

УДК 633.14.324:632.9

## Оптимизация защиты озимой ржи

**Л.В. СОРОЧИНСКИЙ,**  
главный научный сотрудник  
Института защиты растений  
Республики Беларусь  
**В.А. ШАНТЫР,**  
старший научный сотрудник

Наука ставит задачу создавать сорта зерновых культур со все более высокой потенциальной урожайностью, порой не оговаривая, какой ценой этот урожай должен быть получен, не задаваясь вопросом, а не потребует ли сорт с генетически предопределенным урожаем, скажем в 80 ц/га, при получении урожая в 30 ц/га больших затрат на единицу продукции в силу лишь своих наследственных потребностей. Получая нередко урожайность озимой ржи 15–20 ц/га, хозяйство тратит на производство больше средств, чем она стоит. В других же хозяйствах получают урожай 50 ц/га и более, выстраивая цепочку технологии производства, гармонизируя затраты на защиту культуры и получаемую благодаря ей прибавку урожая.

Каким же должен быть объем защитных мероприятий, чтобы получить от них максимальный экономический эффект и не подорвать потенциал, заложенный в планируемую технологию возделывания ржи и вложенные в достижение этой цели средства?

Производственные опыты проводили в хозяйствах минской (ОАО АСФ ПМК-74 «Налибоки» Столбцовского района) и гродненской (СПК «Луки-Агро» Кореличского района) областей в 2006–2008 гг. Почва опытного участка в минском хозяйстве песчаная, в гродненском – дерново-подзолистая среднесуглинистая. Оба участка характеризовались слабокислой или нейтральной реакцией почвенного раствора.

Эффективность пестицидов изучали на озимой ржи сорта Игуменс-

кая. Предшественник – пропашные и зерновые. Уход за посевами выполняли в соответствии с технологическими регламентами возделывания культуры. Опыты закладывали в трехкратной повторности. Площадь делянки – 10 га. Учеты вредителей, болезней и сорняков проводили по общепринятым в защите растений методикам.

На основе многочисленных исследований учеными определены и в ряде случаев количественно (математически) оценены взаимосвязи между урожаем и факторами, обуславливающими его уровень. Установлено, какие из этих факторов в тех или иных почвенных и климатических условиях ограничивают урожай, какие подвержены воздействию и могут быть в сравнительно короткие сроки изменены в желаемом направлении.

Почва с ее многообразными свойствами, уровень питания растений, погодные условия вегетационного периода, выращиваемые сорта, элементы технологии возделывания, в том числе блок защиты растений, находясь между собой в тесной взаимосвязи, влияют на величину урожая, а каждый из отдельных факторов при резких отклонениях от нормы может оказаться решающим и ограничить величину возможного для данных условий урожая. Уровень максимально возможного урожая чаще всего зависит от нерегулируемых или трудно регулируемых факторов земледелия, которые вследствие этого могут ограничивать рост и развитие растений.

Пользуясь разработками Т.Н. Кулаковской (1974) и предложенной ею методикой прогноза возможного урожая в зависимости от комплекса и взаимодействия факторов, оказывающих прямое и косвенное влияние на продуктивность растений, мы проанализировали основ-

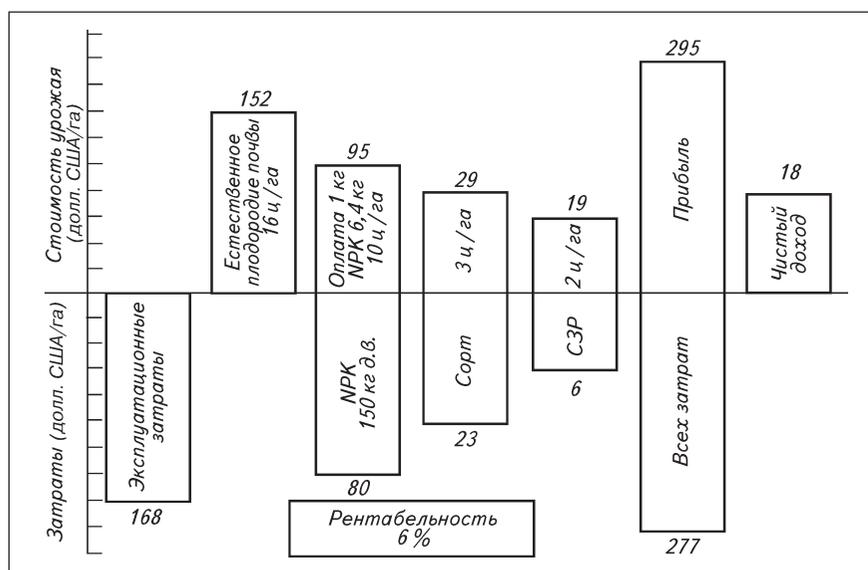
ные условия формирования урожая озимой ржи [3]. Оценивая влияние различных факторов на урожай озимой ржи и принимая во внимание возможность их регулирования, определили главные, по нашему мнению, элементы технологии возделывания ржи, наиболее легко регулируемые земледельцем, – сорт, удобрение и защита растений.

Основные факторы, определяющие продуктивность растений озимой ржи, представлены в виде схем (рис. 1, 2). Эти схемы охватывают основные составляющие системы земледелия, действующие факторы и цели. Они демонстрируют, как, используя возможность регулирования блока защиты растений, можно изменить экономические показатели производства зерна культуры.

В варианте, где отсутствует защита посевов (рис. 1), технология предполагает минимальные затраты энергетических средств и рассчитана на возможность использования плодородия почв, потенциала возделываемых сортов и внесения удобрений с обязательным использованием протравливания семян. В вариантах с данной технологией наблюдается высокая засоренность посевов, отмечены в значительной степени такие болезни, как ржавчина, ринхоспориоз, мучнистая роса и др. Качество зерна низкое, оно отвечает требованиям только как фуражное зерно. В варианте, в котором предложено оптимальное и экономически приемлемое сочетание истребляющих вредные организмы мероприятий (рис. 2), как следствие, качество зерна высокое и соответствует требованиям 1–2-го класса.

Показатели затрат и стоимость формируемого урожая даны в ценах на 23.07.2010 г.

Из рисунков видно, что достаточная обеспеченность растений элементами минерального питания стоит на первом месте по силе своего влияния на образование дополнительного (сверх того, что обеспечивается почвенными ресурсами) урожая. Многочисленные опыты на дерново-подзолистых почвах показыва-

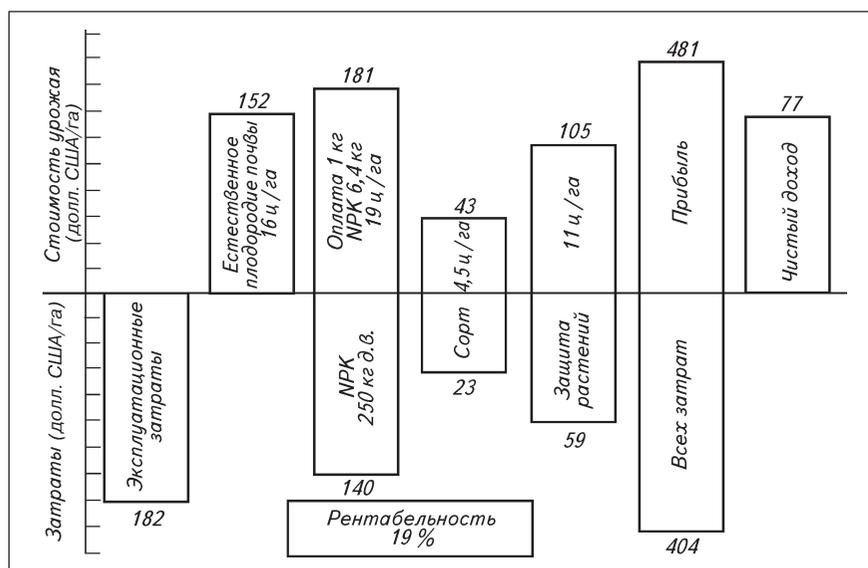


1. Влияние защитных мероприятий на рентабельность производства зерна при урожайности 30 ц/га

ют, что при недостаточно благоприятных характеристиках почв естественное плодородие позволяет получить 16 ц/га зерна без внесения удобрений [3].

Количество питательных веществ, вносимых в виде минеральных и органических удобрений, создает дополнительный резерв питания, что

ведет к прибавкам урожая в пределах 40–45 %. Эта часть урожая, как возможная прибавка от удобрений, прогнозируется и учитывается с привлечением данных об оплате единицы питательных веществ (на основании анализа полевых опытов) и вносимом количестве элементов питания в виде минеральных удобрений



2. Влияние защитных мероприятий на рентабельность производства зерна при урожайности 50 ц/га

[3]. По данным В.В. Лапы, 1 кг NPK при интенсивной технологии возделывания может обеспечить прибавку 7,6 кг зерна озимой ржи. Чтобы возместить затраты на приобретение и внесение 1 кг NPK удобрений, необходимо продать 1,8 кг зерна [4]. Систематическое внесение органических и минеральных удобрений повышает окупаемость минеральных удобрений на 30–40 % [8]. Стоимость уборки и реализации прибавки урожая составляет большую долю затрат на применение удобрений – 55 %. Рентабельность применения удобрений находится в пределах 150 %.

На долю удобрений, как известно, приходится 20 % формируемого урожая. Из этого следует, что выведение новых высокопродуктивных сортов и оптимизация защиты растений, позволяющие увеличить эффект от удобрений, являются основными задачами науки на ближайшее время [8].

Отбор высокопродуктивных, ценных по качеству, устойчивости к болезням и вредителям и другим биологическим и хозяйственным показателям сортов растений – тоже необходимое условие повышения окупаемости технологии выращивания озимой ржи. При использовании среднеинтенсивных сортов озимой ржи прибавка урожая на фоне минеральных удобрений составляет 3,5–4,5 ц/га, тогда как без удобрений – в два раза меньше. Вместе с тем, решить проблему производства высококачественного зерна только за счет сорта нельзя. При низкой агротехнике, нарушении технологических регламентов даже выдающиеся сорта не могут реализовать свои высокие наследственные свойства [8].

Специалистам хорошо известно, что сами по себе пестициды – только технологические средства. Гарантия результата – их правильное использование. При наличии достаточных денежных средств основные проблемы заключаются уже не в том, у кого купить тот или иной препарат, а в том, какая технология защиты может быть использована, чтобы затраты на нее были оправданными и

окупаемыми и вели к достижению запланированного урожая и качества выращенной продукции.

Вот тут и возникает резонный вопрос: а как, имея достаточно широкий ассортимент препаратов, сделать единственно правильный выбор?

Процесс защиты становится все более сложным, требует применения высокопроизводительной техники, строгого соблюдения технологических регламентов и дисциплины. Успешная защита посевов от вредных организмов — ключевое условие интенсификации производства озимой ржи.

Зачастую пестициды в сочетании с удобрениями на продуктивность растений действуют эффективнее, чем каждый из этих элементов в отдельности. Именно поэтому в интенсивных технологиях возделывания зерновых культур необходимо предусматривать комплексное применение удобрений, пестицидов и регуляторов роста растений. Эти элементы наиболее легко регулируются земледельцем, и поэтому должны находиться в оптимальном соотношении, соответствовать внешним условиям и требованиям растений и не ограничивать их рост и развитие. По этим составляющим несомненно есть резервы повышения урожайности [1, 2].

Чтобы оценивать их, необходимо разработать методику по оптимизации защиты зерновых при разных уровнях интенсификации производства зерна. В понятие «оптимизация» мы вкладываем следующий смысл: принятие оптимальных решений, направленных на обеспечение максимальной биологической, хозяйственной и экономической эффективности защиты зерновых культур от вредных организмов с учетом агроклиматических ресурсов района, интересов товаропроизводителей и фитосанитарных характеристик агроценозов. Для решения этой задачи с 2006 г. в обоих названных хозяйствах мы проводили исследования, одна из целей которых — обосновать целесообразность вложений финансовых и материальных средств в защиту озимой ржи от вредных организмов и

определить их окупаемость при разных уровнях интенсификации производства зерна.

На основании проведенных опытов для поддержания растений озимой ржи в здоровом, свободном от вредителей и сорняков состоянии при различных уровнях планируемой урожайности с экономической точки зрения целесообразно применение следующих мероприятий (табл. 1).

Из этой таблицы следует, что применение химических средств защи-

ты растений при уровне урожайности до 20 ц/га экономически не оправдано. При таком уровне урожайности и имеющих место неизбежных затратах производство зерна ржи, реализуемого по цене фуражного, оказалось нерентабельным.

Оптимизация всех формирующих урожай культуры факторов создается в результате реализации заранее запланированных организационных, агротехнических, агрохимических и собственно защитных от вредных

**Таблица 1**

**Эффективность систем защиты озимой ржи от вредителей, болезней и сорняков при разных уровнях урожайности (средние данные за 2006–2008 гг.)**

Планируемая урожайность (ц/га)	Проводимые мероприятия	Сохраненный урожай (ц/га)
20–30	Протравливание, борьба с сорняками	2,7
31–40	Протравливание, борьба с сорняками, защита от болезней	5,4
41–50	Протравливание, борьба с сорняками, защита от болезней (однократно), внесение ретарданта	8,3
51–60	Протравливание, борьба с сорняками, защита от болезней (двукратно), внесение ретарданта, защита от вредителей	11,1

**Таблица 2**

**Затраты на возделывание 1 га озимой ржи (долл. США/га)**

Элемент затрат	Уровень затрат при разной урожайности			
	20–30 ц/га	31–40 ц/га	41–50 ц/га	51–60 ц/га
Эксплуатационные затраты (обработка почвы, посев, уход, ГСМ, электроэнергия и др.)	167,7	184,7	208,9	229,5
Семена	23,0	23,0	23,0	23,0
Минеральные удобрения	84,8	121,3	143,1	171,4
Средства защиты растений	6,7	39,0	58,7	75,4
Итого прямых затрат	282,2	368,0	433,7	499,3
Себестоимость 1 ц зерна	9,4	9,2	8,6	8,3
Рентабельность (%) при цене реализации зерна				
95 долл. США/т	1,0	3,3	9,5	14,2
124 долл. США/т	31,8	34,8	43,0	49,0

**Примечания:**

1. Количество минеральных удобрений при расчетах соответствовали ориентировочным дозам под озимую рожь на дерново-подзолистых почвах с содержанием в почве  $P_2O_5$  – 150–200 кг/га,  $K_2O$  – 145–200 кг/га; навоза – 25 т/га; 20–30 ц/га –  $N_{50}P_{40}K_{40}$ , 31–40 ц/га –  $N_{60}P_{60}K_{60}$ , 41–50 ц/га –  $N_{80}P_{70}K_{70}$ , 51–60 ц/га –  $N_{100}P_{80}K_{90}$ ;

2. Средства защиты растений: при урожае 20–30 ц/га – протравитель максим стар, кс (1,5 л/т), гербицид диален супер, вр (0,6 л/га); 31–40 ц/га – протравитель максим стар, кс (1,5 л/т), гербицид диален супер, вр (0,6 л/га), фунгицид альто супер, кэ (0,4 л/га); 41–50 ц/га – протравитель кинто дуо, тк (2,5 л/т), гербициды фенизар, вр (0,14 л/га) + зонтран, ккр (0,4 л/га), фунгицид рекс дуо, кс (0,6 л/га), ретардант хлормекватхлорид 750, врк (1,25 л/га); 51–60 ц/га – протравитель кинто дуо, тк (2,5 л/т), гербициды фенизар, вр (0,14 л/га) + зонтран, ккр (0,4 л/га), фунгициды дерозал, кс (0,6 л/га) и рекс дуо, кс (0,6 л/га), ретардант хлормекватхлорид 750, врк (1,25 л/га);

3. Показатели затрат и стоимости формируемого урожая даны в ценах на 23.07.2010 г.

организмов мероприятий. Целесообразность включения каждого из них определяется предвидением экономических последствий применения. Некоторые элементы дают устойчивый эффект, и тогда они включаются в качестве обязательных, а если отрицательный – не используются. На такой основе строится система планирования обработок почвы и применения удобрений, выбор сорта, организация семеноводства и др.

Чтобы обосновать подход к созданию методики оптимизации, важно выяснить, по меньшей мере, характер связи между затратами и урожайностью озимой ржи. При проведении расчетов мы использовали нормативы эксплуатационных затрат, разработанные применительно к сельскохозяйственной технике в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» (табл. 2) [7].

В общей структуре затрат на возделывание 1 га озимой ржи каждый элемент технологии при различном уровне урожайности занимает определенную долю (табл. 3).

Сравнительный анализ данных таблиц показывает, что величина затрат на минеральные удобрения и средства защиты растений (переменные затраты) увеличивается пропорционально объему производимого зерна. Если уровень затрат на минеральные удобрения обусловлен потребностью растений и зависит от их количества, необходимого для получения прогнозируемой урожайности, то величина из-

держек на защиту ржи от вредных организмов во многом определяется логикой построения системы защиты культуры, информационной базой которой служит фитосанитарный и экономический мониторинг, адекватна количеству вносимых удобрений и, как следствие, уровню урожайности.

Характерно, что величина эксплуатационных затрат не зависит от планируемой урожайности и изменяется незначительно, то есть эти издержки неизбежны (постоянны). Кроме того, нельзя бесконечно увеличивать затраты на минеральные удобрения и средства защиты растений, поскольку в этом случае вступает в действие закон убывающей отдачи (возрастающих затрат). В соответствии с этим законом непрерывное увеличение использования одного переменного ресурса в сочетании с неизменным количеством других ресурсов на определенном этапе приводит к прекращению роста отдачи от него. В нашем случае предельные издержки на защиту озимой ржи от вредных организмов стабилизировались на уровне 13–15 % (при уровне урожайности 40–60 ц/га) в общей структуре затрат на возделывание культуры.

При этом с ростом урожайности ржи снижалась себестоимость единицы продукции с 10,2 до 8,3 долл. США/га. Чем больше разница между ценой зерна и себестоимостью единицы продукции, тем выше прибыль и, как следствие, уровень рентабельности. Производство зерна ржи даже при низком

уровне урожайности (20–30 ц/га) становится прибыльным при цене реализации как минимум 100 долл. США/т.

Процесс производства зерна в целом и зерна озимой ржи в частности с определенной долей условности можно подразделить на маркетинговую, проектную и технологическую составляющие. Коротко суть их сводится к следующему: маркетинговая – изучение рынка зерна; проектная – расчет оптимального уровня материально-технического и ресурсного обеспечения возделываемой культуры; технологическая – технология возделывания культуры. Естественно, все они взаимосвязаны, так как направлены на решение главной задачи – получение максимальной прибыли. В высокоурожайном сельскохозяйственном производстве важно гарантировать, чтобы вложенные до времени формирования продуктивных органов растений средства и затраты (труд, семена, внесение удобрений, средств защиты растений и т.д.) привели к ожидаемому урожаю. Если в это время пренебречь защитой от сорняков, вредителей и болезней, можно потерять значительную его часть. Кроме того, многолетней практикой доказано, что защита посевов оказывает существенное влияние и на качественные показатели получаемой продукции.

Нами разработаны основные методологические принципы оптимизации защиты озимой ржи от вредителей, болезней и сорняков по ряду экономических показателей. Мы исходили, прежде всего, из того, что защита ржи от вредных организмов должна быть адекватной общему уровню интенсивности технологий и конечному результату. В качестве показателей, которые позволяют определить оптимальный вариант защиты культуры, предложены следующие (табл. 4):

- а) доля затрат на защиту растений в себестоимости продукции;
- б) соотношение затрат на защиту растений и минеральные удобрения;
- в) величина сохраненного урожая, окупающая стоимость защиты растений;

**Таблица 3**

**Структура затрат на возделывание 1 га озимой ржи при различных уровнях урожайности**

Элемент затрат	Уровень затрат (%) при урожайности			
	20–30 ц/га	31–40 ц/га	41–50 ц/га	51–60 ц/га
Эксплуатационные затраты (зарплата, амортизация, ремонт и обслуживание техники, ГСМ, электроэнергия и др.)	61,3	52,0	48,6	46,0
Семена	7,5	5,9	5,1	4,6
Минеральные удобрения	27,7	32,0	33,3	34,3
Средства защиты растений	3,4	10,1	13,0	15,1
Всего прямых затрат	100	100	100	100

Таблица 4

Основные показатели для расчета оптимальных вариантов защиты озимой ржи от вредных организмов

	При урожайности (ц/га):			
	20–30	31–40	41–50	51–60
Соотношение затрат на НРК и СЗР	1 : 0,1	1 : 0,3	1 : 0,4	1 : 0,4
Доля затрат на СЗР в общих затратах на возделывание культуры (%)	4,0–5,0	10,0–11,0	13,0–14,0	15,0–16,0
Рентабельность (% при цене реализации 124 долл. США/т)	20,0	30,0	40,0	50,0
Окупаемость затрат на СЗР урожаем зерна (ц/га)	–0,8	3,0	5,0	6,0

г) рентабельность производства зерна.

Наши расчеты исходили из планируемой урожайности в 40–50 ц/га. При определении переменных затрат (минеральные удобрения, средства защиты растений) на технологию возделывания ржи учитывали возможную урожайность за счет фактического плодородия почвы исходя из содержания в почве элементов минерального питания. Эти показатели (содержание гумуса,  $P_2O_5$  и  $K_2O$ ) брали из материалов агрохимических обследований.

Следует иметь в виду, что при возделывании озимой ржи по интенсивной технологии с интегрированной системой защиты эффективность использования естественного плодородия почвы и минеральных удобрений повышается в среднем на 20 % [9]. В нашем случае естественное плодородие почвы в СПК «Луки-Агро», Кореличского района характеризовалось содержанием в 1 кг почвы 2,5 % гумуса, 198 мг  $P_2O_5$  и 175 мг  $K_2O$ . По данным Института почвоведения и агрохимии, на 1 % гумуса в почве приходится урожайность 7 ц/га, на 10 мг в 1 кг почвы  $P_2O_5$  и  $K_2O$  – по 1,4 ц/га. Таким образом, возможная урожайность ржи за счет этих факторов составит по гумусу 17,5 ц/га ( $2,5 \times 7$ ), по фосфору – 27,7 ( $1,4 \times 19,8$ ), по калию – 24,5 ц/га ( $1,4 \times 17,5$ ) [9].

Урожайность определяется фактором, находящимся в минимуме, то есть минимальная урожайность ржи определяется гумусом и составляет 17,5 ц/га без защиты культуры, а с

применением интегрированной защиты – 21 ц/га ( $17,5 \times 20 : 100 + 17,5$ ).

Принято считать, что за счет фактического плодородия почвы формируется 55–60 % общей урожайности [3,9]. Следовательно, 21 ц/га составляет 55 %. Тогда вся урожайность составит 38,2 ц/га ( $21,0 \times 100 : 55$ ). Разница между планируемой урожайностью 38,2 ц/га и урожайностью, получаемой за счет плодородия почвы, должна быть достигнута за счет внесения минеральных удобрений. Она составит: за счет азотных удобрений –  $38,2 - 21 = 17,2$  ц/га, за счет фосфорных –  $38,2 - 27,7 = 10,5$  ц/га, за счет калийных –  $38,2 - 24,5 = 13,7$  ц/га зерна.

Зная примерные затраты питательных элементов удобрений на 1 ц прибавки урожая озимой ржи сверх получаемого за счет фактического плодородия почвы (по данным И.М. Богдевича, по действующему веществу N – 6,4 кг,  $P_2O_5$  – 5,7 кг,  $K_2O$  – 4,1 кг), можно определить количество минеральных удобрений, необходимое для получения планируемой урожайности. Для этого нужно внести (по д.в.) 110 кг азота ( $17,2 \times 6,4$ ), 60 кг  $P_2O_5$  ( $10,5 \times 5,7$ ) и 56 кг  $K_2O$  ( $13,7 \times 4,1$ ).

Стоимость минеральных удобрений вместе с издержками на их внесение составляет 155 долл. США/га. Соотношение затрат на приобретение минеральных удобрений и средств защиты озимой ржи от вредных организмов должно приблизительно составлять 1:0,4 (табл. 3), то есть на 1 доллар стоимости минеральных удобрений необходимо

планировать 0,4 доллара на приобретение средств защиты растений, что соответствует 62 долл. США/га.

Итак, эффективное плодородие почвы и применение минеральных удобрений обеспечивают урожайность озимой ржи в 38,2 ц/га, при использовании интегрированной системы защиты культуры этот показатель увеличивается на 7–8 ц/га – 45–46 ц/га (табл. 1).

На наш взгляд, важно то, что предложенный метод позволяет определить минимум и максимум технического и ресурсного обеспечения планируемой урожайности, ниже или выше которого не может быть разумного обоснования этих вложений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шпаар Д. и др. Зерновые культуры. – Минск.: ФУА Информ, 2000, 421 с.
2. Кадыров М.А. О земледелии, селекции и рациональном хозяйствовании. – Минск: Несси, 2001, 163 с.
3. Кулаковская Т.Н. Почвенно-агрохимические основы получения высоких урожаев. – Минск: Ураджай, 1978, 272 с.
4. Лапа В.В. Удобрения как фактор повышения продуктивности земледелия и воспроизводства плодородия почв – состояние и перспективы // Почвоведение и агрохимия, 2005, № 1 (34), с. 38–42.
5. Нормативы зависимости урожайности от качества проведения агротехнических мероприятий. Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т экономики НАН Беларуси, Центр аграр. экономики; под ред. В.Г. Гусакова. – Минск: Ин-т экономики НАН Беларуси, 2007, 134 с.
6. Сорочинский Л.В. Как рассчитать окупаемость средств защиты растений // Ахова раслін, 1999, № 1, с. 26–27.
7. Справочник нормативов трудовых и материальных затрат для ведения сельскохозяйственного производства / сост.: Я.Н. Бречко, М.Е. Сумонов; под ред. В.Г. Гусакова, 2-е изд., перераб. и доп. – Минск: У «БелНИИ аграр. экономики», 2002, 440 с.
8. Урбан Э.П. Озимая рожь в Беларуси: селекция, семеноводство, технология возделывания. – Минск: Беларус. навука, 2009, 269 с.
9. Экономика организаций и отраслей агропромышленного комплекса. Под общ. ред. В.Г. Гусакова. – Минск: Беларус. наука, 2007, кн. 1, 891 с.