

УДК [633.11«324»:632.913:631.8](470.31)

ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОСЕВОВ И УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ КОМПЛЕКСНОМ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ И ХИМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО РАЙОНА НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ

А.К. ЛИЧКО, Г.И. ВАУЛИНА, Н.М. ЛИЧКО

(Кафедра хранения, переработки и товароведения продукции растениеводства)

В работе показана возможность значительного повышения урожайности озимой пшеницы и окупаемости средств интенсификации земледелия в Центральном Нечерноземье за счет комплексного использования удобрений и химических средств защиты растений (ХСЗР). Изучено влияние комплексного воздействия азотного удобрения и ХСЗР на фитосанитарное состояние посевов, урожайность и структуру урожая. Определены оптимальные дозы азотного удобрения на фоне $P_{60}K_{120}$ и системы защиты растений, которые обеспечивают реализацию генетически обусловленного потенциала урожайности испытываемых сортов при выращивании пшеницы по бобово-злаковому предшественнику.

Ключевые слова: пшеница, урожайность, фитосанитарное состояние, удобрения, пестициды, окупаемость.

Для обеспечения продовольственной безопасности в России ежегодно должно производиться 135 млн т. зерна. Среднедушевое производство зерна в нашей стране в 2004–2007 гг. составило 543–576 кг/чел., тогда как критерием обеспеченности продовольствием является 1 т [1]. Для сравнения, в Канаде его производится около 2,0 т; Дании — 1,9; Австралии — 1,5; США — более 1,2; Франции и Аргентине — около 1,0 т на душу населения. Таким образом, увеличение производства зерна, в т.ч. пшеницы, для нашей страны остается актуальной проблемой. Одним из путей увеличения производства зерна является повышение урожайности.

Пшеница является одной из важнейших зерновых культур, составляющих основу не только продовольственной безопасности отдельных государств, но общемирового продовольственного и кормового баланса. Для стран с высокой долей сельского хозяйства в структуре валового внутреннего продукта, к числу которых традиционно относят Россию, пшеница является ключевым продуктом экспортного назначения и, следовательно, важным составляющим импортно-экспортного баланса государства в целом.

Урожайность яровой и озимой пшеницы в среднем на территории РФ за период с 1992 по 2003 находилась на уровне 1,61–2,43 т/га, в 2004, 2005, 2006 и 2007 гг. составила соответственно 1,98; 1,93; 1,95 и 2,10 т/га. В Центральном районе Нечерноземной зоны урожайность в 2004–2007 гг. колебалась от 1,85 в 2005 г. до 2,33 т/га в 2007 г. [1], т.е. потенциальные возможности сортов остаются нереализованными.

В современных условиях, при ограниченных ресурсах удобрений, их дороговизне, возрастает роль адаптивно-ландшафтного земледелия, его биологизации, интегрированного применения удобрений с агротехническими приемами повышения плодородия почв [2]. Важнейшим фактором биологизации земледелия является использование многолетних бобово-злаковых трав в качестве предшественника, при этом возникает необходимость уточнения отдельных агроприемов, способствующих повышению продуктивности зерна озимой пшеницы в условиях ЦРНЗ. В частности, нуждаются в уточнении дозы азотных удобрений и пути повышения их эффективности.

Целью настоящей работы являлось изучение совместного влияния уровня азотного питания и систем защиты растений на продуктивность озимой пшеницы, выращиваемой по пласту бобово-злаковых трав в условиях ЦРНЗ.

Методика

Исследования проводили на Центральной опытной станции ВНИИА в Барыбино (Московская обл.) и на кафедре хранения, переработки и товароведения продукции растениеводства в период с 2001 по 2010 гг.

Почва опытного участка дерново-подзолистая, тяжелосуглинистая, среднекультуренная. Содержание гумуса в почве — 1,90–2,08%, подвижных форм фосфора и калия (по Кирсанову) соответственно 8,5–20,9 и 12,5–16,5 мг/100 г почвы, сумма поглощенных оснований — 11,5–21 мг-экв/100 г почвы, гидролитическая кислотность — 1,0–2,4 мг-экв/100 г почвы, рН сол. — 5,4–6,3.

Стационарный полевой опыт ЦОС ВНИИА СИ-11/94 заложен на трех полях в 1994–1996 гг. доктором с.-х. наук А.М. Алиевым и доктором с.-х. наук Г.И. Ваулиной. Площадь одного опытного поля составляет 1,15 га (110 м × 105 м) и включает 48 делянок (шестнадцать вариантов в трехкратной повторности). Площадь опытной делянки 168 м² (6 м × 28 м), учетной — 54 м² (2,25 м × 24 м).

Опыт трехфакторный, но в данной работе изучали два фактора: «А» и «В». В качестве фактора «А» изучали 3 дозы азотного удобрения: 45, 90 и 135 кг д.в. на 1 га пашни; в качестве фактора «В» — 3 системы защиты растений: минимальная (В₁), интегрированная (В₂) и стандартная (В₃).

Минимальная система защиты предусматривает предпосевное протравливание семян (препарат байтан-универсал в дозе 2 кг/т) и однократное применение гербицидов в начале фазы выхода в трубку (препарат диален против однолетних сорняков в дозе 1,2 л/га и лонтрел против однолетних и многолетних двудольных сорняков в дозе 0,3 л/га).

Интегрированная система защиты растений предусматривала применение ХСЗР на основании экономических порогов вредоносности и включала: предпосевное протравливание семян — препарат байтан-универсал (2 кг/т); обработку баковой смесью пестицидов в начале фазы выхода в трубку — гербициды диален (1,2 л/га) и лонтрел (0,3 л/га), фунгицид тилт (0,5 л/га), ретарданты ЦеЦеЦе (3,5 л/га) и кампозан

(1,5 л/га); повторную обработку фунгицидом тилт (0,5 л/га) в фазу колошения–начала цветения.

Стандартная (рекомендованная) система защиты растений включала: предпосевное протравливание семян (препарат байтан-универсал, 2 кг/т); обработку баковой смесью пестицидов в начале фазы выхода в трубку: гербициды диален (1,2 л/га) и лонтрел (0,3 л/га), фунгицид тилт (0,5 л/га), ретардант ЦеЦеЦе (3,5 л/га).

В качестве контроля был вариант без удобрений (N_0) и без систем защиты растений (B_0). Во всех вариантах опыта в качестве фона применяли фосфорно-калийные удобрения в дозе $P_{60}K_{120}$. Вносили двойной суперфосфат и хлористый калий однократно под предпосевную культивацию. В опыте вносили навоз дважды за ротацию севооборота (под викоовсяную смесь и кукурузу в дозах по 30 т/га).

Озимую пшеницу во все годы исследований выращивали по пласту бобово-злаковых трав второго года пользования в 2001–2003 гг. (2-я ротация севооборота) и в 2007–2009 гг. (3-я ротация севооборота). Уборку многолетних трав проводили за 1–1,5 мес. до посева пшеницы. После уборки предшественника проводили лущение стерни и спустя 8–10 дней — вспашку на глубину 20–22 см трактором ДТ 75 М + ПЛН -5-35 или Т-150 + ПЛН -5-35. За 5–10 дней до посева озимых участков бороновали при помощи агрегата ДТ-75 М или МТЗ-82 + 8БЗСС-1, после чего участок разбивали на делянки, вносили удобрения ($N_{30}P_{60}K_{120}$) в соответствии со схемой опыта и заделывали их в почву на глубину 10–12 см тяжелой дисковой бороной в агрегате с трактором Т-150. Непосредственно перед посевом озимой пшеницы проводили культивацию — выравнивание почвы в 1–2 следа агрегатом Т-150 + РВК-3,6.

Посев производили в агротехнические сроки. Норма высева — 6,5–7,0 млн всхожих зерен или 280–300 кг/га в зависимости от массы 1000 зерен посевного материала. Глубина заделки семян — 4–5 см, посев узкорядный. Для посева использовали семена переходящего фонда 1-й репродукции. На делянках блоков B_1 , B_2 и B_3 посев проводили семенами, предварительно протравленными препаратом байтан-универсал из расчета 2 кг/т. Согласно схеме опыта на делянках блока B_0 посев проводили непротравленными семенами.

С осени согласно схеме опыта фосфорные и калийные удобрения вносили фонном, а азотные в дозе N_{30} во всех вариантах, кроме N_0 . Весной вносили оставшуюся часть дозы азота в фазу начала выхода в трубку. В качестве азотного удобрения использовали аммиачную селитру.

В фазу начала выхода в трубку в блоке B_1 проводили однократную обработку гербицидами, в блоках B_2 и B_3 — обработку баковой смесью пестицидов. Делянки с интегрированной системой защиты растений (B_2) в фазу колошения-цветения обрабатывали второй раз фунгицидом тилт (доза 0,5 л/га). Перед обработкой растений пшеницы ХСЗР производили учет засоренности посевов и оценку пораженности растений болезнями.

В фазу молочно-восковой спелости проводили отбор растений для определения пораженности растений болезнями.

Уборку урожая проводили в фазу полной спелости зерна в конце июля — начале августа, в 2003 г. из-за сильных дождей — в сентябре.

Материалом для исследований в опыте в 2001–2003 гг. служил сорт озимой пшеницы Полесская безостая, в 2007–2009 гг. — сорт сильной озимой пшеницы Московская 39.

Определение засоренности посевов, распространения и развития болезней проводили по методике ВИЗР.

Для количественно-вещного учета засоренности на каждой опытной делянке накладывали деревянные рамки размером 0,5 м × 0,5 м (площадь рамки 0,25 м²) с последующим определением количества сорных растений (шт/м²), а также их массы в воздушно-сухом состоянии с группировкой по характеру жизненного цикла.

Для определения фитосанитарного состояния посевов в течение вегетации растений озимой пшеницы отбирали на каждой опытной делянке по диагонали по 10 растений с последующим выявлением болезней листьев, колоса, корневой системы. Проводили балльную глазомерную оценку степени полегания посевов.

Определение структуры урожая проводили на основании сноповых образцов, отобранных с площади 1 м² (в четырех местах опытной делянки площадью 0,25 м²) за один-два дня до начала уборки. В снопе подсчитывали число растений, стеблей, в т.ч. продуктивных. У 25 растений, отобранных методом средней пробы из снопового образца, измеряли высоту, определяли количество колосков в колосе, количество и массу зерен в колосе.

Биологическую урожайность озимой пшеницы рассчитывали на основе определения массы зерна и соломы с 1 м² путем взвешивания вымолоченного зерна из снопового образца с последующим определением массы соломы как разности общей массы снопового образца (без корней) и массы зерна.

Метеорологические условия в годы исследований были контрастными. Практически каждый год складывались экстремальные условия в отдельные периоды жизни растений. Так, в зимний период 2000–2001 и 2002–2003 гг. наблюдались неблагоприятные условия перезимовки растений, что способствовало изреживанию посевов и снижению урожайности. Период интенсивного роста растений от начала весенней вегетации до трубкования проходил в 2002, 2003, 2009 гг. при дефиците влаги. ГТК составил соответственно 0,47, 0,55, 0,1. В 2001 и 2007 гг., наоборот, наблюдалось избыточное увлажнение. В период трубкования — колошения были неблагоприятные условия: в 2001 г. (избыточное увлажнение, ГТК 3,03) и в 2002, 2007 и 2009 гг. засуха (ГТК 0,54, 0,35 и 0,4). В целом первый период вегетации (ответственный за урожайность) от начала весенней вегетации до цветения проходил в условиях избыточного увлажнения в 2001 г. и дефицита влаги — в 2002, 2007 и 2009 гг. Во все годы исследований среднесуточная температура в этот период или приближалась к среднемуголетним значениям или была выше их. Максимальная сумма температур (964°С) наблюдалась в 2008 г. В 2001, 2003 гг. этот показатель приближался к среднемуголетним значениям (839 и 848°С), в 2002, 2007 и 2009 гг. был меньше нормы

Второй период (ответственный за качество зерна) — от цветения до полной спелости — проходил в экстремальных условиях в 2001 г. ГТК был больше единицы (1,25). Сумма осадков превышала среднемуголетний уровень (100 мм) на 72%. Оптимальные условия для формирования качественного зерна сложились в 2003, 2007, 2008 гг. В эти годы сумма осадков была или меньше среднемуголетних значений или приближалась к ним, температурный режим был оптимальный (18–21,5°С), сумма температур выше среднемуголетнего значения (832°С). ГТК — меньше 1 или немного превышал этот уровень (в 2008 г. — 1,24, в 2003 г. — 1,02). В 2002 и 2009 гг. температурно-влажностные условия в период налива тоже были благоприятные, но в период от начала весеннего отрастания до цветения наблюдался сильный дефицит влаги. Продолжительность вегетационного периода составила всего 102 дня и была недостаточная сумма температур за период вегетации, что отрицательно сказалось на качестве зерна.

Результаты и их обсуждение

Фитосанитарное состояние посевов пшеницы. Сорная растительность в посевах озимой пшеницы была представлена 19–20 видами растений из 10–12 семейств, относящихся к 7 биологическим группам: эфемеры, яровые ранние, зимующие, мочковатокорневые, стержнекорневые, корневищные, корнеотпрысковые. В посевах сортов Полесская безостая и Московская 39 преобладали малолетние сорные растения, такие как ромашка непахучая, марь белая, звездчатка, пастушья сумка, горец вьюнковый и птичий, из многолетников — осот полевой, бодяк полевой, одуванчик лекарственный. Влияние погодных условий на видовой состав сорной растительности было незначительное. Степень засоренности посевов Московская 39 в 2007–2009 гг. была значительно ниже в силу хорошей перезимовки растений и слабой изреженности посевов по сравнению с засоренностью посевов сорта Полесская безостая в 2001–2003 гг.

Засоренность посевов сорняками сильно варьировала по годам. Самая высокая засоренность была в изреженных посевах сорта Полесская безостая в переувлажненном 2001 и 2003 гг.; в посевах Московской 39 — в 2007 г., что связано с повышенной влагообеспеченностью в период возобновления вегетации растений и выхода в трубку. Засоренность в среднем по опыту составила в 2001, 2003 и 2007 гг. соответственно 168, 263 и 180 шт./м², биомасса сорняков — 138, 240 и 434 г/м². В засушливых условиях 2009 г. уровень засоренности посевов был значительно ниже: численность сорняков 64 шт./м² и биомасса — 220 г/м². Самая большая засоренность перед обработкой ХСЗР была по блоку В₀, где средства защиты не применяли в течение трех ротаций севооборота. Численность сорняков во все годы исследований в фазу начала выхода в трубку превышала экономический порог вредоносности.

Внесение азотных удобрений способствовало увеличению засоренности посевов сорта Полесская безостая в 2001–2003 гг. на 5–10%, сорта Московская 39 в 2007–2009 гг. на 10–15%. Сырая масса сорняков в блоке без защиты растений на удобренных делянках увеличивалась в 1,5–1,7 раза (табл. 1).

Обработка посевов озимой пшеницы баковой смесью гербицидов снижала засоренность в блоке В₁ в среднем в 2001–2003 г. — на 88,2%, в 2007–2009 гг. — на 90,8%; баковой смесью пестицидов и регуляторов роста при интегрированной и стандартной системах защиты в 2001–2003 гг. — на 91,3 и 91,6%; в 2007–2009 гг. — на 93,1 и 91,6%.

Контроль за фитосанитарным состоянием посевов озимой пшеницы сортов Полесская безостая и Московская 39 показал, что основными болезнями в посевах были септориоз, фузариоз, мучнистая роса, корневые гнили. Наибольшее поражение мучнистой росой, септориозом листьев и колоса отмечено в избыточно увлажненном 2001 г., наименьшее — в засушливых 2002 и 2009 гг.

Применение азотного удобрения способствовало распространению болезней в посевах обоих сортов (табл. 2).

В 2001–2003 гг. внесение азота в дозах 90 и 135 кг/га увеличивало пораженность колоса мучнистой росой в блоке без защиты В₀ на 10 и 15% соответственно, септориозом флаг-листа — на 5 и 6%, септориозом колоса — на 39 и 40%, фузариозом колоса — на 5 и 86% и корневыми гнилями — на 17 и 33%. Более густые посевы сорта Московская 39 в 2007–2009 гг. по сравнению с изреженными в результате неблагоприятных условий перезимовки посевов сорта Полесская безостая сильнее страдали от болезней при улучшении условий питания: пораженность септориозом флаг-листа на удобренных делянках увеличивалась на 18 и 22%, колоса — на 45

Таблица 1

**Влияние средств химизации на засоренность посевов озимой пшеницы сортов
Полесская безостая и Московская 39 перед уборкой**
(средние данные за 2001–2003 и 2007–2009 гг.)

| Доза азота на фоне P ₆₀ K ₁₂₀ | Количество сорняков, шт./м ² | | | | Сырая масса, г/м ² | | | |
|---|---|----------------|----------------|----------------|-------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| | B ₀ | B ₁ | B ₂ | B ₃ | B ₀ | B ₁ | B ₂ | B ₃ |
| <i>Полесская безостая</i> | | | | | | | | |
| N ₀ | 370 | 51 | 33 | 32 | 1152 | 113 | 120 | 97 |
| N ₄₅ | 397 | 43 | 32 | 32 | 1340 | 135 | 207 | 115 |
| N ₉₀ | 396 | 41 | 28 | 32 | 1868 | 195 | 188 | 205 |
| N ₁₃₅ | 392 | 47 | 41 | 35 | 1990 | 193 | 225 | 226 |
| Среднее по B | 391 | 46 | 34 | 33 | 1588 | 159 | 180 | 161 |
| НСП ₀₅ по B | 45 | | | | 600 | | | |
| НСП по N | 40 | | | | 495 | | | |
| <i>Московская 39</i> | | | | | | | | |
| N ₀ | 115 | 10 | 8 | 10 | 336 | 32 | 30 | 40 |
| N ₄₅ | 131 | 13 | 8 | 12 | 422 | 48 | 43 | 51 |
| N ₉₀ | 133 | 13 | 9 | 11 | 501 | 43 | 53 | 56 |
| N ₁₃₅ | 148 | 14 | 10 | 11 | 569 | 45 | 60 | 60 |
| Среднее по B | 131 | 12 | 9 | 11 | 457 | 42 | 46 | 52 |
| НСП ₀₅ по B | 42 | | | | 258 | | | |
| НСП по N | 12 | | | | 32 | | | |

Таблица 2

Влияние уровня азотного питания и ХСЗР на пораженность болезнями озимой пшеницы сортов Полесская безостая и Московская 39 в фазу молочно-восковой спелости (в среднем за 2001–2003 и 2007–2009 гг.)

| Вариант | Септориоз, % | | Фузариоз колоса, % | Корневые гнили, балл | Септориоз, % | | Фузариоз колоса, % | Корневые гнили, балл |
|-------------------|--------------------|-------|--------------------|----------------------|---------------|-------|--------------------|----------------------|
| | флаг-лист | колос | | | флаг-лист | колос | | |
| | Полесская безостая | | | | Московская 39 | | | |
| B ₀ | 44,0 | 7,9 | 2,1 | 0,6 | 46,0 | 6,7 | 0,7 | 0,3 |
| B ₁ | 21,7 | 7,3 | 1,8 | 0,5 | 21,8 | 4,6 | 0,5 | 0,2 |
| B ₂ | 7,5 | 2,6 | 0,2 | 0,1 | 3,7 | 0,6 | 0 | 0 |
| B ₃ | 8,0 | 3,2 | 0,5 | 0,2 | 4,5 | 1,5 | 0,2 | 0,1 |
| НСП ₀₅ | 7,5 | 3,6 | 1,4 | 0,4 | 8,9 | 1,3 | 1,0 | 0,7 |
| N ₀ | 44,0 | 7,9 | 2,1 | 0,6 | 46,0 | 6,7 | 0,7 | 0,3 |
| N ₄₅ | 45,0 | 10,6 | 1,7 | 0,6 | 51,0 | 9,5 | 0,9 | 0,5 |
| N ₉₀ | 46,2 | 11,0 | 2,2 | 0,7 | 54,2 | 9,7 | 1,8 | 1,1 |
| N ₁₃₅ | 46,5 | 11,1 | 3,9 | 0,8 | 56,2 | 9,0 | 2,3 | 1,5 |
| НСП ₀₅ | 3,6 | 1,1 | 0,8 | 0,2 | 4,2 | 1,0 | 1,0 | 0,6 |

и 34%, фузариозом колоса — на 157 и 228%, корневыми гнилями — на 266 и 400%. Увеличение заболеваемости растений на удобренных азотом делянках наблюдалось во все блоках защиты растений.

Протравливание семян перед посевом препаратом байтан-универсал существенно снижало заболеваемость растений. Пораженность септориозом флаг-листа и колоса, фузариозом колоса, корневыми гнилями в блоке В₁ в 2001–2003 гг. была ниже по сравнению с блоком В₀ на 44,5, 21, 28 и 29% соответственно, в 2007–2009 гг. — на 53, 31, 29 и 33%. При стандартной системе защиты растений снижалась пораженность растений этими болезнями в 2001–2003 гг. — на 80, 70, 72 и 71%, в 2007–2009 гг. — на 90, 78, 71 и 67%. Еще больший эффект был от интегрированной системы защиты. Двухкратная обработка посева озимой пшеницы фунгицидами в значительной степени предохраняла растения от поражения септориозом и корневой гнилью, и флаг-лист долгое время находился в функционирующем состоянии, что благоприятно повлияло на урожайность.

Таким образом, применение ХСЗР способствовало снижению засоренности, пораженности посевов болезнями и повышению устойчивости растений к полеганию, улучшая тем самым фитосанитарное состояние посевов озимой пшеницы и обеспечивая более полное использование растениями питательных веществ удобрений.

Урожайность озимой пшеницы. Урожайность озимой пшеницы сортов Полеская безостая и Москоская 39 находилась в сильной зависимости от метеорологических условий, применяемых доз азотного удобрения и химических средств защиты растений. Самая низкая урожайность была в годы с экстремальными условиями перезимовки растений в 2001 и 2003 гг. (в среднем по опыту 3,37 и 3,31 т/га соответственно). Без применения азотных удобрений и ХСЗР она составила всего 1,23 и 1,69 т/га. В третью ротацию севооборота (2007–2009) при более благоприятных условиях перезимовки и вегетации растений урожайность сорта Московская 39 была значительно выше по сравнению с урожайностью сорта Полеская безостая в 2001–2003 гг. Самая высокая урожайность была получена в благоприятном 2008 г. (6,38 т/га в среднем по опыту), самая низкая — в засушливом 2009 г. (4,93 т/га).

Внесение азотного удобрения повышало урожайность, но его эффективность в значительной степени определялась метеорологическими условиями. В избыточно влажном 2001 г. прибавки от всех изучаемых доз азотного удобрения без ХСЗР были незначительны. В 2007 и 2008 гг. эффективной оказалась только минимальная доза азота. В засушливые годы (2002, 2003 и 2009) применение всех изучаемых доз азотного удобрения повышало урожайность пшеницы.

В среднем за 2001–2003 гг. и 2007–2009 гг. внесение азота в дозах 45, 90 и 135 кг/га по всем блоках защиты растений увеличивало урожайность сорта Полеская безостая на 0,90, 1,46 и 1,78 т/га (соответственно на 29, 41 и 54%), сорта Московская 39 — на 1,10, 1,69 и 1,75 т/га (24, 37 и 38%).

Значительно больший вклад в увеличение урожайности внесли химические средства защиты растений. При однократном применении только гербицидов в 2001, 2002 и 2003 урожайность сорта Полеская безостая возросла по сравнению с контролем на 171, 59 и 27% соответственно. Интегрированная система защиты растений обеспечила прибавку урожайности на 206, 54 и 37%, стандартная (рекомендованная) — на 115, 46 и 37%. Максимальная эффективность ХСЗР была в 2001 г. на изреженных после плохой перезимовки посевах при избыточном увлажнении и в засушливом 2002 г.

Обработка посевов сорта Московская 39 баковой смесью гербицидов, фунгицидов и ретардантов (интегрированная система защиты) позволила по фону Р₆₀К₁₂₀

в среднем за три года получить 5,42 т зерна с 1 га. Это доказывает, что значительное накопление биологического азота в почве предшественником — бобовыми травами — способно при определенных условиях защиты растений формировать высокие урожаи зерна без дополнительного внесения азота в виде удобрений. Наиболее высокая урожайность пшеницы и высокая эффективность азотного удобрения получены при интегрированной системе защиты растений.

В среднем за 2001–2003 гг. прибавки урожайности сорта Полесская безостая от азота в дозах 45, 90 и 135 кг/га в блоке V_0 составили соответственно 29, 41 и 54%; от минимальной, интегрированной и стандартной систем защиты (на фоне $P_{60}K_{120}$) — 76, 85 и 60% по сравнению с контролем (1,68 т/га). Урожайность сорта Московская 39 в среднем за 2007–2009 гг. возросла по сравнению с контролем (3,47 т/га) от внесения азотного удобрения на 35, 33 и 38%, от систем защиты — на 30, 56 и 42% (табл. 3).

Химические средства защиты растений во все годы исследований способствовали снижению засоренности, распространению болезней, обеспечению устойчивости растений к полеганию и повышению эффективности применяемых удобрений в 1,5–2,1 раза.

Лучшие результаты были получены при интегрированной системе защиты. Комплексное применение азота в дозах 90 и 135 кг/га (на фоне $P_{60}K_{120}$) и интегриро-

Т а б л и ц а 3

Влияние уровня азотного питания и ХСЗР на урожайность озимой пшеницы сортов Полесская безостая и Московская 39, т/га (в среднем за 2001–2003 и 2007–2009 гг.)

| Доза азота по фону $P_{60}K_{120}$ | Блоки защиты | | | | | | | | Среднее по N, т/га | Прибавка от N, т/га | Прибавка от В в зависимости от доз азота | | |
|--|--------------|------|-------|------|-------|------|-------|------|--------------------|---------------------|--|-------|-------|
| | V_0 | | V_1 | | V_2 | | V_3 | | | | V_1 | V_2 | V_3 |
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | | | | | |
| <i>Полесская безостая</i> | | | | | | | | | | | | | |
| N_0 | 1,68 | – | 2,95 | – | 3,11 | – | 2,68 | – | 2,60 | – | 1,27 | 1,43 | 1,00 |
| N_{45} | 2,16 | 0,48 | 3,68 | 0,73 | 4,27 | 1,16 | 3,89 | 1,21 | 3,50 | 0,90 | 1,52 | 2,11 | 1,73 |
| N_{90} | 2,37 | 0,69 | 4,12 | 1,17 | 5,08 | 1,97 | 4,65 | 1,97 | 4,06 | 1,46 | 1,75 | 2,71 | 2,28 |
| N_{135} | 2,58 | 0,90 | 4,44 | 1,49 | 5,40 | 2,29 | 5,09 | 2,41 | 4,38 | 1,78 | 1,86 | 2,82 | 2,51 |
| Среднее по В | 2,19 | 0,69 | 3,80 | 1,13 | 4,46 | 1,81 | 4,08 | 1,86 | | | 1,60 | 2,26 | 1,88 |
| НСР ₀₅ по В = 1,1 т/га, НСР ₀₅ по N = 0,47 т/га, НСР ₀₅ по главному эффекту В = 1,1 т/га, НСР ₀₅ по N и взаимодействию = 0,24 т/га | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Московская 39</i> | | | | | | | | | | | | | |
| N_0 | 3,47 | – | 4,52 | – | 5,42 | – | 4,94 | – | 4,59 | – | 1,05 | 1,95 | 1,47 |
| N_{45} | 4,69 | 1,22 | 5,66 | 1,14 | 6,41 | 0,99 | 5,99 | 1,05 | 5,69 | 1,10 | 0,97 | 1,72 | 1,30 |
| N_{90} | 4,60 | 1,13 | 6,00 | 1,48 | 7,63 | 2,21 | 7,01 | 2,07 | 6,28 | 1,69 | 1,40 | 3,03 | 2,41 |
| N_{135} | 4,79 | 1,32 | 6,01 | 1,49 | 7,46 | 2,04 | 7,07 | 2,10 | 6,34 | 1,75 | 1,22 | 2,67 | 2,28 |
| Среднее по В | 4,39 | | 5,52 | | 6,73 | | 6,25 | | | | 1,12 | 2,34 | 1,86 |
| НСР ₀₅ по В = 0,79 т/га, НСР ₀₅ по N = 0,65 т/га, НСР ₀₅ по главному эффекту В = 0,54 т/га, НСР ₀₅ по N и взаимодействию = 0,33 т/га | | | | | | | | | | | | | |

П р и м е ч а н и е. 1 — урожайность, т/га, 2 — прибавка урожайности.

ванной системы защиты растений позволило даже в экстремальных условиях 2001–2003 гг. получить урожайность пшеницы сорта Полесская безостая соответственно 5,08 и 5,40 т/га. Урожайность пшеницы сорта Московская 39 при этом составила 7,63 и 7,46 т/га, что значительно превысило запланированную (6,0 т/га).

При выращивании озимой пшеницы сортов Полесская безостая и Московская 39 по пласту бобово-злаковых трав оптимальной дозой азота является 90 кг/га. Увеличение дозы азота до 135 кг/га было неэффективно при любой системе защиты растений. Прибавка зерна от обработки посева ХСЗР (блок В₂) и применения азота в дозе 90 кг/га по фону P₆₀K₁₂₀ по отношению к В₀N₀ (без защиты и без азота) в среднем за 2001–2003 гг. составила 3,40 т/га, за 2007–2009 гг. 4,16 т/га, т.е. урожайность пшеницы выросла соответственно в 3,0 и 2,2 раза.

Структура урожая. Элементы структуры урожайности обоих сортов были подвержены сильной изменчивости в зависимости от условий выращивания. Продуктивный стеблестой у сорта Полесская безостая в 2001–2003 гг. колебался от 193 до 782 шт./м², озерненность колоса — от 18,5 до 29,4 шт., масса зерна с одного колоса — от 0,53 до 1,03 г; у Московской 39 в 2007–2009 гг. соответственно от 588 до 890 шт./м², от 18 до 43 шт., и от 0,52 до 0,96 г. Минимальное количество продуктивных стеблей из-за плохой перезимовки было в 2001 г. в варианте без применения азотного удобрения и ХСЗР, максимальное — в 2008 г. в варианте В₂N₉₀.

При внесении азотного удобрения и ХСЗР повышались все показатели структуры урожайности, но эффективность их сильно колебалась в зависимости от метеорологических условий. В годы с нормальным и избыточным увлажнением (2008 и 2001) эффективность применения азотного удобрения была минимальная, а ХСЗР — максимальная, в засушливые годы (2002 и 2009), наоборот, увеличивалась эффективность внесения азота, снижалась ХСЗР. В среднем за 3 года (2001–2003 и 2007–2009) максимальные значения всех показателей структуры урожая были при комплексном применении азота в дозе 90 кг/га на фоне P₆₀K₁₂₀ и интегрированной системы защиты растений.

Среднее количество стеблей у сорта Полесская безостая в блоке В₂ составило в 2001 г. — 550, в 2002 г. — 699 и в 2003 г. — 564 шт./м². Лучшие результаты были получены в этом блоке и по другим элементам структуры урожая. Озерненность колоса в 2001, 2002 и 2003 гг. составили 27,6, 26,6 и 26,2 шт. соответственно, масса зерна с одного колоса — 0,88, 0,73 и 0,80 г. По сравнению с абсолютным контролем (В₀N₀) в среднем за три года число продуктивных стеблей при комплексном применении удобрений в дозах N₉₀ и N₁₃₅ (на фоне P₆₀K₁₂₀) и интегрированной системы защиты увеличилось соответственно на 301 и 325 шт./м² (на 91 и 98%), озерненность колоса — на 8,0 и 8,8 шт. (на 40 и 44%), масса зерна с одного колоса — на 0,22 и 0,27 г (на 40 и 44%).

Максимальную урожайность сорта Московская 39 в 2008 г. 8,66 т/га обеспечили следующие элементы структуры урожайности: продуктивный стеблестой 887 шт./м², количество зерен в колосе 43 шт., масса зерна с одного колоса 0,96 г.

Окупаемость 1 кг азота прибавкой зерна. Высокий уровень урожайности зерна озимой пшеницы в условиях опыта дает возможность получения большей окупаемости применяемых удобрений. Окупаемость азотного удобрения урожаем у сорта Полесская безостая в зависимости от применяемых в опыте доз азотного удобрения и систем защиты растений колебалась от 6,7 до 26,9 кг/кг, у сорта Московская 39 — от 9,8 до 27,1 кг/кг (табл. 4).

Таблица 4

Влияние средств защиты растений на окупаемость 1 кг азота прибавкой зерна озимой пшеницы сортов Полесская безостая (2001–2003) и Московская 39 (2007–2009)

| Система защиты | Дозы азота на фоне P ₆₀ K ₁₂₀ | В среднем за 2001–2003 гг. | | | | В среднем за 2007–2009 гг. | | | |
|-----------------------------------|---|----------------------------|----------------------|-----------------|-----|----------------------------|----------------------|-----------------|-----|
| | | уро-жай-ность, т/га | при-бавка от N, т/га | окупаемость | | уро-жай-ность, т/га | при-бавка от N, т/га | окупаемость | |
| | | | | 1 кг N кг зерна | % | | | 1 кг N кг зерна | % |
| Без защиты (B ₀) | N ₀ | 1,68 | – | – | – | 3,47 | – | – | – |
| | N ₄₅ | 2,12 | 0,44 | 9,8 | 100 | 4,69 | 1,22 | 27,1 | 100 |
| | N ₉₀ | 2,37 | 0,69 | 7,7 | 100 | 4,60 | 1,13 | 12,6 | 100 |
| | N ₁₃₅ | 2,58 | 0,90 | 6,7 | 100 | 4,79 | 1,32 | 9,8 | 100 |
| Минимальная (B ₁) | N ₀ | 2,95 | – | – | – | 4,52 | – | – | – |
| | N ₄₅ | 3,68 | 0,73 | 16,2 | 165 | 5,66 | 1,14 | 25,3 | 93 |
| | N ₉₀ | 4,12 | 1,17 | 13,0 | 169 | 6,00 | 1,48 | 14,8 | 118 |
| | N ₁₃₅ | 4,44 | 1,49 | 11,0 | 164 | 6,01 | 1,49 | 11,0 | 112 |
| Интегрированная (B ₂) | N ₀ | 3,11 | – | – | – | 5,42 | – | – | – |
| | N ₄₅ | 4,27 | 1,16 | 25,8 | 263 | 6,41 | 0,99 | 22,0 | 81 |
| | N ₉₀ | 5,08 | 1,97 | 21,9 | 284 | 7,63 | 2,21 | 24,6 | 195 |
| | N ₁₃₅ | 5,40 | 2,29 | 17,0 | 254 | 7,46 | 2,04 | 15,1 | 154 |
| Стандартная (B ₃) | N ₀ | 2,69 | – | – | – | 4,94 | – | – | – |
| | N ₄₅ | 3,90 | 1,21 | 26,9 | 274 | 5,99 | 1,05 | 23,3 | 86 |
| | N ₉₀ | 4,65 | 1,96 | 21,8 | 283 | 7,01 | 2,07 | 23,0 | 182 |
| | N ₁₃₅ | 5,09 | 2,40 | 17,8 | 266 | 7,07 | 2,13 | 15,8 | 161 |

Самые низкие показатели окупаемости в 2001–2003 гг. были в блоке B₀ без применения средств защиты растений. При внесении азота в дозах 45, 90 и 135 кг/га окупаемость составила соответственно 9,8, 7,7 и 6,7 кг.

Средства защиты растений значительно увеличивали оплату азота прибавкой урожая. При минимальной защите растений оплата 1 кг азота составила 16,2–11,0 кг, или 164–169% к контрольному варианту (B₀).

В среднем за три года самая высокая окупаемость азотного удобрения у сорта Полесская безостая была при внесении азота в дозе 45 кг/га на фоне интегрированной и стандартной систем защиты растений и составила 25,8 и 26,9 кг. При удвоенной дозе азота окупаемость снижалась, но на фоне интегрированной и стандартной систем оставалась довольно высокой — 21,9 и 21,8 кг на 1 кг азота соответственно. При повышенной дозе азота 135 кг/га окупаемость была значительно меньше по сравнению с вариантом N₉₀.

У сорта Московская 39 самая высокая окупаемость была при внесении 45 кг/га азота в блоке без защиты растений и составила 27,1 кг зерна на 1 кг азота. При увеличении дозы азота до 90 и 135 кг/га окупаемость 1 кг азота снижалась до 12,6 и 9,8 кг зерна. На фоне минимальной, интегрированной и стандартной систем окупаемость 1 кг азота зерном при минимальной дозе азота снижалась соответственно до 25,3, 22,0, 23,3 кг, а при удвоенной дозе (90 кг/га) увеличивалась до 14,8, 24,6 и 23,0

кг. При дозе азота 135 кг/га окупаемость также повышалась на фоне ХСЗР, но как и у сорта Полесская безостая была значительно ниже по сравнению с вариантами, в которых вносили дозы азота 90 и 45 кг/га.

Выводы

1. Результаты учета засоренности и пораженности болезнями посевов озимой пшеницы сортов Полесская безостая и Московская 39 показали, что при внесении азота, особенно в дозах 90 и 135 кг/га, увеличивается засоренность и пораженность растений болезнями. В среднем за 3 года сырая масса сорняков увеличилась в посевах пшеницы в 1,4–1,7 раза, пораженность флаг-листа септориозом — в 1,1–1,2 раза, колоса — в 1,3–1,5 раза, фузариозом колоса в 2,1–3,3 раза и корневыми гнилями — в 1,5–5,0 раз. Протравливание семян перед посевом препаратом байтан-универсал и обработка посевов пестицидами позволили значительно улучшить фитосанитарное состояние посевов. Численность сорняков и их биомасса снижалась в 10–11 раз, пораженность колоса септориозом — на 74–78%, фузариозом — на 71–100% и корневыми гнилями — на 67–100%.

2. При возделывании озимой пшеницы по пласту бобово-злаковых трав на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой среднеокультуренной почве в условиях ЦРНЗ при комплексном применении азотных удобрений и ХСЗР на фоне $P_{60}K_{120}$ можно в экстремальных метеорологических условиях получать урожайность 5,0–6,0 т/га, а в благоприятные по метеорологическим условиям годы — 7,5–8,5 т/га

3. Химические средства защиты растений во все годы исследований повышали эффективность применения азотного удобрения в 1,5–2,1 раза благодаря снижению численности сорняков и пораженности растений болезнями. Наибольший эффект получен от интегрированной системы защиты.

4. Анализ структуры урожая показал, что сорта Полесская безостая и Московская 39 являются экологически устойчивыми генотипами. В экстремальных условиях (плохой перезимовке в 2001 и 2003, избыточном увлажнении в 2001 г., засухе в 2002 г., недостаточном увлажнении в фазы выхода в трубку — колосения в 2003, 2007, 2009 гг.) при оптимальном уровне минерального питания и хорошем фитосанитарном состоянии посевов они формировали высокопродуктивный стеблестой, хорошую озерненность колоса и массу зерна с одного колоса, что обеспечило их высокую урожайность. Благоприятные агрометеорологические условия вегетации позволили сорту Московская 39 в 2008 г. реализовать его потенциальную урожайность (8,66 т/га). При этом продуктивный стеблестой был 887 шт./м², количество зерен в колосе — 43 шт., масса зерна с одного колоса — 0,96 г.

5. При возделывании озимой пшеницы сортов Полесская безостая и Московская 39 по пласту бобово-злаковых трав на дерново-подзолистой, тяжелосуглинистой, среднеокультуренной почве оптимальной дозой азота является 90 кг/га. Увеличение дозы азота до 135 кг/га не дает достоверных прибавок урожайности по сравнению с вариантом N_{90} .

6. Статистическая обработка данных по урожайности и структуре урожая показала, что в среднем за 2001–2003 и 2007–2009 гг. больший вклад в повышение урожайности озимой пшеницы внесли химические средства защиты растений. Доля их в дисперсии урожайности составила у сортов Московская 39 и Полесская безостая 43 и 46% ($\eta = 0,66$ и $0,68$), доля влияния азотного удобрения — 27 и 29% ($\eta = 0,52$ и $0,54$), метеорологических условий и не моделируемых факторов — 26 и 22% ($\eta = 0,45$ и $0,34$). Доля общей дисперсии урожайности, связанная с взаимодействием ХСЗР и доз азотного удобрения, составляла 3–4%.

7. Возделывание озимой пшеницы по бобово-злаковым травам, которые благодаря разложению в почве пожнивных и корневых остатков обеспечивают растения озимой пшеницы доступными для питания формами азота, позволяет снизить дозу азота под эту культуру и тем самым поднять уровень оплаты зерном вносимого удобрения. Однако применение под озимую пшеницу азотного удобрения без проведения защитных мероприятий является малоэффективным. Интегрированная система защиты растений повышает окупаемость азота зерном на 95–184%.

Библиографический список

1. Агропромышленный комплекс России в 2007 г. Основные показатели АПК по РФ. М., 2008.

2. Державин Л.М., Колокольцева И.В., Серегин В.В. Планирование применения органических ресурсов минеральных удобрений (рекомендации). М.: Россельхозакадемия, 2000.

Рецензент — д. б. н. А.Н. Березкин

SUMMARY

This scientific article shows possibility of both considerable increase in winter wheat crop capacity and recoupment of investments in agriculture intensification in central non-black soil area through complex application of fertilizers and chemical weed and pests killers. Both nitrogen fertilizers and chemical weed and pests killers effect on phytosanitary condition of crops, crop capacity and yield structure has been investigated. Nitrogen fertilizers optimal doses, against P60K120 and plant protection system background, are determined, which ensure realization of genetically based crop capacity potential in varieties under test, when growing wheat after its grain legumes predecessors.

Key words: wheat, crop capacity, phytosanitary condition, fertilizers, recoupment of investments, pesticides.

Личко Александр Клементьевич — аспирант кафедры хранения, переработки и товароведения продукции растениеводства РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева.

Ваулина Галина Ильинична — д. с.-х. н.

Личко Нина Михайловна — к. с.-х. н. Тел. (499) 976-92-42.

Эл. почта: prognoz2@timacad.ru