./га; гербицид (М4ХП + 2,4 ДА) – 0.9+ 2.25 кг д.в./га;

Результаты многолетних опытов показали, что из всех факторов интенсификации (удобрения, гербициды, фунгициды, инсектициды) ведущими для этого региона является уровень минерального питания, особенно азотного на фоне  $P_{90}K_{120}$ , и фунгициды. Так, урожай пшеницы на фоне без удобрений и без применения химических средств защиты составлял 18.6 ц/га при содержании белка в зерне 9.7% и клейковины 24.7%. С повышением уровня азот-

ного питания существенно увеличивается урожай, количество белка и клейковины в зерне. Например, на фоне азота 100–120 кг/га по д.в. без применения пестицидов урожай повысился на 30.4 ц/га, содержание белка на 3.0%, а клейковины – на 10.2%. Двукратная обработка посевов пшеницы фунгицидами (байлетон, тилт) на этом фоне обеспечила сохранность 21 ц/га урожая зерна. При использовании азота в оптимальной дозе фунгициды (байлетон или тилт) обеспечили 90%-ю эффективность в защите от септориоза листьев и колоса при однократном применении.

Применяемый на фоне двойной нормы азота (при дробном внесении) блок химической защиты в средних дозах позволил получить более высокую урожайность, улучшить показатели качества зерна и обеспечить высокую биологическую эффективность обработок. Такая закономерность проявилась независимо от предшественника и года выращивания культуры. Прибавка урожая в данном варианте опыта составила в среднем за 3 года более 25 ц/га при содержании клейковины 34–40% и белка 13.2–14.5%. Внесение тройной нормы азота (150–180 кг/

га) и использование химических препаратов в различных дозах не оказало заметного влияния на урожай в сравнении с двукратной нормой, однако качество зерна несколько улучшилось. Исследованиями установлено, что под действием различного уровня азота в сочетании с пестицидами качество клейковины не ухудшается. По всем вариантам опыта в течение ряда лет качество ее соответствовало первой группе. Наибольшее повышение урожайности и технологических свойств зерна с (содержание белка до 14% и клейковины свыше 34%) можно получить лишь при комплексном использовании оптимальных доз удобрений (азота 100–120 кг/га, дробно, на фоне  $P_{90}K_{120}$ ) и пестицидов, особенно фунгицидов. Таким образом, ведущими факторами повышения урожайности и качества зерна пшеницы являются уровень минерального питания, в основном азотного, и фунгициды. Аналогичные результаты по влиянию сочетания минеральных удобрений и средств защиты растений на возбудителей болезней и продуктивность яровой пшеницы были получены в условиях Верхневолжья (Ивановская область) (табл. 3).

Таблица 3. Влияние комплексного применения средств защиты растений и минеральных удобрений на эффективность защиты яровой пшеницы от болезней и урожай зерна (средние данные за 2009–2011 гг.)

Вариант опыта	Биологическая эффективность, %*			Количество растений к уборке, шт./м <sup>2</sup>	Число колосьев на 1 растение, шт.	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, ц/га
	Бурая ржавчина	Септориоз листьев	колоса					
Контроль**	–	–	–	366.0	1.0	13.2	23.4	10.3
НРК	–	–	–	379.1	1.07	25.0	30.2	26.9
НРК+ фитохит-Т, 0.2 кг/т	41.6	10.0	3.3	386.2	1.09	26.6	30.7	29.1
НРК+ винцит форте, 1.2 л/т	42.4	32.0	5.5	385.3	1.07	26.1	30.3	28.2
НРК+тилт, 0.5 л/га	93.5	85.8	61.9	380.9	1.08	26.3	31.7	29.5
НРК+ фитохит-Т + тилт	98.1	91.5	67.4	392.0	1.08	28.0	32.8	32.0
НРК+ винцит форте + тилт	97.0	90.0	65.3	384.4	1.08	27.0	31.9	30.5
НСР <sub>0.05</sub>	1.9	1.3		4.7	0.1	1.5	1.3	1.1

\*Биологическая эффективность рассчитывалась к варианту с внесением минеральных удобрений

\*\*Без удобрений, без обработок фунгицидами

Без применения минеральных удобрений отдача от средств защиты растений невелика (около 1.5–2 ц/га). На фоне азотно-фосфорно-калийных удобрений урожай зерна пшеницы возрастал более чем в 2.5 раза, а сохраненный урожай возрастал до 2.2–5.1 ц/га в зависимости от фунгицида. Дополнительный чистый доход получен только на фоне внесения минеральных удобрений. Применение средств защиты растений без внесения минеральных удобрений нерентабельно. В условиях Верхневолжья доказана более высокая эффективность комплексного применения протравителей семян с расчетной дозой удобрений против таких болезней как гельминтоспориозно-фузариозная корневая гниль и септориоз (биологическая эффективность на 8.3–16.9% выше, чем эффективность средств защиты растений на фоне без внесения минеральных удобрений). Установлено положительное влияние комплексного применения средств защиты растений и расчетной дозы минеральных удобрений на формирование урожая, его структуру и качество зерна пшеницы. Наибольшая прибавка урожая к контролю за все годы получена от совместного применения средств защиты растений и ми-

неральных удобрений в вариантах со схемами: НРК + фунгицид – 19.6 ц/га (в контроле урожайность 10.3 ц/га). Доказана более высокая эффективность расчетной дозы минеральных удобрений при комплексном применении со средствами защиты растений: прибавка урожая от внесения минеральных удобрений составила 9.6 ц/га и 11.1 ц/га, а прибавка от внесения минеральных удобрений + фунгициды составила 13.7 и 16.3 ц/га. Выявлена высокая экономическая эффективность совместного применения фунгицидов и расчетной дозы минеральных удобрений.

Научной основой полученных результатов являются наши исследования по взаимосвязи минерального питания растений и урожаем в зависимости от их пораженности болезнями. Наши исследования и данные литературы свидетельствуют, что азот поглощается в течение всей жизни растений пшеницы, при этом почвы в полевом севообороте могут обеспечивать количество азота, достаточное лишь для формирования примерно половины урожая. Другая половина урожая формируется только при внесении азотных удобрений, которые определяют число побегов и развитие листьев. Современные сорта озимой пшеницы с

потенциальной урожайностью 100 ц/га поглощают около 80 кг/га азота от посева до стадии роста 31 по Задоксу (СР 31) – стеблевание, появление первого междоузлия, и 165 кг/га – от стадии первого междоузлия до цветения. В целом, у разных сортов пшеницы 30% ассимилированного азота поглощается перед появлением первого междоузлия (СР31), 40% – между первым междоузлем и разворачиванием флаг-листа (СР37-39), 20% – между появлением флаг-листа и цветением, остальное медленно поглощается после цветения. Следует подчеркнуть, что основным источником при формировании зерна является азот из белков 4-х верхних листьев, а не поглощаемый в этот период из почвы корнями. Во время налива зерна происходит перераспределение азота в растении, так как белки листьев гидролизуются протеазами и высвободившийся азот перемещается в зерно, где используется на синтез запасного белка. В зерно при этом перераспределяется около 57% азота, а 43% остается в соломе, полове и стерне. Если растения голодают, то прекращают рост значительно раньше и площадь зеленой поверхности у них ниже оптимальной, а значит их продуктивность существенно ниже. Площадь зеленых листьев фактически является основным фактором формирования урожая, и при увеличении индекса поверхности зеленых листьев с 2 до 3 растения поглощают на 15% больше фотосинтетически активной радиации. Достижение оптимального размера зеленой площади листьев к фазе колошения – необходимым фактором получения хорошего урожая. Поскольку число листьев у сортов пшеницы контролируется генетически, увеличение площади зеленой поверхности возможно только за счет повышения коэффициента кущения, увеличения числа стеблей и, в меньшей степени, – увеличения размера листьев. В период колошения-цветения в общую площадь

зеленой поверхности растений пшеницы основной вклад вносят 4 листа, в том числе флаг-лист – 20%, второй лист сверху – 21%, третий лист сверху – 18%, четвертый лист сверху – 14%. Зеленая поверхность стебля в этот период составляет 19% и колоса – 7% от общей зеленой площади растения. В этот период основную роль играет защита растений от листовых болезней – бурой, желтой и стеблевой ржавчины, мучнистой росы, фузариоза листьев и колоса, поражение которыми снижает содержание хлорофилла и фотосинтетическую активность листьев, стеблей и колоса. Применение для защиты растений в стадию формирования флаг-листа фунгицидов, имеющих в качестве действующих веществ смесь триазолов и стробилуринов, таких как амистар-экстра, аканто плюс, спирт, амистар трио, тройные смеси, содержащие морфолин и два фунгицида из класса триазолов – фалькон и ламантин, существенно снижает потерю хлорофилла, увеличивает длительность и площадь фотосинтетически активной поверхности листьев и налива зерновки, это синергетически повышает урожайность. Растения, обработанные фунгицидом авиатор Х рго (д.в. бикасафен), относящегося к новому поколению ингибиторов сукцинатдегидрогеназы, лучше используют азот, имеют большую длину и ширину флаг-листа и более высокое содержание хлорофилла в верхних листьях [Berdugo et al., 2012, 2014]. Фунгициды этого класса повышают длительность периода фотосинтеза флаг-листа до стадии восковой спелости зерна (СР85). Фунгицид изопиразам, относящийся к новому поколению ингибиторов фермента сукцинатдегидрогеназы, в смеси с триазолом эпоксиконазолом увеличивает эффективность фотосинтеза в растениях пшеницы, что приводит (в отсутствие болезней) к возрастанию биомассы на 28% и урожайности зерна на 4% [Ajigboye et al., 2014].

### Заключение

Получение высоких и стабильных урожаев качественного зерна пшеницы возможно только на фоне сбалансированного внесения удобрений под планируемый урожай. Наиболее перспективными фунгицидами для защиты пшеницы от комплекса болезней являются препараты на основе смесей триазолов, стробилуринов и ингибиторов

фермента сукцинатдегидрогеназы в грибах. Кроме высокоэффективной защиты от болезней они проявляют прямое положительное действие на растения, повышают содержание хлорофилла и сохраняют фотосинтетически активную поверхность листьев пшеницы.

### Библиографический список (References)

- Власенко А.Н., Власенко Н.Г., Коротких Н.А. Разработка технологии no-till на черноземе выщелоченном лесостепи Западной Сибири. Земледелие, 2011, N 5, с. 20–22.
- Власенко Н.Г., Слободчиков А.А., Коротких Н.А., Кулагин О.В. Вредители и болезни в посевах яровой пшеницы, выращиваемой по технологии no-till. Вестник защиты растений, 2014, N 3, с. 21–24.
- Говоров Д.Н., Живых А.В. и др. Обзор фитосанитарного состояния посевов с.-х. культур в РФ в 2014 г. и прогноз развития вредных объектов в 2015 г., ФГБУ «Россельхозцентр», М., 2015, 717 с.
- Государственный Каталог химических средств защиты растений, разрешенных для применения в РФ, 2014, М.
- Гришечкина Л.Д. Фунгициды на основе тебуконазола в борьбе с фузариозом колоса хлебных злаков. Зерновое хозяйство России, 2012, N 4, с. 59–64.
- Долженко В.И., Новожилов К.В., Сухорученко Г.И., Тютерев С.Л. Химическая защита растений в фитосанитарном оздоровлении агроэкосистем. Вестник защиты растений, 2011, N 3, с. 3–12.
- Захаренко В.А., Овсянкина А.В., Санин С.С. Карты распространения вредных организмов, патотипов, генов вирулентности возбудителей болезней, фитофагов, энтомопатогенов на территории Российской Федерации. М.: Россельхозакадемия, 2003. 64 с.
- Иванов Л.А. Научное земледелие России: итоги и перспективы. Земледелие, 2014, 3, с. 25–29.
- Кирюшин В.И. Проблема минимизации обработки почвы: перспективы развития и задачи исследований. Земледелие, 2013, 7, с.3–6.
- Кузьмина Н.В., 2012, www.stavaggrolland.ru
- Левитин М.М., Тютерев С.Л. Грибные болезни зерновых культур. Защита и карантин растений, 2003, N 11, с. 53–99.
- Министерство сельского хозяйства РФ. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения, М., 2013, 61 с. [http://www.mcx.ru/documents/file\\_document/v7\\_show/25792.133.htm](http://www.mcx.ru/documents/file_document/v7_show/25792.133.htm)
- Мязин, Н. Г. Агроэкологическое обоснование интенсивного применения агрохимических средств в севооборотах ЦЧЗ. Автореферат дис....доктора с-х. наук, 1994, Воронеж, 44 с.
- Орлова Л.В.; Шакиров Ф.К.; Парвицкий С.А. Инновационные технологии в земледелии: опыт применения, оценка эффективности. Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий, 2009; N 1, с. 19–21:
- Расчет доз удобрений при интенсивной технологии. Вырастим своё., 2013, <http://ogorod-stvo.com/rasteniyevodstvo/-intensivnyye-tekhnologii-vozdelyvaniya-selskokhozyaystvennykh-kultur.html>.
- Тютерев С.Л., Чмелева З.В., Мойса И.И., Дорофеев Б.Ф. Изучение содержания белка и незаменимых аминокислот в зерне видов пшеницы и её диких сородичей Труды по прикл. ботанике, генетике и селекции, 1973, Л., т.52, вып. I, с. 222–248.

- Тютереv С.Л. Неинфекционные болезни растений и меры борьбы с ними. Нива, 2012, 112 с.
- Ajigboye O.O., Murchie E., Ray R.V. Foliar application of isopyrazam and epoxiconazole improves photosystem II efficiency, biomass and yield in winter wheat. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 2014, v. 114, pp 52–60.
- Berdugo, C.A.. Effects of fungicides on physiological parameters and yield formation of wheat assessed by non-invasive sensors. 2014. Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz (INRES)
- Berdugo, C.A., Steiner, U., Dehne, H.-W. Oerke, E.-C. Effect of bixafen on senescence and yield formation of wheat. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 2012, v.104, pp. 171–177.
- de Quadros P.D., Zhalnina K., Davis-Richardson A., Fagen J.R., Drew J. The Effect of Tillage System and Crop Rotation on Soil Microbial Diversity and Composition in a Subtropical Acrisol. *Diversity*, 2012, 4, pp. 375–395.
- Derpsch, R.; Friedrich, T.; Kassam, A.; Hongwen, L. Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits. *Int. J. Agric. Biol. Eng.* 2010, 3, 1–25.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), Agriculture and consumer protection department. Conservation agriculture, 2012. <http://www.fao.org/nr/cgrfa/cthemec/cgrfa-micro-organisms/en/>
- Fierer, N.; Strickland, M.S.; Liptzin, D.; Bradford, M.A.; Cleveland, C.C. Global patterns in belowground communities. *Ecol. Lett.* 2009, v. 12, pp. 1–2.
- Powelson D.S., Stirling C.M., Jat, M.L., Gerard B.G., Palm C.A., Sanchez P.A., Cassman K.G. Limited potential of no-till agriculture for climate change mitigation. *Nature Climate Change*, 2014, n. 4, pp. 678–683.
- Sanin S.S., Nazarova L.N., Ibragimov T.Z., Strizhekozina U.A., Chen X. Disease epidemiology on cereal crops in the European region of Russia. APS/CPS/MSA Joint Meeting, Quebec City, Canada: July 29–August 2, 2006.
- Souza R.C., Cantão M.E., Vasconcelos A.T.R., Nogueira N.A., Hungria M. Soil metagenomics reveals differences under conventional and no-tillage with crop rotation or succession. *Applied Soil Ecology*, 2013, 72, pp. 49–61.

### Translation of Russian References

- Calculation of fertilizer doses at intensive technology. In: Vyrastim Svoyo, 2013. <http://ogorod-stvo.com/rastenyevodstvo/-intensivnyye-tehnologii-vozdelyvaniya-selskokhozyaystvennykh-kultur.html>. (In Russian).
- Dolzhenko V.I., Novozhilov K.V., Sukhoruchenko G.I., Tyuterev S.L. Chemical plant protection in phytosanitary improvement of agroecosystems. *Vestnik zashchity rastenii*, 2011, N 3, p. 3–12. (In Russian).
- Govorov D.N., Zhivikh A.V. (Eds.). Review of phytosanitary condition of agricultural crops in Russian Federation in 2014 and forecast of harmful organism development in 2015. FGBU «Rosselkhoztsentr», Moscow, 2015, 717 p. (In Russian).
- Grishechkina L.D. Fungicides based on tebukonazol in control against ear fusariosis of grain cereals. *Zernovoe khozyaistvo Rossii*, 2012, N 4, p. 59–64. (In Russian).
- Ivanov L.A.. Scientific agriculture in Russia: results and prospects. *Zemledelie*, 2014, N 3, p. 25–29. (In Russian).
- Kiryushin V.I. Problem of minimization of soil treatment: prospects of development and research tasks. *Zemledelie*, 2013, N 7, p. 3–6. (In Russian).
- Kuzminova N.V. In: Agrokhimtsentr “Stavropol’skii”. 2012. [www.stavagroland.ru](http://www.stavagroland.ru). (In Russian).
- Levitin M.M., Tyuterev S.L. Fungal diseases of grain crops. *Zashchita i karantin rastenii*, 2003, N 11, p. 53–99. (In Russian).
- Ministry of Agriculture of Russian Federation. Report on state and use of lands of agricultural purpose. Moscow, 2013, 61 p. [http://www.mcx.ru/documents/file\\_document/v7\\_show/25792.133.htm](http://www.mcx.ru/documents/file_document/v7_show/25792.133.htm). (In Russian).
- Myazin, N. G. Agroecological bases of intensive application of agrochemical means in Central Chernozem crop rotations. DSc Abstract. 1994, Voronezh, 44 p. (In Russian).
- Orlova L.V., Shakirov F.K.; Parvitskii S.A. Innovative technologies in agriculture: experience in application, efficiency assessment. *Ekonomika selskokhozyaystvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii*, 2009; N 1, p. 19–21. (In Russian).
- State Catalogue of chemical means of plant protection allowed for application in Russian Federation *Gosudarstvennyi Katalog khimicheskikh sredstv zashchity rastenii, razreshennykh dlya primeneniya v RF*, 2014, Moscow. (In Russian).
- Tyuterev S.L. Noninfectious plant diseases and measure of their control. *Niva*, 2012, 112 p. (In Russian).
- Tyuterev S.L., Chmeleva Z.V., Moisa I.I., Dorofeev B.F. Studying protein content and irreplaceable amino acids in grain of wheat species and its wild relatives. *Trudy po prikl. botanike, genetike i selektsii*, 1973, Leningrad, vol. 52, N 1, p. 222–248. (In Russian).
- Vlasenko A.N., Vlasenko N.G., Korotkikh N.A. Development of no-till technology on leached chernozems in forest-steppes of Western Siberia. *Zemledelie*, 2011, N 5, p. 20–22. (In Russian).
- Vlasenko N.G., Slobodchikov A.A., Korotkikh N.A., Kulagin O.V. Pests and diseases in crops of spring wheat grown up with no-till technology. *Vestnik zashchity rastenii*, 2014, N 3, p. 21–24. (In Russian).
- Zakharenko V.A., Ovsyankina A.V., Sanin S.S. et al. Maps of distribution of pests, pathotypes, virulent genes of pathogens, phytophages, entomopathogens on the territory of Russian Federation. Moscow: Rosselkhozakademiya, 2003. 64 p. (In Russian).

*Plant Protection News*, 2016, 1(87), p. 5–13

## MATCHING OF YIELD INCREASE FACTORS AND PROTECTION FROM DISEASES AS PREREQUISITE TO RATIONAL WHEAT CULTIVATION IN RUSSIAN FEDERATION

S.L. Tyuterev

*All-Russian Institute of Plant Protection, St. Petersburg, Russia*

Analysis of the main factors generating and saving wheat yield is carried out, including those associated with soil fertility, plant nutrition, plant protection from diseases, agrotechnics and genetic features of varieties. The main reason of low wheat productivity in Russia was shortage of fertilizers put under the culture that resulted in long-term negative balance of nutrients in soils in the majority of grain producing regions. Investigations of many years have shown that the effective and profitable fungicide use for wheat protection from diseases is possible only on the background of the balanced fertilizer application at projected yield.

**Keywords:** wheat; projected yield; plant protection; disease; fungicide; nutrient balance; fertilizer.

### Сведения об авторе

Всероссийский НИИ защиты растений, шоссе Подбельского, 3, 196608 Санкт-Петербург, Пушкин, Российская Федерация  
Тютереv Станислав Леонидович. Ведущий научный сотрудник, доктор биологических наук, профессор  
e-mail: vizrspb@mail133.com

### Information about the author

All-Russian Institute of Plant Protection, Podbelskogo shosse, 3, 196608, St. Petersburg, Pushkin, Russian Federation  
Tyuterev Stanislav Leonidovich, Leading Researcher, DSc in Biology, Professor.  
e-mail: vizrspb@mail133.com