

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АЗОТНОЙ ПОДКОРМКИ ПОД ОЗИМУЮ РОЖЬ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ

А.А. Хрунов, к.б.н., Московский городской педагогический университет, А.С. Цыгаркина, ВНИИ зерна и продуктов его переработки – филиал «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН Москва, 2-й Сельскохозяйственный проезд, д. 4, к. 1, 129226 (email: alexkhrunov@gmail.com ; +79932268076) Москва, Дмитровское шоссе, д.11, 127434

Осуществлено прогнозирование эффективности подкормки азотными удобрениями озимой ржи посредством математического моделирования на дерново-подзолистых почвах в условиях Московской области с учетом их агрохимических свойств и количества выпавших осадков за осенне-зимний период. Даны рекомендации по проведению весенних подкормок озимой ржи в зависимости от обеспеченности почвы минеральным азотом, подвижными формами фосфора и калия, а также от количества осадков за указанный период в трех диапазонах.

Ключевые слова: озимая рожь, азотная подкормка, прибавка урожайности, полевые опыты.

Для цитирования: Хрунов А.А., Цыгаркина А.С. Прогнозирование эффективности азотной подкормки под озимую рожь на дерново-подзолистых почвах // Плодородие. – 2024. – №3. – С. 45-48.
DOI: 10.24412/1994-8603-2024-3138-45-48. EDN: JHVRZM.

В технологиях возделывания озимых зерновых культур важное значение имеет применение азотных удобрений, лучшим сроком внесения которых является период весеннего возобновления вегетации растений. На дерново-подзолистых почвах наибольшее влияние на величину прибавки урожая от азотных удобрений оказывает содержание минерального азота, а также подвижных форм фосфора и калия в почве [6]. Обычно при увеличении содержания минерального азота в почве снижается прибавка урожая от азотных удобрений, вместе с тем возрастает урожайность без внесения азота. В то же время повышение степени обеспеченности почв подвижными формами фосфора и калия положительно отражается на эффективности азотных удобрений и в значительной мере компенсирует «недобор» прибавки урожая за счет повышения содержания минерального азота в почве [7].

Наряду с указанными факторами на эффективность азотных удобрений влияют погодные условия. В 1980-х годах были разработаны градации зависимости прибавок урожая озимых от внесения различных доз азотной подкормки и количества осадков за осенне-зимний период, но при этом не учитывались агрохимические свойства почв [4].

Для ржи, как и для любой сельскохозяйственной культуры, важна рационально разработанная система применения удобрений. Поэтому в данной работе проанализированы результаты множества многолетних полевых опытов с этой культурой, проведен корреляционный анализ между значимыми агрохимическими факторами, оценено какие из них наиболее тесно связаны с прибавкой урожайности озимой ржи.

Обзор литературных данных показал, что в районах избыточного увлажнения на окультуренных дерново-подзолистых почвах ведущую роль в формировании урожая зерна озимой ржи играют азотные удобрения, оптимальная доза действующего вещества которых 60 кг/га [3].

Выявлена наиболее тесная зависимость между изначальным содержанием минерального азота в почве, количеством выпавших осадков за осенне-зимний период (с августа по март) и прибавкой урожайности. Исходя из

полученных заключений, были выработаны рекомендации по проведению весенних подкормок азотом озимой ржи на дерново-подзолистых почвах в условиях достаточного увлажнения.

Цель исследования - установить зависимость между прибавками урожая озимой ржи и суммой осадков за осенне-зимний период (август-март), содержанием минерального азота, подвижных форм фосфора и калия на дерново-подзолистой почве.

Методика. В исследованиях использованы методы математического моделирования. Вся исходная информация в виде результатов многолетних полевых опытов, в которых изучалась эффективность азотной подкормки озимой ржи, предоставлена ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова.

В нашей работе использованы данные 77 наблюдений из 13 полевых опытов с озимой рожью, заложенных в Омской, Псковской областях и Республике Мордовия на дерново-подзолистых почвах с I - III классами обеспеченности по фосфору и калию. В Псковской области данный подтип почв преобладает, занимая около 46% площади земельного фонда, в Омской области дерново-подзолистые почвы распространены на севере региона, в Мордовии – на западе и северо-западе республики [1, 5].

Основной объект исследования – озимая рожь – зерновая культура, которая имеет большое хозяйственное значение, особенно в районах, где возделывание озимой пшеницы ограничено из-за почвенно-климатических условий. Рожь менее зависима от метеорологических условий, чем озимая пшеница и предъявляет относительно невысокие требования к плодородию почвы [2]. В 2023 г. площади посевов ржи достигли 833,5 тыс. га. Несмотря на относительно маленькие посевные площади, отведенные под рассматриваемую культуру, озимая рожь остается одной из важнейших зерновых культур, возделываемых в РФ.

В начале исследований изучили корреляционную зависимость между прибавкой урожая культуры при внесении азотного удобрения в дозе 60 кг д.в./га, содержанием минерального азота в почвах и количеством осадков за вегетационный период раздельно. Доза 60 кг д.в./га была выбрана из-за наибольшей

распространенности в рассматриваемых опытах и наиболее достоверного коэффициента корреляции с прибавкой урожайности. После того, как были выявлены тесные корреляционные связи ($r > 0,75$) между двумя вышеуказанными факторами, было решено объединить их в единую сводную таблицу, отражающую совокупное

влияние рассматриваемых факторов на урожайность озимой ржи (см. табл.). Все расчеты производились в программе Microsoft Excel 2007-2018.

Результаты и их обсуждение. В результате объединения изучаемых факторов влияния на прибавку урожайности озимой ржи получили сводную таблицу.

Прибавка урожайности озимой ржи, ц/га								
Количество выпавших осадков за осенне-зимний период, мм								
100-200			200-300			300-400		
P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг	Прибавка при Д=60 кг д.в/га	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг	Прибавка при Д=60 кг д.в/га	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг	Прибавка при Д=60 кг д.в/га
N(NO ₃) <5 мг/кг								
< 50	<80	3,0	< 50	<80	2,9	< 50	<80	3,8
	80-120	3,2		80-120	5,2		80-120	5,4
50-100	<80	4,0	50-100	<80	4,0	50-100	<80	4,6
	80-120	4,7		80-120	5,7		80-120	5,5
N(NO ₃) 5-10 мг/кг								
< 50	<80	3,2	< 50	<80	3,4	< 50	<80	4,2
	80-120	3,4		80-120	5,4		80-120	5,1
50-100	<80	2,0	50-100	<80	2,1	50-100	<80	3,2
	80-120	3,8		80-120	5,8		80-120	5,8
N(NO ₃) >10 мг/кг								
< 50	<80	2,2	< 50	<80	2,7	< 50	<80	3,7
	80-120	2,0		80-120	2,8		80-120	2,7
50-100	<80	2,1	50-100	<80	2,3	50-100	<80	2,2
	80-120	2,3		80-120	3,3		80-120	3,5

Для более наглядной демонстрации результатов представлены графики (рис.) в трех выбранных диапазонах количества выпавших осадков за осенне-зимний период. На них продемонстрирована средняя линейная тенденция к изменению значений прибавки урожайности культуры от содержания минерального азота в почве, подвижных форм фосфора и калия.

В таблице и на рисунке представлены средние значения прибавки урожая озимой ржи, изменяющиеся в зависимости от конкретных агрохимических и климатических показателей: содержания фосфора, калия, минерального азота в почве и количества выпавших осадков за вегетационный период.

Следует отметить, что максимальные средние значения прибавки (5,8 ц/га) соответствуют одному и тому же диапазону агрохимических характеристик и наблюдаются в диапазоне осадков 200-300 и 300-400 мм соответственно. При анализе таблицы по количеству выпавших осадков в целом необходимо обратить внимание на то, что при 100-200 мм максимальное значение прибавки (4,7 ц/га) при внесении Д=60 кг д.в/га наблюдается при минимальной обеспеченности почвы азотом - N(NO₃) < 5 мг/кг. Это может свидетельствовать о наименьшей подвижности данного элемента питания из-за невысокого уровня увлажнения почвы в результате малого количества выпавших осадков и наибольшей эффективности применяемых азотных удобрений вследствие этого.

При величине осадков от 200 до 300 мм и от 300 до 400 мм максимальные значения прибавки (5,8 ц/га) присущи почвам III группы обеспеченности по фосфору и калию и с содержанием минерального азота в почве 5-10 мг/кг. Это может свидетельствовать о наибольшей эффективности применяемости азотных удобрений при таких параметрах почвы, так как азот становится более подвижным из-за поступающей влаги. Необходимо также отметить, что при содержании в почве минерального азота более 10 мг/кг наблюдаются наименьшие прибавки урожайности озимой ржи при той же дозе вносимых удобрений.

На основании полученных результатов можно дать некоторые рекомендации по проведению весенних подкормок азотными удобрениями озимой ржи. В случае выпадения малого количества осадков за вегетационный период (100-200 мм) азотные подкормки рекомендуются проводить на почвах с минимальной обеспеченностью азотом (< 5 мг/кг) для получения максимальных прибавок урожайности. Если же сумма выпавших осадков за названный период находится в диапазоне от 200 до 400 мм, подкормку азотом в дозе 60 кг д.в/га стоит проводить на почвах с содержанием 5-10 мг/кг данного элемента питания для достижения наибольшей прибавки.

Выводы. В ходе исследования установлено, что прогнозирование эффективности подкормки азотными удобрениями озимой ржи на дерново-подзолистых почвах может быть успешно осуществлено путем математического моделирования с учетом агрохимических свойств почвы и количества осадков за осенне-зимний период.

Рекомендации по проведению весенних подкормок озимой ржи зависят от исходных агрохимических и метеорологических данных.

Отмечено, что подкормка озимой ржи азотными удобрениями способствует увеличению урожайности, особенно в условиях низкого содержания минерального азота в почве. Однако, следует учитывать, что оптимальная доза азотной подкормки может различаться в зависимости от количества выпавших осадков.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на определение оптимальных доз азотных удобрений для различных уровней осадков и агрохимических характеристик почвы, а также на изучение других факторов, влияющих на эффективность подкормки озимой ржи. Это позволит разработать более точные рекомендации по системе удобрения озимой ржи, для чего потребуются более широкий набор данных полевых опытов в различных почвенно-климатических зонах.

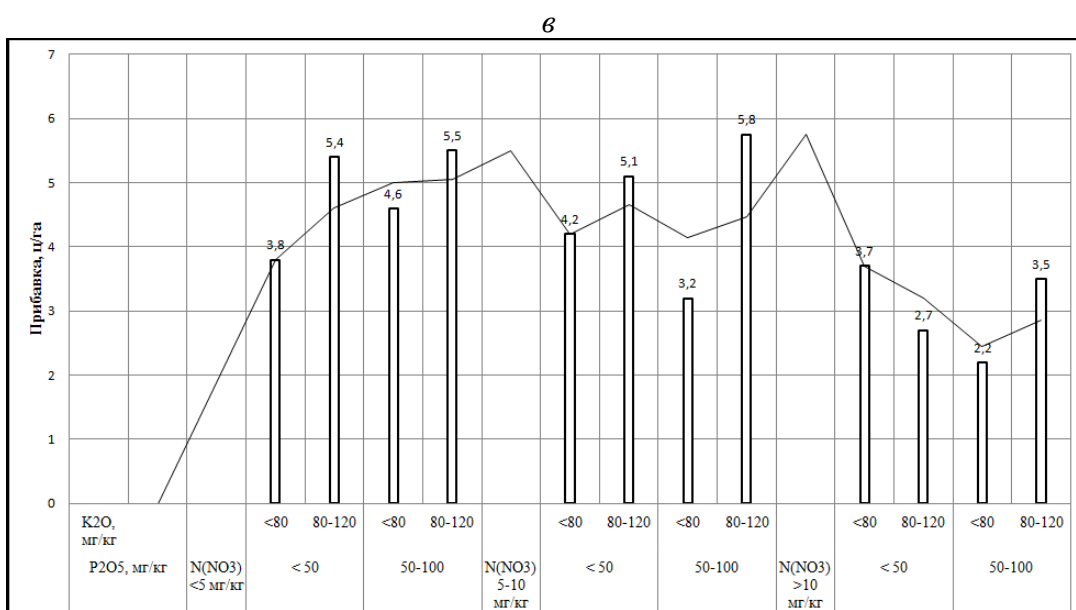
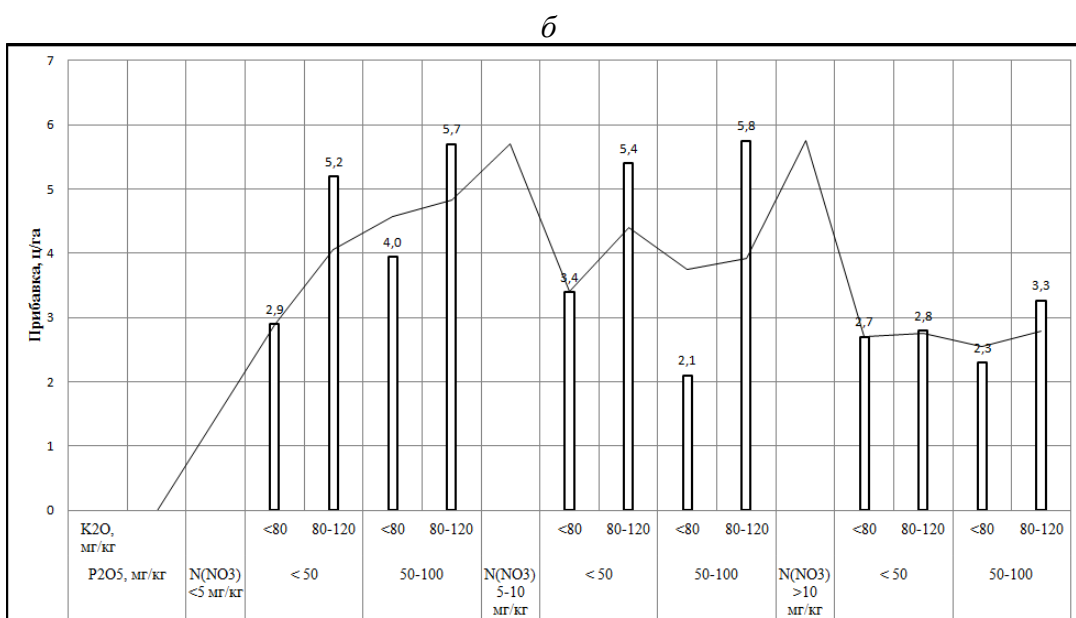
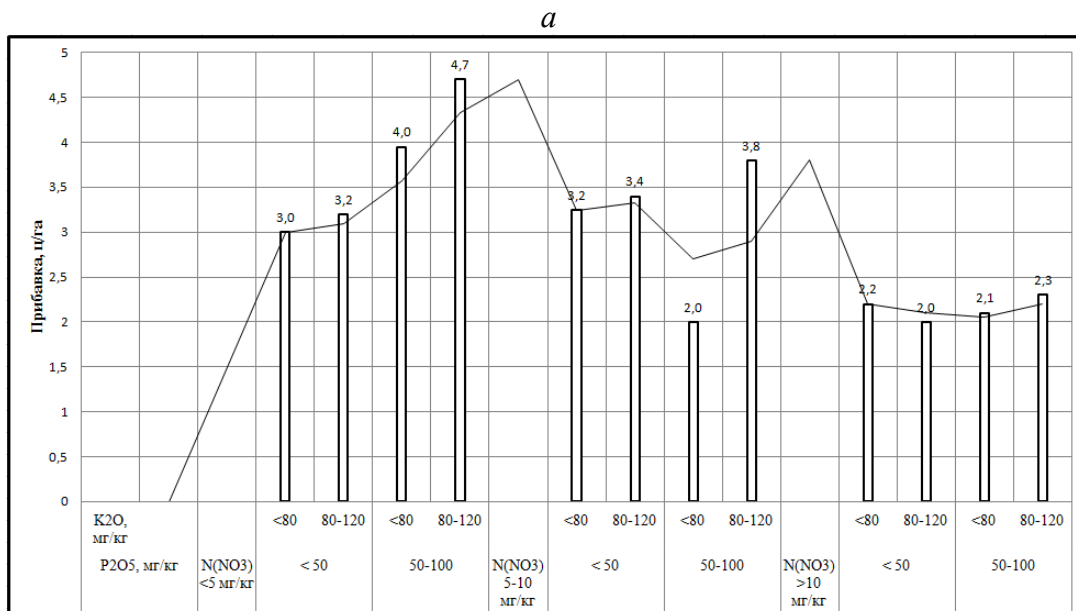


Рис. Зависимость прибавки урожайности озимой ржи от агрохимических показателей в диапазоне осадков:
a – от 100 до 200 мм, *б* – от 200 до 300 мм, *в* – от 300 до 400 мм

Литература

1. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных угодий Российской Федерации (по состоянию на 1 января 2010 года). Реестр плодородия почв. – М.: ВНИИА, 2013. – 208 с.
2. Шрамко Н. В., Вихорева Г. В. Агроэкономическая эффективность возделывания озимых зерновых культур на дерново-подзолистых почвах в севооборотах Верхневолжья // Владимирский земледелец. – 2017. – № 3 (81). – С. 9-14.
3. Рысев М. Н. и др. Закономерности действия удобрений под озимую рожь на дерново-подзолистых почвах // Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 4. – С. 18-25.
4. Справочник агронома по сельскохозяйственной метеорологии. Нечерноземная зона европейской части РСФСР. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 527 с.
5. Сычев В. Г., Шафран С. А., Ильющенко И. В. Применение минеральных удобрений и их эффективность в различных зонах России // Плодородие. – 2022. – №3. – С. 3-6
6. Шафран С. А. и др. Прогноз окупаемости затрат на применение азотных удобрений при подкормке озимой пшеницы в Нечерноземной зоне // Плодородие. – 2014. – № 2 (77). – С. 5-6.
7. Шафран С. А. Окупаемость затрат на применение азотных удобрений в подкормку озимой пшеницы // Агрохимия. – 2020. – № 2. – С. 20-27.

PREDICTION OF THE EFFECTIVENESS OF NITROGEN FERTILIZING FOR WINTER RYE BASED ON THE INCREASE IN YIELD ON SODDY-PODZOLIC SOILS DEPENDING ON THE CONTENT OF MINERAL NITROGEN IN THE SOIL AND THE AMOUNT OF PRECIPITATION IN THE AUTUMN-WINTER PERIOD

A.A. Khrunov, Ph.D. of Biological Sciences, Associate Professor, Department of Biology and Human Physiology, Moscow City Pedagogical University, Moscow, 2nd Selskokhozyaystvenny drive, 4, building 1, 129226 (email: alexkhrunov@gmail.com; +79932268076)

A.S. Tsygarkina, All-Russian Research Institute of Grain and its processed products - branch of the Federal Scientific Center for Food Systems named after V.M. Gorbатов RAS, Moscow, Dmitrovskoe highway, 11, 127434

This article predicts the effectiveness of fertilizing winter rye with nitrogen fertilizers through mathematical modeling on soddy-podzolic soils, taking into account their agrochemical properties and the amount of precipitation during the autumn-winter period. Recommendations are given for carrying out spring fertilizing of winter rye depending on the supply of soil with mineral nitrogen, mobile forms of phosphorus and potassium and on the amount of precipitation for the specified period in three ranges.

Keywords: winter rye, nitrogen fertilization, yield increase, field experiments

УДК 631.41

EDN: KUGVGK

DOI: 10.24412/1994-8603-2024-3138-48-52

АГРОХИМИЧЕСКАЯ И АГРОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПАХОТНЫХ ПОЧВ, НАРУШЕННЫХ В РЕЗУЛЬТАТЕ ВСКРЫШНЫХ РАБОТ

Л.Е. Тучкова^{1,2}, к.с.-х.н., И.А. Верховец³, к.с.-х.н., Е.С. Чувашева¹, к.б.н., И.М. Тихойкина⁴, к.с.-х.н., Э.В. Скорозинский¹, М.Г. Федоров¹, Л.А. Пашкевич⁴, к.т.н.

¹ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», lutuchka@ya.ru г. Орел, ул. Комсомольская 95, тел. 89536149769

²Орловский орган инспекции ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных» (ФГБУ «ВНИИЗЖ»), Орел г, Новосильское ш, д. 18, контактный телефон 89192008004

³ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», г. Орёл, Генерала Родина ул., 69, тел. 89103007073

⁴Среднерусский институт управления – филиал РАНХиГС, г. Орел, ул. Октябрьская 12, контактный телефон 89536178575

Проведен анализ состояния пахотных угодий на землях сельскохозяйственного назначения в 2018 г: реакция почвенной среды преимущественно среднекислая, содержание подвижных форм фосфора низкое, обменного калия низкое, гумуса повышенное. При проведении агрохимического анализа на нарушенном участке после вскрышных работ установлено снижение содержания обменного калия по сравнению с контрольным вариантом на 60–86% и гумуса на 12–79%, увеличение содержания в почве подвижных форм фосфора в пределах <0,1 до 156 млн⁻¹, что больше значения в контрольном варианте от 0,54 до 847,8%.

По сравнительному анализу содержания средневзвешенных значений образцов почв установлено изменение реакции почвенной среды с 2018 до 2022 г. от среднекислой до щелочной, снижение содержания гумуса по сравнению с 2018 г., резкое снижение обменного калия на 20,34 млн⁻¹, увеличение содержания фосфора на нарушенном участке в сравнении с исходным значением на 20,97 млн⁻¹, но в контрольном варианте содержание подвижных форм фосфора меньше, чем в 2018 г. на 40,2 мг и на 61,17 мг, чем на нарушенном участке.

Ключевые слова: агрохимическая характеристика, гранулометрический состав, вскрышные работы, пахотные угодья, кислотность почв, питательные элементы.

Для цитирования: Тучкова Л.Е., Верховец И.А., Чувашева Е.С., Тихойкина И.М., Скорозинский Э.В., Федоров М.Г., Пашкевич Л.А. Агрохимическая и агрофизическая характеристика пахотных почв, нарушенных в результате вскрышных работ // Плодородие. – 2024. – №3. – С. 48-52. DOI: 10.24412/1994-8603-2024-3138-48-52. EDN: KUGVGK.

Для реализации Доктрины «Продовольственная безопасность» одной из первоочередных задач, стоящих перед сельхозпроизводителями, является «обеспечение достаточным количеством качественных продуктов