

**ИЗМЕНЧИВОСТЬ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА УРОЖАЯ И
НОРМАТИВНОГО ВЫНОСА ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ
ОЗИМОЙ РЖИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ АГРОХИМИКАТОВ**

Гилязов М.Ю., Юнусов Б.Р.

Реферат. Рассмотрена изменчивость химического состава урожая озимой ржи под действием биопрепарата Экстрасол, минеральных удобрений и протравителя семян. Установлены величины хозяйственного и нормативного выноса основных питательных веществ в условиях серой лесной почвы. Размеры нормативного выноса азота, фосфора и калия озимой рожью оказались относительно стабильными, хотя несколько возросли от внесения минеральных удобрений.

Ключевые слова: серая лесная почва, озимая рожь, биопрепарат Экстрасол, минеральные удобрения, хозяйственный и нормативный вынос питательных веществ.

Введение. Потребность сельскохозяйственных культур в питательных веществах измеряется хозяйственным или биологическим выносом соответствующего элемента в расчете на единицу площади. Хозяйственный вынос учитывает ту часть поглощенных растениями питательных веществ, которая отчуждается с поля в составе основной и побочной продукции. Биологический вынос больше хозяйственного на столько, сколько питательных веществ остается в поле в составе пожнивных и корневых остатков после уборки урожая. Для определения норм внесения удобрений достаточно пользоваться показателями хозяйственного выноса [2, 4].

Нормативный вынос – это тот же хозяйственный вынос, но в расчете не на единицу площади, а на единицу основной и соответствующее количество побочной продукции, он обычно измеряется в кг/т. Данный агрохимический показатель очень важен для практики применения удобрений, так как именно на нем базируется методика расчета потребности сельскохозяйственных культур в удобрениях. В связи с этим определенный теоретический и практический интерес представляет изучение изменчивости нормативного выноса основных питательных элементов (азот, фосфор, калий) под действием комплексного применения минеральных, бактериальных удобрений и средств защиты растений. В данном сообщении рассматривается действие полного минерального удобрения, биопрепарата Экстрасол и протравителя семян на хозяйственный и нормативный вынос основных питательных веществ озимой рожью.

Озимая рожь является важной продовольственной и кормовой культурой в Российской Федерации, в том числе в Республике Татарстан (РТ). В условиях РТ озимая рожь, обладая высокой зимостойкостью и засухоустойчивостью, играет роль страховой культуры и придает стабильность сбору продовольственного зерна. По мнению специалистов [6], необоснованное сокращение посевных площадей может привести к выпадению из севооборота важного звена и к потере зерновой культуры,

наиболее полно соответствующей по своим биологическим свойствам суровым условиям региона.

Одним из ведущих факторов, определяющих урожайность озимой ржи, является рациональное применение удобрений. Вместе с тем, широкое применение минеральных удобрений порождает несколько серьезных проблем: большие экономические и энергетические затраты на их производство, а также возможное негативное их воздействие на окружающую среду на всех этапах производства и использования. Эти обстоятельства вынуждают искать дополнительные ресурсы, улучшающие минеральное питание растений менее энергетически затратными средствами и способами [1, 3, 4].

В связи с вышеизложенным во многих странах приоритетным направлением аграрной науки становится изыскание путей разумного сокращения применения минеральных удобрений за счет широкого использования биологических удобрений, обогащающих почву азотом или переводящих малодоступные питательные вещества почвы в доступные формы. Однако эффективность биологических удобрений сильно колеблется от множества почвенных, климатических и агротехнических факторов, складывающихся в конкретных условиях хозяйства. Исходя из этого, нами был заложен полевой опыт по испытанию эффективности применения на посевах озимой ржи биопрепарата Экстрасол в сочетании с минеральными удобрениями и протравителем семян.

Активным биоагентом препарата Экстрасол является штамм ризосферных азотфиксирующих бактерий *Bacillus subtilis* Ч-13 и их метаболиты. В 1 г биопрепарата содержится не менее 100 млн бактерий. Препарат производит ООО «Бисолби-Интер» (г. Санкт-Петербург) согласно ТУ 929172-001-53281571-06 (Государственный регистрационный номер 0680-07-208-216-0-0-1) [5].

Условия, материалы и методы исследования. Полевой эксперимент проводится в условиях среднесуглинистой серой лесной

почвы Предкамья РТ. Пахотный горизонт почвы характеризуется средним содержанием гумуса, слабокислой реакцией, повышенным содержанием подвижных форм фосфора и калия.

Нормы азотных, фосфорных и калийных удобрений были рассчитаны расчетно-балансовым методом для получения 3,5 т/га урожая зерна озимой ржи (сорт Эстафета Татарстана) и составили $N_{75}P_{65}K_{70}$. В опыте использовали аммиачную селитру, простой аммонизированный суперфосфат и хлористый калий. Все удобрения, за исключением части аммиачной селитры, оставленной для ранневесенней подкормки, были внесены до посева на глубину пахотного слоя. Доза весенней азотной подкормки аммиачной селитрой в соответствующих вариантах опыта составила 17 кг д.в./га. Нормы расхода препаратов на обработку семян: Экстрасол – 2 л/т, протравитель Виал ТТ – 0,4 кг/т. Объем рабочего раствора для обработки семян равнялся 15 л/т. Семена обрабатывали накануне посева. Анализы почв и растений проведены общепринятыми методами на кафедре агрохимии и почвоведении Казанского государственного аграрного университета и ФГБУ ЦАС «Татарский».

Анализ и обсуждение результатов. Представленные в таблице 1 данные свидетельствуют о характере влияния испытанных агрохимикатов на содержание основных питательных веществ в зерне озимой ржи.

Элементный химический состав растений - важная биологическая особенность каждого вида растений и не менее важный агрохимический показатель, необходимый для установления потребности сельскохозяйственной куль-

туры в органических и минеральных удобрениях. Несмотря на то, что химический состав растений, прежде всего, определяется генотипом вида, он существенно может меняться в зависимости от многих факторов, таких как почвенные и климатические условия, предшественник, внесение удобрений, применение регуляторов роста, средств защиты растений и т.д.

В зерне озимой ржи, полученного без применения каких-либо агрохимикатов, содержание общего азота, фосфора и калия в расчете на абсолютно сухое вещество составило соответственно 2,04; 0,76 и 0,53 %. Как видим, содержание азота в 2,68, калия в 3,84 раза выше, чем соответственно фосфора и калия.

Протравливание семян препаратом Виал ТТ и инокуляция семян биопрепаратом Экстрасол существенного влияния на содержание общего азота, фосфора и калия в зерне не оказали, как при селективном, так и совместном их применении. Только внесение полного минерального удобрения оказало заметное влияние на все три макроэлемента. Так, например, расчетные нормы $N_{74}P_{102}K_{93}$ на фоне протравливания семян увеличили, по отношению к контролю, содержание азота, фосфора и калия соответственно в 1,05; 1,07 и 1,17 раза. На этом фоне инокуляция семян биопрепаратом Экстрасол существенного влияния не оказала, хотя обнаружилась некоторая тенденция повышения содержания азота и фосфора при одновременном снижении калия.

Снижение норм внесения азота и фосфора при неизменной норме калия привело к снижению соответствующих питательных элементов и повышению содержания калия. Так,

Таблица 1 – Изменение содержания NPK в зерне озимой ржи под влиянием минеральных удобрений, биопрепарата и протравителя

Варианты опыта	Содержание общего, %		
	азота	фосфора	калия
Контроль (без Экстрасола, протравителя и NPK)	<u>2,04*</u> 100	<u>0,76</u> 100	<u>0,53</u> 100
Протравливание семян Виал ТТ (П)	<u>2,03</u> 100	<u>0,76</u> 100	<u>0,52</u> 98
Инокуляция семян Экстрасолом (Э)	<u>2,06</u> 101	<u>0,75</u> 99	<u>0,53</u> 100
П+Э	<u>2,05</u> 100	<u>0,76</u> 100	<u>0,52</u> 98
П + $N_{74}P_{102}K_{93}$	<u>2,14</u> 105	<u>0,81</u> 107	<u>0,62</u> 117
П+Э + $N_{74}P_{102}K_{93}$	<u>2,16</u> 106	<u>0,82</u> 108	<u>0,61</u> 115
П + $N_{37}P_{51}K_{93}$	<u>2,07</u> 101	<u>0,75</u> 99	<u>0,64</u> 121
П + Э + $N_{37}P_{51}K_{93}$	<u>2,07</u> 101	<u>0,76</u> 100	<u>0,64</u> 121
П + $N_{37}P_{51}K_{93}$ +внесение Экстрасола в почву	<u>2,08</u> 102	<u>0,76</u> 100	<u>0,63</u> 119

Прим.: * - в числителе – в процентах на абсолютно сухой вес;
в знаменателе – в процентах к уровню контроля.

если по варианту опыта «П+Э+N₇₄P₁₀₂K₉₃» в зерне обнаружилось общего азота, фосфора и калия 2,16; 0,82 и 0,61 %, то по варианту «П+Э+N₃₇P₅₁K₉₃» соответственно 2,07; 0,76 и 0,64 %.

Характер влияния изучаемых агрохимикатов на элементный состав соломы (таблица 2) в основном напоминает характер их действия на химический состав зерна. Протравливание семян фунгицидом Виал ТТ не повлияло на содержание в соломе азота, фосфора и калия. То же самое можно отметить и в отношении инокуляции семян биопрепаратом Экстрасол.

Вполне ощутимо увеличилось в соломе содержание всех трех макроэлементов при внесении полного минерального удобрения. По варианту опыта «П + N₇₄P₁₀₂K₉₃» содержание азота, фосфора и калия в соломе выше контрольного уровня соответственно в 1,16; 1,27 и 1,14 раза. Сравнивая действие удобрений на химический состав зерна и соломы, можно заметить, что удобрения более рельеф-

но действовали на состав соломы. Как и в случае с зерном, уменьшение норм внесения азота и фосфора приводило к соответствующему снижению этих элементов в составе соломы. Таким образом, на содержание в зерне и соломе озимой ржи азота, фосфора и калия наибольшее влияние оказали нормы минеральных удобрений. Содержание указанных элементов под действием протравителя Виал ТТ и биопрепарата Экстрасол изменилось незначительно.

Урожайность зерна и хозяйственный вынос питательных элементов озимой ржи даны в таблице 3.

Представленные данные указывают, что в условиях серой лесной почвы наиболее существенным фактором, позитивно действующим на урожайность озимой ржи, было внесение полного минерального удобрения. Достоверные прибавки урожая зерна от биопрепарата Экстрасол получены, как на фоне минеральных удобрений и протравителя семян, так и на

Таблица 2 – Изменение содержания NPK в соломе озимой ржи под влиянием минеральных удобрений, биопрепарата и протравителя

Варианты опыта	Содержание общего, %		
	азота	фосфора	калия
Контроль (без Экстрасола, протравителя и NPK)	<u>0,44</u> 100	<u>0,26</u> 100	<u>0,98</u> 100
Протравливание семян Виал ТТ (П)	<u>0,43*</u> 98	<u>0,26</u> 100	<u>0,98</u> 100
Инокуляция семян Экстрасолом (Э)	<u>0,45</u> 102	<u>0,27</u> 104	<u>0,98</u> 100
П+Э	<u>0,44</u> 100	<u>0,27</u> 104	<u>0,99</u> 101
П + N ₇₄ P ₁₀₂ K ₉₃	<u>0,51</u> 116	<u>0,33</u> 127	<u>1,12</u> 114
П+Э + N ₇₄ P ₁₀₂ K ₉₃	<u>0,50</u> 114	<u>0,33</u> 127	<u>1,14</u> 116
П + N ₃₇ P ₅₁ K ₉₃	<u>0,47</u> 107	<u>0,27</u> 104	<u>1,15</u> 117
П + Э + N ₃₇ P ₅₁ K ₉₃	<u>0,48</u> 109	<u>0,27</u> 104	<u>1,16</u> 118
П + N ₃₇ P ₅₁ K ₉₃ +внесение Экстрасола в почву	<u>0,48</u> 109	<u>0,28</u> 108	<u>1,16</u> 118

Прим.: * – в числителе – в процентах на абсолютно сухой вес; в знаменателе – в процентах к уровню контроля.

Таблица 3 – Хозяйственный вынос азота, фосфора и калия озимой ржи в зависимости от минеральных удобрений, биопрепарата и протравителя

Варианты опыта	Урожай зерна, т/га	Хозяйственный вынос, кг/га		
		азота	фосфора	калия
Контроль (без Экстрасола, протравителя и NPK)	1,72	41,1	17,8	32,5
Протравливание семян Виал ТТ (П)	1,84	44,0	19,3	35,7
Инокуляция семян Экстрасолом (Э)	1,88	45,9	19,8	36,4
П+Э	1,88	45,6	20,0	36,8
П + N ₇₄ P ₁₀₂ K ₉₃	3,37	88,9	40,9	77,7
П+Э + N ₇₄ P ₁₀₂ K ₉₃	3,54	93,2	43,1	81,8
П + N ₃₇ P ₅₁ K ₉₃	2,76	66,3	27,8	58,0
П + Э + N ₃₇ P ₅₁ K ₉₃	2,90	71,9	30,4	65,6
П + N ₃₇ P ₅₁ K ₉₃ +внесение Экстрасола в почву	2,96	73,6	31,4	66,6
НСП ₀₅	0,08	-	-	-

Таблица 4 – Зависимость нормативного выноса азота, фосфора и калия озимой рожью от минеральных удобрений, биопрепарата Экстрасола и протравителя

Варианты опыта	Нормативный вынос, кг/т		
	азот	фосфор	калий
Контроль (без Экстрасола, протравителя и NPK)	23,9	10,3	18,9
Протравливание семян Виал ТТ (П)	23,9	10,5	19,4
Инокуляция семян Экстрасолом (Э)	24,4	10,5	19,4
П+Э	24,3	10,6	19,6
П + N ₇₄ P ₁₀₂ K ₉₃	26,4	12,1	23,1
П+Э + N ₇₄ P ₁₀₂ K ₉₃	26,3	12,2	23,1
П + N ₃₇ P ₅₁ K ₉₃	24,0	10,1	21,0
П + Э + N ₃₇ P ₅₁ K ₉₃	24,8	10,5	22,6
П + N ₃₇ P ₅₁ K ₉₃ + внесение Экстрасола в почву	24,9	10,6	22,5

неудобренном фоне. Сравнение двух способов использования биопрепарата показало, что внесение его в почву одновременно с минеральными удобрениями более эффективно, чем инокуляция протравленных семян. В целом, прибавки зерна озимой ржи от биопрепарата Экстрасол на порядок меньше, чем от расчетных норм полного минерального удобрения.

На контрольном варианте, где рожь выращивалась без внесения удобрений, биопрепарата и протравителя, хозяйственный вынос азота, фосфора и калия равнялся соответственно 41,1; 17,8 и 32,5 кг/га. Основная часть хозяйственного выноса азота (73 %) и фосфора (63 %) была отчуждена в составе зерна, а калия – в составе соломы (76 %). Данные таблицы показывают, что размеры хозяйственного выноса весьма существенно отличаются в зависимости от использованных агрохимикатов и их сочетаний. Увеличение хозяйственного выноса под действием предпосевной обработки семян протравителем и биопрепаратом на неудобренном фоне было относительно небольшим: отчуждение азота возросло на 3,1-4,8 кг/га, фосфора на 1,5-2,2 кг/га, калия на 3,2-4,3 кг/га. На фоне полных расчетных норм минеральных удобрений инокуляция семян Экстрасолом увеличила хозяйственный вынос питательных элементов примерно в таких же размерах: на 4,3 (азот); 2,2 (фосфор) и 4,1 (калий) кг/га. Главным фактором, оказавшим наибольшее влияние на хозяйственный вынос, является внесение полных расчетных норм минеральных удобрений. Так, по варианту «П+N₇₄P₁₀₂K₉₃» одновременное повышение урожайности и концентрации питательных элементов в зерне и соломе увеличило хозяйственный вынос азота, фосфора и калия соответственно в 2,16; 2,30 и 2,39 раза (по отношению к контролю). Как видно, от полной нормы минеральных удобрений особенно сильно увеличился вынос общего калия. Главенствующая роль минеральных удобрений в определении размеров хозяйственного выноса проявилась в том, что уменьшение норм азот-

ных и фосфорных удобрений привело к ощущаемому снижению хозяйственного выноса не только указанных элементов, но и калия.

Нормативный вынос питательных веществ также подвержен определенным колебаниям в зависимости от норм минеральных удобрений, протравливания семян, инокуляции почвы или семян биопрепаратом Экстрасол (табл. 4.). Правда, различия между вариантами опыта не такие сильные, какие наблюдались в отношении хозяйственного выноса. На контрольном варианте величины нормативного выноса азота, фосфора и калия равнялись соответственно 23,9; 10,3 и 18,9 кг/т, что ниже справочных значений, взятых нами для расчета норм минеральных удобрений (25, 12, 26 кг/т).

Под действием протравителя и биопрепарата нормативный вынос вырос слабо, как при селективном применении, так и при совместном внесении, независимо от фона питания и способа инокуляции. Максимальные значения нормативного выноса всех трех питательных элементов получены при внесении полной нормы минеральных удобрений: азота – 26,4 кг/т, фосфора – 12,2 кг/т и калия – 23,1 кг/т.

Выводы. На содержание в зерне и соломе озимой ржи азота, фосфора и калия наибольшее влияние оказали нормы минеральных удобрений. Содержание указанных элементов в урожае под действием протравителя Виал ТТ и биопрепарата Экстрасол изменилось незначительно. Максимальная урожайность и хозяйственный вынос питательных веществ озимой ржи наблюдались при комплексном применении агрохимикатов: внесении полной расчетной нормы NPK, протравливании семян фунгицидом Виал ТТ и инокуляции биопрепаратом Экстрасол. Размеры нормативного выноса азота, фосфора и калия озимой рожью оказались относительно стабильными, хотя несколько возрастали от внесения минеральных удобрений. Для испытанного сорта озимой ржи в условиях серой лесной почвы величины нормативного хозяйственного выноса (кг/т) составили: азота – 24-26; фосфора – 10-12 и калия – 19-23.

Литература

1. Валиуллин, И.Т. Зависимость величины и химического состава урожая ярового ячменя от совместного применения макроудобрений и биопрепарата ризоагрин / И.Т. Валиуллин, М.Ю. Гилязов // *Агрохимический вестник*. – 2010. – № 4. – С. 28-29.
2. Гилязов, М.Ю. *Агрономическая химия: методические указания* / М.Ю. Гилязов. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2011. – 96 с.
3. Завалин, А.А. *Биопрепараты, удобрения и урожай* / А.А. Завалин. - М.: Изд-во ВНИИА, 2005. - 302 с.
4. Минеев, В.Г. *Агрохимия* / В.Г. Минеев. – М.: Изд-во МГУ, Изд-во «КолосС», 2004. – 720 с.
5. Подробно об Экстрасоле [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://beltorg.org/print_product_info.php?products_id=84. (Дата обращения 15.12.2015).
6. Ресурсосберегающие технологии и экономические нормативы производства продукции растениеводства в условиях Республики Татарстан / Коллектив авторов. – Казань, 2002. – 278 с.

Сведения об авторах:

Гилязов Миннегали Юсупович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор
 Юнусов Булат Ренатович – магистр
 «Казанский государственный аграрный университет», г. Казань, Россия.

VARIABILITY OF CHEMICAL COMPOSITION OF HARVEST AND NORMATIVE REMOVAL OF NUTRITIONAL SUBSTANCES OF WINTER RHY UNDER THE IMPACT OF AGROCHEMICALS

Gilyazov M.Yu., Yunusov B.R.

Abstract. The variability of chemical composition of winter rye harvest under the influence of the Extrasol biological preparation, mineral fertilizers and seed dressing is considered. The values of economic and normative removal of basic nutrients in conditions of gray forest soil are established. The size of the normative removal of nitrogen, phosphorus and potassium by winter rye has been relatively stable, although slightly increased from the introduction of mineral fertilizers.

Key words: gray forest soil, winter rye, Extrasol biopreparation, mineral fertilizers, economic and normative removal of nutrients.

Reference

1. Valiullin I.T. Dependence of the magnitude and chemical composition of the spring barley harvest on the joint application of macrofertilizers and rizoagrins biological preparation. [Zavisimost velichiny i khimicheskogo sostava urozhaya yarovogo yachmenya ot sovmestnogo primeneniya makroudobreniy i biopreparata rizoagrina]. / I.T. Valiullin, M.Yu. Gilyazov // *Agrokhimicheskiy vestnik. - Agrochemical Herald*. 2010, № 4. - P. 28-29.
2. Gilyazov M.Yu. *Agrokhimicheskaya khimiya: metodicheskie ukazaniya*. [Agronomical chemistry: methodical instructions]. / M. Yu. Gilyazov. – Kazan: Izd-vo Kazanskogo GAU, 2011. – P. 96.
3. Zavalin A.A. *Biopreparaty, udobreniya i urozhay*. [Biopreparations, fertilizers and crops]. / A.A. Zavalin. - M.: Izd-vo VNIIA, 2005. – P. 302.
4. Mineev V.G. *Agrokhimiya*. [Agronomy]. / V.G. Mineev. – M.: Izd-vo MGU, Izd-vo “KolosS”, 2004. – P. 720.
5. *Podrobno ob Ekstrasole*. (Details about Extrasolle). – Available at: http://beltorg.org/print_product_info.php?products_id=84. (Date of access 15.12.2015).
6. *Resursosberegayushchie tekhnologii i ekonomicheskie normativy proizvodstva produktsii rastenievodstva v usloviyakh Respubliki Tatarstan*. / *Kollektiv avtorov*. [Resource-saving technologies and economic standards for crop production in the Republic of Tatarstan. / Composite authors]. – Kazan, 2002. – P. 278.

Authors:

Гилязов Миннегали Юсупович – Doctor of Agricultural sciences, professor, e-mail: m.f.amirof@rambler.ru
 Юнусов Булат Ренатович – master
 Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.