

ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Захаров Николай Григорьевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Почвоведение, агрохимия и агроэкология»

Хайртдинова Наталья Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Почвоведение, агрохимия и агроэкология»

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

432017, г. Ульяновск, Бульвар Новый Венец, 1; тел. 8(8422)55-95-75

e-mail: agroec@yandex.ru

Ключевые слова: озимая пшеница, качество и количество клейковины, урожайность, гидротермический коэффициент, минеральное питание.

Исследования проводили на опытном поле ФГБОУ ВО Ульяновского ГАУ в 2017-2019 гг. Цель исследований заключалась в выявлении влияния агроклиматических условий региона на формирование урожайности и качества зерна озимой пшеницы Саратовская 17 на фоне различных доз минеральных удобрений. Схема опыта предусматривала 4 варианта: 1. Контроль (без удобрений); 2. $N_{20}P_{20}K_{20}$; 3. $N_{40}P_{40}K_{40}$; 4. $N_{60}P_{60}K_{60}$. Установлено, что осадки в период возобновления вегетации - цветения оказывали существенное влияние на урожай зерна озимой пшеницы ($R^2=0,78$). Для характеристики увлажнения территории был рассчитан гидротермический коэффициент по Г.Т.Селянинову. В 2019 году он составил 0,21, что характеризует период как очень сильно засушливый. В 2017 и 2018 гг. погодные условия для озимой пшеницы складывались более благоприятные (ГТК 0,92 и 0,75 – недостаточно увлажненный). Повышение урожайности отмечено при ГТК 0,92 (2017 г.) на всех вариантах опыта. Коэффициент корреляции зависимости урожайности изучаемой культуры от показателя ГТК составил 0,84, что указывает на существенную зависимость продуктивности озимой пшеницы от гидротермических условий, которые складываются в период от возобновления вегетации до цветения культуры. Важно отметить, что основным фактором, влияющим на накопление клейковины в зерне озимой пшеницы Саратовская 17 и изменение ее упругоэластических свойств являются условия минерального питания растений. Коэффициент детерминации показывает, что на 60 % качество клейковины определялось условиями питания растений и не зависело от складывающихся погодных условий.

Введение

Для обеспечения продовольственной независимости Российской Федерации уровень самообеспечения страны зерном должен составлять 95 %. При этом особую социальную значимость приобретает получение зерна с высокими показателями качества [1, 2].

Важное место в формировании валовых сборов зерна отводится озимой пшенице, которая пользуется устойчивым спросом на зерновом рынке [3].

Формирование величины и качества урожая озимой пшеницы зависит от многих факторов, в том числе от почвенно-климатических и погодных условий года, что сдерживает увеличение посевных площадей. Опыт показывает, что современные технологии в условиях агроклиматических ресурсов Ульяновской области позволяют получать от 30,1 до 73 ц/га урожая зерновых культур. При этом за 16-летний период не выявлено положительной тенденции увеличения урожайности озимой пшеницы при значительных ее колебаниях по годам (от 9,8 до 30,3 ц/га). Для реализации генетического потен-

циала культуры должны быть разработаны свои адаптированные к конкретным почвенно-климатическим условиям технологии [4, 5, 6, 7].

В значительной степени вариабельность урожайности и качество зерна сельскохозяйственных культур, в том числе озимой пшеницы определяется условиями питания. Снижение количества вносимых удобрений привело к нарушению баланса питательных элементов, что способствовало снижению устойчивости агроценозов к экологическим стрессам [8, 9].

В России существует дефицит качественного зерна. Клейковина пшеницы обладает наиболее ценными свойствами, что обеспечивает получение пшеничного хлеба, который отличается высокой пористостью и переваримостью. Наряду с этим, качественная продукция реализуется по более высоким ценам, что способствует повышению экономической эффективности производства. В силу этого в растениеводстве вопрос повышения качества зерна актуален [2].

Целью исследований явилось выявление влияния агроклиматических ресурсов Заволжья Ульяновской области на формирование уро-

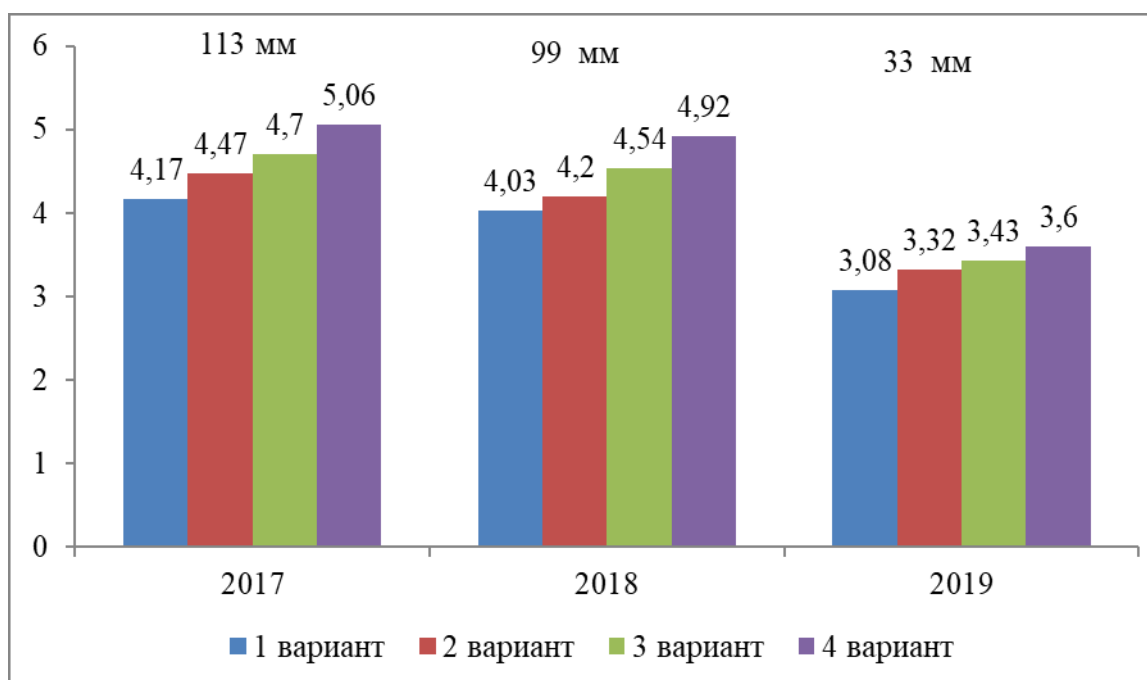


Рис. 1 - Урожайность озимой пшеницы Саратовская 17 (т/га) в зависимости от суммы осадков (мм) за период возобновление вегетации - цветение

жайности и качества зерна озимой пшеницы на фоне различных доз минеральных удобрений.

Материалы и методы исследований

Исследования проводились на опытном поле Ульяновского ГАУ в 2017-2019 годах в полевом стационарном 5-польном зернопаровом севообороте: пар сидеральный – озимая пшеница – яровая пшеница – соя – ячмень. В качестве объекта исследований применялся рекомендуемый для возделывания в регионе сорт Саратовская 17.

Озимая пшеница Саратовская 17 характеризуется тем, что хорошо отзывается на повышенный агрофон. Основным достоинством этого сорта являются высокие урожайные свойства с отличными показателями качества. Экономическая эффективность возделывания озимой пшеницы Саратовская 17 достигается за счет производства высококачественного зерна [6].

Схема опыта предусматривала 4 варианта:

1. Вариант – контроль (без внесения удобрений)
2. Вариант – $N_{20}P_{20}K_{20}$
3. Вариант – $N_{40}P_{40}K_{40}$
4. Вариант – $N_{60}P_{60}K_{60}$

Озимая пшеница во все годы возделывалась по сидеральному пару. Норма высева – 5 млн. всхожих семян на гектар. Минеральные удобрения вносились под предпосевную культивацию. Агротехника в опыте – традиционная для условий Среднего Поволжья. Почва опытного

поля – чернозем выщелоченный с содержанием гумуса 4,5-4,7 %, фосфора (по Чирикову) 140-162 мг/кг, калия – 141-161 мг/кг, реакцией почвенного раствора 5,4-5,6 единиц pH_{KCl} .

Оценка показателей качества проводилась по стандартным методикам [10]. Использовались метеоданные по пункту города Ульяновска (аэропорт Восточный). Гидротермический коэффициент, который показывает уровень влагообеспеченности территории, рассчитывался по методу Г.Т. Селянинова. Разной степени увлажнениям соответствуют следующие градации ГТК: ГТК < 0,4 – очень сильная засуха; 0,4 ≤ ГТК < 0,5 – сильная засуха; 0,5 ≤ ГТК < 0,7 – средне засушливо; 0,7 ≤ ГТК < 1,0 – недостаточно влажно; 1,0 < ГТК ≤ 2,0 – достаточно влажно; ГТК > 2,0 – переувлажнено [11, 12].

Результаты исследований

В годы исследований количество осадков в период от возобновления весенней вегетации до периода цветения озимой пшеницы Саратовская 17 значительно колебалось. Наиболее засушливым этот период был в 2019 году. Выпало 33,2 мм осадков при среднесуточной температуре 16,1 °С (рис. 1).

В то же время установлена зависимость урожайности зерна озимой пшеницы от условий минерального питания. Необходимо отметить, что увеличение дозы удобрений во все годы обеспечивало повышение сбора зерна озимой пшеницы. В среднем прибавка урожая на варианте $N_{60}P_{60}K_{60}$ в сравнении с другими вариантами

ми опыта составила 0,31-0,77 т/га.

Внесение удобрений существенно повлияло на накопление сырой клейковины и ее качество в годы исследований. В целом содержание сырой клейковины в зерне повышалось по мере увеличения доз минеральных удобрений (табл. 1).

Изменение качества клейковины в зависимости от доз минеральных удобрений представлено в таблице 2.

Стабильно высоким содержанием сырой клейковины (28,2...29,3 %) при хорошем ее качестве (72,5...78,9 ед.) во все годы исследований отличалось зерно пшеницы, полученное на варианте с внесением удобрений в дозе 60 кг д.в./га.

Обсуждение

В различных почвенно-климатических условиях одним из лимитирующих факторов формирования урожайности сельскохозяйственных культур являются атмосферные осадки. В среднем по области многолетняя годовая сумма осадков составляет – 487 мм. При этом их распределение по территории области неравномерное [6]. В годы исследований этот показатель значительно колебался и отличался от среднеемноголетних показателей. Количество атмосферных осадков значительно изменялось как в течение года, так и в период возобновления вегетации до полной спелости культуры, что сказалось на формировании урожайности озимой пшеницы. Самым влажным годом исследований был 2017 год. Сумма осадков за год составила 673,2 мм при среднеемноголетнем значении, как отмечено выше – 487 мм.

Для изучаемой культуры важную роль играют именно весенние осадки, которые создают благоприятные условия для формирования новых побегов, развития корневой системы. В период возобновления вегетации – цветение озимая пшеница расходует до 70 % влаги от общего потребления за вегетацию [13, 14].

Уравнение регрессии, устанавливающее связь между урожайностью культуры (У, т/га) и суммой осадков за период возобновления вегетации – цветение (х, мм), имеет следующий вид:
 $U = 0,0157x + 2,84; R^2 = 0,78$ [1].

Согласно уравнению, наибольшая урожайность озимой пшеницы формируется при сумме осадков за исследуемый период от 99 до 113 мм.

Для характеристики увлажнения территории использовали гидротермический коэффициент Г.Т.Селянинова. В 2019 году он составил

Таблица 1

Содержание клейковины в зерне озимой пшеницы Саратовская 17, %

Вариант	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Контроль	25,1	22,5	23,2
$N_{20}P_{20}K_{20}$	25,2	23,9	24,2
$N_{40}P_{40}K_{40}$	29,4	27,3	26,3
$N_{60}P_{60}K_{60}$	29,3	29,8	28,2
НСР ₀₅	1,6	1,6	2,0

Таблица 2

Качество клейковины в годы исследований, (ИДК ед.)

Вариант	Качество клейковины					
	2017 г.		2018 г.		2019 г.	
	ед.	группа	ед.	группа	ед.	группа
Контроль	84,4	II	84,0	II	96,2	II
$N_{20}P_{20}K_{20}$	88,1	II	84,4	II	92,7	II
$N_{40}P_{40}K_{40}$	84,1	II	76,1	I	82,1	II
$N_{60}P_{60}K_{60}$	75,9	I	72,5	I	78,9	II

0,21 при среднеемноголетнем значении по Ульяновской области 0,90, что характеризует период возобновления вегетации – цветение в 2019 году как очень сильно засушливый ($ГТК \leq 0,4$). В 2017 и 2018 гг. погодные условия в период от возобновления вегетации до цветения для озимой пшеницы складывались более благоприятные при $ГТК$ 0,92 и 0,75 (недостаточно увлажненный), что сказалось на формировании урожайности зерна пшеницы. Коэффициент корреляции зависимости урожайности изучаемой культуры от показателя $ГТК$ составил 0,84, что указывает на существенную зависимость продуктивности озимой пшеницы от гидротермических условий, которые складываются в период от возобновления вегетации до цветения культуры. В наших опытах зависимость урожайности культуры (У, т/га) от $ГТК$ выражалось следующим уравнением регрессии:

$$U = 2,1287x + 2,8941; R^2 = 0,84$$
 [2].

Согласно уравнению наибольшая урожайность озимой пшеницы получена при увеличении $ГТК$ до 0,92 (2017 г). В этом году урожайность озимой пшеницы находилась на уровне 4,7-5,06 т/га.

Уравнение регрессии зависимости урожайности от условий минерального питания имеет следующий вид:

$$U = 0,0276x + 3,5477; R^2 = 0,26$$
 [3].

Важной составляющей потребительской

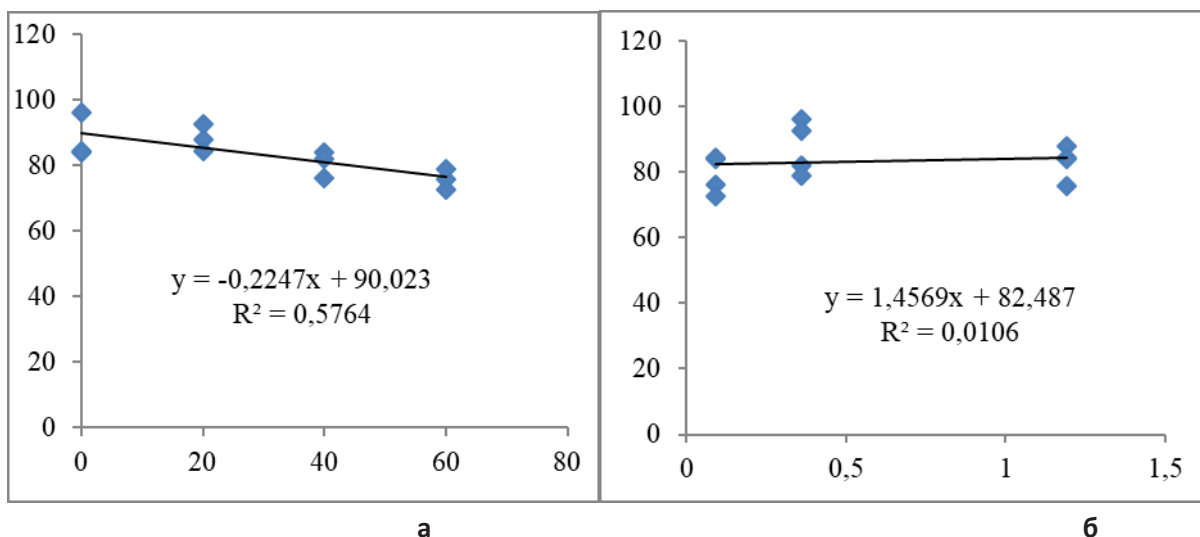


Рис. 2 - Зависимость качества клейковины от доз применяемых удобрений (а) и ГТК (б).

стоимости зерна пшеницы является качество. От качества полученной продукции напрямую зависит прибыль предприятия. Поэтому многие сельхозтоваропроизводители озабочены получением зерна высокого качества, в частности за счет увеличения содержания клейковины [4].

Формирование качества зерна зависит от многих составляющих. На выход и качество сырой клейковины значительное влияние оказывают факторы внешней среды, в том числе температура и осадки в период от колошения до восковой спелости. Не последняя роль принадлежит фактору питания. При этом содержание сырой клейковины в зависимости от складывающихся условий может варьировать в достаточно широких пределах (от 15 до 40 %) [15, 16].

Наличие клейковины определяет хлебопекарное качество муки, полученной из зерна пшеницы. Так, в соответствии с ГОСТом 9353–90: зерно высшего класса должно содержать 36 % клейковины; 1-го – 32 %; 2-го – 28 %; 3-го – 23% и 4-го – 18 %. От содержания клейковины в зерне пшеницы зависит качество выпекаемого хлеба [17].

Установлено, что ГТК в период колошение-полная спелость характеризовался следующими показателями: 2017 – 0,12, 2018 – 0,09, 2019 – 0,37, что согласно градации характеризует изучаемый период как очень сильно засушливый (ГТК < 0,4 – очень сильная засуха).

Корреляционно-регрессионный анализ показал, что накопление клейковины практически не определялось гидротермическими условиями, которые сложились в этот период (уравнение регрессии $Y = -3,6283x + 26,901$, $R^2 = 0,035$ [3]).

Качество зерна в значительной степени

определяется условиями питания пшеницы. Особенно для нее важны азотные удобрения на завершающем этапе развития для построения клейковинных белков [18].

На варианте $N_{60}P_{60}K_{60}$ содержание клейковины увеличивалось на 4,2-7,3 % по сравнению с контролем. Уравнение регрессии зависимости накопления клейковины от внесения минеральных удобрений в зерне озимой пшеницы Саратовская 17 имеет следующий вид: $Y = 0,0987x + 23,24$, $R^2 = 0,81$ [4]. Улучшение условий питания повлияло на содержание клейковины в зерне культуры и способствовало повышению ее устойчивости к неблагоприятным гидротермическим условиям.

Основной фактор, определяющий формирование хлебопекарных свойств зерна, это качество клейковины, которая должна обладать повышенной эластичностью. Предполагают, что качество клейковины в отличие от количества является наследственным признаком [19].

Согласно ГОСТ Р 54478-2011 результаты упругоэластичных свойств клейковины выражают в условных единицах прибора ИДК (ед. ИДК). Результаты измерений качества клейковины показали, что к 1 группе качества (от 43 до 77 ед.) относится зерно пшеницы, полученное на варианте с дозой внесения 60 кг д.в./га.

Установлено, что основным фактором, влияющим на изменение упругоэластичных свойств клейковины озимой пшеницы Саратовская 17, являются условия минерального питания растений. Вариант с внесением удобрений в дозе 60 кг д.в./га обеспечивал стабильное улучшение качества клейковины озимой пшеницы.

Коэффициент детерминации показывает, что на 60 % качество клейковины определялось

условиями питания растений (рис. 2).

Таким образом, установлены соответствующие зависимости, формирующие урожайность и качество зерна озимой пшеницы.

Заключение

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Варьирование урожайности озимой пшеницы Саратовская 17 в условиях Заволжья Ульяновской области наряду с агротехническими причинами определяется гидротермическими условиями года в период возобновления вегетации – цветения. Установлена связь между урожайностью озимой пшеницы и ГТК, которая описывается уравнением регрессии: $Y = 2,1287x + 2,8941$; $R^2 = 0,84$.

2. Применение минеральных удобрений обеспечивало стабильное повышение урожайности озимой пшеницы. В среднем прибавка урожая на варианте с внесением $N_{60}P_{60}K_{60}$ в сравнении с другими вариантами опыта составила 0,31-0,77 т/га.

3. Содержание клейковины в зерне существенно меняется от фона удобрения. С увеличением доз минеральных удобрений увеличивается содержание клейковины. Установлена взаимосвязь между уровнем минерального питания и накоплением клейковины в зерне озимой пшеницы Саратовская 17 ($R = 0,90$).

4. Стабильно высоким содержанием сырой клейковины при хорошем ее качестве во все годы исследований отличалось зерно пшеницы, полученное на варианте с внесением удобрений в дозе 60 кг д.в./га.

Библиографический список

1. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации. - М.: 2010. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/564161398>

2. Мельник, А.Ф. Формирование урожайности и качества зерна озимой пшеницы / А.Ф. Мельник, А.Ф. Мартынов // Вестник Орел ГАУ. 2012. - № 2(35). - С. 19-23.

3. Дубовик, Д.В. Влияние агротехнических приемов на урожайность озимой пшеницы / Д.В.Дубовик, Е.В.Дубовик, Д.Ю. Виноградов // Земледелие, 2014. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-agrotehnicheskikh-priemov-naurozhaynost-ozimoy-pshenitsy>

4. Тойгильдин, А.Л. Биоклиматический потенциал и его использование в агроландшафтных условиях Ульяновской области / А.Л.

Тойгильдин, В.И. Морозов, С.В. Басенкова, И.А. Тойгильдина // Мат. Всероссийской научно-практической конференции Аграрный потенциал в системе продовольственного обеспечения: теория и практика. - Ульяновск. - 2016. - С. 78-86.

5. Захарова, Н.Н. Урожайность озимой мягкой пшеницы в связи с климатическими ресурсами Ульяновской области / Н.Н. Захарова, Н.Г. Захаров, М.Н. Гаранин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – Ульяновск, 2017. - №2 (38). - С. 25-30.

6. Адаптивно-ландшафтная система земледелия Ульяновской области. – Ульяновск: ГАУ. - 2017. - 448 с.

7. Дубовик, Д.В. Влияние климатических условий года на качество зерна озимой пшеницы / Д.В.Дубовик // Достижения науки и техники АПК, 2007. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-klimaticheskikh-usloviy-goda-na-kachestvo-zerna-ozimoy-pshenitsy>

8. Ториков, В.Е. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы / В.Е.Ториков, А.А.Осипов // Агротехнический вестник. - № 5. – 2015. – С.7-9.

9. Чекмарев, П.А. Почвенные ресурсы Ульяновской области и их современное состояние / П.А. Чекмарев, Е.А. Черкасов // Материалы Всероссийской научно-практической конференции с Международным участием «Фундаментальные и прикладные основы сохранения плодородия почвы и получения экологически безопасной продукции растениеводства». – Ульяновский ГАУ. - 2017. - С. 12-26.

10. ГОСТ Р 54478-2011. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице. – Введ. 2013-01-01. – М.: Стандартинформ, 2012. – 23 с.

11. Мельникова, О.В. Теория и практика биологизации земледелия: монография / О.В. Мельникова, В.Е. Ториков. – Санкт-Петербург: Лань, 229. - 384 с.

12. Справочник эколого-климатических характеристик г. Москвы / под ред. А.А. Исаева. - М.: Изд-во геогр. ф-та МГУ. - 2005. - Т. 2. - 412 с.

13. Ивойлов, А.В. Влияние агрометеорологических условий периода вегетации и перезимовки растений и урожайность озимой пшеницы в Центральной части республики Мордовия / А.В. Ивойлов, Т.Н. Чернышева // Вестник Мордовского ГАУ. - 2015.- Т. 25. - № 4. - С. 125-132.

14. Вавилов, П.П. Растениеводство / П.П. Вавилов, В.В. Гриценко, В.С. Кузнецов и др. - М.: Колос. - 1976. - 519 с.

15. Дубовик, Д.В. Качество зерна озимой пшеницы в зависимости от агротехнических приемов возделывания в различных погодных условиях / Д.В. Дубовик, Д.Ю. Виноградов / Достижения науки и техники АПК. – 2015. – С. 30-32.

16. Журавлева, Е.В. Научное обоснование повышения продуктивности и качества зерна интенсивных сортов озимой пшеницы в земледелии Центрального Нечерноземья: автореф. дис...д.с.-х. наук / Е.В. Журавлева.- М.: 2011. - 41 с.

17. ГОСТ 9353-90 Пшеница. Требования при заготовках и поставках. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200023688>

18. Тупицын, Н.В. Научно-производственный центр «Селекции»/Н.В.Тупицын. – Ульяновск, 2014. – 34 с.

19. Казаков Е.Д. Пути совершенствования качества зерна /Е.Д. Казаков, Г.П. Карпиленко// Известия вузов. Пищевая технология. – 1995. - № 1-2. – С. 19-23.

FORMATION OF GRAIN YIELD AND QUALITY WINTER WHEAT IN THE MIDDLE VOLGA REGION

Zakharov N. G., Khayrtdinova N.A.
FSBEI HE Ulyanovsk SAU

432017, Ulyanovsk, Novy Venets boulevard, 1; tel. 8(8422)55-95-75
e-mail: agroec@yandex.ru

Key words: winter wheat, gluten quality and quantity, yield, hydrothermal coefficient, mineral nutrition.

The research was carried out on the experimental field of FSBEI HE Ulyanovsk SAU in 2017-2019. The purpose of the research was to identify the influence of agroclimatic conditions in the region on the formation of yield and quality of winter wheat grain Saratovskaya 17 against various doses of mineral fertilizers. The experience scheme provided 4 options: 1. Control (without fertilizers); 2. $N_{20}P_{20}K_{40}$; 3. $N_{40}P_{40}K_{40}$; 4. $N_{60}P_{60}K_{60}$. It was found that precipitation during the resumption of vegetation-flowering had a significant impact on the yield of winter wheat grain ($R^2=0,78$). To characterize the humidification of the territory, hydrothermal coefficient was calculated according to G. T. Selyaninov. In 2019, it was 0.21, which characterizes the period as very dry. In 2017 and 2018 weather conditions for winter wheat were more favorable (SCC 0.92 and 0.75-insufficiently moist). An increase in yield was observed at a SCC of 0.92 (2017) in all variants of the experiment. The correlation coefficient between the yield of the studied crop and the SCC indicator was 0.84, which indicates a significant dependence of winter wheat productivity on hydrothermal conditions that develop during the period from the resumption of vegetation to flowering of the crop. It is important to note that the main factor affecting the accumulation of gluten in winter wheat grain Saratovskaya 17 and changes in its elastic-elastic properties are the conditions of mineral nutrition of plants. The coefficient of determination shows that 60% of the gluten quality was determined by the conditions of plant nutrition and did not depend on the prevailing weather conditions.

Bibliography

1. Food security doctrine of the Russian Federation. – Moscow, 2010. – URL:<http://docs.cntd.ru/document/564161398>
2. Melnik, A. F. Formation of yield and quality of winter wheat grain / A. F. Melnik, A. F. Martynov // Vestnik of Orel SAU. - 2012. - № 2(35). - P. 19-23.
3. Dubovik, D. V. Influence of agricultural techniques on winter wheat yield / D. V. Dubovik, E. V. Dubovik, D. Yu. Vinogradov // Agriculture. - 2014.– URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyaniye-agrotehnicheskikh-priemov-naurozhaynost-ozimoy-pshenitsy>
4. Bioclimatic potential and its use in agricultural landscape conditions of the Ulyanovsk region / A. L. Toygildin, V. I. Morozov, S. V. Basenkova, I. A. Toygildina // Agricultural potential in the food supply system: theory and practice: materials of the all-Russian research to practice conference. – Ulyanovsk, 2016. - P. 78-86.
5. Zakharova, N. N. Yield of winter soft wheat due to the climate resources of the Ulyanovsk region / N. N. Zakharova, N. G. Zakharov, M. N. Garanin // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. – 2017. - № 2(38). - P. 25-30.
- Ulyanovsk
7. Dubovik, D. V. Influence of climatic conditions of the year on quality of winter wheat grain / D. V. Dubovik // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex.- 2007.– URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyaniye-klimaticheskikh-usloviy-goda-na-kachestvo-zerna-ozimoy-pshenitsy>
8. Torikov, V. E. Influence of mineral fertilizers on the yield and quality of winter wheat grain / V. E. Torikov, A. A. Osipov // Agrochemical vestnik. - 2015. - № 5. — P.7-9.
9. Chekmarev, P. A. Soil resources of the Ulyanovsk region and their current state / P. A. Chekmarev, E. A. Cherkasov // Fundamental and applied principles for preserving soil fertility and obtaining environmentally safe crop production: materials of the all-Russian research to practice conference with International participation. – Ulyanovsk : Ulyanovsk SAU, 2017. - P. 12-26.
10. GOST R 54478-2011. Methods for determining the quantity and quality of gluten in wheat. – Introduced 2013-01-01. – Moscow : Standartinform, 2012. – 23 p.
11. Melnikova, O. V. Theory and practice of biologization of agriculture: monograph / O. V. Melnikova, V. E. Torikov. – 1st pub. – Sant-Petersburg : Lan, 2019. - 384 p. – ISBN 978-5-8114-3623-1.
12. Handbook of ecological and climatic characteristics of Moscow. V. 2 / edited by A. A. Isaev. – Moscow : Publishing house of the MSU faculty of geography, 2005. - 412 p.
13. Ivoilov, A. V. Influence of agrometeorological conditions during vegetation and overwintering of plants and winter wheat yield in the Central part of the Republic of Mordovia / A. V. Ivoilov, T. N. Chernysheva // Vestnik of Mordov SACU. - 2015. - T. 25, № 4. - P. 125-132.
14. Plant growing / P. P. Vavilov, V. V. Gritsenko, V. S. Kuznetsov [et al.]. – Moscow : Kolos, 1976. - 519 p.
15. Dubovik, D. V. Quality of winter wheat grain depending on agrotechnical methods of cultivation in different weather conditions / D. V. Dubovik, D. Yu. Vinogradov // Achievements of science and technology in AIC. – 2015. – № 5. - P. 30-32.
16. Zhuravleva, E. V. Scientific justification for increasing the productivity and quality of grain of intensive varieties of winter wheat in agriculture of the Central non-Chernozem region: 06. 01.01 — General agriculture: abstract of the dissertation for the degree of doctor of agricultural sciences / Zhuravleva Ekaterina Vasilyevna; - Moscow, 2011. - 41 p.
17. GOST 9353-90 Wheat. Requirements for procurement and delivery. - URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200023688>
18. Tupitsin, N. V. Research and production center "Selections" / N. V. Tupitsin. – Ulyanovsk, 2014. – 34 p.
19. Kazakov, E. D. Ways to improve grain quality / E. D. Kazakov, G. P. Karpienko // Izvestiya of universities. Food technology. – 1995. - № 1-2. – P. 19-23.