

выявлено какой-либо корреляции между этими показателями. При низком уровне ППФ частичная замена в питательном растворе нитратного азота аммонийным привела к значительному уменьшению эффективности ассимиляции нитратов растениями по сравнению с контролем (нитратное питание растений). Однако в варианте, где доля аммонийного азота составила 50% от общего количества азота в растворе, эффективность ассимиляции нитратов растениями вновь возросла почти до контрольного уровня. При более высоком уровне ППФ не было выявлено какой-либо зависимости эффективности ассимиляции нитратов растениями от отношения аммонийного и нитратного азота в питательном растворе, что согласуется с немонотонным характером динамики скорости поглощения нитратного азота в период экспозиции.

Неожиданным результатом явилось значительное уменьшение пула нитратов в растениях, экспонируемых на растворе, содержащем азот в исключительно аммонийной форме. В течение 5-суточной экспозиции пул нитратов, накопленных растениями к началу экспозиции, уменьшился в 2,5 раза (с 2,83 мг/раст до 1,12) и почти в 4 раза (с 3,20 мг/раст до 0,83 мг/раст) при уровнях ППФ, равных  $400 \text{ мкмоль}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$  и  $100 \text{ мкмоль}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ , соответственно.

#### **Выводы**

1. При уровне ППФ, равном  $100 \text{ мкмоль}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ , наиболее интенсивный рост и скорость поглощения азота отмечали у растений, выращиваемых в условиях нитратного азотного питания.

1. При уровне ППФ, равном  $400 \text{ мкмоль}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ , и суммарном содержании азота в питательном растворе, фиксированном на уровне 120 мг/л, наиболее интенсивный рост и скорость поглощения азота отмечали у растений в условиях смешанного, нитратно-аммонийного, азотного питания при отношении нитратной и аммонийной форм азота в питательном растворе от 3:1 до 1,7:1.

1. При суммарном содержании азота в питательном растворе, фиксированном на уровне 120 мг/л, повышение содержания аммонийного азота выше 50 мг/л негативно влияло на рост растений при обоих исследованных уровнях ППФ.

1. Эффективность ассимиляции нитратного азота у растений, выращиваемых при уровне ППФ, равном  $100 \text{ мкмоль}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ , была наибольшей в условиях нитратного азотного питания и заметно снижалась в условиях нитратно-аммонийного, азотного питания при отношении нитратной и аммонийной форм азота в питательном растворе от 3:1 до 1,7:1. При уровне ППФ, равном  $400 \text{ мкмоль}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ , не было выявлено какой-либо зависимости эффективности ассимиляции нитратного азота от отношения двух форм азота в питательном растворе.

## УСТОЙЧИВАЯ ИНТЕНСИФИКАЦИЯ РАСТЕНИЕВОДСТВА: ПОЛИВИДОВЫЕ ПОСЕВЫ

*Негасси Берхане Теклесенбет, аспирант кафедры растениеводства и луговых экосистем ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, berhaneteklesenbet2@gmail.com*

*Шитикова Александра Васильевна, д.с.-х.н., профессор, заведующий кафедрой растениеводства и луговых экосистем ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [plant@rgau-msha.ru](mailto:plant@rgau-msha.ru)*

**Аннотация.** Совместные посевы культур в настоящее время распространенный метод диверсификации растениеводства в мировой практике, основанный на выращивание двух или более генотипов, или видов культур одновременно на одном и том же участке земли. Наиболее распространенным преимуществом совместных посевов является получение более высокого урожая за счет разумного использования доступных ресурсов роста компонентными видами культур. Совмещение бобовых и зерновых культур повышает плодородие и здоровье почвы за счет симбиотической биологической фиксации азота совместно с бактериями. Кроме того, совмещение культур снижает себестоимость продукции за счет уменьшения количества удобрений. Однако совместные посевы имеют некоторые ограничения: считается, что урожайность культур может снижаться из-за конкуренции и аллелопатического эффекта среди видов.

**Ключевые слова:** совместные посевы, плодородие почвы, азотфиксация

Изменение климата имеет тенденцию возвращать прогресс, достигнутый в борьбе с голодом и недоеданием, и увеличивает риски для глобальной продовольственной безопасности в целом и для бедных стран и групп населения, находящихся за чертой бедности, в частности. Существует общее мнение о том, что производство продуктов питания должно увеличиваться для удовлетворения глобальных потребностей, таких как изменения в рационе питания, необходимые для обеспечения эффективного использования продуктов питания для предотвращения недоедания и ожирения, предотвращения дальнейшего расширения сельскохозяйственных угодий, и это должно осуществляться на устойчивой основе. Системы интенсификации растениеводства, которые могут адаптироваться к изменению климата и удовлетворять диетические и экономические потребности людей, являются актуальной проблемой, которую необходимо решать немедленно. Рекомендуется укреплять местные продовольственные культуры и системы сельскохозяйственных культур, которые глубоко укоренились в диетических и социальных обычаях жителей, сохраняя при этом устойчивое производство для удовлетворения растущих потребностей населения мира [1].

Потребности растущего населения потребуют увеличения производства сельскохозяйственных культур. Спрос на продукты питания и энергию быстро растет и будет продолжать расти по мере роста населения мира и среднего дохода. В 2019 году общая численность населения мира составляла 7,7 миллиарда человек, а к 2030, 2050 и 2100 годам ожидается рост до 8,5 миллиарда, 9,7 миллиарда и 10,8 миллиарда человек соответственно. К 2030 году общая ежегодная потребность в зерновых для потребления человеком и корма для животных составит 2,8 млрд тонн в год. По сравнению со спросом с 2005 по 2007 год, общий мировой спрос на все сельскохозяйственные товары и зерновые, по оценкам, будет расти на 1,1% и 0,9% в год соответственно до 2050 года [2].

Зеленая революция во второй половине 20-го века была чрезвычайно успешной, потому что она привела к быстрому увеличению запасов продовольствия без значительного увеличения посевных площадей или цен на продукты питания. Это стало возможным благодаря быстрому повышению урожайности основных продовольственных культур. Традиционные методы увеличения производства зерновых в значительной степени основывались на синтетических удобрениях и пестицидах, но они также наносили ущерб окружающей среде, подвергали опасности здоровье человека и здоровье диких животных и вызвали глобальные климатические катастрофы. Разработка методов производства достаточного количества продовольствия при сохранении качества окружающей среды и экономического благосостояния людей является одной из важнейших задач двадцать первого века. Таким образом, сельское хозяйство начало переходить к поиску новых методов повышения производительности при сохранении более высоких уровней производства и качества окружающей среды, что называется устойчивостью [3].

Устойчивое развитие направлено на удовлетворение потребностей нынешних поколений при сохранении потребностей будущих поколений, социального благополучия и качества окружающей среды. Основными целями устойчивого развития в сельском хозяйстве являются экология окружающей среды, экономическая рентабельность и социальная и экономическая справедливость. Поливидовые посевы — один из способов интенсификации растениеводства для обеспечения устойчивого сельского хозяйства. Таким образом, целью данной статьи является рассмотрение важности интенсификации земледелия с точки зрения эффективности использования ресурсов и соответствующих методов измерения эффективности совмещения культур. Совместные посевы — это форма системы земледелия, которая включает одновременное выращивание двух или более разных видов сельскохозяйственных культур на участке земли. Это уникальный подход по сравнению с другими методами, используемыми фермерами для обогащения разнообразия систем земледелия, таких как севооборот, инсектарные полосы и буферные растения. Совместные посевы (поливидовые посевы) включают выращивание двух или более генотипов, или видов сельскохозяйственных

культур одновременно в течение определенного периода времени. Использование бобовых как части методов диверсификации сельскохозяйственных культур расширило возможности увеличения производства продовольствия без негативного воздействия на окружающую среду, открывая новые перспективы для дальнейших исследований, работы по распространению знаний и политики в области систем земледелия. Разнообразие культур, при котором различные виды или типы культур выращиваются по очереди в разные сезоны в течение одного и того же календарного года, является важным подходом к повышению устойчивости [4].

Совместные посевы культур способствуют большей стабильности урожая на данном участке земли за счет разумного использования имеющихся ресурсов роста культур компонентными культурами. Совместное выращивание бобовых злаков повышает плодородие почвы за счет биологической фиксации азота с помощью бактериальной ассоциации и поддерживает сохранение почвы за счет большего напочвенного покрова, чем выращивание в одиночку. Предоставление физической поддержки вьющимся культурам и восприимчивым к полеганию видам культур. Совмещение культур снижает риск заражения вредителями и повышает качество фуража за счет увеличения выхода сырого протеина из фуража. Это снижает стоимость производства и обеспечивает страхование от полного неурожая или от нестабильных рыночных цен на данный товар, особенно в районах, подверженных суровым погодным условиям, таким как морозы, засухи и наводнения. Таким образом, интеркультурное земледелие (поликультура) обеспечивает большую финансовую и экологическую стабильность, чем монокультурное земледелие.

В зависимости от комбинации культур конкуренция за питательные вещества, воду и свет, а также аллелопатические эффекты между культурами могут привести к снижению урожайности. Снижение конкуренции может быть достигнуто путем выбора правильных культур, увеличения норм посадки и изменения пространственного соотношения культур. Когда климатические и экологические условия неблагоприятны, промежуточный посев снижает вероятность полной потери урожая. Наиболее важным климатическим компонентом для развития сельскохозяйственных культур, который напрямую влияет на урожайность, являются осадки. 60 % пахотных земель мира (600 млн га) находится в развивающихся странах, а около 40 % (600 млн га) — в зоне недостаточного увлажнения со скудными осадками. Неприемлемые методы, такие как вырубка лесов, интенсивное животноводство и растениеводство, а также изменения в землепользовании (преобладание монокультур и т. д.) усугубили деградацию почв во многих частях мира до такой степени, что 47% почв в настоящее время деградированы.

Широкий термин, используемый для выражения влияния эффективного использования ресурсов в системах совмещения культур, — это взаимодополняемость. Комплементарность относится к разделению ресурсов, уменьшая конкуренцию между видами. Существует два способа взаимодополняемости ресурсов, которые описывают, как совмещенные

растения более эффективно используют ресурсы в смеси, чем когда они выращиваются по отдельности: разделение ресурсов и облегчение. Бобовые могут повысить урожайность сельскохозяйственных культур в условиях совмещения культур с низким содержанием азота в почве, поскольку они менее жестко конкурируют за почвенный азот, чем другие растения, или они обеспечивают до 15% дополнительного азота небобовым за счет биологической фиксации азота или микоризных грибов. Смеси зерновых/бобовых могут включать системы, в которых оба вида имеют сопоставимую фенологию, но несопоставимую морфологию, или, наоборот, противоположную фенологию и морфологию, что приводит к комплементарности ниш во времени и/или пространстве. Совмещение культур направлено на использование взаимодополняющих и благоприятствующих взаимодействий между видами для увеличения улова и эффективности использования ресурсов, производительности и прибыли на единицу земли. Диверсификация внутрихозяйственных культур за счет совмещения культур может способствовать повышению урожайности и стабильности сельскохозяйственного производства в случае сезонных колебаний и климатических изменений поскольку разные виды по-разному реагируют на различные условия окружающей среды. Например, когда однодольные и двудольные растения комбинируют и выращивают вместе в поликультуре, выход собранного сухого вещества выше, чем при выращивании однодольных или двудольных растений по отдельности, что указывает на то, что внутрицеховая (внутривидовая) конкуренция более интенсивна, чем межвидовая конкуренция. Совместное выращивание мелко- и глубокоукореняющихся видов характеризуется более эффективным использованием ограниченных ресурсов: воды и питательных веществ (например, азота), что приводит к более высоким показателям использования общего азота и ведет к более высокой продуктивности в поликультурах [5].

Недавние достижения в агрономии, особенно совмещение культур, привели к более эффективному использованию земель за счет успешного выбора видов сельскохозяйственных культур с взаимодополняемостью для пространства, радиации и требований к вводимым ресурсам. Было замечено, что в системах совмещения зерновых и бобовых бобовые культуры с более коротким и густым пологом более эффективно усваивают солнечную энергию по сравнению с монокультурой. Совмещение культур может повысить продуктивность земли, увеличить урожайность и прибыль за счет более эффективного использования одного или нескольких ресурсов во времени и пространстве. В 79% исследований биоразнообразия системы земледелия с различными видами производили биомассу со скоростью, которая в среднем в 1,7 раза выше, чем при монокультуре.

Система совмещения зернобобовых культур представляет собой интересный метод производства зеленой кормовой биомассы с более высокими количественными и качественными характеристиками для скота и увеличения доходов. Бобовые из-за их более высокого содержания белка, как правило,

повышают питательную ценность и качество комбикормов и зерновых из-за более высокого содержания лигнина, чем бобовые, способствуют повышению кислотно-детергентного лигнина, снижению нейтрально-детергентной клетчатки и увеличить содержание сырого протеина в бобовых кормах.

### Библиографический список

1. Giller K.E. et al. The future of farming: Who will produce our food? // Springer. 2021. Vol. 13. P. 1073–1099.
2. Doubi B.T.S. et al. Existing competitive indices in the intercropping system of *Manihot esculenta* Crantz and *Lagenaria siceraria* (Molina) Standley // J Plant Interact. Taylor and Francis Ltd., 2016. Vol. 11, № 1. P. 178–185.
3. Weih M., Mínguez M.I., Tavoletti S. Intercropping Systems for Sustainable Agriculture // Agriculture (Switzerland). MDPI, 2022. Vol. 12, № 2.
4. United Nations Department of Economic and Social Affairs; Population Division. World Population Prospects 2019, Highlights. 2019.
5. Bruinsma J. World agriculture: towards 2015/2030 An FAO perspective. 1st ed. / ed. Jelle B. London: Earthscan, 2003.

УДК 631.559.538.12

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ ЗЕРНА У СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ РАЗНЫМИ МЕТОДАМИ

*Никонова Юлия Юрьевна* - младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства зернофуражных культур, Самарский федеральный исследовательский центр РАН, Поволжский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова, Самарская обл., г. Кинель, [yuliya\\_zinkova12@mail.ru](mailto:yuliya_zinkova12@mail.ru)

**Аннотация.** *Растениеводство служит основой для производства продуктов питания и животноводства. Качественный и оперативный анализ-контроль жизнеспособности и всхожести семян сельскохозяйственных культур является актуальной проблемой растениеводства. Для решения этой проблемы применяются различные химические и физические методы контроля и технические средства. Целью работы является анализ методов контроля жизнеспособности и всхожести зерна у сортов ярового ячменя. Оценку жизнеспособности и всхожести проводили у 7 сортов ячменя ярового: Беркут, Агат, Батик, Поволжский 22, Поволжский 49, Поволжский 65 и Поволжский янтарь. Определение жизнеспособности тетразолным способом показало, что у сорта Беркут и Поволжский янтарь зародыши живой на 100%. Также у этих сортов высокие результаты по лабораторной и полевой всхожести 98 - 99% и 78 - 89%. Самые низкие результаты по жизнеспособности зародыша и всхожести семян у сорта Агат и составляет - 97%.*