

**АГРО**



№ 10–12 2009

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Индекс в каталоге «Почта России» 10852

Свидетельство о регистрации № 015954 от 15.04.1997 г.

**Редакционная коллегия:** Г.И. Баздырев, В.М. Баутин, В.Г. Безуглов, А.Н. Березкин, И.В. Горбачев, В.И. Долженко (главный редактор), Г.А. Жариков, Ю.П. Жуков, А.А. Жученко, А.А. Завалин, В.Г. Заец, И.В. Зарева, А.В. Захаренко, А.В. Зелятров (зам. главного редактора), М.М. Левитин, В.Г. Лошаков, М.И. Лунев, А.М. Медведев, О.А. Монастырский, М.С. Раскин (зам. главного редактора), Б.И. Сандухадзе, А.И. Силаев, М.С. Соколов (зам. главного редактора), С.П. Старостин (председатель консультационного совета), В.И. Черкашин, В.А. Шкаликов

**Ответственный за выпуск:** академик РАСХН М.С. Соколов

**Верстка:** Л.В. Самарченко

**Корректор:** С.Г. Саркисян

Научно-практический журнал  
**«Агро XXI»**

включен в перечень периодических научных  
и научно-технических изданий,  
в которых рекомендуется публикация  
основных результатов диссертаций  
на соискание степени доктора наук

Со списками цитируемой литературы, резюме опубликованных статей на русском  
и английском языках можно ознакомиться на сайте [www.agroxxi.ru](http://www.agroxxi.ru)

**Адрес редакции:**

119590, Москва, ул. Минская, 1 Г, корп. 2

Телефон: (495) 780-87-65

Факс: (495) 780-87-66

E-mail: [info@agroxxi.ru](mailto:info@agroxxi.ru). <http://www.agroxxi.ru>

Тираж 2000 экз.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>М.С. Соколов, А.И. Марченко</b> Здоровая почва агроценоза — неотъемлемое условие реализации его экологических и продукционных функций.....	3
<b>ЭКОНОМИКА</b>	
<b>А.Р. Кузнецова, Р.З. Саитова</b> Об обеспечении сельскохозяйственных предприятий квалифицированными кадрами рабочих профессий в Республике Башкортостан.....	5
<b>СЕЛЕКЦИЯ</b>	
<b>Л.К. Анпилогова, Г.В. Волкова, О.Ф. Ваганова, Ю.В. Авдеева</b> Научно обоснованные этапы иммунологических исследований, необходимые для создания ржавчиноустойчивых сортов пшеницы.....	6
<b>Е.М. Цуканова, Е.Н. Ткачев</b> Диагностика поврежденных растений яблони на ранних этапах развития реакции.....	8
<b>Е.С. Туровцева, О.Я. Олейникова</b> Андрогенез <i>in vitro</i> земляники.....	10
<b>С.Н. Евдокименко</b> Ремонтантная малина — перспективное направление в селекции.....	11
<b>ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ</b>	
<b>Ю.П. Жуков, С.Н. Швыркин, Н.Н. Готовцева</b> Влияние различных систем удобрения и средств защиты растений на урожайность культур, фитосанитарное состояние их посевов и продукции при хранении.....	13
<b>Б.В. Антипов</b> Сходство фитоценозов как мотивация использования схожих мер борьбы с сорняками на различных пространственных базисах.....	15
<b>И.С. Клишина, Г.П. Иванова, Г.И. Сухорученко, В.И. Долженко</b> Эффективность современных инсектицидов в борьбе с американским трипсом.....	16
<b>А.С. Зейналов, Г.В. Ни, Т.Н. Чурилина</b> Златка и стеклянница — опасные вредители смородины.....	18
<b>А.С. Савельев, Н.В. Смолин, А.А. Синьков</b> Влияние регулятора роста на продуктивность озимой ржи и устойчивость растений к биотическому и абиотическому стрессорам.....	19
<b>АГРОПОЧВОВЕДЕНИЕ</b>	
<b>Г.Н. Пугачев, В.Л. Захаров, В.В. Шелковников</b> Влияние почвенных условий на водный режим зерновых культур в Центрально-Черноземном регионе.....	20
<b>А.И. Беленков, А.Н. Сухов, В.А. Крейс, В.П. Шачнев, А.А. Холод</b> Совершенствование систем земледелия Нижнего Поволжья.....	22
<b>Н.Н. Королев, Е.В. Морозова, Л.П. Кузнецова</b> Биологизация севооборотов — основа сохранения плодородия почв.....	24
<b>А.В. Пуховский, Т.Ю. Пуховская, А.Ф. Сафонов</b> Методология и результаты исследования пространственной неоднородности агрохимических характеристик почвы в длительном полевом опыте.....	25
<b>В.А. Кудрявцев</b> Эмиссия углекислого газа с поверхности почвы искусственного ельника.....	27
<b>ТЕХНОЛОГИЯ</b>	
<b>П.М. Мазуркин, С.И. Михайлова</b> Прогнозирование продуктивности сельскохозяйственных угодий.....	28
<b>В.А. Вихрева, Т.Б. Лебедева, Т.В. Клейменова, Е.В. Надежкина</b> Формирование урожая яровой пшеницы при разных уровнях рН среды.....	30
<b>М.К. Тыныкулов</b> Продуктивность скороспелых гибридов кукурузы зернофуражного направления в условиях Казахстана.....	32
<b>Э.П. Ладыженская, Т.А. Платонова, А.С. Евсюнина, Н.П. Кораблева</b> Влияние физиологически активных соединений на прорастание исходных и трансгенных растений картофеля.....	33
<b>Л.П. Харкевич</b> Влияние приемов поверхностного улучшения и минеральных удобрений на урожайность и качество зеленой массы многолетних трав.....	34
<b>Л.Г. Атласова</b> Влияние доз и сочетаний минеральных удобрений на продуктивность люцерны в условиях Центральной Якутии.....	36
<b>О.Е. Богданов</b> Усовершенствование технологии размножения подвоев косточковых культур методом зеленого черенкования.....	37
<b>А.В. Шуравилин, В.В. Бородычев, А.В. Сергиенко</b> Капельное орошение молодого яблоневого сада.....	38
<b>И.А. Медведев</b> О качестве поливной воды для грунтовых роз.....	39
<b>Л.Н. Александрова</b> Влияние сроков чеканки на продуктивность однодомной конопли.....	40
<b>Т.А. Матвеева</b> Влияние контролируемых выжиганий на возобновление светлохвойных пород.....	41
<b>ЭКОЛОГИЯ</b>	
<b>А.В. Тиньгаев</b> Влияние органических отходов на содержание тяжелых металлов в почве.....	42
<b>С.Ю. Шаркова, Е.В. Надежкина</b> Оценка накопления тяжелых металлов в зерне яровой пшеницы.....	44
<b>Г.Ф. Манторова</b> Техногенное загрязнение сельскохозяйственных земель Челябинской области.....	45
<b>МЕХАНИЗАЦИЯ</b>	
<b>П.С. Золотарев</b> Достоинства спирально-винтового транспортера как транслятора семян сельскохозяйственных культур.....	47

УДК: 631.4: 631.61; 531.46

# ЗДОРОВАЯ ПОЧВА АГРОЦЕНОЗА — НЕОТЪЕМЛЕМОЕ УСЛОВИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ЕГО ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ПРОДУКЦИОННЫХ ФУНКЦИЙ

М.С. Соколов, Российская биологическая корпорация,

А.И. Марченко, НИЦ токсикологии и гигиенической регламентации биопрепаратов

В XXI столетии чрезвычайно актуальна «...неизбежность смены парадигмы в почвоведении – перехода от традиционного изучения влияния факторов почвообразования на происхождение, распространение, строение и свойств почв (генетический подход) к исследованию «жизни» почвы как неотъемлемого компонента наземных экосистем».

Добровольский, 2002

Международная Концепция устойчивого развития применительно к агросфере предполагает устойчивое воспроизводство природных ресурсов, создание в агроэкосистемах оптимальных условий для обеспечения агроценологической регуляции структуры и численности вредных и полезных организмов. Реализация ее обществом в масштабе страны — это обеспечение его здоровья, благополучия, экологической и продовольственной безопасности. Концепция предполагает гармонизацию взаимоотношений человека с природой и оформлению на ее основе национальных программ по поддержанию здоровья среды. Здоровье среды (или экосферы) — «...это ее состояние (качество), необходимое для обеспечения здоровья человека и других живых существ» [Захаров, 2000]. В подобных программах почве должно принадлежать ведущее место, поскольку она — неотъемлемый компонент и экосферы, и всей земной биосферы. Напомним, что поскольку «...почва — это естественноисторическое, органо-минеральное биокосное тело, возникшее на поверхности Земли в результате изменения горных пород под влиянием климата, биоты, деятельности человека, характеризующееся экологическими и производительными функциями в определенных биогеоценозах (наземных экосистемах) и агроценозах», то достижение гармонии между производительными и экологическими функциями почвы — это определяющий фактор экологизации земледелия [Кирюшин, 2006].

Функции здоровой почвы (продукционные, барьерные, трансформационные, антибиотические и самоочищающие) определяют качество жизни самого человека, уровень продуктивности и качество биопродукции наземных экосистем. Трехединую роль почв в сохранении биосферы Земли предопределяет их потенциальную продуктивность, экологическую устойчивость, непрерывное функционирование в качестве глобального источника и резервуара биофильных элементов. Если экологическая емкость определяет меру плодородия почвы наземной экосистемы (ее продукционную составляющую), то экологическая устойчивость — степень здоровья почвы (ее экологическую составляющую). Здоровая почва определяет здоровье человека, почвенной и наземной биоты, незагрязненность поллютантами биопродукции, водной и воздушной сред, а также сохранение урожая (от инфицирования патогенами и расхищения конкурентами). Здоровая почва агроценоза — это нормативно чистая почва, т.е. содержащая техногенные радионуклиды, ксенобиотические и природные поллютанты, вредные биоагенты в пределах допустимых нормативов — санитарно-гигиенических, экологических и фитосанитарных. Здоровье почвы — это важнейший фактор получения программируемого и экологичного (т.е. нормативно чистого) урожая [Соколов, Дородных, Марченко, в печати]. В конечном счете, здоровье почвы

— это ее способность (как педоценоза) неопределенно долго функционировать в качестве компонента наземной экосистемы, обеспечивая ее биопродуктивность и поддерживая качество воды и воздуха, а также здоровье растений, животных и человека [Doran, Sarrantonio, Liebig, 1996; Соколов, Дородных, Марченко, в печати].

Экологическая устойчивость педоценоза реализуется посредством непрерывного функционирования почвенной биоты, характеризующейся оптимумом структуры и численности. Особая роль при этом принадлежит микробиостазису — длительному анабиотическому поддержанию микроорганизмов в жизнеспособном, но не культивируемом состоянии. Благодаря ему в экстремальных условиях обеспечивается сохранение генофонда почвенной микробиоты. Доминирующий пул почвенных микроорганизмов из-за их огромной численности, необычайной скорости роста, всепроникающей способности («всюдности») и разнообразия метаболических процессов сам для себя создает среду, максимально благоприятствующую его жизнедеятельности. Почва выступает также и как уникальная природная среда, благоприятствующая горизонтальному переносу (от донора к реципиенту) кластеров генов прокариотов — трансмиссивных плазмид. Этот феномен, по-видимому, является важным фактором адаптации, эволюции, а возможно, и видообразования, причем не только микробиоты, но и высших эукариот. Все вышеизложенное позволяет констатировать, что, как справедливо полагают ведущие почвенные микробиологи [Звягинцев, Бабьева, Зенова, 2005], по разнообразию микробного генофонда почва — самый богатый субстрат на Земле.

При оптимуме экоресурсов в здоровой почве успешно реализуются, по меньшей мере, две ее уникальные биотические функции — биодеструкция (катаболизм) загрязняющих веществ и подавление (элиминирование) патогенной микробиоты супрессорами-антагонистами. В отличие от деградированной — *инфицированной* (больной, кондуктивной) и (или) *загрязненной* почвы, свойственной большинству «монокультурных» агроценозов и агроэкосистем с нарушенными севооборотами и (или) интенсивным применением агрохимикатов и пестицидов — почва естественных экосистем и здоровых агроценозов (размещаемых по фитосанитарным предшественникам) характеризуется супрессивным действием в отношении фитопатогенной биоты. Супрессивность почвы — это показатель почвенного здоровья, характеризующий подавление и (или) элиминирование из педоценоза отдельных видов патогенов (фитопатогенов, патогенов теплокровных животных и человека), обусловленный совокупным действием биологических, физико-химических и агрохимических его свойств [Соколов, 2009].

В соответствии с утвержденными Президентом РФ «Основами государственной политики в области обеспечения

химической и биологической безопасности Российской Федерации на период до 2010 года и дальнейшую перспективу», ежегодные оценки состояния качества почвы ряда регионов России позволяют характеризовать его как критическое [Соколов, Дородных, Марченко, в печати]. Наибольший ущерб почвам наносят: техногенное нарушение их сложения, эрозия, локальное переувлажнение, засоление, потери гумуса, захламление отходами производства и потребления, заселение токсигенными фитопатогенами, а также загрязнение суперэкоотоксикантами, канцерогенными нефтепродуктами, стойкими пестицидами, техногенными радионуклидами и тяжелыми металлами. Отмеченные процессы вызывают деградацию почвы — негативные изменения (под действием физических, химических и/или биологических факторов), проявляющиеся в снижении или утрате ее способности выполнять функции воспроизводства ресурсов, среды и социально-экономические. Иными словами, деградация почвы — это устойчивое ухудшение ее свойств и связанное с этим сокращение и (или) утрата ее функций: экологических (здоровье) и производительных (плодородие).

Предлагаемая (для обсуждения) программа «Радикальное улучшение качества почв России» (Раздел I. «Оздоровление загрязненных и инфицированных почв») базируется на многолетних разработках российских и зарубежных исследователей, касающихся фундаментальных закономерностей формирования здоровья почвы, методов его идентификации, а также практических приемов санации (ремедиации) больной почвы. Для землепользователей важна детальная инвентаризация и картирование деградированных почв, региональные мероприятия по их оздоровлению, профилактике их загрязнения и заселения вредными агентами. Реализация предлагаемых задач позволит оздоровить больные земли — загрязненные и инфицированные фитопатогенами, повысить их унитет, базисную стоимость и экологическую значимость. Указанная программа включает следующие направления:

1. Диагностика почвенного здоровья как составляющая экологического мониторинга, функциональные почвенные процессы и аборигенные тест-организмы как маркеры (индикаторы) здоровой почвы.

2. Феномен самоочищающей способности почвы как фундаментальная основа для разработки ее ремедиационных (оздоровительных) мероприятий.

3. Геохимическая роль гетеротрофной микрофлоры (свободноживущей, ассоциативной, ризобияльной, арбускулярной и др.) в самоочищении почвы от загрязняющих веществ.

4. Научно обоснованные экологические (в т.ч. фитосанитарные) и гигиенические (санитарные) нормативы вредных веществ (и биоагентов) для почвы; нормативные показатели и экономические пороги вредоносности почвообитающих фитопатогенов.

5. Гармонизация показателей качества и здоровья почвы с современными международными критериями и стандартами.

6. Нормативно-методическая и классификационная база для картирования почв по их супрессивной активности и самоочищающей способности, научно обоснованный выбор эталонов-заказников со здоровой почвой.

7. Биогеоэкологические, биогеохимические и почвенно-агрохимические механизмы почвенной супрессивности.

8. Супрессивное и фитотоксическое действие экссудатов культурных и сорных растений;

9. Теоретические предпосылки и пути совершенствования углесорбционной нейтрализации загрязненных почв.

10. Здоровая почва как генетический банк нуклеиновых кислот и среда для реализации трансгенеза.

11. Математические модели и экологические прогнозы эффективности и рентабельности региональных систем оздоровления почвы.

12. Детальная региональная инвентаризация и картирование почв по состоянию их здоровья.

13. Полифункциональные биопрепараты для защиты растений, эффективные на загрязненных почвах.

14. Технологии и регламенты конверсии сельскохозяйственных и бытовых отходов в экологичные продукты — почвоудобрительные препараты, регуляторы роста растений, биогумус и др.

15. Токсикологическая оценка и санитарно-эпидемиологическая экспертиза новых экологичных биопрепаратов, регуляторов роста растений и агрохимикатов.

16. Технологии масштабирования и наработки в условиях регионального производства высокоэффективных полифункциональных биопрепаратов для биоремедиации деградированных почв.

17. Индуцирование почвенной супрессивности как радикальный прием оздоровления почв, инфицированных возбудителями корневых гнилей экономически значимых сельскохозяйственных культур.

18. Технологии возделывания на почвах ксеноценозов культур-гипераккумуляторов поллютантов и хозяйственно-полезных культур-исключателей.

19. Технологии реабилитации и оздоровления почв, освобожденных от отходов — муниципальных, промышленных, рудных месторождений, лесо- и сельскохозяйственных.

20. Регламенты комплексного оздоровления почвы от поллютантов, обеспечивающие получение экологичной (нормативно чистой) агро- и лесопродукции.

21. Научно обоснованные региональные руководства-рекомендации «Технологии и приемы оздоровления загрязненных и инфицированных (фитопатогенами) почв России».

В 1980—1990-х гг. циркуляры-рекомендации Минсельхоза России и НИУ РАСХН, посвященные так называемым «интенсивным технологиям» возделывания различных сельскохозяйственных культур, в большинстве своем даже не упоминали о биологической составляющей почвы, о роли ее биоты в получении рентабельного и экологичного урожая. Повышение продуктивности почв агроценозов авторы подобных рекомендаций связывали исключительно с обязательным набором стандартных технологических операций и техногенных приемов, таких как обработка почвы, интенсивное применение агрохимикатов и др.

Несомненно, что именно микробным системам принадлежит первостепенная роль в обеспечении здоровья, плодородия и продуктивности почвы. Почвенные микроорганизмы, активно участвуя в круговороте веществ и потоках энергии педоценоза, определяют его гомеостаз. В природе известны экосистемы, состоящие из одних микроорганизмов, но нет экосистем, включающих только высшие организмы — растения и животные [Звягинцев, Бабьева, Зенова, 2005]. Чтобы понять и оценить, как организованы в пространстве и времени почвенные микробные сообщества, необходимы системный подход и современные динамические методы оценки качества почвы, в первую очередь, характеризующие состояние ее микробиоты. Эти микробиологические, биохимические и молекулярные методы включают несколько групп параметров и учитывают: микробную биомассу, численность и активность микроорганизмов, микробное разнообразие и структуру сообщества, показатели растительно-микробного взаимодействия [Benedetti, Dilly, 2006]. Обязателен, на наш взгляд, учет также биотических и санитарно-бактериологических показателей интенсивности биологического пресса на почву, ее эпидемиологической опасности и последствий техногенной нагрузки [«Методы микробиологического контроля почвы», 2004].

Итак, из приведенной выше программы оздоровления больших почв вытекают следующие задачи исследования статуса почвенного здоровья.

Фундаментальная задача — всестороннее познание и осмысление этого феномена, методологическое обоснование и разработка эффективных систем диагностики и управления здоровьем почвы.

Практическая задача — изменение нашего отношения к эксплуатации почвы путем радикального повышения культуры землепользования и его интеллектуализации, неукоснительное соблюдение экологических императивов-запретов в отношении технологических приемов, индуцирующих «устомление» почвы и (или) ее загрязнение, наконец, применения строжайших административных санкций к злостным загрязнителям почвы — юридическим и физическим лицам.

Региональная задача предлагаемой комплексной программы — это разработка и апробация локальных

технологий и систем оздоровления деградированных, загрязненных и больных почв, адресованных конкретному землепользователю.

Эти задачи весьма актуальны для России, поскольку «...острота проблемы патологии почв заключается не только в снижении плодородия почв и в уменьшении урожаев продовольствия и сырья. Опаснее и страшнее другое: деградация и патология почв влечет за собой патологические явления в здоровье, развитии и физиологии человека, и даже в его умственной деятельности и психике» [Ковда, 1990].

## ЗДОРОВАЯ ПОЧВА АГРОЦЕНОЗА – НЕОТЪЕМЛЕМОЕ УСЛОВИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ЕГО ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ПРОДУКЦИОННЫХ ФУНКЦИЙ SOIL HEALTH OF AGROCECENOSIS AS AN ATTRIBUTE OF REALIZATION OF ITS ECOLOGICAL AND PRODUCING FUNCTIONS

М.С. СОКОЛОВ  
M.S.SOKOLOV  
А.И.МАРЧЕНКО  
A.I.Marchenko

### Резюме

Рассматриваются экологические и продукционные функции здоровой поч-вы. Обсуждается содержание важных экологических характеристик почвы («экологическая емкость», «экологическая устойчивость», «здоровье», «супрес-сивность», «предельная буферная емкость в отношении поллютантов» и др.). Изложены основные задачи программы оздоровления загрязненных и инфициро-ванных (фитопатогенами) почв, по выполнению которых будут выявлены фун-даментальные закономерности формирования и поддержания здоро-вья почв, разработаны технологии их оздоровления.

### Summary

Ecological and producing functions of healthy soil are considered. Important characteristics of soil (“ecological capacity”, “ecological stability”, “health”, “sup-pressive ability”, “threshold buffer capacity towards pollutants”, etc.) are discussed. Key tasks of the program on recovery of contaminated and infected (by phytopatho-gens) soils, which will reveal basic regularities of formation (maintenance) of soil health and technologies for their restoration are described.

### Литература

1. Ковда В.А. Патология почв и охрана биосферы планеты / «Пространственно-временная организация и функционирование почв». Пушино. НЦБИ АН СССР. 1990. С. 8-43.
2. Захаров В.М. Здоровье среды: концепция. М.: Центр экологической политики России (материал для обсуждения). 2000. 26 с.
3. Кирюшин В.И. В.В. Докучаев и современная парадигма природопользования // Почвоведение. 2006. № 11. С. 1285-1292.
4. Соколов М.С., Дородных Ю.Л., Марченко А.И. Актуальность радикального улучшения качества почв России // Вестник защиты растений. 2009. Вып. 2 (в печати)
5. Гигиеническая оценка качества почв населенных мест. Методические указания МУ 2.1.7.730-99. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России. 1999. – 38 с.
6. Doran J.W., Sarrantonio M., Liebig M.A. Soil health and sustainability // Advances in Agronomy. Academic Press, San Diego, CA, USA 1996. V. 56. P. 1-54.
7. Звягинцев Д.Г., Бабьева И.Л., Зенова Г.М. Биология почв. М.: Изд-во МГУ. 2005. 455с.
8. Соколов М.С. и др. Здоровье почвы агроценозов как атрибут ее качества и ус-тойчивости к биотическим и абиотическим стрессорам // Известия ТСХА. Вып. 1. 2009. С. 13-22.
9. Добровольский Г.В. Предисловие к кн. «Регуляторная роль почвы в функцио-нировании таежных экосистем». М.: Наука. 2002. 364 с.
10. Benedetti A., Dilly O. Microbiological methods for assessing soil quality. Ed. J.Bloem, D.W. Hopkins, A. Benedetti. Cambridge. 2006. P.3-14.
11. Методы микробиологического контроля почвы. Методические рекомендации.– М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России. 2004. – 21 с.

УДК 631.158-057

# ОБ ОБЕСПЕЧЕНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ КВАЛИФИЦИРОВАННЫМИ КАДРАМИ РАБОЧИХ ПРОФЕССИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН

*А.Р. Кузнецова, Р.З. Саитова, Башкирский государственный аграрный университет*

Основной проблемой для сельского хозяйства в современных условиях является дефицит квалифицированных кадров. Причем если состояние и использование квалифицированных кадров руководителей и специалистов является более-менее известным, то состоянию использования кадров рабочих профессий уделяется недостаточное внимание.

Подготовку кадров по профессиям, востребованным аграрным сектором Республики Башкортостан, ведут 7 сельскохозяйственных техникумов и 54 училища. Количество ежегодно выпускаемых кадров рабочих профессий вполне могло бы хватить для восполнения существующего дефицита, в т.ч. механизаторов. Однако выпуск квалифицированных специалистов сельского хозяйства государственными учреждениями начального профессионального образования РБ с 1990 по 2008 г. снизился на 67,7%, среднего специального образования — на 19,2%, высшего — увеличился на 28% [1]. Анализ выпуска и трудоустройства выпускников средних специальных учебных заведений сельскохозяйственного профиля в 2008 г. показал, что было выпущено всего 1374 специалиста, из которых 50% трудоустроились по специальности, 14 — трудоустроились не по полученной в техникуме специальности, 14 — продолжают обучение в вузах, 14% — призваны в ряды Вооруженных сил РФ.

Обеспеченность сельскохозяйственных организаций механизаторами на период весенне-полевых работ 2009 г. составляла 86% (при этом занято 14684 человека, требуется еще 2438 работников). Из общего числа квалификацию 1 и 2 класса имеют 62% механизаторов. Анализ возрастной структуры этой категории специалистов показал, что доля молодых механизаторов составляет 14,5%, доля лиц старше 55 лет — 14% и доля механизаторов в возрасте 31—55 лет — 71,5%. Работают механизаторами после завершения профессиональных училищ 60%, по окончании специальных курсов — 31%, остальные 9% специальной подготовки не имеют.

Коэффициент текучести кадров механизаторов в сельскохозяйственных организациях в 2008 г. составил 18%, коэффициент постоянства кадров — 82%. Более 74% механизаторов были уволены по инициативе работодателя, т.е. по ст.81 Трудового Кодекса Российской Федерации, что, безусловно, является крайне негативным явлением и вызывает особую тревогу.

Анализ обеспеченности наиболее востребованными в сельскохозяйственном производстве кадрами механизаторов в расчете на 100 тракторов в сельскохозяйственных организациях Республики Башкортостан с 1980 по 2007 гг. показал, что, несмотря на сокращение парка сельскохозяйственных машин и оборудования и снижение коэффициента распаханности сельскохозяйственных угодий, величина данного показателя сократилась в 2,2 раза [2]. Если в 1980 г. на 100 тракторов приходилось 189 механизаторов, в 1985 г. — 174, в 1995 г. — 128, в 2000 г. — 123, а в 2007 г. — всего 86 работников (рассчитано по данным сводных годовых отчетов министерства сельского хозяйства РБ).

В целях обеспечения высокоэффективной эксплуатации сельскохозяйственной техники на 2008/09 учебный год запланирована подготовка и переподготовка операторов зерноуборочных комбайнов (категории F) и трактористов-

машинистов (категории D). Предполагается провести переподготовку по категориям D и F всего 1739 механизаторов. Для этих целей Министерством сельского хозяйства РБ был определен список базовых сельских учебных заведений начального профессионального образования, который основывается на анализе обеспеченности механизаторскими кадрами республиканских МТС. В результате было выбрано 13 учебных заведений начального профессионального образования.

В условиях постоянно повышающегося уровня развития профессионально-квалификационных свойств трудового потенциала и в соответствии с этим снижением технических возможностей конкретного труда у работника возникает необходимость перехода к новому виду труда. При этом дальнейшее развитие профессионально-квалификационной составляющей трудового потенциала происходит только тогда, когда переход работников с одного рабочего места на другое сопровождается не просто заменой и обновлением трудовых операций и функций, а их обязательным усложнением в результате технической модернизации производства в форме перемены труда.

Перемена труда в условиях современного производства, являясь его закономерной потребностью, должна выступать как качественно новый метод современного управления сложной структурой трудового потенциала, обеспечивающий необходимую научно-техническому прогрессу степень мобильности работника и повышение уровня развития личного трудового потенциала. Работникам в течение трудовой деятельности приходится иметь дело с несколькими поколениями техники, что требует обновления знаний и навыков переподготовки. Растущая потребность производства расширяет сферу действия закона перемены труда и становится основой формирования системы непрерывного образования. Расширяются рамки профессиональной подготовки работников, повышаются требования к мобильности кадров.

Технологические и организационные изменения постоянно порождают больше новых профессий и квалификаций, чем их успевает устареть за это время. Вместе с ростом новых профессий и квалификаций сокращается срок их жизни. Долговременность процесса воспроизводства трудового потенциала обуславливает объективную необходимость опережения развития образовательного уровня работника. Для создания необходимого опережения необходимо, чтобы каждое поколение квалифицированных рабочих получало объем подготовки, в котором бы учитывались условия научно-технического развития на 5—10 лет вперед. Некоторые специалисты считают, что «невозможно обучить рабочего обслуживать технику, которая еще не создана, а знания имеют тенденцию не только к накоплению, но и «морально» устаревают» [3]. В то же время практика показывает, что без опережения профессионально-квалификационной подготовки работника бывает трудно осваивать новую технику. Речь должна идти о том, чтобы вооружить рабочих знаниями и способностью быстро осваивать новые виды техники, технологии, организации производства.

Циклическое развитие технологического способа производства обуславливает и обновление его организационно-экономической структуры. При внедрении новой

техники такие личностные качества работника, как добросовестность, ответственное отношение к своему труду, становятся неотъемлемым условием выполнения работы на необходимо качественном уровне. В силу этого важную роль играет повышение мотивации трудовой деятельности работников. При этом материальное и моральное стимулирование труда не должны противопоставляться друг другу, а опираться на тесное взаимодействие и сочетание. Этому вопросу в РБ уделяется серьезное внимание. В частности, регулярно проводятся конкурсы «Умелые руки», «Молодой механизатор года» и другие.

Таким образом, подводя итоги вышесказанному, отметим, что только комплексный подход к решению проблем формирования и использования квалифицированных кадров сельского хозяйства позволит успешно разрешить любую задачу, стоящую перед кадровыми службами минсельхоза РБ и районов. Для повышения доли квалифицированных рабочих кадров в сельскохозяйственных организациях можно рекомендовать альтернативную службу, т.е. освобождение от службы в армии при условии, если призывник отработает в сельском хозяйстве 3—5 лет, с испытательным сроком, установленным положениями Трудового кодекса РФ. ■

## СОСТОЯНИЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН КВАЛИФИЦИРОВАННЫМИ КАДРАМИ РАБОЧИХ ПРОФЕССИЙ CONDITION OF MAINTENANCE AGRICULTURAL ENTERPRISES REPUBLIC BASHKORTOSTAN QUALIFIED PERSONNEL OF WORKING TRADES

Кузнецова А.Р., Сайтова Р.З.  
Kuznecova A.R., Saitova R.Z.

### Резюме

Основной проблемой для сельского хозяйства в современных условиях является дефицит квалифицированных кадров. Причем, если состояние и использование квалифицированных кадров руководителей и специалистов является более-менее известным, то состоянию использования кадров рабочих профессий уделяется недостаточное внимание. Для повышения доли квалифицированных рабочих кадров в сельскохозяйственных организациях можно рекомендовать альтернативную службу, т.е. освобождение от службы в армии при условии, если призывник отработает в сельском хозяйстве 3-5 лет, с испытательным сроком, установленным согласно положениями Трудового кодекса Российской Федерации. Ключевые слова: кадры рабочих профессий, механизаторы, сельское хозяйство, мотивация работников к труду.

### Summary

The basic problem for agriculture in modern conditions is deficiency of qualified personnel. And, if the condition and use of qualified personnel of heads and experts is more or less known to a condition of use of shots of working trades the insufficient attention is paid. For increase of a share of qualified workers of shots in the agricultural organisations it is possible to recommend alternative service, i.e. clearing of service in army under a condition if the recruit fulfils in agriculture of 3-5 years, with a trial period. Keywords: shots of working trades, machine operators, agriculture, motivation of workers to work.

### Литература

1. Образование и культура в Республике Башкортостан. Статистический сборник. - : Уфа: Башкортостанстат, 2008. - С. 63-83.
2. Источник: <http://www.morb.ru/professional/npo/podg.php?print=Y>.
3. Камышев И.О. О подготовке рабочих кадров на современном этапе // Социалистический труд. - 1982. - № 7. - С. 61-69.

УДК 632.4:633.11:632.938.1

# НАУЧНО ОБОСНОВАННЫЕ ЭТАПЫ ИММУНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ СОЗДАНИЯ РЖАВЧИНОУСТОЙЧИВЫХ СОРТОВ ПШЕНИЦЫ\*

Л.К. Анпилогова, Г.В. Волкова, О.Ф. Ваганова, Ю.В. Авдеева,  
Всероссийский НИИ биологической защиты растений

Интенсификация растениеводства в современных условиях предусматривает создание генотипов сельскохозяйственных культур, характеризующихся не только высокой продуктивностью, но и устойчивостью к биотическим и абиотическим факторам окружающей среды. Однако в России в настоящее время насыщенность посевных площадей устойчивыми генотипами составляет от 7 до 11%, что примерно в 10 раз ниже мирового уровня [1]. Для достижения оздоровления и стабилизации фитосанитарного состояния агробиоценозов необходимо на базе широкого генетического разнообразия вести селекцию устойчивых сортов, способных дать максимальный экономический эффект.

На юге России ведущее место в севооборотах хлебных злаков занимает озимая пшеница. Эта культура подвержена воздействию комплекса фитопатогенов, среди которых превалирует опасный в эпифитотийном плане возбудитель бурой ржавчины *Puccinia triticina* Rob. et Desm. *F. sp. Tritici* Eriks. et Henn.

Успех селекции новых сортов к этому заболеванию зависит от целого ряда факторов. Необходимы:

- постоянный мониторинг внутрипопуляционной структуры *P. triticina* на данной территории с целью учета частот встречаемости фенотипов вирулентности и их динамики (сотрудники лаборатории иммунитета зерновых культур к грибным болезням ВНИИБЗР уделяют этим исследованиям должное внимание, вовремя отслеживая все происходящие изменения в северокавказской субпопуляции патогена [2—6]);

- обоснование состава искусственного инфекционного фона и оценка коллекционных сортообразцов пшеницы, ее диких сородичей из мировой коллекции ВИР с целью отбора исходного материала, устойчивого к возбудителю бурой ржавчины (и к группе патогенов) [7, 8];

- идентификация генов устойчивости к фитопатогену в образцах исходного материала и перспективных сортах пшеницы с помощью гибридологического анализа, фитопатологического тестирования или молекулярного маркирования [9—11];

- изучение эффективности генов устойчивости пшеницы к возбудителю бурой ржавчины в разные фазы вегетации растения-хозяина [12].

Ежегодные обследования посевов пшеницы в Северо-Кавказском регионе позволили нам проводить сбор образцов урединиоспор *P. triticina* на производственных полях и госсортоучастках и изучать генетическую структуру популяции гриба. Вирулентность культур описывали по реакции всходов 38 близкородственных линий серии *Thatcher*, выращенных на гидропонике. Оценка поражения растений осуществляли по балльной шкале (Mains, Jackson, 1926), описание фенотипов гриба — по методике Green (1965).

При иммунологической оценке сортов и коллекционных образцов пшеницы в полевых условиях использовали искусственную популяцию гриба, представленную разнообразием фенотипов со всеми известными в регионе генами вирулентности. Основными фитопатологическими критериями устойчивости сортообразцов являлись тип реакции растений в баллах (шкала Mains, Jackson, 1926); начальная

и конечная степень поражения в процентах (Peterson et al., 1948); площадь под кривой развития болезни в условных единицах и снижение массы 1000 зерен в процентах (Бабаянц и др., 1988).

Для идентификации генов устойчивости в образцах пшеницы использовали широко применяемый метод гибридологического анализа. Эффективность 45 известных нам генов устойчивости Lr (Leaf rust) к северокавказской субпопуляции *P. triticina* изучали в фазах всходов (в теплице) и колошения растений (в ржавчинном питомнике института инфекционной нагрузки — 10 мг/м<sup>2</sup>), характеризуя качественные и количественные параметры реакции растения-хозяина.

Возбудитель бурой ржавчины пшеницы *Puccinia triticina* Rob. et Desm. *F. sp. tritici* Eriks. et Henn., как и другие ржавчинные грибы, характеризуется активным формообразованием, приводящим к появлению новых фенотипов с разным сочетанием генов вирулентности. Поэтому важное место в наших исследованиях, помимо изучения внутрипопуляционной структуры патогена, занимает ежегодный контроль за экспрессивностью известных генов устойчивости растения-хозяина и возможностью их использования в селекции новых сортов.

В табл. 1 показана частота вирулентных изолятов популяции гриба, собранной на территории Северного Кавказа (в Краснодарском, Ставропольском краях и Ростовской обл.) в 2005—2006 гг.

Эти данные свидетельствуют, что на юге России большинство ювенильных генов устойчивости неэффективны против возбудителя болезни. Однако абсолютную устойчивость длительное время продолжают контролировать гены Lr9 и Lr19, переданные в пшеницу от *Aegilops umbellulata* и *Thinopyrum ponticum* соответственно. К недавно приобретенным нами линиям — носителям генов Lr41, Lr42, Lr43 (источник *T. tauschii*) и LrW (*T. speltoides*) в 2005—2006 гг. также не было выделено вирулентных клонов. Низкий процент клонов выявлен к линиям Lr24, Lr29 (*Thinopyrum ponticum*), Lr38 (*Thinopyrum intermedium*) и Lr45 (*Secale cereale*).

Следовательно, указанные гены способны сдерживать развитие инфекции на раннем этапе онтогенеза растения-хозяина и могут быть использованы в селекционной практике. Если сравнить сложившуюся ситуацию в популяции, например, 2001 г., то в этот период следует увеличение в 2—5 раз количества изолятов, вирулентных в ювенильной стадии к линиям-носителям генов Lr: 2a, 18, 20, 23, 26, 28, B [12]. Эти сведения указывают на необходимость контроля за поведением генов расоспецифической устойчивости и своевременной их заменой.

Результаты 3-летних исследований эффективности генов устойчивости пшеницы во взрослом состоянии растений на жестком инфекционном фоне представлены в табл. 2.

Согласно проведенной оценке, гены ранжированы по типу реакции и степени поражения растений следующим образом:

- высокоэффективные ювенильные гены Lr, проявляющие устойчивость в фазе колошения (иммунный тип

\* Работа выполнена при финансовой поддержке гранта МНТЦ №3036 и гранта РФФИ №08-04-90261

реакции): 9, 19, 25, 38, 42, 43, 45 (15,6% из 45 изученных);

— эффективные — 1, 1(2) балла, степень 1—10% — ювенильные гены Lr: 17, 23, 24, 29, 36, 41; гены взрослых растений Lr: 12, 22а, 35, 37 (22,2%);

— умеренно эффективные — 2 и 3 балла, 11—30% — ювенильные гены Lr: 18, 21, 32, 39, 44, W; ген взрослых растений Lr13 (15,5%);

**Таблица 1. Процент клонов *P. triticina*, вирулентных к близкородственным линиям пшеницы в фазе всходов (2005—2006 гг.)**

Гены Lr	Генетическое происхождение линий	Вирулентные изоляты, %	
		2005 г.	2006 г.
1	Centenario /6* Tc*	22	39
2a	Webster/6* Tc	31	43
2c	Tc*6/Loros	50	69
3	Democrat/6* Tc	41	87
3ka	Tc*6/Klein Aniversario	31	63
3bg	Tc*6/Bage	31	18
9	Tc*6/Transfer	0	0
10	Exchange/6*Tc	40	78
11	Tc*6/Hussar	56	73
14a	Selkirk/6*Tc	35	76
14b	Maria Escobar/6* Tc	60	72
15	Tc*6/Kenya W1483	17	8
16	Exchange/6* Tc	25	72
17	Klein Lucero/6*Tc	36	83
18	Africa 43/7* Tc	50	89
19	Tc*7/T4Ag.elongatum	0	0
20	Tc*6/Timmo	9	21
21	Tc*6/Tetra Canthatch	1	31
23	Lee FL310/6*Tc	16	80
24	Tc*6/Agent	4	0
25	Transec	13	38
26	Tc*6/ST 1.25	64	77
28	Tc*6/C.77.1	55	70
29	Tc*6/CS7D/Ag.#11	3	1
30	Tc*6/Terenzio	37	75
32	Tc*6/3/Ae.squarrosa	1	17
33	Tc*6/P.I.58548	37	75
36	Neepawa*5/T.speltoides-2-7	9	31
38	Tc*^/TMR-S74-12-24	9	0
39	KS86WGRC02	4	13
40	KS89WGRC07	50	52
41	TAM107*3/T.tauschii	0	0
42	Century *3/T.tauschii TA2450	0	0
43	TAM-200	0	0
44	Tc*6/T.spelta 7831	15	16
45	Tc*7/ST-1	2	1
B	Tc*6/Carina	15	59
W	Tc*6/V336	0	0

\*Tc - Thatcher

**Таблица 2. Результаты оценки близкородственных линий пшеницы сорта Тетчер на устойчивость к *P. triticina* в фазе колошения (ржавчинный питомник ВНИИБЗР, 2004—2006 гг.)**

Гены Lr	Генетическое происхождение линий	Тип реакции растений, балл			Степень поражения, %		
		2004	2005	2006	2004	2005	2006
1	Centenario /6* Tc*	3	3	2-3	70	90	40
2a	Webster/6* Tc	2-3	2-3	1-2	70	90	40
2b	Tc*6/Carina	3(2)	2-3	2-3	80	70	50
2c	Tc*6/Loros	3	3	2-3	90	80	60
3	Democrat/6* Tc	3	3	3	90	100	60
3ka	Tc*6/Klein Aniversario	3	2-3	3	70	80	50
3bg	Tc*6/Bage	3	3	3	100	90	70
9	Tc*6/Transfer	0	0	0	0	0	0
10	Exchange/6*Tc	3	3	3,4	100	90	80
11	Tc*6/Hussar	3	3	3	60	70	70
12	Exchange/6*Tc	1(2)	1	1(2)	10	5	1
13	Tc*7/Frontana	1(2)	1-2	1-2	20	40	30
14a	Selkirk/6*Tc	3	3	3(2)	90	90	70
14b	Maria Escobar/6* Tc	2-3	3	2-3	70	70	70
15	Tc*6/Kenya W1483	2-3	3	2-3	70	80	70
16	Exchange/6* Tc	3	3	3(2)	80	90	90
17	Klein Lucero/6*Tc	1	1	1	10	10	5
18	Africa 43/7* Tc	1	1(2)	1-2	20	30	20
19	Tc*7/T4Ag.elongatum	0	0	0;1	0	0	EP**
20	Tc*6/Timmo	2	2-3	3	60	80	60
21	Tc*6/Tetra Canthatch	1	1-2	2	15	30	30
22a	Tc*6/RL5404	1	1	1	15	10	10
23	Lee FL310/6*Tc	1	1	1	5	1	10
24	Tc*6/Agent	1	1	0;1	5	1	1
25	Transec	0	0	0	0	0	0
26	Tc*6/ST 1.25	3	3	3	80	60	60
28	Tc*6/C.77.1	R:S***	R:S***	R:S***	R:S***	R:S***	R:S***
29	Tc*6/CS7D/Ag.#11	1	1	0;1	EP**	5	EP**
30	Tc*6/Terenzio	1	3	1-2	30	100	30
32	Tc*6/3/Ae.squarrosa	1	1(2)	2-3	30	20	30
33	Tc*6/P.I.58548	3	3	3	80	80	70
34	Tc*6/P.I.58548	2-3	2-3	3	40	70	60
35	Tc*6/RL5711	1	1	1	3	2	1
36	Neepawa*5/T.speltoides	1	1	1	1	1	EP**
37	Tc*8/VPM1	1	1	1	5	6	1
38	Tc*^/TMR-S74-12-24	1	0	0	1	0	0
39	KS86WGRC02	1	2	1	1	20	10
40	KS89WGRC07	1	3	4	10	60	70
41	TAM107*3/T.tauschii	—	1	0	—	1	1
42	Century *3/T.tauschii TA2450	—	0	0	—	0	0
43	TAM-200	—	0	0	—	0	0
44	Tc*6/T.spelta 7831	1(2)	1	1(2)	20	10	30
45	Tc*7/ST-1	—	0	0	—	0	0
Tc	Thatcher (контроль)	3	3	3-4	80	80	90
B	Tc*6/Carina	3	3	3	70	80	60
W	Tc*6/V336	1	1	1	5	20	5

\*Tc - Thatcher;

\*\* - единичные пустулы;

\*\*\* - расщепление на устойчивые и восприимчивые формы

— неэффективные — 3 и 4 балла, свыше 30 % — ювенильные гены Lr: 1, 2a, 2b, 2c, 3 (=3a), 3ка, 3bg, 10, 11, 14a, 14b, 15, 16, 20, 26, 28, 30, 33, 40, B и ген взрослых растений 34 (46,7%).

Итак, для селекции пшеницы на устойчивость к возбудителю бурой ржавчины в Северо-Кавказском регионе рекомендуются с условием постоянной ротации высокоэффективные и эффективные гены, перечисленные выше. Особо следует выделить ювенильные гены расоспецифической устойчивос-

ти, способные противостоять болезни на протяжении всего периода вегетации растений: Lr9, Lr19, Lr24, Lr29, Lr38, Lr41, Lr42, Lr43, Lr45, переданные мягкой пшенице от диких форм. Однако успех селекции на длительную устойчивость к ржавчинным грибам, обладающим значительным запасом изменчивости, может быть достигнут только на базе широкого генетического разнообразия исходного материала с учетом внутривидовой дифференциации возбудителей и тенденции происходящих изменений. 

## НАУЧНО-ОБОСНОВАННЫЕ ЭТАПЫ ИММУНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ СОЗДАНИЯ РЖАВЧИНОУСТОЙЧИВЫХ СОРТОВ ПШЕНИЦЫ SCIENCE-BASED IMMUNOLOGIC STUDY STAGES, REQUIRED FOR THE DEVELOPMENT OF RESISTANT WHEAT CULTIVARS

Л.К. Анпилогова, Г.В. Волкова, О.Ф. Ваганова, Ю.В. Авдеева  
L.K. Anpilogova, G.V. Volkova, O.F. Vaganova, Yu.V. Avdeeva

### Резюме

Рассмотрены этапы иммунологических исследований в плане создания сортов пшеницы, устойчивых к ржавчинным патогенам. Большое внимание уделено вопросу изучения внутривидовой структуры *P. triticina f. tritici*, отбора исходного селекционного материала с широкой генетической основой и экспрессивности известных генов устойчивости растения-хозяина в разные фазы вегетации.

### Summary

Immunologic study stages for the development of the wheat cultivars, resistant to rust pathogens, were examined. The problems of *P. triticina f. tritici* population structure studies, as well as the selection matters of the initial breeding material with wide genetic base, and also the expressivity of certain host plant resistance genes in different vegetative stages, were attended.

### Ключевые слова

возбудитель бурой ржавчины, вирулентность, эффективные гены, устойчивые сорта

### Key Words

brown rust pathogene, virulence, active genes, resistant cultivars

### Литература

- 1 Вилкова Н.А. Научное обоснование параметров иммунологической системы растений для создания генотипов с групповой и комплексной устойчивостью. В сб. Иммунологические методы повышения сопротивляемости агроценозов к стрессовым воздействиям биогенного характера. Научно-обоснованные параметры конструирования сортов с.-х. культур. Москва-Санкт-Петербург, РАСХН, 2005. -С.8-17.
- 2 Анпилогова Л.К., Волкова Г.В., Ваганова О.Ф., Шаповалова О.Ю. Иммунологические основы защиты озимой пшеницы от бурой ржавчины в Краснодарском крае. Наука Кубани, 2000.-№5(Ч.2).-С.25-29.
- 3 Анпилогова Л.К., Волкова Г.В., Панайотиди О.Ю., Ваганова О.Ф. Основы генетической защиты озимой пшеницы от бурой ржавчины в Краснодарском крае / В сб. Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем. Материалы докладов международной научно-практической конференции 29 сентября-1 октября 2004 г.-Краснодар, 2004.-Вып.2.-С.143-152.
- 4 Анпилогова Л.К., Панайотиди О.Ю., Волкова Г.В., Дерова Т.Г. Внутривидовая структура возбудителя бурой ржавчины в основных зонах возделывания пшеницы на юге России / В сб. Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем. Материалы докладов научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Е.М.Степанова (1902-2002), 8-9 октября 2002 г.-Краснодар, 2004.-Вып.1.-С.334-340.
- 5 Волкова Г.В., Анпилогова Л.К., Алексева Т.П., Быкова Т.С. Популяционно-генетические исследования в патосистеме «пшеница-возбудители ржавчины» для усиления селекции на устойчивость в условиях Северного Кавказа. Сборник «Достижения, направления развития с.-х. науки России (селекция, семеноводство, технология, экономика)». -Зерноград, 2005.-ч.3.-С.321-325.
- 6 Волкова Г.В., Анпилогова Л.К. Структура популяции возбудителей бурой и желтой ржавчины пшеницы по признаку вирулентности и эффективность генов устойчивости растения-хозяина на юге России. Материалы международной научно-практической конференции «Технология создания биологических средств защиты растений на основе энтомофагов, энтомопатогенов, микробов-антагонистов и применение их в открытом и закрытом грун-тах, 20-22 сентября 2006.-Краснодар, С.425-432.
- 7 Анпилогова Л.К., Волкова Г.В. Методы создания искусственных инфекционных фонов и оценки сортообразцов пшеницы на устойчивость к вредоносным болезням (фузариозу колоса, ржавчинам, мучнистой росе).- РАСХН, ВНИИБЗР. Краснодар, 2000.-28с.
- 8 Волкова Г.В., Анпилогова Л.К., Андропова А.Е., Кремнева О.Ю., Ко-валенко Л.С., Ваганова О.Ф. (ВНИИБЗР); Митрофанова О.П., Ляпунова О.А., Зуев Е.В., Хакимова А.Г., Чикида Н.Н. (ВИР). Источники устойчивости из коллекции пшеницы ВИР к возбудителям бурой и желтой ржавчины, пиренофороза и септориоза для разработки технологии создания сортов и гибридов пшеницы с групповой устойчивостью к вредным организмам. Каталог. Санкт-Петербург, 2008.-В печати.
- 9 Анпилогова Л.К., Волкова Г.В., Панайотиди О.Ю., Ваганова О.Ф. Генетика устойчивости 12 сортов озимой пшеницы к возбудителю бурой ржавчины. Доклады РАСХН.-2004.-№1.-С.10-13.
- 10 Гончарова Р.Х., Анпилогова Л.К. Наследование у сортов пшеницы устойчивости к возбудителю бурой ржавчины/ Биологические науки, 1991. №1.-С.105-112.
- 11 Коваленко Е.Д., Коломиец Т.М., Жемчужина А.И., Кисилева М.И., Соломатин Д.А. Отбор исходного материала для селекции устойчивых сортов пшеницы к бурой ржавчине – *Puccinia triticina* Eriks./ В сб. Иммуногенетические методы повышения сопротивляемости агроценозов к стрессовым воздействиям биогенного характера. Научно обоснованные параметры конструирования сортов сельскохозяйственных культур. Москва-Санкт-Петербург. РАСХН, 2005.-С.37-44.
12. Панайотиди О.Ю. Эффективность генов устойчивости пшеницы к возбудителю бурой ржавчины на юге России / В сб. Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем. Материалы докладов научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Е.М.Степанова (1902-2002), 8-9 октября 2002 г.- Краснодар, 2004.-Вып.1.-С.341-346.

УДК 634.11:631

## ДИАГНОСТИКА ПОВРЕЖДЕНИЙ РАСТЕНИЙ ЯБЛОНИ НА РАННИХ ЭТАПАХ РАЗВИТИЯ РЕАКЦИИ

Е.М. Цуканова, Е.Н. Ткачев, Всероссийский НИИ садоводства им. И.В. Мичурина

Предотвратить или значительно ослабить негативный эффект повреждающих факторов возможно путем правильного подбора места закладки насаждений с учетом биологических особенностей культуры и применения дифференцированной сортовой агротехники. Использование специальных агроприемов, таких как регулирование нагрузки урожаем, высокотехнологичная формировка кроны, сбалансированное применение удобрений, своевременные и эффективные защитные мероприятия, способствует оптимизации энергетического баланса растения и, как следствие, повышает его адаптационный потенциал [Kaiser, 1979; Schmitz, 1996; Гудковский и др. 2001].

В настоящее время в мире ведутся активные исследования по проблеме фитоиммунокоррекции [Озерцовская 1999, 2003; Ковалев, Янина, 1999; Гудковский, 1999; Озерцовская, Ильинская, Васюкова, 1999, 2002; Гудковский и др., 2001, 2002, 2003], представляющей возможность повысить адаптивный потенциал растения и активизировать работу его защитных механизмов.

Прежде чем каким-либо способом воздействовать на растение с целью повышения его неспецифической устойчивости, необходимо иметь точное представление о физиологическом состоянии растительного организма в момент воздействия, ориентироваться в направленности физиологических процессов, происходящих в нем, и на основании этого определять необходимость, вид и способ помощи растению.

Следовательно, на первый план выходит проблема диагностики физиологического состояния растений, поиск методов, позволяющих на ранних этапах определять степень воздействия вредного фактора и прогнозировать его развитие.

Воздействие на растения различных стрессоров (механическое повреждение, негативные факторы внешней среды, техногенные загрязнения, грибные и вирусные болезни и др.) приводит к изменению многих физиологических показателей. Известно, что ферментная система растения — не просто биокаталитический, но и чрезвычайно чувствительный механизм, направляющий весь ход его метаболизма. Активность ферментов в зависимости от условий существования целостного организма может в определенной степени отражать состояние обмена веществ, а следовательно, и состояние организма в целом. Каталаза является косвенным поставщиком молекулярного кислорода для химических реакций и обеспечивает окислительные процессы в клетках. Под ее влиянием происходит накопление альфакетокислот (пировиноградной и альфакетоглутаровой), что ведет к повышению интенсивности биосинтеза аминокислот. Помимо этого, каталаза препятствует разложению пероксида водорода на свободные радикалы. Не менее значимыми в защитной системе являются пероксидазы, действие которых направлено на связывание любых свободных молекул активного кислорода в клетках [Козн, 1986; Хочачка, Сомеро, 1988; Фридрих, 1989; Flower Tech, 2003]. Поэтому индукция и репрессия ферментативной активности представляет значительный интерес для использования в качестве диагностического показателя степени поврежденности растительного организма, характеризуя антиокислительный потенциал растения.

В последние годы широкое распространение получили люминесцентные методы экспресс-оценки физиоло-

гического состояния растений, в частности, измерение индукции переменной флуоресценции хлорофилла а ассимиляционных тканей (Fv/Fm), которая позволяет быстро оценить активность работы фотосистемы-2 [Мерзляк, 1994; Шестаков, 1998; Погосян, 1999; 2003]. Корректность использования методов определения интенсивности работы фотосинтетического аппарата для характеристики физиологического состояния растения подтверждается, в частности, тем, что фотосинтез является одним из наиболее уязвимых процессов для окислительного повреждения. Это связано с повышенной локальной концентрацией кислорода; высокой степенью ненасыщенности жирных кислот в составе липидов фотосинтетических мембран; лабильностью белковых комплексов и возможностью прямого фотодинамического ответа на поглощение света хлорофиллом. Сложная система регуляции первичных процессов фотосинтеза, поддерживающая баланс между возбужденными состояниями пигментов, градиентами концентраций ионов на фотосинтетической мембране и степенью восстановленности молекул-переносчиков в системе электронного транспорта, защищающая фотосинтетический аппарат от повреждения, лабильна. Она легко нарушается при воздействии стрессоров [Рубин, 1995; Погосян, 2004].

Достаточно информативным является значение дисперсии показателя фотоиндуцированного послесвечения, позволяющего выявить степень разбалансированности состояния растения и соответственно определить направленность изменения его физиологического статуса [Цуканова, 2002]. Исследования на крыжовнике, вишне, сливе, яблоне показали, что высокий уровень дисперсии кривой флуоресценции позволяет за 2 нед. до фенотипического проявления прогнозировать предстоящее ухудшение состояния растений даже в тех случаях, когда остальные показатели (Fv/Fm, активность каталазы и пероксидазы) стабильны. Прогноз был в дальнейшем подтвержден резким ухудшением как фенотипических (некрозы и пожелтение листовой пластинки, опадение листьев, завязей, угнетение общего состояния), так и биохимических (снижение ферментативной и фотосинтетической активности) показателей.

Достаточно информативным показателем для определения нативной устойчивости растений может служить количественный и качественный состав свободных аминокислот [DeLauney, Verma 1993; Roosens, Willem, Li, Verbruggen, Biessemans, Jacobs, 1999 и др.]. Так аланин, фенилаланин,  $\gamma$ -аминомасляная кислота и пролин, а по нашим данным еще и серин, глутамин, валин, цистеин принимают активное участие в общем адаптивном ответе растительного организма на стрессоры и могут быть использованы в качестве показателей неспецифической устойчивости растений [Тарчевский, 1982; Матвеева, 1986]. Так, при водном, солевом и температурном стрессах наблюдается увеличение уровня пролина и его производных. В опытах Судачковой, Милутиной и Семеновой (2003) показано, что по мере усложнения условий обитания в древесине однолетних побегов сосны, корнях и хвое увеличивается общее содержание аминокислот с преобладанием глутамина, серина, глицина и аланина, а в хвое еще и цистеина.

Однако определение качественного и количественного состава свободных аминокислот достаточно трудоемкий, длительный и затратный процесс. Поэтому использование

данного метода для экспресс-диагностики непригодно.

Важную информацию о состоянии растения можно получить методом цитологического анализа.

Любые отклонения внешних условий от оптимальных в первую очередь касаются изменений, которые происходят на уровне клеток. Поэтому эта диагностика является наиболее информативной. Действие стрессоров на растения сопровождается изменением в их метаболизме, как правило, влияя на синтез РНК и ДНК, что в свою очередь сказывается на изменении параметров клетки и внутриклеточных структур. Таким образом, цитологические анализы позволяют фиксировать повреждения на ранних этапах их возникновения. Своевременно выявленные аномалии в развитии различных тканей и органов позволяют в определенной степени воздействовать на эти процессы.

С целью выявления наиболее информативных и доступных (пригодных к экспресс-анализу) методов диагностики физиологического состояния растений нами были проведены различные модельные лабораторные опыты на таких культурах, как фасоль, ель, лилии, шиповник, облепиха, жимолость, смородина, крыжовник, груша, вишня, яблоня. В качестве модельного стрессора использовали обработку метилвиологеном (паракват), являющимся одним из наиболее признанных в мире соединений, вызывающих классический окислительный стресс.

Предварительные опыты показали, что концентрация 0,4 Ммоль/л является летальной для исследуемых культур, 0,2 Ммоль/л — сублетальной, поэтому мы использовали последнюю.

Установлено, что достоверную экспресс-информацию можно получить, определив активность ферментов каталазы и пероксидазы и интенсивность работы фотосистемы-2 по показателю индукции переменной флуоресценции хлорофилла *a* в ассимиляционных тканях ( $F_v/F_m$ ). Сопоставление данных показателей выявило сильную положительную корреляцию ( $r=0,78$ ) между активностью каталазы и интенсивностью работы фотосистемы-2. Визуальная оценка фенотипической реакции исследуемых растений на обработку (состояние листа, появление некротических пятен и т.д.) подтвердила, что оба показателя адекватно отражали изменения нативного состояния растения при стрессовом воздействии.

В момент наибольшей стресснапряженности отмечена отрицательная корреляция ( $r=-0,65$ ) между активностью каталазы и пероксидазы, где активность пероксидазы значительно превалирует над активностью каталазы. Следовательно, как комплекс данных показателей, так и каждый из них раздельно, в сочетании с показателем дисперсии  $F_v/F_m$  могут быть использованы для экспресс-оценки физиологического состояния растения.

Нами также установлено, что динамические характеристики ферментативной и фотосинтетической активности могут служить диагностическими признаками реальной устойчивости растительного организма к абиотическим и биотическим стрессорам. Следует, однако, учитывать, что корректно оценить состояние растения возможно, только получив динамические характеристики данных

показателей в течение, как минимум, одного вегетационного сезона, т.к. направленность и интенсивность обменных процессов меняется в зависимости от фазы развития растения, и, только получив полную картину за весь период вегетации, можно судить о степени устойчивости данного сорта.

Степень устойчивости растений к негативным факторам внешней среды во многом зависит от уровня развития их тканей и органов. Гистологическое изучение зимующих органов растения дает возможность диагностировать повреждения различных тканей и на основе этих данных прогнозировать степень риска повреждений растений в следующем вегетационном периоде и возможную редуциацию завязей.

Недостаточное развитие зачатков цветков в осенне-зимний период может привести к слабой их жизнеспособности весной. Как следствие, снижается завязываемость плодов и урожайность растений. «Переразвитие» зачатков цветков является одним из показателей, позволяющих прогнозировать их возможное повреждение экстремально низкими температурами в зимний период. Для растений яблони в средней зоне садоводства оптимальным к началу зимнего периода является достижение пятого этапа органогенеза. Нами выявлено, что использовать данный показатель (этап развития генеративных почек) для диагностических целей следует в комплексе с мониторингом состояния растений в период вегетации (фотосинтез, ферментативная активность, уровень накопления и редуциции запасных питательных веществ).

По мнению многих авторов [Авилова, Матухин, 1964, 1967; Хисамиева, Семенов, Кошпаева, 2001; Жук, Григорюк, 2003], негативные условия внешней среды в первую очередь влияют на митотическую активность клеток корневых меристем.

В опытах по моделированию воздействия на растения различных стрессовых факторов нами было зафиксировано угнетение пролиферации клеток корневых апексов. Отмечено, что митотический индекс корневых меристем в значительной степени коррелирует с каталазной активностью растений ( $r=0,71$ ).

Полученные результаты позволяют предположить, что активизация функционирования антиоксидантной защиты при воздействии стрессоров является важным диагностическим показателем устойчивости растений к окислительному повреждению, т.е. митотический индекс корневых апексов также может быть индикатором активности корневой системы.

Таким образом, нами выделены показатели, реально отражающие нативное состояние растения и способные служить критерием степени его стрессоустойчивости. Вполне корректными методами экспресс-диагностики являются определение ферментативной и фотосинтетической активности и гистологическо-цитологический мониторинг тканей растений. Используя указанные показатели, можно более дифференцированно и с меньшими затратами принимать эффективные меры по повышению устойчивости растений к абиотическим и биотическим повреждающим факторам. **□**

## ДИАГНОСТИКА ПОВРЕЖДЕНИЙ РАСТЕНИЙ ЯБЛОНИ НА РАННИХ ЭТАПАХ РАЗВИТИЯ РЕАКЦИИ

Е.М. Цуканова, Е.Н. Ткачев

### Резюме

Представлены современные методы диагностики физиологического состояния растений и стрессповреждений на ранних этапах развития и рассмотрены новые способы их выявления. Определены диагностические критерии оценки биологического потенциала сортов плодовых культур по совокупности физиолого-биохимических, цитологического – гистологических и биофизических параметров.

Diagnostics of a physiological state of plants is the most urgent problem of a modern horticulture. The investigations conducted allow consideration of enzyme and cytologic diagnostics as sufficiently correct methods of express-diagnostics. These methods reflect in fact a native state of a plant and can be used as a criterion of its stressful state. The efficient measures on increase of plant resistance to abiotic and biotic adverse factors can be developed on the basis of the specified parameters.

## АНДРОГЕНЕЗ *IN VITRO* ЗЕМЛЯНИКИ

**Е.С. Туровцева, Мичуринский государственный педагогический институт,  
О.Я. Олейникова, Всероссийский НИИ генетики и селекции  
плодовых растений им. И.В. Мичурина**

В настоящее время весьма актуальным является создание нового, ценного для селекции исходного материала, совмещающего высокую продуктивность, устойчивость к болезням и вредителям, генетическую стабильность. Большую помощь в успешном решении этой задачи могут оказать широко используемые в современных исследованиях биотехнологические методы, к которым относится культивирование *in vitro* пыльников, содержащих микроспоры на определенной стадии развития (метод андрогенеза). Основной интерес к культуре пыльников связан с тем, что это эффективный и быстрый способ получения гаплоидных и гомозиготных растений и линий. Использование таких растений в селекции позволяет сократить срок создания сорта на 3–4 самоопыленных поколения [2].

Метод культуры пыльников детально разработан для получения гаплоидных сельскохозяйственных растений, в основном однолетних и двулетних [1, 5, 6]. Однако для ягодных культур, таких как земляника, андрогенез *in vitro* пока широко не применяется, поскольку технологии массового получения гаплоидных и гомозиготных растений на его основе не разработаны. Это обусловлено большой трудностью индукции у них как первичных андрогенных образований (каллусов, эмбриоидов), так и морфогенетических регенерационных процессов, отличающихся к тому же нестабильностью и трудной воспроизводимостью. В то же время, несмотря на указанные трудности, имеются определенные успехи по культивированию пыльников различных сортов земляники.

Для отдельных сортов были разработаны условия получения с различной частотой (не всегда высокой), каллусов и растений-регенерантов [3, 7]. Китайские исследователи среди каллусов, полученных из пыльников земляники, выделили наиболее ценный — эмбриогенный тип, и на определенных средах ими были индуцированы эмбриоиды [8]. Однако разработанные на этих сортах условия получения гаплоидов часто оказываются неэффективными для других сортов, поэтому требуются дополнительные исследования в этом направлении.

Цель нашей работы — изучение возможностей индукции процессов андрогенеза *in vitro* у ряда селекционно и хозяйственно ценных генотипов земляники для создания нового исходного материала на основе гаплоидии.

Исследования проводили в 2005–2009 гг. Материалом для эксперимента послужили пыльники земляники садовой (*Fragaria ananassa* Duch.) сортов Золушка, Редгонтлит, Фестивальная ромашка, Кама, Десертная, Львовская ранняя, а также Фейерверк, Урожайная ЦГЛ, Привлекательная селекции ВНИИГиСПР им. И.В. Мичурина.

При культивировании пыльников использовали методику, разработанную во ВНИИГиСПР им. И.В. Мичурина [4]. Пробирки с пыльниками выдерживали в темноте при температуре +25...+27°C и относительной влажности воздуха 60–70%. После каллусообразования их переносили в условия 16-час. фотопериода с интенсивностью освещения 1000–1500 лк. В дальнейшем полученные каллусы пассировали на среды для морфогенеза, минеральной основой которых служила среда Мурасиге-Скуга (МС), дополненная различными фитогормонами. В культуре пыльников земляники изучали разные комбинации цитокининов (6-бензиламинопурина — БАП, кинетина, зеатина), ауксинов (индолилуксусной — ИУК, 2,4-дихлорфеноксиук-

сусной — 2,4-Д, нафтилуксусной — НУК, индолилмасляной — ИМК и гибберелловой — ГБ кислот).

Для культивирования пыльников земляники указанных сортов использовали 8 вариантов питательных сред, содержащих минеральные соли по МС (мг/л): З<sub>1</sub> — БАП (2,0), НУК (0,5); З<sub>2</sub> — БАП (2,0), 2,4-Д (1,0); З<sub>3</sub> — кинетин (2,0), НУК (0,5); З<sub>4</sub> — кинетин (2,0), 2,4-Д (1,0); З<sub>5</sub> — НУК (0,5), зеатин (2,0); З<sub>6</sub> — 2,4-Д (1,0), зеатин (2,0); С<sub>1</sub> — БАП (1,0), ИУК (2,0); С<sub>2</sub> — БАП (1,0), 2,4-Д (2,0). Продолжительность холодовой предобработки пыльников составила 0, 3, 6, 9 и 12 сут. при температуре +3...+5°C. Учитывали количество пыльников, введенных в культуру *in vitro*, процент каллусов.

Установлено, что развитие пыльников всех изученных сортов земляники идет по пути образования каллусных тканей, индукция эмбриоидов не отмечена. Появление первых каллусов наблюдалось после трех недель культивирования, а массовое их образование через 1,5 мес. Реакция пыльников разных сортов на указанные выше среды была неодинаковой. Наибольшей частотой каллусогенеза характеризовался сорт Золушка (34,6%). Высокие показатели этого процесса отмечены у сортов Урожайная ЦГЛ (33,5%), Фейерверк (26,8%), Привлекательная (24,4%). Промежуточное положение по активности этого процесса заняли сорта Фестивальная ромашка (13,8%), Десертная (9,1%) и Кама (7,8%). Самым низким каллусогенез был у сортов земляники Львовская ранняя (2,6%) и Редгонтлит (2,1%).

Отмечены различия в реакции пыльников на состав инициальных сред. У сортов Урожайная ЦГЛ и Фейерверк наиболее продуктивной по выходу каллусов (50% и выше) была среда З<sub>5</sub>, немного ниже этот показатель был на среде З<sub>3</sub>. Для сорта Привлекательная лучшими были среды З<sub>3</sub> и З<sub>1</sub>. Для сорта Золушка высокое каллусообразование отмечалось на средах З<sub>2</sub> (60,0%) и З<sub>3</sub> (63,5%). У Фестивальной ромашки лучшей средой для каллусообразования оказалась З<sub>1</sub> (45,2%), а у сортов Кама (23,3%) и Десертная (18,5%) — З<sub>6</sub>. Для сорта Львовская ранняя каллусы получены только на среде З<sub>2</sub>. Сорт Редгонтлит показал также невысокую каллусогенную активность на испытанных средах — каллусы получены на средах З<sub>2</sub> (8,3%) и З<sub>5</sub> (8,8%). Выделена одна среда (З<sub>3</sub>), на которой с разной активностью, но у всех испытанных генотипов земляники образовывались каллусы. Наиболее продуктивной она оказалась для сортов Львовская ранняя, Золушка, Фейерверк. Это указывает на то, что в реакции пыльников на состав культуральной среды имеет место влияние генотипа.

В результате проведенных исследований по холодовой предобработке пыльников установлен оптимальный диапазон ее продолжительности, он составляет 1–3 сут.

Проведен морфологический анализ полученных андрогенных каллусов, который позволил выявить две их основные группы: первая — плотные, молочного цвета, легко зеленеющие на свету, часто с опущением (у таких каллусов можно ожидать регенерации и получения зеленых растений, это так называемые морфогенные; такие каллусы преобладали практически у всех сортов). Вторая — рыхлые, коричневого цвета, не зеленеющие на свету каллусы, лишь небольшая часть у них может со временем зеленеть на свету (такие каллусы также могут образовывать морфогенные структуры, но в меньшей степени, чем каллусы первого типа). В целом отмечено, что у сортов Урожайная ЦГЛ, Фейерверк, Привлекательная, Золушка,

Львовская ранняя и Десертная преобладали каллусы первого типа, т.е. плотные, со светлой окраской, которые зеленели на свету. У сортов Фестивальная ромашка, Редгонтлит и Кама преобладали плотные, но темноокрашенные каллусы. Рыхлые каллусы отмечены в небольшом количестве у сортов Десертная, Фестивальная ромашка, Золушка, Привлекательная.

Кариологические исследования андрогенных каллусов показали, что они характеризуются генетической гетерогенностью. Выявлены гаплоидные, диплоидные, полиплоидные, анеуплоидные каллусные клетки. Считается, что изменение числа хромосом может происходить в результате эндомитоза, эндоредупликации или слияния микроспориальных клеток, а также возможного мутагенного, в частности полиплоидного, действия гормонов (ауксинов и цитокининов) питательных сред. Наличие диплоидных клеток указывает также на то, что андрогенный каллус может брать начало не только от микроспор, но и от клеток соматических тканей стенки пыльника и, кроме того, из тканей тычиночных нитей или связника, имеющих диплоидный набор хромосом. Установлено, что количество как гаплоидных, так и клеток других уровней пloidности в каллусах неодинаково у разных генотипов и может колебаться в широких пределах: гаплоидных от 19 до 60%, полиплоидных от 4 до 21%, диплоидных от 7 до 62%.

Важный этап в осуществлении андрогенеза *in vitro* — индукция процессов регенерации. У сорта Фейерверк

#### Андрогенез *in vitro* земляники In vitro androgenesis of strawberry

Е.С. Туровцева, О.Я. Олейникова  
Ye.S. Turovtseva, O.Ya. Oleynikova

#### Резюме

Изучались особенности каллусогенеза и регенерации растений при культивировании *in vitro* пыльников земляники садовой (*Fragaria ananassa* Duch.). Определены благоприятные условия культивирования, найдены оптимальные сочетания фитогормонов в питательных средах, обеспечивающие высокий процент выхода каллусов, а также получение регенерантов.

#### Summary

Callusogenesis and plant regeneration characteristics were studied in the course of *in vitro* cultivation of anthers in *Fragaria ananassa* Duch. Favourable conditions for cultivation were determined, optimal correlation of phytohormones in nutrient media were discovered, these provide high yield of calluses and the obtaining of regenerants as well.

Ключевые слова: земляника, андрогенез *in vitro*, пыльники, каллусы, растения-регенеранты  
Key words: strawberry, *in vitro* androgenesis, anthers, calluses, regenerants

#### Литература

1. Атанасов, А. Биотехнология в растениеводстве. Новосибирск : ИЦиГ СО РАН, 1993. 241с.
2. Батыгина, Т.Б., Круглова Н.И., Горбунова В.Ю. Андрогенез *in vitro* у злаков: анализ с эмбриологических позиций / Цитология. 1994. Т.36. № 9. С. 993-996.
3. Высоцкий, В.А., Алексеев Л.В. Регенерация растений земляники нейтральнодневных и ремонтантных сортов в культуре листовых дисков и пыльников [Текст] // Плодоводство и ягодоводство : Сб. научных работ. М., 2005. Т.ХII. С. 330-336.
4. Жуков О.С., Олейникова О.Я., Савельев Н.И. / Методические рекомендации по получению растений – регенерантов плодовых пород в культуре пыльников. Мичуринск: изд. ВНИИГиСПР им. И.В. Мичурина, 1994. 36 с.
5. Муравлев, А.А. Культура пыльников в селекции ярового рапса : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Саратов, 2007. 24 с.
6. Шмыкова, Н.А. Разработка системы биотехнологических методов, направленных на ускорение селекционного процесса овощных культур : автореф. дис. ... д. с.-х. наук. М., 2006. 47 с.
7. Хамукова, Ф.Н. Регенерация растений земляники и малины из эксплантов различного происхождения : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. М., 1994. 22 с.
8. Li Wei – dong. Hebei nongye daxue xuebao / Li Wei – dong, Ge Hui – bo, Zhou Chun – jiang, Zhang Jie. // J. Agr. Univ. Hebei. 2004. Т. 27. №2. P. 59-63.

уже на инициальной среде  $Z_1$  были получены растения-регенеранты с частотой 12,7% от числа образовавшихся каллусов. Один регенерант образовался также на среде  $Z_5$ . У сорта Урожайная ЦГЛ на инициальных средах  $Z_1$  и  $Z_5$  также получены регенеранты с частотой 7,2 и 6,7% соответственно. У сорта Золушка один побег был отмечен на инициальной среде  $Z_1$ , а образование корней с частотой 21,3% и индукция побегов (44,7%) отмечалось во втором пассаже на среде, в состав которой входили БАП (2,0 мг/л) и ИУК (1,0 мг/л).

Полученные регенеранты успешно размножались на среде МС с добавлением 1,0 и 2,0 мг/л БАП + 1,0 мг/л ИУК, а их укоренение достигалось в присутствии 1,0—2,0 мг/л ИМК.

Таким образом, отмечено, что для сортов Золушка, Фейерверк, Привлекательная наилучшие результаты дает наличие в среде 6-бензиламинопурина и кинетина. Для сортов Урожайная ЦГЛ, Десертная, Кама, Редгонтлит лучше использовать в инициальных питательных средах в качестве цитокинина зеатин. Присутствие 6-бензиламинопурина в среде оказалось наиболее благоприятным для сортов Львовская ранняя и Фестивальная ромашка. В наибольшей степени свой андрогенетический потенциал проявили сорта земляники отечественной селекции, в первую очередь полученные во ВНИИГиСПР им. И.В. Мичурина (Урожайная ЦГЛ, Фейерверк), а также сорт Золушка селекции ВСТИСП. Это связано с их высоким адаптационным потенциалом к абиотическим и биотическим стрессорам. 

УДК 634.71:631.527

## РЕМОНТАНТНАЯ МАЛИНА — ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В СЕЛЕКЦИИ

**С.Н. Евдокименко, Кокинский опорный пункт Всероссийского селекционно-технологического института садоводства и питомниководства**

Популярность ремонтантной малины связана с принципиально новым, низкочастотным способом возделывания с возможностью полной механизации всех агротехнических приемов. Заключается он в том, что после уборки урожая и наступления устойчивых осенних заморозков всю надземную часть растений на уровне почвы скашивают косилкой или срезают секатором и удаляют с участка. С весны следующего года отрастают новые побеги, которые во второй половине лета — начале осени плодоносят, а затем после замерзания почвы их снова скашивают. Выращивание ремонтантных сортов малины по типу однолетней культуры снимает проблему их зимостойкости. В северных районах отпадает необходимость пригибания и укрытия побегов на зиму, их поштучной вырезки после плодоношения. Следует отметить экологическую и фитосанитарную привлекательность новой технологии. Ежегодное удаление надземной части ремонтантных растений малины после скашивания резко снижает уровень грибной инфекции. Практически не повреждаются ягоды осеннего урожая малинным жуком, что связано с несовпадением в этот период фенофаз развития паразита и растения. Это позволяет выращивать ремонтантную малину без применения или с ограниченным использованием химических средств защиты растений и получать экологичную ягодную продукцию.

Биологические особенности и связанный с ними необычный способ возделывания делают ремонтантную малину наиболее привлекательной в решении вопроса механизации уборки урожая по сравнению с обычной малиной. Так, апикальное цветение в середине лета тормозит поступательный рост однолетних побегов и способствует формированию оптимального для механизированной уборки стеблестоя по высоте (1,2—1,5 м), а умеренное побегообразование — по ширине плодовой стенки у основания (до 30 см). Среди гибридного потомства малины с осенним плодоношением гораздо чаще выщепляются пряморослые сеянцы с компактным габитусом куста, не полегающие под тяжестью урожая. Беспалерное выращивание такого типа сортов позволяет упростить и удешевить технологию. Ремонтантное плодоношение в отсутствие конкуренции между плодоносящими побегами и порослью обеспечивает лучшее стряхивание и полнейшее улавливание ягод транспортером, создает более комфортные условия для работы комбайна.

Однако ремонтантная малина для нашей страны является практически новой ягодной культурой, которую активно стали выращивать в садах чуть более 10 лет назад. Основная причина — отсутствие надежных, адаптированных сортов, способных созревать до наступления осенних заморозков. Зарубежные сорта ремонтантной малины оказались малоприспособленными для климатических условий России. Они даже в благоприятные сезоны в Центральном регионе страны созревают на 15—30% и по этой причине не представляют практического интереса. В связи с этим с 1970-х гг. на Кокинском (Брянском) опорном пункте ВСТИСП проводятся масштабные селекционные исследования по созданию ремонтантных сортов малины, приспособленных к условиям средней полосы России.

На начальном этапе работы в результате межсортной гибридизации в пределах вида *R. idaeus vulgatus* был получен первый отечественный сорт малины Бабы лето с преимущественным плодоношением на однолетних по-

бегах. Он к началу осенних заморозков успевал созреть на 40—50%. Дальнейшие многочисленные скрещивания ремонтантных родительских форм на этой генетической основе оказались малоперспективными. Были выделены отборы с высоким биологическим потенциалом продуктивности, хорошим вкусом плодов, но недостаточно крупноплодные и, самое главное — с поздним и продолжительным созреванием и по этой причине непригодные для производственного использования [Казаков, 2004].

Существенно разнообразить генетическую базу селекции ремонтантной малины удалось при включении в скрещивания, наряду с малиной красной (*R. idaeus* L.), геноплазмы малины черной (*R. occidentalis* L.), боярышничколистной (*R. grataegifolius* Vge.), душистой (*R. odoratus* L.), замечательной (*R. spectabilis* Pursh.) и поленики (*R. arcticus* L.). В результате многолетней селекционной работы в 4—5 генерациях ряда межвидовых родительских форм выделены ремонтантные генотипы с высоким уровнем хозяйственно ценных признаков в различном сочетании между собой. Особый интерес среди них представляют отборы, совмещающие раннее созревание урожая (конец августа — начало сентября) с обширной зоной осеннего плодоношения и другими хозяйственно ценными признаками. Например, сорта Бабы лето – 2, Брянская юбилейная, Надежная, Евразия, Пингвин, элитные формы 47-18-4, 13-272-11, 9-35-1, 29-15-1 к середине сентября (дата первого возможного заморозка в Брянской обл.) реализуют потенциал своей продуктивности на 90—100%, а их хозяйственная урожайность составляет 10—12 т/га ягод.

Перспективной межвидовой гибридизация оказалась и в получении крупноплодных ремонтантных сортов. До недавнего времени они имели мелкие ягоды (1,5—2,5 г) и по этому показателю уступали стандартным сортам малины с летним сроком созревания урожая. В результате отбора трансгрессивных по массе ягод форм и последующего их скрещивания между собой созданы выдающиеся ремонтантные генотипы с плодами массой 4-12 г (сорта Атлант, Бриллиантовая, Брянское диво, Геракл, Золотая осень, Рубиновое ожерелье и др.).

Выявлено большое разнообразие отдаленных гибридов по качественным показателям ягод, включающим такие признаки, как вкус, биохимический состав, привлекательность внешнего вида, плотность, отделяемость от плодоложа и др.

Анализ гибридного потомства ремонтантных форм свидетельствует об отсутствии генетического барьера в наследовании основных хозяйственно ценных признаков, что позволяет совмещать их в одном генотипе и, таким образом, создавать ремонтантные сорта малины с оптимальной выраженностью этих признаков.

Практическим результатом выполненных исследований является создание более 20 отечественных сортов малины ремонтантного типа, из которых 14 включены в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Сорта первой серии, районированные ранее (Абрикосовая, Августина, Бабы лето — 2, Бриллиантовая, Геракл, Золотые купола, Элегантная), хорошо известны садоводам и широко выращиваются от Калининграда до Сахалина и от Краснодара до Ханты-Мансийского АО, а также получили распространение в Белоруссии и Украине [Казаков, Сидельников, Степанов, 2007]. В 2008 г. в Госреестр включена вторая серия ремонтантных сортов

малины селекции Кокинского опорного пункта ВСТИСП — Брянское диво, Евразия, Жар-птица, Золотая осень, Рубиновое ожерелье, Янтарная. Приводим их краткую характеристику (сорта оценены по результатам испытаний в Брянской обл.).

**Брянское диво.** Ягоды очень крупные (средняя масса 5—6 и до 11 г), привлекательной удлинённо-конической формы («точёные»), с однородными костянками, красно-го цвета, плотные. Вкус ягод кисло-сладкий, они пригодны для потребления в свежем виде и всех видов переработки. Урожайность высокая — 12—17 т/га (2,5—3,0 кг/куст). Начало созревания ягод во второй декаде августа, плодоношение продолжительное. Потенциальная урожайность реализуется до осенних заморозков на 70—90%. Признание этот сорт получил за очень крупные красивые ягоды и стабильно высокие урожаи.

**Евразия.** Ягоды крупные (3,7—4,5 и до 6,3 г), конической формы, темно-малиновой окраски, плотные, транспортабельные, хорошо отделяются от плодоложа. Зрелые ягоды могут 5—7 суток висеть на кусте без потери качественных показателей. Вкус ягод кисло-сладкий, они пригодны для потребления в свежем и переработанном виде, а также глубокой заморозки. Продуктивность — 15 т/га (2,2—2,6 кг/куст). Созревание ягод начинается в первой декаде августа. Сорт отличается ранним и сжатым периодом плодоношения. Полностью созревает к середине сентября. Этот сорт ценят за пряморослый габитус куста, высокую урожайность, крупные, плотные ягоды хорошего вкуса, раннее и дружное созревание урожая, перспективен для машинной уборки урожая.

**Жар-птица.** Высокоурожайный сорт малины с сочными вкусными ягодами красивой ярко-красной окраски. Ягоды крупные (4,2—4,6 и до 6,0 г), одномерные, конические, привлекательной окраски, с однородными прочно сцепленными костянками. Плоды кисло-сладкие, десертные,

с нежной, сочной мякотью, пригодны для потребления в свежем виде и всех видов переработки. Урожайность 14—15 т/га и выше (2,2—2,5 кг/куст). Ягоды начинают созревать во второй половине августа, потенциальная урожайность реализуется на 70—90%. Плодовые веточки длинные, имеют до двух-трех порядков ветвления и высокую нагрузку генеративными органами.

**Золотая осень.** Сорт с яркими золотисто-желтыми плодами. Ягоды крупные (4,5—5,0 и до 7,0 г), красивой удлинённо-конической «точёной» формы, плотные, транспортабельные, костянки мелкие, однородные, плотно сцеплены между собой. Ягоды десертные, с тонким «малинным» ароматом. Плоды пригодны для потребления в свежем виде и всех видов переработки. Урожайность высокая — до 15 т/га (осенний урожай в условиях Брянской обл. составляет 2—2,5 кг/куст). Начало созревания ягод — во второй половине августа, плодоношение продолжительное. Потенциальная урожайность реализуется до осенних заморозков на 80—90%.

**Рубиновое ожерелье.** Высокопродуктивный сорт с преимуществом плодоношением на однолетних побегах. Ягоды крупные (4,5—5,5 г и до 8,4 г), красивой удлинённо-цилиндрической формы, ярко-рубинового цвета, плотные, прочно сцеплены с плодоложем. Плоды кисло-сладкого вкуса, пригодны для потребления в свежем виде и всех видов переработки, в т.ч. и для глубокой заморозки. Продуктивность высокая — 15—17 т/га (до 2,3—2,8 кг/куст). Начало созревания — середина августа, плодоношение продолжительное, потенциальная урожайность реализуется до осенних заморозков на 80—90%.

Таким образом, высокая и стабильная урожайность новых сортов, низкзатратная и экологичная технология их возделывания создают реальные предпосылки для успешного выращивания ремонтантной малины как в промышленном, так и в любительском садоводстве. 

## РЕМОНТАНТНАЯ МАЛИНА – ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В СЕЛЕКЦИИ REMOANTANT RASPBERRY IS A PERSPECTIVE TREND IN SELECTION

С.Н. Евдокименко  
S.N. Evdokimenko

### Резюме

На основе межвидовой гибридизации созданы перспективные ремонтантные сорта малины, адаптированные к условиям средней полосы России. Новые сорта Брянское диво, Евразия, Жар-птица, Золотая осень, Рубиновое ожерелье отличаются высокой продуктивностью, крупноплодностью и относительно ранним созреванием урожая.

### Summary

The perspective remontant raspberry varieties have been developed on the basis of interspecific hybridization. These varieties are well adapted to the midland climate conditions of Russia. The new varieties such as Bryanskoje divo, Eu-roasia, Zhar-ptitsa, Zolotaya osen', Rubinovoye ozherelye are characterized by higher yields, larger fruitage and relatively earlier ripening.

Ключевые слова: ремонтантная малина, селекция, межвидовая гибридизация, сорта, Россия.  
Key words: remontant raspberry, selection, interspecific hybridization, varieties, Russia.

### Литература

1. Казаков, И.В. Перспективы селекции ремонтантной малины / И.В. Казаков // Вестник Российской академии с.-х. наук. 2004. - №4. - С. 42-45.
2. Казаков, И.В. Ремонтантная малина в России / И.В. Казаков, А.И. Сидельников, В.В. Степанов / Издание второе, дополненное. - Челябинск: ООО НПО «Сад и огород», 2007. - С. 84.

# ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ И СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ КУЛЬТУР, ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ИХ ПОСЕВОВ И ПРОДУКЦИИ ПРИ ХРАНЕНИИ

Ю.П. Жуков, С.Н. Швыркин, Российский государственный аграрный университет — Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева

Н.Н. Готовцева, ФГУП АПК «Воскресенский» (Московская область)

В современном земледелии агротехнические методы регуляции фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур — неотъемлемая и обязательная часть интегрированной системы защиты растений [4, 5, 6, 7, 11]. Известно немало фактов положительного действия конкретных доз и видов удобрений на фитосанитарное состояние посевов, устойчивость продукции к механическим повреждениям при перевозках и к болезням при хранении [3, 8, 10]. Однако практически отсутствуют комплексные исследования по действию различных систем удобрения на урожайность культур и уровень их засоренности, а также на поражение болезнями и вредителями посевов и полученной продукции в период хранения.

Цель наших исследований — изучение совместного влияния различных систем удобрения и принятых на практике средств защиты растений на урожайность возделываемых культур, фитосанитарное состояние их посевов и поражение продукции при хранении в АО «Назарьево» Московской обл. Производственные опыты (по 5 га) проводили в 2004—2007 гг. на дерново-подзолистых хорошо окультуренных почвах с овощными (капуста, морковь, картофель) и кормовыми (кукуруза, однолетние травы, люцерна, бобово-злаковые многолетние травы) культурами. В качестве фонов в посевах каждой культуры использовали принятую в хозяйстве систему защиты растений от болезней, сорняков и вредителей. Схема опыта для всех культур включала следующие варианты: К — контроль (без удобрений); I — система, разработанная нами с помощью дифференцированных балансовых коэффициентов использования питательных элементов из почв и удобрений; II — принятая в хозяйстве система удобрения. Кроме того, при выращивании капусты, кукурузы и люцерны испытывали еще один вариант (III) — разработанную нами систему с коррекцией доз азотных удобрений по количеству предпосевных запасов минеральных форм азота в почве.

Дозы удобрений в разработанной нами системе установлены на основе балансовых коэффициентов, полученных в результате агроэкологической экспертизы применения удобрений в хозяйстве за 1986—2004 гг. [9], которые мы ежегодно корректировали с учетом фактических показателей плодородия почв опытных полей. В среднем за 4 года в разработанной нами системе дозы удобрений составляли (кг/га д.в.): под капустой —  $N_{150-160}K_{200-260}$ , картофелем —  $N_{160}K_{220-260}$ , морковью —  $N_{120-160}K_{200-260}$ , кукурузой —  $N_{150-160}K_{190-230}$ , однолетними травами —  $N_{100-120}K_{130-260}$ , люцерной —  $N_{90}K_{260}$ . Это в 1,1—1,7 раза ниже по азотным удобрениям, столько же или несколько меньше по калийным, причем в хозяйстве применяли еще и по 50—100 кг/га д.в. фосфора под всеми культурами.

При выращивании картофеля протравливание клубней проводили Максимом (4 кг/т), для обработок по вегетации использовали двукратно фунгицид Ридомил Голд (2,5 кг/га), двукратно инсектицид Актару (0,2 кг/га), однократно (до всходов) гербицид Зенкор (2 кг/га). При выращивании моркови посевы обрабатывали гербицидами Стомп (1,5 л/га) или Гезагарт (2 кг/га) и двукратно инсектицидом Децис (2 л/га). Посадки капусты обраба-

тывали гербицидом Бутизан (2 л/га), инсектицидами Би-58 Новый (1 л/га) и Бульдок (1 л/га). В посевах кукурузы использовали гербицид Харнес (2 л/га).

Учеты урожая всех культур проводили сплошным методом при уборке, а перед этим учетом — за 1—2 дн. в 4—5-кратной повторности на типичных площадках по 1 м<sup>2</sup> для культур сплошного сева и по 1—2 м<sup>2</sup> — для пропашных.

Для оценки влияния систем удобрения на фитосанитарное состояние посевов (посадок) и поражение продукции болезнями при хранении учитывали следующие показатели: засоренность основными агрономическими группами сорных растений; срок появления заболеваний растений в посевах (посадках); интенсивность распространения болезней; интенсивность распространения болезней продукции при хранении; степень распространения основных вредителей в посевах (посадках). Первый показатель учитывали в 5-кратной повторности подсчетами на типичных площадках по 1 м<sup>2</sup> и выражали в баллах от 0 до 5, а видовой и групповой состав сорняков — визуально. Сроки наступления заболеваний культур определяли по мере появления видимых симптомов. Интенсивность распространения болезней в посевах (посадках) культур определяли подсчетом зараженных растений с площадок по 10 м<sup>2</sup> в 5-кратной повторности, а при хранении — подсчетом в 5-кратной повторности пораженных болезнью экземпляров товарной продукции, применяя выборку для капусты из 50 кочанов, картофеля — из 100 клубней, моркови — из 100 корнеплодов. При этом идентификацию заболеваний проводили методом влажной камеры. Степень распространения основных вредителей в посевах (посадках) культур оценивали подсчетом их с площадок по 10 м<sup>2</sup> или со 100 опытных растений.

Установлено, что средняя урожайность за все годы исследований составила (т/га): картофель — К — 36,7, I — 53,1, II — 51,3 (НСР<sub>0,05</sub> = 5,9); капуста белокочанная — К — 53,4, I — 93,4, II — 92,6, III — 86,4 (НСР<sub>0,05</sub> = 13,5); морковь — К — 35,8, I — 46,3, II — 44,0 (НСР<sub>0,05</sub> = 4,3); кукуруза на силос — К — 31,4, I — 49,3, II — 44,6, III — 49,9 (НСР<sub>0,05</sub> = 6,9); люцерна на сено — К — 5,9, I — 8,3, II — 8,3, III — 8,2 (НСР<sub>0,05</sub> = 0,8); однолетние травы (зеленая масса) — К — 27,9, I — 35,6, II — 34,9 (НСР<sub>0,05</sub> = 4,0). Следует подчеркнуть, что при сбалансированном удобрении по нашей системе урожайность всех культур оказалась равной или даже более высокой, чем по хозяйственной, а при коррекциях доз азотных удобрений — соответствовала таковой в варианте I.

На фоне предложенной нами системы удобрения заметно улучшалось фитосанитарное состояние посевов всех культур и повышалась устойчивость их продукции к заболеваниям при хранении.

В опытах со всеми овощными культурами количество вредителей в посадках (посевах) в варианте I было ниже, чем в варианте II (табл. 1). При оптимизации минерального питания заселяемость растений картофеля личинками колорадского жука по сравнению с вариантом II снижалась в 1,3 раза, в посадках капусты белокочанной — гусеницами озимой

совки в 1,7 и крестоцветными блохами в 1,3, в посевах моркови — листоблошкой в 1,4 раза. Эти же показатели во II варианте удобрения оказались равными, а по озимой совке даже выше, чем в контроле без удобрений.

Неблагоприятное соотношение элементов питания в варианте II ослабило конкурентные взаимоотношения культурных растений с сорными, приведшее к увеличению общей засоренности по сравнению с контролем (табл. 2). При оптимизации питания культурных растений (вариант I) засоренность была достоверно ниже, чем в варианте II, а в посевах моркови — и в контроле.

Более высокая засоренность посевов в варианте II могла стать одной из основных причин и более высокого поражения культур болезнями, т.к. сорняки являются резерватами фитопатогенных микроорганизмов, и при увеличении плотности посевов (посадок), снижается их проветриваемость. Известно также, что избыточное азотное питание повышает риск проникновения патогенов в растительные клетки [2], а несбалансированное фосфорно-калийное питание снижает иммунную реакцию растений [1]. Это подтвердили и результаты наших опытов, в которых в варианте II все культуры сильнее поражались болезнями, чем в варианте I: картофель — фитофторозом в 1,7 раза, капуста — черной ножкой в 2,8, люцерна — мучнистой росой в 1,6 раза (табл. 3).

**Таблица 1. Распространенность вредителей в посадках овощных культур (в среднем за 2004–2006 гг.)**

Культура (вредитель)	I	II	III	НСР <sub>0,05</sub>
Картофель (колорадский жук — личинки), экз/растение	0,082	0,103	0,101	0,005
Капуста белокочанная (озимая совка — гусеницы первого возраста), экз/растение	4,3	7,1	5,7	0,6
Капуста белокочанная (крестоцветная блоха — имаго), экз/растение	15,3	19,5	19,1	1,2
Морковь (листоблошка), пораженных растений/10 м <sup>2</sup>	26,5	36,7	37,0	1,6

**Таблица 3. Зависимость распространения болезней и их интенсивности в посевах (посадках) овощных и кормовых культур (в среднем за 2004–2007 гг.)**

Культура (болезнь)	K	I	II	III	НСР <sub>0,05</sub>
Картофель (фитофтороз)*, пораженных растений/10 м <sup>2</sup>	7,5	3,7	6,3	—	0,8
Капуста белокочанная («черная ножка»), %	4,6	3,8	10,6	2,6**	2,8
Люцерна (мучнистая роса), %	30,0	24,8	40,0	23,3**	5,3

\* за 2004–2006 гг.;

\*\* за 2005–2007 гг.

Распространенность болезней на культурах I и III вариантов была существенно ниже, чем в варианте II и даже в контроле: в посадках картофеля — в 1,7 и 2 раза, капусты — в 2,8 и 1,5, в посевах люцерны — в 1,6 и 1,2 раза соответственно. Причем в вариантах I и III первые признаки заболеваний проявлялись на 3–9 дн. позже, чем в варианте II.

**Таблица 2. Засоренность посевов овощных культур разными группами сорных растений (в среднем за 2004–2006 гг.), баллов\***

Культура	Вариант	Малолетние	Многолетние				Итого	Всего
			Стержне-корневые	Корневищные	Корнеотпрысковые	Прочие		
Морковь	K	1,7	0,4	0,4	2,8	0,7	0,7	2,4
	I	1,2	0,4	0,1	2,3	0,5	0,5	1,7
	II	2,1	0,7	1,9	3,8	1,3	1,2	3,3
	НСР <sub>0,05</sub>	1,2	0,3	0,3	0,6	0,4	0,4	0,5
Капуста белокочанная	K	0,8	0,1	< 0,1	0,8	1,0	0,5	0,7
	I	0,8	< 0,1	0,1	0,7	0,3	0,2	0,6
	II	1,6	0,1	0,3	1,6	1,4	0,8	1,3
	НСР <sub>0,05</sub>	0,9	0,1	0,1	0,4	0,4	0,2	0,4

\* по 5-балльной шкале (шт/м<sup>2</sup>): 0 — единично (1–2), 1 — изредка (5), 2 — редко (10), 3 — обычно (15), 4 — часто (20), 5 — очень часто (>20)

**Таблица 4. Поражение продукции при хранении в хранилище бункерного типа (в среднем за 2004–2007 гг.), %**

Культура	Болезнь	K	I	II	НСР <sub>0,05</sub>
Картофель	Фитофтороз	1,8	1,3	2,2	0,8
	Фомоз	29,5	11,4	34,2	7,4
	Парша обыкновенная	2,6	0,5	2,5	1,1
	Ризоктониоз	3,4	0,2	3,2	1,4
	Мокрая гниль	1,1	0,3	3,5	0,8
	Плесневые грибы	0,6	0	0,2	0,2
Капуста белокочанная	Железистая пятнистость	0,5	0	4,9	1,6
	Фомоз	5,9	2,5	11,8	3,1
	Мокрая гниль*	0,9	1,5	3,5	1,8
	Плесневые грибы*	8,0	2,5	6,8	2,8
Морковь	Точечный некроз	18,5	5,8	18,9	5,2
	Фомоз	6,8	2,8	11,1	3,0
	Мокрая гниль	12,1	9,1	19,5	6,1
	Плесневые грибы	2,8	0,6	4,0	1,4

\* данные за 2006–2007 гг.

Меньшее поражение болезнями продукции, полученной в варианте I по сравнению с вариантом II и контролем наблюдалось и при ее хранении (табл. 4). Наиболее значительно в варианте II по сравнению с вариантом I возросло поражение фомозом картофеля (в 3 раза), капусты (в 4,7) и моркови (в 4), мокрой гнилью — моркови (в 2,1), точечным некрозом — капусты (в 3,3 раза) (табл. 4).

Таким образом, реализация разработанной нами с помощью оптимальных балансовых коэффициентов системы применения удобрений на картофеле, капусте белокочанной, моркови в АО «Назарьево», не снижая их урожайности по сравнению с принятой в хозяйстве системой, значительно повышала качество получаемой продукции и ее экологичность. Научно обоснованное применение удобрений заметно повышало конкурентоспособность культур по отношению к сорнякам и снижало поражение посевов (посадок) вредителями и болезнями, а также потери полученной продукции от болезней при хранении. **✎**

**Complex influence of the different systems of fertilizer and means of plant protection, on the productivity of crops, phytosanitary condition of storing seeds and products in Moscow region**  
**Комплексное воздействие различных систем удобрения и средств защиты растений на урожайность культур, фитосанитарное состояние их посевов и продукции при хранении в Подмоскowie**

Жуков Ю.П., Швыркин С.Н., Готовцева Н.Н.

**Summary**

Proven action of the different systems of fertilizer application in the Moscow region conditions on crop output productivity and their competitiveness against weeds: insect and disease in the field and storage of the product. It is discussed efficiency balanced, integrated systematic use of fertilizers and means of plants protection for stable and quality output harvesting.

**Резюме**

Показано действие разных систем удобрения в условиях Московской области на урожайность культур и их конкурентоспособность к сорнякам, насекомым-вредителям и болезням в поле и при хранении продукции. Обсуждается эффективность сбалансированного, интегрированного систематического применения удобрений и средств защиты растений для получения стабильных урожаев культур хорошего качества

**Литература**

1. Артюшин А.М., Дерюгин И.П., Кулюкин А.Н., Ягодин Б.А. «Удобрения в интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур» М., «Агропромиздат», 1991, 174 с.
2. Агрохимия, Кобзаренко В.И., Жуков Ю.П., Ягодин Б.А. – М.: Мир, 2003.
3. Дьяченко В. С., Болезни и вредители овощей и картофеля при хранении, 2 изд., М., 1985.
4. Жуков Ю.П. Комплексная химизация в интенсивных технологиях возделывания культур в Нечерноземье. – М.: изд-во МСХА, 1989. – 90с.
5. Жуков Ю.П. Итоги исследований по комплексному применению удобрений, рассчитанных с помощью балансовых коэффициентов, и пестицидов в севообороте // Известия ТСХА, № 3, 1991.
6. Капцов А.В. Агроэкологическая роль звеньев системы земледелия в оптимизации фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур. Автореф. канд. с.-х. наук. Москва. – 2007. – 26с.
7. Стрижков Н.И. Эффективность различных систем борьбы с сорняками в севообороте // Агро XXI. - 2007. - № 4-6. - С. 44 – 45.
8. Шапиро И.Д., Вилкова М.А., Слепян Э.И. Иммуитет растений к вредителям и болезням. – Л.: Агропромиздат, 1986. - 192 с.
9. Швыркин С.Н. Баланс питательных элементов, как отражение состояния и перспектив продуктивности культур и применения удобрений в Центральном Нечерноземье. Диссертация. канд. с.-х. наук. М. – 2006. – 180 с.
10. Широков Е.П., Полегаев В.И. Хранение и переработка плодов и овощей. — 2-е изд. доп. и перераб. — М.: Колос, 1982. — 320с.: ил.
11. Шпанев А.М., Лаптев А.Б., Мухина С.В., Беспалова Н.С. Влияние агрохимических факторов на фитосанитарную обстановку в полевом севообороте на черноземе обыкновенном // Агрохимия. – 2006. - №8. – С. 57 – 67.

УДК 625.163 : 623.95

# СХОДСТВО ФИТОЦЕНОЗОВ КАК МОТИВАЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СХОЖИХ МЕР БОРЬБЫ С СОРНЯКАМИ НА РАЗЛИЧНЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ БАЗИСАХ

**Б.В. Антипов, ООО «ТрансСтройИнвест»**

На различных категориях земель, как пространственных базисах, появление сорных растений является природным явлением, затрагивающим экономические, экологические и социальные стороны жизнедеятельности каждого землепользователя. Указанная категория растительности не имеет четкого определения [3]. Понятие «сорняки», «сорная растительность», «дикорастущая растительность», «нежелательная растительность», «чужеродная растительность» исходит из прикладной ботаники. Оно трактуется исследователями применительно к месту их вредоносности по отношению к жизнедеятельности человека, здоровью, безопасности домашних животных и возделываемых культур, а также по влиянию на средства или предметы труда, бесперебойность перевозочного процесса [9, 7, 4, 6, 10, 14, 3, 11, 12, 2]. Тем не менее в научном обществе геоботаников используется научная характеристика сорного растения, данная А.А. Гроссгеймом [5] в следующей трактовке: «Сорная растительность есть растительность территорий с нарушенными человеком или при посредстве человека условиями местообитания ... . Группировки сорной растительности могут возникать в природе и без воздействия человека, т.к. определенная нарушенность местообитания может получиться в результате деятельности естественных причин, не зависящих от деятельности человека. Например, под влиянием на естественных местообитаниях животных, птиц, муравьев, когда возникают как бы естественные вторичные местообитания, на которых наблюдается более однородный состав растительности, чем в окружающих ценозах». К разряду вторичных местообитаний растений, возникающих под воздействием человека, кроме пашни, он относил места, где возделывание культурных растений не практикуется: обнажения, осыпи, карьеры, пустыри, свалки, насыпи, развалины, дворы, припортовые и привокзальные территории, обочины автомобильных и железных дорог. От распространения таких вторичных, нарушенных местообитаний напрямую зависит распространение сорных растений [8]. Это в равной степени касается уровня развития мер борьбы с ними.

Исторически сложилось, что методы, технологии, операции, способы и приемы борьбы с сорняками наиболее многогранны и объемны на таком пространственном базисе, как сельскохозяйственные угодья. Среди них фитоценозы сенокосов и пастбищ по сходству ряда признаков, указанных Ту-

ликовым [13], наиболее близки к фитоценозу земельных участков технической полосы отвода железных дорог (табл., рис. 1).

Техническая полоса земельного отвода — нормированная полоса земли, предназначенная для технического обслуживания транспорта [15]. На протяжении эксплуатационной длины земляного полотна сети железных дорог ОАО «РЖД» (85371 км) она примыкает к его подошве справа и слева, а в сторону поля простирается до первого ряда защитных лесов искусственного или естественного происхождения. Общая ее площадь составляет свыше 340 тыс. га. На этом экотопе сформировался фитоценоз, возраст которого исчисляется с момента строительства конкретной магистрали. У работников путевого хозяйства железных дорог главной задачей текущего содержания указанного пространственного базиса является искоренение высокорослых травянистых сорняков (в т.ч. карантинных и вредоносных) и предотвращение появления нежелательной лесной растительности. При выборе методов борьбы принимается во внимание опыт смежных землепользователей.

Сенокосение, как агротехнический прием, является составляющим базовых модулей по содержанию лугов, пастбищ и залежей на сельскохозяйственных угодьях. Поэтому данный прием принят за основу и на железнодорожном транспорте — именно в части содержания

**Признаки сходства между сообществами трав**

Признак	Естественное сообщество	Фитоценоз железнодорожных путей (техническая полоса отвода)	Агрофитоценоз
Условия местопроизрастания	Естественные	Антропогенно нарушенные	
Источник энергии	Солнечная радиация		Солнечная радиация и субсидированная в процессе производственной деятельности человека энергия
Биохимический круговорот веществ	Замкнутый, т.к. ежегодно отчуждается не более 3–7% синтезируемого органического вещества	Разомкнутый, т.к. ежегодно отчуждается не менее 50–70% создаваемого органического вещества	
Жизненный цикл	Многолетний, обычно превышает несколько десятков и сотен лет	Однолетний, изредка 2–3-летний и более	
Состав	Многовидовой с высоким уровнем дифференциации по экологическим нишам		Обычно одновидовой, сравнительно гомогенные особи дифференцированы по экологическим нишам слабо
Основные группы	Пасквальные (пастбищные)	Пасквальные и рудеральные (мусорные)	Сегетальные (пашенные)
Наличие доминантов	Обычно в качестве доминирующих выступают несколько видов		Доминирует преимущественно один культивируемый вид
Возраст фитоценоза	Зависит от возраста территории	Зависит от производственной деятельности человека	
Периодичность смены доминантов	Меняются не только в разные годы, но и в разные сезоны года		
Наличие адвентов	Встречаются редко	Встречаются часто и являются источниками распространения по пространственным базисам	Внедряются человеком для решения производственных задач
Законы формирования	Естественный отбор, эволюция		Искусственный отбор



**Рис. 1. Земельный участок технической полосы отвода железной дороги в Нечерноземье**



**Рис. 2. Земельный участок технической полосы отвода Приволжской железной дороги**

технической полосы отвода. Он применяется самостоятельно, а там, где территория была в запущенном состоянии — после свода нежелательной лесной растительности химическим методом.

При регулярном сенокосе (не менее двух раз в зависимости от климатических условий и биогенности почвенных грунтов) из фитоценоза «выбиваются» сорняки, не переносящие подрезания стеблей или истощения. Как результат, в сообществе остаются доминанты из злаковых трав. Например, на некоторых участках Приволжской железной дороги это степные дерновинные злаки (житняк, келерия, ковыль, типчак и др.) (рис. 2).

Ухоженный дерновый слой предотвращает появление лесной растительности из налета семян, способствует оздоровлению мест производства ремонтных работ, препятствует эрозии и дефляции, сохраняет эстетику ландшафта на железных дорогах ОАО «РЖД». Немаловажно, что при этом прекращается попадание семян «железнодорожных» сорняков на смежные территории, в т.ч. сельскохозяйственные угодья.

Результаты использования опыта борьбы с сорняками на основе сходства фитоценозов на смежных пространственных базисах нашли практическое применение на сети железных дорог России [1].

Phytocoenosis likeness as motivation to similar measures against weeds at different areal backgrounds

Ph.D. Antipov B.V.

Parameters of likeness between phytocoenosis of agricultural lands and technological public right of railway are presented. Likeness of phytocoenosis can be motive to use of similar measures against weeds at different areal backgrounds.

#### Литература

- 1 Антипов Б.В. Методические указания по применению агрохимиката «СК «Пикса» для улучшения экологической обстановки в инфраструктуре филиалов «ОАО «РЖД» / Абдурашидов А.Ю., Антипов Б.В., Бельков В.М. и др. / Рабочий документ ОАО «РЖД». — Утв. от 30.09.2005г.— М., 2005. — 53с.
- 2 Антипов Б.В. Техническое руководство по применению гербицидов на земельных участках полосы отвода и в охранных зонах высоковольтных линий электропередачи и связи / ОАО «Российские железные дороги». - М.: ООО «Издательство Агрорус». 2008 — 44 с.
- 3 Баздырев Г.И. Сорные растения и меры борьбы с ними в современном земледелии: Учебное пособие для вузов — М.: Изд. МСХА, 1995, - 288 с.
- 4 Вильямс В.Р. Борьба с сорной растительностью //Собрание сочинений, 1949. Т.3.- 568с.
- 5 Гроссгейм А.А. Растительный покров Кавказа. М.: Изд-во Московского общества испытателей природы. 1948. 265 с.
- 6 Киселев А.Н. Сорные растения и меры борьбы с ними. — М.:Колос, 1971. — 216 с.
- 7 Котт С.А. Сорные растения и борьба с ними. ОГИЗ- Сельхозгиз. — М.: 1948. —264с.
- 8 Лунева Н.Н. Лебедева Е.Г Информационное обеспечение фитосанитарного мониторинга агроценозов с помощью информационно поисковой системы «Сорные растения во флоре России» //Изучение зообентоса шельфа. Информационное обеспечение экосистемных исследований. Апатиты: Кольский научный центр. Мурманский морской биологический институт. Южный научный центр. 2004. С.205-217.
- 9 Мальцев А.И. Вред, причиняемый сорной растительностью // Сорные растения СССР. Л.: Изд-во АН СССР, 1934. т. 1. - С. 15-100
- 10 Никитин В.В. Сорные растения флоры СССР.-Л.: Наука, 1983.- 440 с.
- 11 Павловский Е.С. Энциклопедия агролесомелиорации /Сост. и гл. редактор Е.С. Павловский. — Волгоград, ВНИАЛМИ, 2004. — 677 с.
- 12 Сутягин В.П. Принципы формирования устойчивости агрофитоценозов адаптивно-ландшафтного земледелия. Тверь: Издательство «АГРОСФЕРА» ТГСХА, 2007.- 260 с.
- 13 Туликов А.М. Термины, определения и понятия агрофитоценологии. М., 2007.- 52 с.
- 14 Фисонов А.В. Справочник по борьбе с сорняками.-2-е изд., перераб. и доп.- М.: Колос, 1984.-255с.
- 15 ОСТ 32.30-94. Охрана природы. Флора. Защитные лесные насаждения железных дорог. Термины и определения. Утв. введен в действие указанием МПС от 31 мая 1994 г. № Г-440у

УДК 632.95.026.2

# ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОВРЕМЕННЫХ ИНСЕКТИЦИДОВ В БОРЬБЕ С АМЕРИКАНСКИМ ТРИПСОМ

И.С. Клишина, ФГУ «Ленинградский референтный центр Россельхознадзора»,  
Г.П. Иванова, Г.И. Сухорученко, В.И. Долженко,  
Всероссийский НИИ защиты растений, С.-Петербург – Пушкин

Американский трипс (*Echinothrips americanus* Morgan) — карантинный объект для стран Европы, в России впервые был обнаружен в 2005 г. [Другова, Варфоломеева, 2006]. Прогнозы по его проникновению в нашу страну делались еще в начале XXI столетия (Миронова, Ижевский, 2002). Это полифаг, который может повреждать более 100 видов растений из различных семейств. Он является серьезным вредителем цветочных, цветочно-декоративных и овощных культур (хризантема, пуансеттия, огурец, перец, томат) в США, Канаде, Мексике и большинстве европейских стран [Buntin et al., 1988; Frantz, Mellinger, 1990; Oetting et al., 1993; Murphy, 1994; Dudley, 1994; Malais, Ravensberg, 2005 и др.]. Этот вид характеризуется быстрой адаптацией к новым условиям и высокой скоростью распространения. Если в 2005 г. он был обнаружен только на драконтии и гибискусе [Другова, Варфоломеева, 2006], то, по нашим наблюдениям, в последующие годы (2006—2008) он заселил уже 8 видов цветочно-декоративных культур из семейства ароидных. Более того, в 2006 г. этот вид трипсов был выявлен нами в ботаническом саду Санкт-Петербургского государственного университета на 33 видах растений из 24 семейств, а в 2008 г. — на более чем 87 видах из 50 семейств. Всего в течение трех лет он заселил и развивается в двух ботанических садах почти на 90 видах цветочно-декоративных культур из 50 семейств. При этом его численность на отдельных культурах (спатифиллум, аризема, акалифа и др.) достигает в течение сезона 399 экз./лист.

Из данных литературы [Миронова, Ижевский, 2002] известно, что против американского трипса, по сведениям итальянских исследователей, эффективны ацефат (Ортен) и сульфурин. Английские исследователи указывают на высокую смертность американского трипса при применении гептенофоса. Немецкие исследователи считают эффективным в борьбе с этим видом инсектициды Бладафум и Вертимек, а также Нимацаль. За исключением Вертимека, в ассортименте разрешенных для применения средств борьбы с вредителями культур защищенного грунта в России указанные выше препараты отсутствуют. В связи с этим возникла необходимость в оценке эффективности применяемых токсикантов в тепличных хозяйствах и оранжереях страны в отношении этого нового вида трипса.

Определение чувствительности имаго американского трипса к современным инсектицидам проводили в лабораторных условиях на популяции, собранной в Ботаническом саду Санкт-Петербургского

государственного университета. Ее содержали в течение двух лет в специальном помещении на фасоли без токсического воздействия.

Токсикологические опыты проводили в соответствии с разработанной сотрудниками лаборатории экотоксикологии методикой [Великань, Иванова, 2004]. При их постановке листья фасоли, заселенные трипсом, окунали на несколько секунд в раствор инсектицида, подсушивали и затем на них с помощью мягкой кисточки подсаживали

**Таблица 1. Чувствительность американского трипса к некоторым инсектицидам (2007 г.)**

Инсектицид	Концентрация д.в., %	Средняя численность имаго трипса, экз/лист				Смертность через 24 ч после обработки, %	СК <sub>50</sub>
		Опыт		Контроль			
		До обработки	После обработки	До обработки	После обработки		
Спинтор	0,05	10	0,3	10	9,3	96,4	0,00001
	0,005	10	0,3	10	9,3	96,4	
	0,0005	10	0,3	10	9,3	96,4	
	0,00005	10	4	10	10	60	
Цимбуш	0,1	10	3	10	9,3	67,7	0,0114
	0,01	10	5,3	10	9,3	42,7	
	0,001	10	6,3	10	9,3	31,9	
Актеллик	0,1	10	0	10	9,3	100	0,00002
	0,01	10	1,7	10	9,3	82,1	
	0,001	10	2	10	9,3	78,5	
	0,001	10	3,3	10	10	66,7	
Актара	0,08	10	2	10	9,3	78,5	0,02
	0,008	10	8	10	9,3	13,99	
	0,0008	10	7,3	10	9,3	21,2	
Вертимек	0,1	10	0,3	10	9,3	96,4	0,000026
	0,01	10	0	10	9,3	100	
	0,001	10	1,3	10	9,3	85,7	
	0,0001	10	3	10	10	70	

**Таблица 2. Биологическая эффективность инсектицидов в борьбе с американским трипсом на декоративных культурах (2007 г.)**

Препарат	Доза по препарату, %/кратность обработок	Средняя численность трипсов до обработки, экз/лист	Снижение численности по отношению к исходной после обработки, %								
			3 сут.	5 сут.	7 сут.	10 сут.	12 сут.	14 сут.	21 сут.	28 сут.	35 сут.
Филодендрон											
Актара	0,08/1	1,3	97,3	92,7	88,2	86,3	79,1	70	51,8	57,3	70,9
Аризема											
Актара	0,08/2	243,3	97,9	99,5	99,7*	100	100	100	100	100	99,5
Вертимек	0,15/2	436,1	98,6	98,4	96,9*	99,1	98,4	99,8	99,2	98,4	95,7
Гибискус											
Спинтор	0,05/1	2,5	93,7	96,0	94,4	98,6	94,4	100	94,4	94,4	96,5
	0,05/2	1,8	95,1	100	94,5*	100	100	100	96,5	100	88,7

\* Проведена вторая обработка

самок трипса. Листья с подсаженными на них трипсами помещали по одному в чашки Петри на увлажненный слой ваты (одна повторность). На каждой чашке маркером отмечали номер варианта, концентрацию и повторность. Опыты ставили в трех повторностях и четырех концентрациях: производственной и в 10, 100 и 1000 раз меньшей. Контролем служили самки трипса, посаженные на листья фасоли, которые окунали в воду.

Учет живых и мертвых самок трипса проводили через 24 ч после подсаживания на обработанные листья. Живыми считались активные особи, мертвыми — мало реагирующие или парализованные. Смертность самок трипса определяли по формуле Хендерсона и Тилтона (1955). Определение  $СК_{50}$  проводили методом пробит-анализа с использованием компьютерной программы. В опытах оценивали токсичность следующих разрешенных для применения в защищенном грунте инсектицидов разных химических классов: Актеллик, КЭ (500 г/л) — органофосфат; Цимбуш, КЭ (250 г/л) — пиретроид; Актара, ВДГ (250 г/л) — неоникотиноид; Вертимек, КЭ (18 г/л) — авермектин; Спинтор, СК (240 г/л) — спиносин.

Помимо лабораторных исследований проводили также оценку биологической эффективности Спинтора, Актары и Вертимека в условиях ботанического сада Санкт-Петербургского государственного университета на трех видах растений — ариземе, филодендроне и гибискусе. Обработку растений проводили с помощью ранцевого опрыскивателя «Соло 211». Опыты ставили в трех повторностях. Видовую идентификацию американского трипса проводили путем приготовления постоянных микроскопических препаратов. Вариантами опыта служили однократная или двукратная (с интервалом 7 дней) обработки инсектицидами. Учеты численности вредителя проводили до обработки и на 3-и, 7-е, 10-е, 14-е, 21-е, 28-е и 35-е сут. На филодендроне и гибискусе трипсов подсчитывали на 20 листьях, на ариземе — на 3. При учете численности трипса на всех фазах развития использовали 7-кратную лупу.

Установлено, что наиболее токсичным в отношении американского трипса оказался Спинтор, который в концентрациях 0,05; 0,005 и 0,0005% (т.е. производственной и в 10 и 100 раз меньше нее) обеспечивал смертность имаго

на уровне 96,4% (табл. 1). Близкие результаты получены от Актеллика и Вертимека. При использовании Цимбуша и Актары смертность самок трипса даже в максимальных концентрациях не превышала 70—80%.

Таким образом, определение токсичности к отдельным инсектицидам из различных химических классов в отношении американского трипса выявило, что имаго насекомого наиболее чувствительны к представителям спиносинов и авермектинов, в меньшей степени к пиретроидам и неоникотиноидам.

Дальнейшие опыты по оценке эффективности Актары в 2008 г. показали, что наибольший токсический эффект проявлялся при проведении учета на 3-и сут., что связано с системными свойствами препарата. Видимо, это необходимо учитывать при оценке токсичности неоникотиноидов в отношении данного объекта.

Оценка биологической эффективности инсектицидов в борьбе с американским трипсом показала, что, несмотря на разный уровень заселенности отдельных культур вредителем, все препараты были высокоэффективными против данного вредителя (табл. 2). При этом не было отмечено существенных различий между однократной и двукратной обработками в вариантах опыта со Спинтором. Актара была наиболее эффективна на 3-и сут. после обработки, после чего она начала снижаться. Даже при очень высокой исходной численности трипса двукратная обработка растений ариземы Актарой обеспечивала высокий и стабильный уровень смертности вредителя в течение 35 дн. Также высокий защитный эффект отмечен в результате двукратной обработки ариземы Вертимеком.

Итак, лабораторные и производственные опыты подтвердили высокую эффективность Актары, Вертимека и Спинтора против американского трипса. Помимо разработки ассортимента средств борьбы с данным вредителем необходимо также искать биологические агенты, а также использовать комплекс карантинных и предупредительных мероприятий, направленных на его локализацию и ликвидацию, чтобы не допускать распространения фитофага в тепличные хозяйства как нашего, так и других регионов страны, где он может стать серьезным вредителем. 

### **Эффективность современных инсектицидов в борьбе с карантинным вредителем — американским трипсом** **The efficacy of some new insecticides against *Echinothrips americanus* Morgan — the quarantine object.**

#### **Резюме**

В 2005 году впервые в России был обнаружен американский трипс *Echinothrips americanus* Morgan. Это полифаг, который может повреждать более 100 видов растений из различных семейств и является серьезным вредителем цветочных, цветочно-декоративных и овощных культур. Нами выявлена чувствительность американского трипса к представителям спиносинов — спинтору, авермектинов — вертимеку и неоникотиноидов — актаре. Высокая смертность при использовании данных инсектицидов наблюдалась нами не только в лабораторных испытаниях, но и производственных.

*Echinothrips americanus* Morgan was discovered in Russia for the first time in 2005. It is the polyphagous with can damage about 100 plants from different family and he is serious pest of greenhouse plants. We discover sensitivity of *Echinothrips americanus* to spintor — specimen of spinosin's, vertimek — specimen of avermektin's and aktara — specimen of neonicotinoid's. This insecticides shows high mortality in laboratory and industrial experiments.

#### **Ключевые слова**

*Echinothrips americanus*, трипс, чувствительность, инсектициды

УДК 633.11: 632.77 + 632.9

## ЗЛАТКА И СТЕКЛЯННИЦА — ОПАСНЫЕ ВРЕДИТЕЛИ СМОРОДИНЫ

**А.С. Зейналов, Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства,**

**Г.В. Ни, Т.Н. Чурилина, Оренбургский государственный педагогический университет**

Черную смородину повреждает довольно большое количество как многоядных вредителей (листовертки, пяденицы, кокциды, клопы, долгоносики, паутинные клещи), так и узкоспециализированных монофагов и олигофагов (почковые клещи, тли, галлицы, златка смородинная, стеклянница смородинная, смородинная почковая моль, крыжовниковая огневка), способных нанести существенный урон урожаю культуры [Савздарг, 1960; Болотникова, Сильванович, 1985; Прокофьев, 1987; Зейналов, 2006].

Одними из наиболее опасных скрытноживущих трудноподавляемых вредителей являются златка (*Agrylus cuprescens* Men.) и стеклянница (*Synanthedon tipuliformis* Cl.), повреждающие побеги и ветви смородины. Наши исследования, проведенные на базе Новоорского плодоягодного питомника Оренбургской обл. в 2006—2008 гг., показали, что этими вредителями были заселены до 80% растений в товарной плантации площадью 5 га. При этом гибель растений в 2008 г. в зависимости от сорта составила 10—30% от общего количества кустов.

Златка узкотелая смородинная (*Agrylus cuprescens* Men.) относится к отряду жесткокрылых (Coleoptera) семейства златок (Buprestidae). Жуки блестящего бронзового цвета с узким продолговатым телом, надкрылья сужены в задней трети, вершина надкрылий закруглена, длина тела 6—9 мм. Личинка безногая, желто-белая, слегка сплюснутая, переднегрудь шире головы, на заднем конце тела 2 хитинизированных отростка, каждый с двумя зубцами. Длина тела до 20 мм. Зимуют личинки средних и старших возрастов внутри побегов преимущественно нулевого порядка ветвления. Активная жизнь личинок весной начинается спустя 1—1,5 нед. после устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха через +5°C. Личинки прогрызают в сердцевине побегов ходы, передвигаясь, как правило, сверху вниз. Поврежденные ветви хорошо заметны весной, особенно в период цветения, т.к. они плохо развиваются, листья на них не распускаются или распускаются очень медленно, увядают. Распустившиеся листья и ягоды мелкие. Начало окукливания совпадает с периодом бутонизации и началом цветения, а массовое — с концом цветения — началом формирования завязей черной смородины. Через 3 нед. вылетают жуки, которые в процессе дополнительного питания узорчато объедают листья с краев небольшими участками. Самка откладывает до 35 яиц, размещая их поодиночке преимущественно на 2—3-летние ветви, а иногда и на черешки листьев. Эмбриональное развитие продолжается около 2 нед., отродившиеся личинки вгрызаются в побеги в местах прикрепления яйца. Первые личинки появляются в период созревания — уборки урожая. К осени (через 2 мес. после отрождения) личинка прогрызает ход длиной 20—40 см, заполненный бурой экскрементами. В этих ходах она и зимует. Развивается одно поколение в год.

Смородинная стеклянница (*Synanthedon tipuliformis* Cl.) является представителем отряда чешуекрылых (Lepidoptera) семейства стеклянниц (Aegeriidae). Тело бабочки синевато-черное с металлическим отблеском, брюшко с желтыми поперечными полосами (4 — у самца, 3 — у самки) заканчивается пучком волос. Крылья узкие, стекловидно-прозрачные, 23—28 мм в размахе. По наружному краю передних крыльев проходит ржаво-желтая кайма,

посередине сине-черная полоса, задние крылья — прозрачные, с белой бахромой. Гусеницы светло-кремовые, с бурой головой, имеют 8 пар ног. Зимуют гусеницы внутри побегов и ветвей, весной возобновляют питание, и гусеницы старшего возраста окукливаются там же в период бутонизации — цветения ранних сортов смородины. Бабочки вылетают через 2—3 нед. после окончания цветения смородины средних сроков созревания. Бабочки солнцелюбивы, летают днем, откладывают яйца на освещенные солнцем места кустов (по краям трещин коры, в места поранения и повреждения, летные отверстия предыдущих поколений, близ почек на пазухах листьев на однолетних побегах). В зависимости от температуры воздуха эмбриональное развитие длится 7—19 дн. Отродившиеся гусеницы в течение 1—6 нед. питаются в коре ветвей и только потом внедряются в их сердцевину, где питаются до наступления морозов. Побеги, поврежденные стеклянницей, имеют мелкие, хлоротичные листья, ветви преждевременно стареют, обламываются. Снаружи у выходных отверстий с возобновлением роста обнаруживаются шаровидные светло-бурые экскременты. В сердцевине ветви гусеницы выедают ход различной длины, частично заполненный крошащимися экскрементами. Стенки ходов чернеют, во входные отверстия внедряются патогенные грибы. Нарезаемые из поврежденных побегов одревесневшие черенки почти не приживаются.

В 2008 г. мы провели осеннее обследование поврежденности златкой и стеклянницей кустов двух районированных сортов черной смородины (Уралочка и Аргазинская). Для этого с 25 учетных кустов каждого сорта срезали по 4 ветви нулевого порядка 2—4-летнего возраста, с четырех сторон растения.

Всего на учетных ветвях сорта Аргазинская обнаружено 24 личинки златки и 2 гусеницы стеклянницы разных возрастов, а на учетных ветвях сорта Уралочка — 107 личинок златки и 11 гусениц стеклянницы. Как видно из приведенных данных, доминирующим внутрискелетным вредителем в посадках черной смородины являются личинки златки, что, видимо, связано с особенностями погодных условий в данном регионе. Также отмечено, что в одной ветви сорта Аргазинская было две личинки златки, а в одной ветви сорта Уралочка — 5. При этом в части ветвей личинки отсутствовали, но имелись повреждения, характерные для златки, а также летные отверстия. Таким образом, из числа учетных ветвей около 80% были повреждены этим вредителем.

Считается, что наличие в кусте только одной поврежденной златкой ветви 2—3-летнего возраста снижает урожай смородины на 15% при учете повреждений за один вегетационный период. Однако вредитель наносит ущерб урожаю не только текущего года, но и последующих лет, снижая при этом потенциальную урожайность кустов.

Важную роль в регуляции численности златки и стеклянницы играют энтомофаги, в первую очередь представители семейств Chalcididae, Ichneumonidae, Braconidae, Malachidae и др. В частности, при вскрытии личинок златки нами были обнаружены внутренние паразиты этого вредителя — личинки представителей отряда перепончатокрылых (Hymenoptera). В настоящее время выведены имаго и уточняется видовая принадлежность паразита. В каждой личинке златки было обнаружено от 4 до 56 личинок эн-

допаразита, причем 25% личинок златки было заражено эндопаразитом.

Сопоставляя биологические особенности развития златки и стеклянницы и фенологические фазы развития черной смородины, нужно иметь в виду, что массовый лет имаго этих вредителей начинается в период формирования и созревания ягод. При этом массовый лет может быть затянут в связи с неблагоприятными погодными условиями (понижение температуры воздуха, повышение влажности). Учитывая, что для ягодных культур имеются особые требования к применению химических препаратов, а также из-за использования ягод в лечебно-диетическом и детском питании, где необходима экологичная продукция, возникает необходимость поиска альтернативных применению пестицидов мер воздействия на вредные организмы. Приоритет в рамках современной интегрированной защиты растений отдается агротехническим и биологическим методам борьбы, способствующим экологизации защитных мероприятий.

Одним из наиболее распространенных и эффективных агротехнических приемов диагностики, профилактики и истребления внутривидовых вредителей (личинки златки, стеклянницы) является обрезка поврежденных ветвей черной смородины. При этом необходимо проводить 2-кратную обрезку усыхающих и ослабленных побегов и ветвей: первую — рано весной или осенью, вторую — в период цветения черной смородины (когда отстающие в развитии поврежденные ветви становятся более заметными, резко отличаются от здоровых или начинают усыхать) до начала лета имаго. Поврежденные ветви и побеги следует срезать до здоровой сердцевины (отсутствие червоточины на срезе), не оставляя «пеньков». Срезанные ветви и побеги

немедленно уничтожают. Проведение подобных мероприятий в течение двух лет способствует сведению поврежденности растений златкой и стеклянницей до хозяйственно неощутимого уровня.

Кроме фитосанитарной обрезки при сильном заселении насаждений смородины этими вредителями рекомендуется проводить омолаживающую срезку ветвей на уровне земли (без оставления пеньков). При этом с плантации удаляются практически все вредители и возбудители болезней надземной части растений, увеличивается срок эксплуатации омоложенных и оздоровленных плантаций.

В результате, применяя агротехнические приемы, можно добиться стабилизации фитосанитарного состояния насаждений черной смородины и свести до минимума пестицидную нагрузку.

В случае интенсивного заселения насаждений златкой и стеклянницей, а также в питомниках при производстве здорового посадочного материала целесообразно использовать, особенно против златки, Фитоверм, Кинмикс, Кемифос, Инта-Вир, Новактион, Актеллик в рекомендованных нормах расхода. Обработку следует проводить в начале массового лета жуков с учетом срока ожидания (в питомниках ограничений нет). В годы с затяжным летом златки сразу после уборки урожая необходимо провести вторую обработку указанными препаратами. Обработки, направленные против златки, подавляют и стеклянницу.

Следует отметить, что в борьбе с вредными организмами, в особенности скрытноживущими и трудноподавляемыми, такими как смородинная стеклянница и златка, важную роль играет производство здорового посадочного материала и защита новых посадок от повторного перезаражения. ■

## **ЗЛАТКА И СТЕКЛЯННИЦА – ОПАСНЫЕ ВРЕДИТЕЛИ СМОРОДИНЫ** ***A. cuprescens* and *S. tipuliformis* – dangerousness pests' currants**

А. С. Зейналов, Г. В. Ни, Т. Н. Чурилина

### **Резюме**

Златка и стеклянница являются опасными, скрытноживущими вредителями смородины. Поврежденные ими побеги и ветви слабо развиваются и усыхают. Значительно снижается продуктивность растений, а сильно поврежденные кусты погибают.

### **Summary**

*A. cuprescens* and *S. tipuliformis* appears dangerousness inside lives pests' currants. Injurytations them sprouts and branches weakly develops and dry. Importantly reduces productivity plants, strongly injurytations bushes perishes.

### **Ключевые слова**

насекомые, златка смородинная, стеклянница смородинная, вредители, защитные мероприятия.

Keyes words: insects, *A. cuprescens*, *S. tipuliformis*, pests, defends measu-res.

УДК 633.1

# ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРА РОСТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ РЖИ И УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ К БИОТИЧЕСКОМУ И АБИОТИЧЕСКОМУ СТРЕССОРАМ

А.С. Савельев, Н.В. Смолин, А.А. Сивиков, Аграрный институт Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарева

Одна из причин снижения урожайности зерновых культур, в особенности при использовании повышенных доз азотных удобрений, — полегание посевов, которое ежегодно отмечается на 20—40% площадей. Кроме того, в условиях Мордовии наблюдается поражение озимой ржи бурой ржавчиной и мучнистой росой, снижающих урожайность на 15—25%, а на фоне интенсивных технологий возделывания на 20—35%.

Одним из фитогормонов, повышающих устойчивость растений к патогенам, является эпибрасинолид. Несмотря на то что брасиностероиды — природные гормоны, содержащиеся в каждой растительной клетке, их уровень в растениях часто оказывается недостаточным для поддержания иммунитета. В связи с этим большой интерес представляет изучение влияния эпибрасинолида на устойчивость растений озимой ржи к грибным патогенам и полеганию в условиях Мордовии.

Обработку растений озимой ржи Эпином-Экстра (50 мл/га) проводили на двух фонах минерального питания ( $N_{26}P_{38}K_{38}$  и  $N_{100}P_{60}K_{60}$ ) однократно в фазе всходов (I) или в конце кущения — начале выхода в трубку (II) и двукратно — в фазе всходов и в конце кущения — начале выхода в трубку (III). Контрольные делянки (К) опрыскивали водой.

Согласно 3-летним данным, применение Эпина-Экстра способствовало снижению степени полегания посевов ржи (табл. 1). Наименьшая степень полегания (15%) отмечена при двукратном внесении препарата на высоком фоне минерального питания.

**Таблица 1. Влияние Эпина-Экстра на полегание озимой ржи**

Фон минерального питания	Вариант	Степень полегания, %
$N_{26}P_{38}K_{38}$	К	44
	I	33
	II	18
	III	20
$N_{100}P_{60}K_{60}$	К	55
	I	39
	II	21
	III	15

Результаты предварительных обследований посевов ржи показали, что на растениях в фазе начала выхода в трубку наблюдались пустулы бурой ржавчины и налет мучнистой росы. Листья растений разного возраста различались по степени поражения патогенами. Нижние листья более длительный срок испытывали инфекционную нагрузку, их зараженность была, как правило, более высокой.

Улучшение условий питания растения-хозяина благопри-

ятствовало развитию бурой ржавчины и мучнистой росы (табл. 2). Обработка посевов Эпином-Экстра способствовала снижению распространенности заболевания на обоих фонах минерального питания в вариантах II и III. Применение регулятора роста в фазе всходов оказалось неэффективным в борьбе с этой болезнью. Интенсивность поражения мучнистой росой под влиянием Эпина-Экстра снижалась, как и в случае с бурой ржавчиной, лишь в вариантах II и III, причем наиболее эффективным было двукратное внесение препарата.

Обработка посевов озимой ржи положительно сказа-

**Таблица 2. Влияние Эпина-Экстра на поражение озимой ржи бурой ржавчиной и мучнистой росой**

Фон минерального питания	Вариант	Бурая ржавчина					Мучнистая роса				
		Распространение, %	Число пустул, шт/см <sup>2</sup>				Распространение, %	Интенсивность поражения, %			
			Флаговый лист	Второй лист от колоса	Третий лист от колоса	Среднее		Флаговый лист	Второй лист от колоса	Третий лист от колоса	Среднее
$N_{26}P_{38}K_{38}$	К	30	1,7	1,2	2,2	1,7	33	23	34	46	34
	I	32	1,5	1,2	2,1	1,6	36	26	38	45	36
	II	25	1,1	0,7	1,4	1,1	28	18	28	34	26
	III	27	1,0	0,6	1,4	1,0	30	15	25	32	24
$N_{100}P_{60}K_{60}$	К	36	2,0	1,3	3,7	2,3	41	18	36	47	33
	I	37	2,1	2,0	3,1	2,4	41	21	36	52	36
	II	29	1,4	0,8	1,6	1,3	30	11	19	32	21
	III	28	1,4	1,0	1,7	1,4	34	11	18	31	20

лась на урожайности, за исключением варианта I на фоне  $N_{100}P_{60}K_{60}$  (табл. 3). Наибольший сохраненный урожай отмечен в вариантах II и III на фоне  $N_{26}P_{38}K_{38}$ . В этих же вариантах достоверно возросло число зерен в колосе и масса 1000 семян. Выход соломы в опытных вариантах был выше контроля на 31—57% на низком фоне минерального

**Таблица 3. Влияние Эпина-Экстра на продуктивность и структуру урожая озимой ржи**

Фон минерального питания	Вариант	Урожайность зерна		Выход соломы		Элементы структуры урожая		
		т/га	% к контролю	т/га	% к контролю	Масса 1000 зерен, г	Число зерен в колосе, шт.	Число продуктивных колосьев, шт/м <sup>2</sup>
$N_{26}P_{38}K_{38}$	К	2,25	100	4,02	100	25,5	34,5	269
	I	2,92	130	5,25	131	27,3	38,4	299
	II	3,20	142	6,11	152	29,1	39,5	295
	III	3,15	140	6,32	157	28,3	39,1	305
$N_{100}P_{60}K_{60}$	К	3,28	100	6,61	100	28,7	39,8	306
	I	3,57	108	6,52	99	28,9	40,1	330
	II	4,01	122	7,26	110	32,0	42,0	319
	III	3,96	121	7,37	112	30,1	41,7	338

питания и на 10—12% — на высоком. Увеличение числа продуктивных побегов наблюдалось в вариантах I и III.

Таким образом, применение Эпина-Экстра способствовало снижению полегания озимой ржи, повышению устойчивости растений к поражению мучнистой росой и

бурой ржавчиной, а также увеличению урожайности зерна. Положительное действие препарата проявляется в большей степени при низком уровне минерального питания. 

**ВЛИЯНИЕ ЭПИНА - ЭКСТРА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ РЖИ И УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ К БИОТИЧЕСКОМУ И АБИОТИЧЕСКОМУ СТРЕССАМ**  
**INFLUENCE OF EPIN - EKSTRA ON THE PRODUCTIVITY OF WINTER RYE AND PLANTS RESISTANCE TO BIOTIC AND ABIOTIC STRESSES**

А.С. Савельев, Н.В. Смолин, А.А. Синьков  
A.S. Saveljev, N.V. Smolin, A.A. Sin'kov

**Резюме**

В статье приводятся трехлетние данные по влиянию эпина-экстра на устойчивость озимой ржи к полеганию, поражаемость растений болезнями и урожайность на различном уровне минерального питания.

**Summary**

The article contains three-year data on influencing of Epin-ekstra on resistance of winter rye to lodging, plants affection by diseases and crop yield under various mineral nutrition levels.

# ВЛИЯНИЕ ПОЧВЕННЫХ УСЛОВИЙ НА ВОДНЫЙ РЕЖИМ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОМ РЕГИОНЕ

Г.Н. Пугачев, В.Л. Захаров, В.В. Шелковников,  
Мичуринский государственный аграрный университет

Необходимость изучения водного режима озимых зерновых культур связана с ухудшением в последние 20 лет условий жизнедеятельности растений из-за увеличения в 3 раза количества бесснежных периодов, их продолжительности и испаряемости по отношению к 1970-м гг. Это привело к снижению урожайности сельскохозяйственных культур ( $r=-0,72$ ) [1]. Поэтому необходим тщательный подбор почвенных условий, формирующих у растений главный признак устойчивости к испаряемости — оптимальную водоудерживающую способность, свойственную сорту.

Исследования проводили в 2005—2008 гг. на пшенице озимой, тритикале и ячмене. Для выявления влияния почвенных разностей заложили вегетационные и полевые опыты [5] по изучению связи агрегатного и гранулометрического состава, гигроскопичности почвы [7], содержания гумуса [2], щелочно-гидролизуемого азота, подвижного фосфора и обменного калия [3, 4, 6], гидролитической кислотности, pH солевой вытяжки [2] и водоудерживающей способности растений (ВУС) [8].

Различия в физико-химических свойствах почвы оказали разное влияние на водоудерживающую способность листьев пшеницы озимой. Так, на участке 2, где черноземно-луговая почва отличалась меньшей оструктуренностью, водопрочностью, гигроскопичностью, влагоемкостью, содержанием фосфора и калия и более кислой реакцией, урожайность была ниже на 1,1 т/га, но растения имели большую водоудерживающую способность (табл. 1). Это, по-видимому, объясняется тем, что 8%-й уровень водоудерживающей способности значительно выше оптимума и приводил, по результатам вегетационных исследований, к снижению биомассы растений в фазе кущения (рис. 1, 2).

Таблица 1. Влияние физико-химических свойств почвы на водоудерживающую способность и урожайность пшеницы озимой		
Показатель	Участок 1	Участок 2
Потеря влаги за единицу времени, %	12,66	8,19
Содержание агрономически ценных агрегатов (0,25—10 мм), %	64,3	46,7
Коэффициент структурности	1,80	0,89
Гигроскопичность (Г), %	5,18	4,71
Максимальная гигроскопичность (МГ), %	10,67	7,74
НВ, %	33,9	30,7
pH <sub>KCl</sub>	5,85	4,85
Hг, мг-экв/100 г	10,10	14,05
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/100 г	6,25	3,75
K <sub>2</sub> O, мг/100 г	26,15	16,00
Урожайность, т/га	5,17	4,09

Анализ 14 почвенных разностей позволил отобрать почвы, где растения контрастно отличались по водоудерживающей способности. Так, чернозем типичный и целинные почвы способствовали формированию большей водоудерживающей способности, а дерново-подзолистые и аллювиальные — меньшей. Сравнение величин отклонения показателей плодородия (%) позволило выделить лимитирующие факторы, влияющие на водоудерживающую

способность (рис. 3). Ими оказались гигроскопическая влажность ( $r=0,94$ ) и содержание гумуса ( $r=0,74$ ).

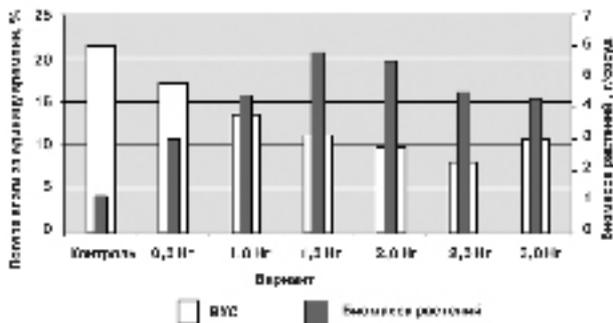


Рис. 1. Водоудерживающая способность и биомасса растений в зависимости от норм извести

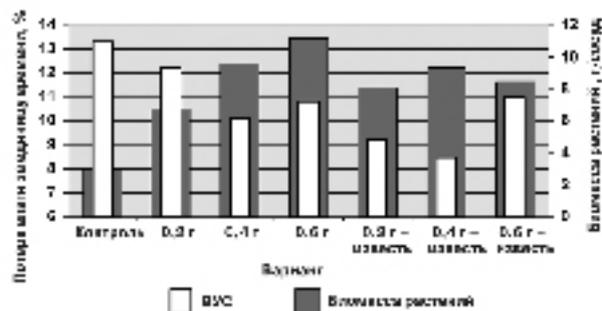


Рис. 2. Влияние фосфора и извести на водоудерживающую способность и биомассу пшеницы озимой

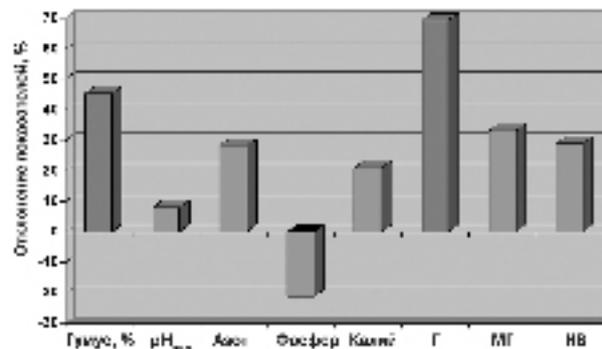


Рис. 3. Удельный вес различных факторов в формировании водоудерживающей способности тритикале

В зависимости от pH почвы установлено различное влияние меди на водоудерживающую способность озимой пшеницы. Так, при среднекислой реакции (pH=4,9) медь приводила к снижению ВУС на 30%, а при слабокислой (pH=5,5) — к повышению на 15%. При этом подкормка медью способствовала формированию водоудержива-

ющей способности до уровня  $11 \pm 0,5\%$ , что увеличивало урожайность озимой пшеницы на 1,0 т/га.

**Таблица 2. Продуктивность надземной массы и оводненность растений ячменя на черноземе типичном хозяйственного использования и в целинном состоянии**

Показатель	Почва хозяйственного использования (яблоневый сад)	Целинная почва	НСР <sub>05</sub>
Масса листьев, г	4,07	5,31	0,12
Масса стеблей, г	7,91	12,97	0,65
Масса колоса, г	1,23	1,99	0,14
Оводненность листьев, %	80,97	81,47	5,22
Оводненность стеблей, %	75,45	78,63	3,31
Оводненность колоса, %	64,0	70,9	9,53

Положительное влияние на водный режим оказывало и известкование почвы. В вегетационных опытах большая биомасса развивалась при норме внесения извести 1,5Нг

(рис. 1). При этом водоудерживающая способность составляла от 10,8 до 11,3%. Аналогичные данные получены при внесении суперфосфата на фоне известкования (рис. 2). Следовательно, оптимальное значение водоудерживающей способности листьев находится в пределах от 10,5 до 12,5%, т.к. обеспечивает большую продуктивность растений.

Подобный высокий эффект по массе листьев, стебля, колоса и их оводненности наблюдался в вегетационном опыте с растениями ячменя, выращенными на типичном черноземе, взятом в целинном состоянии, по сравнению с почвой, взятой из яблоневого сада (табл. 2).

Таким образом, благоприятные почвенные условия (их комплексно отражает гигроскопичность и содержание гумуса) способствуют формированию оптимальной водоудерживающей способности у озимых зерновых культур, что повышает устойчивость растений к высокой испаряемости в бесснежные периоды. Поэтому мы рекомендуем поддерживать бездефицитный баланс гумуса и оптимизировать водно-физические свойства почвы путем внесения органических удобрений и известкования. 

## ВЛИЯНИЕ ПОЧВЕННЫХ УСЛОВИЙ НА ВОДНЫЙ РЕЖИМ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В ЦЧР INFLUENCE OF SOIL CONDITIONS ON THE WATER REGIME OF GRAIN CROPS IN CENTRAL BLACK-EARTH ZONE

Г.Н.Пугачёв, В.Л.Захаров, В.В.Шелковников  
G.N.Pugachyov, V.L.Zakharov, V.V.Shelkovnikov

### Резюме

Показано влияние подбора и создания благоприятных почвенных условий на формирование оптимальной водоудерживающей способности озимых зерновых культур.

### Summary

It is described an influence of selecting and making favorable soil conditions for forming optimal water-holding capacity of winter grain crops.

### Ключевые слова

агрохимические, водно-физические, физико-химические свойства почвы, водоудерживающая способность растений, урожайность зерна, пшеница озимая.

### Литература

1. Хаустович И.П., Пугачёв Г.Н. Водоудерживающая способность как показатель адаптивности растений. – Доклады РАСХН. - №4. – С. 4-6.
2. Александрова Л. Н., Найденова О. А. Лабораторно-практические занятия по почвоведению. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Колос, 1976.–280 с.
3. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1962. – 491 с.
4. Инструкция ЦИНАО по проведению массовых анализов почв в зональных агрохимических лабораториях. – М.: Колос, 1973. – 55 с.
5. Методика полевых и вегетационных опытов с удобрениями и гербицидами / Под ред. А. В. Соколова и Д. Л. Аскинази. М.: Изд-во «Наука», 1967.
6. Петербургский А. В. Практикум по агрономической химии. – 6-е изд. – М.: Колос, 1968. – 496 с.
7. Ревут И. Б. Физика почв. – Л.: Колос, 1964. – 318 с.
8. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под ред. Е.Н. Седова и Т.П. Огольцовой. – Орёл: Изд-во ВНИИСПК, 1999. – 608 с.

УДК 631.58 (470.4)

# СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

А.И. Беленков, Российский государственный аграрный университет –  
Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева,  
А.Н. Сухов, В.А. Крейс, В.П. Шачнев, А.А. Холод,  
Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия

Исследования по изучению схем полевых севооборотов проводили в сухостепной и полупустынной зонах Нижнего Поволжья (учхоз «Горная Поляна» — юг Волгоградской обл., Прикаспийский НИИ аридного земледелия — северозападная часть Астраханской обл.).

Установлено, что оптимальными схемами полевых севооборотов являются короткоротационные 3-, 4-польные с чередованием культур: пар черный — озимые зерновые — яровые зерновые или масличные; пар черный — озимые зерновые — пропашные или зернобобовые — яровые зерновые или масличные. Из озимых зерновых культур здесь возделывают пшеницу и рожь, из яровых зерновых — пшеницу и ячмень, из масличных — подсолнечник и горчицу, из пропашных — кукурузу и сорго, из зернобобовых — горох и нут.

Различные схемы и продуктивность полевых севооборотов, полученная в условиях светло-каштановых почв учхоза «Горная Поляна» за более чем 10-летний период стационарных исследований, представлены в табл. 1. Наиболее продуктивным севооборотом зарекомендовал себя 4-польный (вариант III), в котором сочетаются озимые и яровые зерновые культуры, достаточно урожайные, пластичные относительно метеоусловий выращивания. Второе место по выходу зерна занял 3-польный севооборот (II), далее расположился 7-польный вариант (VI). Близкие показатели продуктивности зафиксированы по севооборотам I и V. Замыкает перечень 5-польный севооборот (IV).

Если проследить влияние метеоусловий на продуктивность севооборотов в зоне сухих степей, то представляется следующая картина. В засушливые годы преимущество имели короткоротационные 2- и 3-польные варианты. В годы средние и благоприятные по увлажнению происходило смещение преимущества в сторону 4-польных. Поскольку таких лет за период с 1982 по 1991 г. было большинство, максимальный выход зерна отмечен в варианте III. Севообороты с большим количеством полей в годы сильных засух были на уровне 4-польных, в средние и благоприятные — уступали им.

В полупустынной зоне (опытное поле ПНИИАЗ) в среднем за 7 лет максимально продуктивными оказались 3-польные севообороты II и III, при этом вариант с ячменем выглядит предпочтительнее. Далее идут 4-польные, прежде всего, выделяется севооборот с зерновым сорго. Наименьший выход зерна с единицы площади давал 2-польный севооборот. В острозасушливые 1998 и 1999 гг. 2-польный севооборот по продуктивности был на уровне 3-, 4-польных вариантов, что подтверждает вывод об увеличении сборов зерна при неблагоприятных условиях в севооборотах короткой ротации.

При изучении влияния различных способов и глубины основной обработки почвы на среднюю урожайность культур зернопаровых севооборотов установлено, что в среднем за 4 года в совхозе «Тингутинский» (Светлоярский р-н Волгоградской обл.) получена практически одинаковая урожайность зерновых культур по трем глубоким обработкам почвы (вспашка, плоскорезная и рыхление стойками СибИМЭ) — 1,80—1,85 т/га. Существенно уступала приведенным вариантам чизельная обработка, по которой получена минимальная урожайность (1,45 т/га). Такое положение объясняется неблагоприятными

агрофизическими свойствами почвы, складывающимися при обработке чизелем, когда широко расставленные рабочие органы полностью не рыхлят почву, а оставляют внутрипочвенные необработанные гребни между их проходами. Это приводит к увеличению плотности почвы, уменьшению накопления и сохранности влаги, повышенной засоренности посевов, ухудшению биологического и пищевого режимов.

**Таблица 1. Схема опытов и продуктивность полевых севооборотов**

Вариант	Чистый пар, %	Чередование культур по полям*							Выход зерна, т/100 га пашни
		1	2	3	4	5	6	7	
Учхоз «Горная Поляна» (1982—1993 гг.)									
I	50,0	ПЧ	ПО	—	—	—	—	—	104,5
II	33,3	ПЧ	ПО	Я	—	—	—	—	113,2
III	25,0	ПЧ	ПО	ПЯ	Я	—	—	—	125,5
IV	20,0	ПЧ	ПО	П	ПЯ	Я	—	—	100,9
V	16,6	ПЧ	ПО	ПЯ	П	ПЯ	Я	—	103,4
VI	14,3	ПЧ	ПО	ПО	ПЯ	Н	ПО	Я	109,7
Прикаспийский НИИ аридного земледелия (1993—1999 гг.)									
I	50,0	ПЧ	РО	—	—	—	—	—	81,9
II	33,3	ПЧ	РО	Я	—	—	—	—	92,5
III	33,3	ПЧ	РО	С	—	—	—	—	91,9
IV	25,0	ПЧ	РО	С	Я	—	—	—	88,6
V	25,5	ПЧ	РО	С	Я	—	—	—	86,4

\* Н — нут, П — просо, ПО — пшеница озимая, ПЧ — пар чистый, ПЯ — пшеница яровая, РО — рожь озимая, С — сорго, Я — ячмень

В учхозе «Горная Поляна» (1989—1993 гг.) получена практически одинаковая средняя урожайность зерновых культур (2,61—2,7 т/га) по всем вариантам обработки почвы. При этом несколько выше она была в варианте с рыхлением стойками СибИМЭ на глубину 20—22 см под озимую пшеницу и ячмень и вспашкой отвальным плугом на 25—27 см под зерновое сорго. Незначительно уступали этому варианту сочетание мелкого рыхления стойками СибИМЭ и вспашки, а также постоянная глубокая безотвальная обработка. Вспашка под все культуры севооборота снижала их продуктивность на 0,02—0,09 т/га.

На опытном поле ООО «Гелио-Пакс-Агро» под зерновые культуры лучшими были варианты со вспашкой и рыхлением плоскорезом ПГ-3-5 на 25—27 см. Близкая урожайность сформировалась при обработке почвы стойками СибИМЭ на такую же глубину и комбинированным агрегатом АПК-6 на 10—12 см. Обработка почвы БДТ-7 приводила к уменьшению урожайности культур по сравнению с другими вариантами.

Общим для опытов по изучению основной обработки почвы может служить вывод о необходимости разумного сочетания приемов и глубины, поскольку каждый из вариантов, исключая чизель, играет определенную положительную роль. Это снижение засоренности и регули-

рование почвенного плодородия при вспашке, накопление влаги и защита почвы от эрозии в вариантах с безотвальной обработкой, экономия энергозатрат при мелких обработках. В зависимости от климатических условий, состояния полей, уровня их плодородия в полевых севооборотах следует сочетать приемы и глубину основной обработки, проводя один раз за ротацию вспашку и один или два раза безотвальную обработку плоскорезом и СибИМЭ или мелкую обработку комбинированным агрегатом или тяжелой дисковой бороной.

В полевых опытах, проведенных в условиях полупустыни и сухостепной зоны Нижнего Поволжья, мы изучали влияние различных приемов биологизированного регулирования плодородия светло-каштановой почвы — сидерацию, посев многолетних трав, запашку пожнивной соломы (табл. 2).

Озимая рожь на опытном поле ПНИИАЗ по донниковому пару формировала урожайность на 0,26 т/га выше, чем по черному пару без весенней подкормки азотными удобрениями, и на 0,12 т/га выше, чем в случае с подкормкой озимой ржи. Во втором случае разница по урожайности не превышала величину уровня достоверности, что говорит о важности возделывания ржи как по сидеральному пару, так с применением весенней подкормки азотом.

Ячмень, помимо того, что положительно реагировал на более ценный предшественник (черный пар), также использовал последствие запашки ржаной соломы под сорго на зерно. Разница в урожайности ячменя в обоих случаях математически доказана.

Сорго наибольшую урожайность среди сравниваемых предшественников сформировало по сидератам и после ржи с запашкой соломы в сравнении с контролем, где биологизация не предусматривалась. Различия в урожайности сорго между предшественниками (донник и однолетние сидераты) составило 0,02—0,03 т/га, что является статистически неубедительным. Разница в урожае сорго по предшественнику с запашкой и без запашки соломы находится в пределах 0,12 т/га, что подтверждает эффективность первого варианта.

Просо после многолетних трав (эспарцет с житняком) дает урожай на 0,1 т/га больше, чем по озимой ржи, что статистически достоверно. Возделывание многолетних трав как в составе севооборота, так и на выводных полях способствует росту урожайности и повышению почвенного плодородия.

В зоне сухой степи (учхоз «Горная Поляна») прослеживается преимущество сидерального донника и горчицы в качестве предшественника озимой пшеницы относительно черного пара (контроль). Горчичный сидерат и перелог, зарастающий сорнополевой растительностью, должного эффекта не дали.

Для ячменя лучшими предшественниками оказались донник на сидерат и перелог в сравнении с контрольным нутом. Однолетние сидераты строгой разницы по влиянию на урожайность ячменя относительно нута не обнаружили.

Таким образом, в засушливых регионах Нижнего Поволжья целесообразно ориентироваться на 3-, 4-польные полевые севообороты зерновой специализации типа чистый пар — озимые — яровые и чистый пар — озимые зерновые (пшеница, рожь) — яровые (яровая пшеница, просо, сорго, нут) — яровые (ячмень). В короткоротационных севооборотах зерновой специализации следует придерживаться

**Таблица 2. Урожайность сельскохозяйственных культур в зависимости от агрофона выращивания, т/га**

Культура	Агрофон	Урожайность
Прикаспийский НИИ аридного земледелия (1993—1999 гг.)		
Озимая рожь	По черному пару, без весенней подкормки азотом	1,50
	По черному пару, с весенней подкормкой азотом	1,64
	По донниковому пару	1,76
	НСР <sub>0,05</sub>	0,13
Ячмень	По черному пару	1,43
	После озимой ржи	1,29
	После сорго без запашки соломы	1,10
	После сорго с запашкой соломы	1,26
	После проса	1,16
	НСР <sub>0,05</sub>	0,13
Сорго	После озимой ржи без запашки соломы	1,11
	После озимой ржи с запашкой соломы	1,23
	По доннику на сидерат	1,38
	По горчице на сидерат	1,35
	По горохо-овсяной смеси на сидерат	1,36
	НСР <sub>0,05</sub>	0,05
Просо	Многолетние травы (эспарцет + житняк)	0,95
	Озимая рожь	0,85
	НСР <sub>0,05</sub>	0,07
Учхоз «Горная Поляна» (1993—1995 гг.)		
Озимая пшеница	Черный пар	1,62
	Донник на сидерат	1,82
	Горохо-овсяная смесь на сидерат	1,67
	Горчица на сидерат	1,73
	Одногодичный перелог	1,67
	НСР <sub>0,05</sub>	0,05
Ячмень	Нут	1,16
	Донник на сидерат	1,33
	Горохо-овсяная смесь на сидерат	1,20
	Горчица на сидерат	1,22
	Одногодичный перелог	1,25
	НСР <sub>0,05</sub>	0,07

системы комбинированной разноглубинной основной обработки почвы: один раз за ротацию проводить вспашку и один или два раза — почвозащитное безотвальное рыхление и мелкую или поверхностную обработку дисковыми, тяжелыми боронами, культиваторами, АПК. Почвенное плодородие в севооборотах возможно восстанавливать и поддерживать биологизированными способами — запашкой соломы, посевом сидератов и многолетних трав в севооборотах или на выводных полях. ■

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

**Ref. Improvement of agriculture systems of lower volga regions under current conditions.**

А.И. Беленков, А.Н. Сухов, В.А. Крейс, В.П. Шачнев, А.А. Холод  
A.I. Belenkov, A.N.Suhov, V.A. Kreys, V.P. Shachnev, A.A.Holod.

### **Резюме**

На основании многолетних исследований авторами установлены наиболее эффективные слагаемые современных систем земледелия применительно к засушливому региону России. Установлены и предлагаются наиболее продуктивные трех-, четырехпольные зернопаровые и зернопаропропашные севообороты, комбинированная, разноглубинная система основной обработки почвы, экологически безопасные приемы регулирования плодородия пахотных земель, основанные на использовании заправки послеуборочной соломы, сидератов, выращивании многолетних трав.

### **Summary**

These recommendations are based on long term studies by above mentioned authors. The recommendations are for current systems of agriculture as applied to arid regions of Russia. Studied and recommended most productive three-course and four-course rotation of grain fallow and grain fallow ploughed-in fields, crop rotation combined with varied depth of ploughing system of basic cultivating the soil, safe ecological methods of regulation of fertility of arable land, based on use of post harvest straw ploughing-in, use of green manure crops and perennial grasses.

### **Ключевые слова**

севооборот, обработка почвы, плодородие почвы, система земледелия, выход зерна, способ основной обработки почвы, приемы регулирования плодородия почвы, глубина обработки.

УДК 631.445.4:631.46

# БИОЛОГИЗАЦИЯ СЕВООБОРОТОВ — ОСНОВА СОХРАНЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ

Н.Н. Королев, Е.В. Морозова, Л.П. Кузнецова, Воронежский государственный аграрный университет им. К.Д. Глинки

В современных системах земледелия регулирование плодородия почвы характеризуется комплексным характером, обеспечивающим, прежде всего, сохранение и стабилизацию ее гумусового состояния. Изучение приемов повышения плодородия почвы на кафедре земледелия начато в 1972 г. Схему длительного стационарного опыта разработал профессор Н.И. Зезюков.

Почва участка — чернозем выщелоченный среднесуглинистого гранулометрического состава с содержанием гумуса 4—4,5%. Гидролитическая кислотность — 4 мг-экв/100 г почвы, насыщенность основаниями — 85%,  $pH_{\text{con}}=6,3$ , содержание подвижного фосфора (по Чирикову) — 6,8—13 мг/100 г, обменного калия (по Масловой) — 16—28 мг/100 г абсолютно сухой почвы. В опыте использовали 4-польный севооборот: предшественники озимой пшеницы (чистый и сидеральный пар) — озимая пшеница — пропашные (сахарная свекла, кукуруза на силос) — ячмень. Варианты опыта включали применение минеральных удобрений, навоза, соломы, сидератов (сидеральные пары), дефеката, их сочетаний, а также пожнивных посевы.

Установлено, что из числа факторов, влияющих на плодородие, в первую очередь следует отметить севооборот.

По данным Зезюкова (1986), различные культуры агроценоза имеют разный уровень отчуждения органического вещества (%): эспарцет — 30, озимая пшеница — 64, яровые зерновые — 55, горох — 51, кукуруза на силос — 62, сахарная свекла — 85. Эти данные показывают, что в агроценозах особая роль в пополнении почвы свежим негумифицированным веществом принадлежит севообороту. В севооборотах с насыщенными пропашными культурами ежегодные потери гумуса из пахотного слоя составляют более 20% (> 1,2 т/га). На содержание гумуса влияют и виды севооборотов (табл. 1).

**Таблица 1. Содержание гумуса (%) в пахотном слое почвы севооборотов через 18 лет после закладки опыта (Зезюков, 1999)**

Севооборот	Без удобрений	Внесение минеральных удобрений
Зернопаропропашной	3,59	3,39
Плодосменный	3,47	3,69
Зернотравяной	3,69	3,57

Чередование культур в севооборотах влияет на качественный состав гумуса. Наши исследования показали, что более широкое соотношение гуминовых и фульвокислот обнаружено в почве плодосменного севооборота — 1,57. В бессменных посевах самое широкое соотношение гуминовых и фульвокислот отмечено в почве из-под гороха (1,75) и было самым широким из числа всех вариантов. Это позволило сделать вывод, что в агроценозах бобовым культурам следует отводить роль улучшителей гумусового состояния почвы.

Высокий урожай культур агроценоза в выпашанных черноземах невозможно получить без оптимизации содержания доступных питательных веществ. Исследования показали большую роль в формировании плодородия нетоварной части урожая. Это прежде всего относится

к соломе. Ее использование в качестве удобрения прежде всего влияет на содержание в почве органического вещества (табл. 2).

**Таблица 2. Изменение содержания гумуса (по Тюрину, %) в слое почвы 0—30 см (Зезюков, 1989)**

Вариант	Исходное	После второй ротации	Снижение
Контроль	4,18	4,04	0,14
Солома	4,19	4,11	0,08
Солома + N	4,03	3,92	0,11
НСР <sub>05</sub>			0,06

За две ротации севооборота содержание гумуса в пахотном слое почвы контрольного варианта снизилось на 0,14%, внесение соломы снижало дегумификацию.

Внесение соломы влияет на содержание водопрочных агрегатов: 1 т/га соломы в сочетании с 10 кг д.в. азотных удобрений в аммиачной форме повышает этот показатель на 3,4 % по сравнению с контролем. При внесении соломы уменьшается плотность почвы на 0,03 г/см<sup>3</sup>, улучшается питательный режим почвы. Эти показатели положительно коррелировали с продуктивностью культур севооборота (табл. 3).

**Таблица 3. Продуктивность культур севооборота, средний сбор корм. ед/га (Зезюков, 1979—1984 г.)**

Вариант	Первая ротация	Вторая ротация	Среднее
Контроль	4380	5170	4780
Солома	4280	5460	4870
Солома + N	4400	5420	4910

Таким образом, для повышения плодородия почвы в полевых севооборотах и создания бездефицитного баланса гумуса необходимо использовать на удобрение некормовую солому озимых культур в измельченном виде. Соломистые остатки, заделанные в почву после уборки озимой пшеницы дисковыми орудиями, создают мульчирующий слой, снижающий потери влаги.

В формировании эффективного плодородия почвы большую роль играют органические удобрения, основным из которых традиционно считается навоз. Однако сейчас это ценнейшее удобрение утратило доминирующую роль.

В современных сельскохозяйственных предприятиях, а также в фермерских хозяйствах основным органическим удобрением следует считать нетоварную часть урожая и зеленые удобрения — сидераты.

Исследования, проведенные кафедрой земледелия, показали, что в условиях Центрального Черноземья замена чистого пара на сидеральный способствует улучшению системы обработки почвы, эффективнее защищает поле от ливневых летних осадков, обеспечивает накопление в почве свежего легкодоступного органического вещества. Установлено, что больше всего накапливают органического вещества бобовые культуры — донник и эспарцет. Эти культуры могут сформировать от 10 до 13 т/га органического вещества. Крестоцветные растения (озимый

рапс, редька масличная, горчица сарептская, горчица белая, рапс яровой) оставляют в почве до 8 т/га зеленой массы, а райграс однолетний, амарант, вико-овсяная смесь — 5–6 т/га.

В условиях Центрального Черноземья культура на зеленое удобрение должна иметь низкий коэффициент транспирации (засухоустойчивость) при большом накоплении органического вещества и высоком коэффициенте разложения.

При следовании пара после культур с подсевом многолетних трав лучшим сидератом является донник белый, имеющий стержневую корневую систему. Главная задача при возделывании донника — получение хороших всходов и обеспечение благоприятных условий роста и развития под покровной культурой. Для предотвращения изреживания травостоя следует снижать норму высева покровной культуры.

Использование озимых культур в сидеральном пару определяется получением всходов в оптимальные сроки летне-осеннего периода. Заслуживает особого внимания озимая вика, как поставщик биологического азота. Ценность рапса определяется санитарной ролью в севообороте и интенсивным ростом в весенний период. Недостаток озимого рапса — его низкая зимостойкость. Из мятликовых культур представляет интерес райграс, биологической особенностью которого является формирование мощной мочковатой корневой системы, обеспечивающей хорошую оструктуренность почвы.

Сидеральные пары благоприятно влияют на питательный режим почвы. С биомассой растительных остатков донника и эспарцета в почву попадает соответственно  $N_{249}P_{409}K_{135}$  и  $N_{185}P_{35}K_{98}$ , а горчицы сарептской —  $N_{107}P_{17}K_{54}$ .

Сидеральные пары повышают биологическую активность почвы, снижают ее токсичность, ускоряют разложение свежих негумифицированных питательных веществ. Сидеральные пары влияют на улучшение свойств почвы. Так, к уборке озимой пшеницы, идущей по чистому пару, плотность почвы составила  $1,32 \text{ г/см}^3$ , а после озимой пшеницы по донниковому пару —  $1,25 \text{ г/см}^3$ .

Введение сидеральных паров в полевых севооборотах Центрального Черноземья — один из приемов биологизации земледелия, обеспечивающий пополнение почвы

свежим органическим веществом и оказывающий комплексное влияние на почвенные процессы и формирование эффективного плодородия. За 10 лет наблюдений урожайность озимой пшеницы по донниковому сидеральному пару составила  $4,57 \text{ т/га}$ , а по чистому пару —  $3,99 \text{ т/га}$ .

В Центрально-Черноземной зоне после уборки зерновых колосовых культур до окончания вегетационного периода остается 80–90 дн. В это время обычно выпадает  $120\text{--}160 \text{ мм}$  осадков, которые из-за высокой температур в июле и августе (сумма активных температур составляет  $900\text{--}920^\circ\text{C}$ ) плохо аккумулируются почвой. Следовательно, после уборки зерновых культур имеются условия для возделывания пожнивных сидеральных культур. В условиях лесостепи Центрального Черноземья лучшей промежуточной культурой является горчица сарептская, способная накопить до 8 т/га органического вещества, а в благоприятные годы — до 12 т/га. Влияние поживной сидерации на почву аналогично влиянию сидерального пара. Особенностью технологии возделывания поживных посевов является уборка озимой пшеницы с измельчением соломы, своевременное дискование, обязательное внесение минеральных удобрений и оптимальные (до 5.08) сроки посева. Поживные посевы горчицы повышают урожайность сахарной свеклы до  $2,5 \text{ т/га}$ .

Особую роль в сохранении плодородия почвы выполняют многолетние травы. В занятых парах они способны накапливать  $6\text{--}8 \text{ т/га}$  негумифицированных растительных остатков в пахотном слое почвы. В первые 2 года пользования люцерны ежегодно прирост гумуса в пахотном слое составил  $2,6 \text{ т/га}$ . В последующие годы накопление гумуса снижалось до  $1,7 \text{ т/га}$  в год. Важная роль многолетних трав проявляется в их способности улучшать структуру почвы и повышать ее дренированность (водопроницаемость).

Итак, основой воспроизводства плодородия черноземных почв ЦЧР является система севооборотов, обеспечивающая уменьшение токсичности почвы, создание условий для разложения органического вещества. Оптимальные условия для сохранения органического вещества складываются в плодосменных севооборотах с многолетними травами, комплексным использованием органических и минеральных удобрений. Сидераты в системе удобрений являются важнейшим приемом повышения плодородия почвы. 

## БИОЛОГИЗАЦИЯ СЕВОБОРОТОВ – ОСНОВА СОХРАНЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ CROP ROTATION BIOLOGISATION FOR SOIL FERTILITY

Н.Н. Королёв, Е.В. Морозова, Л.П. Кузнецова, С.И. Коржов

### Резюме

Изучено влияние различных видов севооборотов, соломы зерновых культур и сидератов на содержание гумуса, агрофизических и водных свойств чернозе-ма выщелоченного и продуктивность сельскохозяйственных культур.

### Resume

It analysed influence of crop rotation, cereal straw and siderates at the humus content, agrophysical and water characteristics of the alkaline black soil and crop yields as well.

УДК 631.4

# МЕТОДОЛОГИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ АГРОХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЧВЫ В ДЛИТЕЛЬНОМ ПОЛЕВОМ ОПЫТЕ

А.В. Пуховский, Т.Ю. Пуховская, Всероссийский НИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова, А.Ф. Сафонов, Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева

Классический подход в агрономических и агрохимических исследованиях выражается в концепции средней представительной пробы с варианта опыта с последующим точным (насколько возможно) определением наиболее важных с точки зрения программы исследования характеристик. Однако, если вариант внутренне неоднороден (что имеет место всегда), а величина этой неоднородности столь велика, что функциональные связи между изучаемыми характеристиками выходят за диапазон линейности (и как показывают исследования последних десятилетий, это происходит достаточно часто [1–4]), такой подход приводит к недостаточно адекватному описанию изучаемой системы. Этого можно было бы избежать, если бы отбираемые в варианте пробы не смешивались, а анализировались раздельно, но при этом, естественно, резко возрастает объем аналитических работ. Следовательно, проблема заключается в том, каким образом и за счет чего можно было бы при увеличении количества измерений оставить их стоимость на прежнем уровне. Эта проблема обсуждалась в литературе по почвоведению в течение многих десятилетий, причем для каждого периода по мере развития технических средств оптимум «цена — качество» смещался в сторону все большей и большей детализации исследований, преимущественно за счет появления более дешевых и производительных средств измерения. В настоящее время этот резерв почти исчерпан, и в рамках классической концепции в реальную стоимость аналитических работ все больший вклад вносят сопутствующие расходы на подготовку персонала, содержание помещений, технику безопасности, метрологию, утилизацию токсичных отходов. В результате такая классическая аналитика становится уделом избранных лабораторий, нацеленных на получение качественной, но дорогой и малодоступной потребителям информации. Поэтому в реальных агрохимических исследованиях обслуживающие их «мини-лаборатории», имеющие сильно ограниченный бюджет, должны в больших объемах использовать новые, более доступные, более дешевые методы, возможно, несколько уступающие в точности классическим, но тем не менее достаточно точные для повышения адекватности агрохимических исследований и учета пространственной неоднородности вариантов опытов. И конечно, один из основных резервов для снижения затрат и повышения эффективности работы «мини-лабораторий» — рациональное и более полное использование имеющегося оборудования и других ресурсов. В данной работе с этих позиций рассматриваются возможности разработки и использования в агрохимических исследованиях новых производительных и удобных для «мини-лабораторий» методов на примере применения портативных рентгеновских спектрометров Спектроскан (Россия).

Традиционная сфера применения метода рентгенофлуоресцентного анализа (РФА) — определение общего содержания элементов. Валовое определение содержания металлов в почве этим методом, в т.ч. и с использованием приборов Спектроскан, доведено до уровня аттестованных методик и стандартов [2, 5]. При этом диапазоны прямого

определения (непосредственно в измельченной пробе почвы без пробоподготовки) для Sr, Zn, Ni, Hg, Se, As, Pb, Cu, Mn, Fe, Cr составляет от единиц и десятков до десятков тысяч мг/кг при времени измерения на элемент менее 1 мин. Тем не менее в агрохимических исследованиях потребность в таких измерениях сравнительно невелика, что сдерживало массовое применение этих приборов нового поколения [2, 6]. Более востребованным в агрохимических исследованиях является определение подвижных форм элементов, фракционного состава, содержания микроэлементов в растениях и других традиционных агрохимических показателей. Поэтому адаптация прибора Спектроскан к этим задачам позволяет повысить его конкурентоспособность. Однако определение подвижных форм металлов в почве предполагает использование различных вытяжек (кислотных, буферных, солевых), что для РФА сопряжено с дополнительными затратами по сравнению с традиционными методами анализа растворов — атомно-абсорбционной спектроскопией (ААС), атомно-эмиссионной и масс-спектрометрией с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-АЭС и ИСП-МС). Тем не менее использование сорбционно-кинетического метода накопления металлов [7, 8] позволяет по-новому взглянуть на перспективы метода РФА в этом вопросе.

Сорбционно-кинетический метод основан на использовании сорбентов с иммобилизованными хелатными группами, в частности диэтилтетрааминотерацетатными (ДЭТАТА) группами, образующими в нейтральной и слабощелочной средах устойчивые комплексы с переходными металлами. Применительно к анализу почв это позволяет проводить накопление металлов не только из вытяжек, но и непосредственно из суспензии почвы с солевыми, слабощелочными или буферными экстрагентами. Разработана и экспериментально проверена кинетическая модель [8], сопоставлены результаты определения подвижных форм металлов традиционным и предлагаемым методом, метод апробирован в программе международного сотрудничества с исследователями из Германии [9].

Традиционные востребованные агрохимические показатели — емкость катионного обмена (ЕКО), сумма обменных катионов, степень насыщенности основаниями — определяют реакцию и буферные свойства почвы, и поэтому их определение имеет первостепенную важность, например, при оценке устойчивости почв к загрязнению тяжелыми металлами. Классические методики их определения, известные еще с начала прошлого века из работ Гедройца и других исследователей, и в современных стандартах [10] во многом остались ориентированными на большие навески почв. Это, конечно, повышает представительность их проб, но увеличивает расход реактивов, количество токсичных отходов, требующих утилизации, и другие затраты. Для определения этих характеристик мы также использовали классические подходы — насыщение почвы подходящим катионом: обработкой нейтральным (для определения суммы катионов) или буферным (ЕКО) раствором соли стронция (наиболее пригоден для надежного определения методом РФА). При этом, однако, в

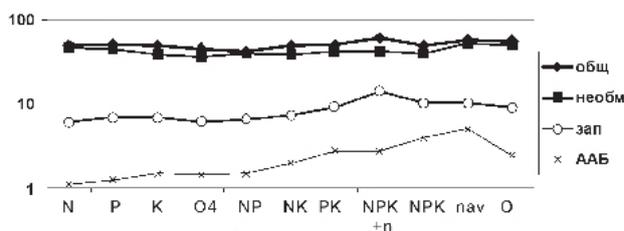
отличие от других методов, для РФА его десорбция не требуется — метод, как уже упоминалось, позволяет быстро и просто проводить прямое определение в почве, а его исходным содержанием стронция в почве можно пренебречь или учесть введением поправки.

Результаты определения ЕКО с помощью метода насыщения почв стронцием с РФА окончанием показали близость к аттестованным значениям.

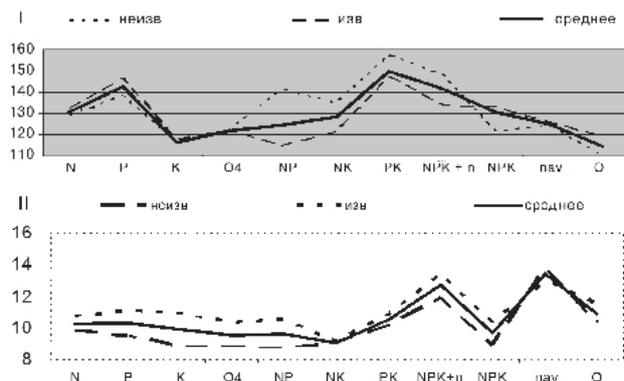
Главное отличие его от традиционного метода — экспрессность проведения анализа. Нет необходимости оставлять образец на ночь для подсушивания — влажная почва анализируется сразу после фильтрования, а малая навеска позволяет быстро ее довести до требуемой влажности. Некоторое огрубление результатов может произойти из-за небольшой навески, если она окажется непредставительной. Этого можно избежать хорошим усреднением и тонким измельчением почвенного образца. В свою очередь, снижение массы навески приводит к значительному уменьшению расхода токсичных отходов, образующихся при проведении анализа.

Для исследования пространственного распределения агрохимических характеристик в бессменном посеве ячменя длительного полевого опыта РГАУ — МСХА мы использовали следующую методику. В каждом варианте опыта на координатной основе агрохимическим буром из пахотного горизонта отбирали по 4 пробы почвы массой около 20 г. Пробу высушивали, измельчали в фарфоровой ступке, отбирали около 2 г, дополнительно измельчали до состояния пудры в агатовой ступке и определяли содержание цинка и стронция в соответствии со стандартом [5], а формы цинка по соответствующим методикам [7, 8]. Затем отбирали навеску 0.5 г в пластиковую пробирку вместимостью 4 мл, 3 раза заливали раствором хлорида стронция (20 г/л) с взбалтыванием, отстаиванием и отсосом надосадочной жидкости, добавляли дистиллированную воду и переносили на фильтр, промывали осадок на фильтре, подсушивали осадок и в нем определяли оставшийся необменный цинк и стронций. Длительность измерения составляла менее 1 мин, серию из 88 проб 1 студент-практикант обрабатывал в течение одной смены на площади стола около 1 м<sup>2</sup>. Для сравнения: обработка проб для определения ЕКО по классической методике потребовала бы более чем в 10 раз увеличить расход реактивов и время обработки (при той же площади) или площадь (и за большее время).

На рис. 1—2 приведены результаты исследования пространственного распределения исследуемых характеристик. Статистическая обработка данных показала их приемлемую для целей исследования точность, что



**Рис. 1. Пространственное распределение общего содержания (общ), необменного (необм), запаса подвижных форм (зап) и подвижного (ААБ) цинка, мг/кг**



**Рис. 2. Пространственное распределение общего содержания стронция (мг/кг) в бессменном посеве ячменя в известкованных (изв) и неизвесткованных (неизв) вариантах (I); пространственное распределение суммы обменных оснований в пахотном горизонте бессменного посева ячменя (II)**

позволило выявить закономерности пространственного распределения.

Этот вывод подтверждается малыми значениями величин стандартных отклонений (S) в результатах статистической обработки данных определения необменного цинка и суммы обменных оснований в почве вариантов многофакторного микрополевого эксперимента, проведенного нами в 2007 г.

Таким образом, предлагаемые методы прошли апробацию в проведенных нами агрохимических исследованиях, показали достаточную точность, низкую трудоемкость, возможность использования в «мини-лабораториях» и могут быть рекомендованы для широкого использования.

## METHODOLOGY AND RESULTS OF SPATIAL SOIL CHARACTERISTIC DISTRIBUTION IN LONG-TERM FIELD EXPERIMENT

Pukhovski A.V., Safonov A.F., Pukhovskaya T.Yu

### Резюме

Современные агрохимические исследования требуют более детальных исследований для учета пространственной неоднородности распределения почвенных характеристик. Предложен методологический подход для учета в агрохимических исследованиях пространственной неоднородности агрохимических характеристик, в основе которых лежит анализ индивидуальных почвенных проб. Для снижения стоимости возрастающего при этом объема аналитических работ предлагается использовать методологию, основанную на использовании удобных и дешевых методов почвенного тестирования. На примере исследования пространственного распределения почвенно-агрохимических характеристик в Длительном полевом опыте РГАУ-МСХА. рассмотрена методология и результаты изучения пространственного распределения емкости катионного обмена, суммы обменных оснований, валовых и подвижных форм металлов с применением новых методик, основанных на рентгено-флуоресцентном методе.

### Summary

Modern agrochemical researches in long-term field experiments demand more detail investigation of spatial soil characteristic distribution. To decrease cost of analytical works the usage of flexible and low cost test methodology is necessary. As an example, the methodology and results of some new rapid X-ray fluorescence soil tests using to determine distribution of CEC, sum of exchangeable cations, mobile and total metal forms in long-term Moscow Timiryasive Academy field experiment have been considered

### Ключевые слова

экспрессные методы, пространственное распределение, рентгено-флуоресцентный метод, емкость катионного обмена, формы металлов, длительный опыт

### Литература

1. Пуховский А.В., Сафонов А.Ф.; Хохлов Н.Ф. Применение экспрессных методов почвенных агрохимических анализов для повышения информативности длительных полевых опытов // Докл.РАСХН, 2002; N 4, - С. 31-34
2. Лукин С.М. Неоднородность агрохимических свойств почв в длительных опытах с удобрениями /Совершенствование организации и методологии агрохимических исследований в географической сети опытов с удобрениями, 2006. - С. 757
3. Пуховский А.В. Многоэлементные экстрагенты и методы в агрохимическом обследовании: концепции, принципы и перспективы / Центр. НИИ агрохим. обслуживания //: М., 2003, - 102 с.,
4. Пуховский А.В. К методологии изучения пространственной неоднородности агрохимических показателей почвенного покрова //: III Международная конференция «Современное приборное обеспечение и методы анализа почв, кормов, растений и с.-х. сырья»: Материалы / Всерос. на-уч.-исслед. ин-т агрохимии, 2005. - Р. 28-39
5. ОСТ 10-259-2000. Стандарт отрасли. Почва. Рентгенофлуоресцентное определение валового содержания тяжелых металлов. Минсельхоз России. 2001- 24 с.
6. Pukhovski A.V. X-ray analysis in the Russian State agrochemical service // X-ray spectrometry.- 2002/-v.31. p.224-234
7. Пуховский А.В. Определение подвижных форм металлов в почве сорбционно-кинетическим методом // Докл.РАСХН, 2007; N 1. - С. 28-30
8. Пуховская Т.Ю. Игнатьева Е.Э. Пуховский А.В. Рентгено-флуоресцентное определение кислоторастворимых и подвижных форм тяжелых металлов в почве // III Международная конференция «Современное приборное обеспечение и методы анализа почв, кормов, растений и с.-х. сырья»: Материалы / Всерос. науч.-исслед. ин-т агрохимии, 2005. - Р. 84-87
9. Пуховский А.В.; Пуховская Т.Ю.; Ляйтерер М.; Кисслинг Г.; Энглер К. Сравнение адекватности методов определения тяжелых металлов в почвах // Докл.РАСХН, 2005; N 5. - С. 26-28
10. ГОСТ 17.4.4.01.-84 Охрана природы. Почва. Методы определения емкости катионного обмена.

# ЭМИССИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА С ПОВЕРХНОСТИ ПОЧВЫ ИСКУССТВЕННОГО ЕЛЬНИКА

**В.А. Кудрявцев, Костромской государственный технологический университет**

Большую роль в балансе углерода лесных экосистем играет эмиссионный поток  $\text{CO}_2$  с поверхности почвы, связанный с минерализацией опада и подстилки. Интенсивность выделения  $\text{CO}_2$  в основном определяется массой и скоростью минерализации, при этом режим  $\text{CO}_2$  специфичен для каждого фитоценоза. Установлено [2], что в старовозрастных ельниках средней тайги европейского Северо-Востока России с запасом фитомассы 160–210 т/га ежегодно в почву с опадом поступает 2,6–4 т/га органического вещества. За год интенсивность разложения отдельных фракций растительных остатков варьирует от 7 до 55% от их массы, минерализуется 26–41 г/м<sup>2</sup> углерода.

Еловые леса с примесью мягколиственных пород в лесохозяйственной подзоне южной тайги являются наиболее распространенными хвойными насаждениями. В литературе освещены отдельные вопросы углеродного цикла в еловых фитоценозах [2, 3] и приведены в основном данные, характеризующие сток углерода в лесные экосистемы. Что касается изучения расходной статьи баланса углерода, выявлено [2], что в ельнике зеленомошном интенсивность почвенного дыхания за период вегетации изменяется от 0,15 до 0,60 г  $\text{CO}_2$ /м<sup>2</sup>·ч. При анализе динамики эмиссии  $\text{CO}_2$  в течение вегетационного периода и суток в среднетаежном спелом ельнике черничном отмечено, что она достигает величины 0,1–0,64 г  $\text{CO}_2$ /м<sup>2</sup>·ч [3]. Известно, что максимум выделения  $\text{CO}_2$  (0,592 г/м<sup>2</sup>·ч) приходится на 15 ч, минимум (0,176 г/м<sup>2</sup>·ч) — на 21 ч, что объясняется зависимостью биологических процессов почвы от температуры.

В настоящее время, в связи с возможностью использования в полевых условиях газоаналитических приборов, позволяющих вести непрерывное количественное измерение потоков  $\text{CO}_2$ , продолжение исследований углеродного баланса почвы в лесах таежной зоны представляет большой интерес. Данная работа включает рассмотрение некоторых аспектов суточной эмиссии  $\text{CO}_2$  с поверхности почвы в искусственном елово-лиственном насаждении за один сезон наблюдений. Материал собран в июле, сентябре и октябре 2002 г. Экспериментальный участок представлен хвойно-лиственным насаждением (генетически ельник кисличниковый). Искусственный древостой (лесные культуры) имеет средний возраст 62 года, состав 6Е1С3Ос + Б ед. Ол (ч), полнотой 0,9 и относится ко II классу бонитета. Запас древесины составляет 295 м<sup>3</sup>/га.

Почвы, развивающиеся под данным фитоценозом, представлены типичными подзолами на среднесуглинистых почвообразующих породах. Их характерной особенностью является малая мощность гумусового и средняя мощность осветленного подзолистого горизонтов  $A_2$  (5–10 см). Биологические процессы протекают в основном в подстилке и подзолистом горизонте, где и сосредоточены основные запасы углерода. Признаком почв данной экосистемы, несвойственным типичным подзолистым почвам, является наличие темно-серой окраски в подзолистом горизонте и образование темноокрашенного горизонта  $A_0$ — $A_1$ . Почвообразующими горными породами являются моренные слабозавалуненные суглинки, с глубины 80–100 см на исследованном участке повсеместно встречаются карбонатные включения [1].

В задачу экспериментов на этом этапе входило определение интегральной эмиссии с поверхности почвы и установление закономерностей выделения  $\text{CO}_2$  в динамике. Регистрацию потока  $\text{CO}_2$  с поверхности почвы осуществляли кондуктометрическим (электрохимическим) методом

с помощью газометрической установки с респираторной камерой. В качестве регистрирующего прибора использовали газоанализатор ПЕМ-2М.5.

Выделение  $\text{CO}_2$  с поверхности почвы является суммарным показателем, включающим биологическую деятельность микроорганизмов и растений. Количество  $\text{CO}_2$ , выделяемое почвой, определяется биологическими (темпом роста и развития растений и микроорганизмов, дыханием корней), а также экофакторами (температурой, влажностью воздуха и почвы и др.). Поэтому эмиссия  $\text{CO}_2$  с поверхности почвы имеет довольно четкую суточную динамику (от температуры почвы зависит интенсивность дыхания корней и активности почвенной биоты). Динамика эмиссии  $\text{CO}_2$  тесно коррелирует с температурой верхних слоев почвы и микрорельефом конкретного объекта. Чем выше температура почвы, тем интенсивнее выделяется  $\text{CO}_2$ .

Отмечено понижение интенсивности выделения  $\text{CO}_2$  в дневные и повышение в вечерние и ночные часы. Вариабельность процесса составляла 25, 14 и 10% соответственно 13.07, 19.09 и 6.10. При этом отмечалось видимое несоответствие эмиссии с суточным ходом температуры. Интенсивность потока  $\text{CO}_2$  (г/м<sup>2</sup>·ч) с поверхности почвы в течение суток изменялась в следующих пределах: 0,09±0,140 (13.07), 0,050±0,066 (17.09), 0,03±0,0011 (6.10.02). Учитывая, что замеры производились в период сравнительно интенсивного выделения  $\text{CO}_2$ , а в течение зимнего периода интенсивность выделения резко снижается (или вовсе прекращается), для расчетов была принята средняя арифметическая величина, рассчитанная за 12 мес. Таким образом, в течение года с поверхности почвы 1 га елового культурценоза в кисличниковых ЛРУ выделяется 5058,1 кг углерода.

Причиной колебаний эмиссии  $\text{CO}_2$  является изменение гидротермических условий почвы и лесной подстилки. Влияние влажности и температуры почвы отражается как на физических параметрах почвы (содержании воздуха, воздухопроницаемости, скорости диффузии газов), так и на интенсивности биологических процессов, протекающих в ней. Корреляционную зависимость интенсивности потока  $\text{CO}_2$  и гидротермических условий обнаруживали не всегда. Влажность лесной подстилки и почвы в еловом сообществе в периоды наблюдений была довольно высокой и в течение дня колебалась незначительно. Корреляционный анализ показал, что изменение влажности в течение суток практически не оказывало влияния на эмиссию  $\text{CO}_2$ . Суточное выделение  $\text{CO}_2$  с поверхности почвы в большей степени определяла ее температурная инерционность. Однако четкой зависимости между эмиссией  $\text{CO}_2$  из почвы и ее температурой в большинстве случаев не выявлено.

Для выяснения функциональных закономерностей эмиссии  $\text{CO}_2$  с поверхности почвы в суточной динамике, а тем более в сезонной, необходимо проводить дополнительное изучение, охватывая весь вегетационный период развития экосистемы. В целом же эта задача во всем многообразии достаточно сложна, в особенности из-за отсутствия хорошо разработанной методической базы для ее реализации. К тому же эмиссионная оценка  $\text{CO}_2$  с поверхности почвы дает не совсем полную информацию, т.к. далеко не весь газ, сформировавшийся в результате биологических процессов в верхней толще профиля почвы, будет выделяться именно на участке продуцирования и за конкретный временной интервал в атмосферу. ■

**Эмиссия CO<sub>2</sub> с поверхности почвы искусственного ельника**  
**Issue CO<sub>2</sub> from a surface of ground of an artificial fir grove**

В.А. Кудрявцев  
V.A.Kudryavtsev

**Резюме**

Приводятся результаты замеров интенсивности выделения почвой диоксида углерода в 62-летних лесных культурах ели, показаны факторы и некоторые механизмы, влияющие на количественные показатели эмиссии CO<sub>2</sub> из почвы.

**Resume**

results of gaugings of intensity of allocation почво диоксида carbon Are resulted. Factors and some mechanisms influencing quantity indicators of issue CO<sub>2</sub> from ground are shown.

Ключевые слова: лесные культуры, почва, эмиссия CO<sub>2</sub>, температура, корреляционная зависимость.

Keywords: wood cultures, ground, issue CO<sub>2</sub>, temperature, correlation dependence

УДК 332.1: 519.876

# ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ

П.М. Мазуркин, С.И. Михайлова, Марийский государственный технический университет

Продуктивность земель [1] по урожайности сельскохозяйственных культур была рассмотрена нами за 1913—2003 гг. по территории Республики Марий Эл с убранной площади (по официальным статистическим данным).

**Все зерновые.** Урожайность рассматривается на трех уровнях: среднестатистическом, минимальном и максимальном.

Среднестатистическая тенденция, или основной тренд [2] динамики урожайности всех зерновых с убранной площади, на территории Республики Марий Эл (табл. 1) описывается формулой:

$$\bar{y} = 6,72 \exp(0,014732t^{0,90077}), \quad (1)$$

где  $\bar{y}$  — среднестатистическая урожайность всех зерновых культур, ц/га;

$t$  — время, лет ( $t = 0$  для 1913 г.).

Формула (1) является законом экспоненциального роста, и по ней прогноз возможен до 2100 г. При этом к 2030 г. в республике может быть достигнута урожайность на уровне максимальной урожайности в 1978 и 1990 гг., а к 2100 г. по всей республике — урожайность передовых сельхозпредприятий.

Минимум урожайности изменяется по статистической закономерности, описываемой формулой с двумя составляющими:

$$y_{\min} = 7,90 \exp(-5,4320t) + 0,01920t^{1,8523} \exp(-0,02426t). \quad (2)$$

В модели (2) первая составляющая является законом гибели, который широко известен в биологии (закон Ципфа), экономике (закон Парето) и физике (закон Мандельброта).

Первая составляющая характеризует естественную закономерность убыли продуктивности земель, а вторая и последующие — показывают, как правило, результаты антропогенного влияния.

Адекватность модели (2) оценивается максимальной относительной погрешностью  $\Delta_{\max}$ , значение которой в табл. 2 подчеркнуто. В этом случае доверительная вероятность вычисляется как  $D = 100 - |\Delta_{\max}|$ , в данном примере доверие к формуле (2) будет равно не ниже  $100 - 9,71 = 90,29\%$ .

Таким образом, всю статистическую выборку можно оценивать на выявление основного тренда по формуле (1), оставляя далее разлагаемые остатки для последующей идентификации влияния климатических и иных факторов. Поэтому многофакторное моделирование (здесь не приводится) позволяет постепенно превращать делимые остатки  $\Delta y$  в неделимые остатки  $\varepsilon$ , и только по последним значениям оценивается адекватность всей статистической модели, содержащей несколько статистических зависимостей.

Максимум урожайности всех зерновых культур на территории Республики Марий Эл изменяется по статистической закономерности (табл. 3):

$$y_{\max} = 8,2868 \exp(0,002625t) + 8,5274 \cdot 10^{-10} t^{6,1989} \exp(-0,00183t^{1,7696}) - \alpha \cos(\pi t / \rho_{0,5} - 1,1217), \quad (3)$$

$$\alpha = 0,06742 t^{1,0026} \exp(-0,008875t),$$

$$\rho_{0,5} = 5,5864$$

где  $\pi$  — число «пи»;

$\alpha$  — амплитуда колебательного возмущения значений показателя, ц/га;

$\rho_{0,5}$  — половина периода колебания урожайности, лет.

Первая составляющая является известным законом экспоненциального роста (при интенсивности роста, равной единице), и эта естественная составляющая показывает положительную тенденцию роста максимальных урожаев всех зерновых культур на территории республики. Вторая составляющая является нашей формулой закона Гуттенберга убывающей доходности.

Интересно колебательное изменение максимальной урожайности всех зерновых. Половина периода циклического изменения равна 5,5864 года, то есть полный период колебания составляет  $2 \times 5,5864 = 11,1728$  лет, что совпадает с циклом Чижевского, т.е. с циклом солнечной активности. Поэтому следует вывод о том, что на максимумы урожайности растений, в данном примере всех зерновых культур, влияют циклы солнечной активности. Перед третьей составляющей имеется знак «-», поэтому она является в целом кризисной закономерностью. Но из-за волнового изменения значений урожайности при отрицательных значениях  $y_{\max}$  происходит положительная прибавка общей урожайности земель. Следовательно, весь исследованный период (1913—2003 гг.) можно разделить на отдельные этапы:

— 1913—1971 гг., влияние солнечной активности было в основном кризисным и тормозило рост максимальной урожайности всех зерновых;

— 1974—2001 гг., солнечная активность помогала в поддержании должного уровня урожайности всех зерновых культур;

— 2002—2003 гг. и далее, когда максимум солнечной активности (ныне наблюдается завершение 23-го цикла с начала изучения солнечной активности) снижает ожидаемую максимальную урожайность зерновых культур;

— 2010—2030 гг., солнечная активность может помочь в росте урожайности всех зерновых культур на территории Республики Марий Эл;

— 2040—2080 гг., — этап торможения роста урожайности Солнцем.

**Пшеница озимая.** Эта зерновая культура характерна для условий республики, но официальные данные известны только с 1940 г. Поэтому шкала времени вводится с 1940 г., когда принимается.

Среднестатистическая тенденция выражается формулой

$$\bar{y} = 10,2840 \exp(0,06496t^{0,4776}). \quad (4)$$

Фактически достигнутый максимум урожайности (2,8 т/га) был в 1978 г. Прогноз возможен до  $2003 + 63 = 2066$  г. Основной тренд показывает, что даже к 2060 г. еще останется значительный резерв повышения среднестатистической урожайности этой культуры.

Минимум урожайности озимой пшеницы изменяется по формуле

$$y_{\min} = 12,40 \exp(-1,31330t) + 3,35126t^{0,25294}. \quad (5)$$

Минимальная урожайность из-за влияния военных лет снижается с 1940 г., а затем медленно нарастает, продолжаясь по прогнозу до 2060 г. К этому времени она не достигнет урожайности 1940 г.

**Таблица 1. Динамика урожайности всех зерновых культур с убранной площади в Республике Марий Эл, т/га**

Год учета	Время t, лет	Фактическое значение урожайности $\hat{y}$	Расчетная урожайность $\bar{y}$ по тренду (1)	Остаток $\Delta y$ для учета влияния других факторов
Основание прогноза				
1913	0	0,79	0,67	0,12
1940	27	1,07	0,90	0,17
1950	37	0,65	0,98	-0,32
1955	42	0,83	1,03	-0,20
1960	47	0,70	1,08	-0,38
1965	52	0,89	1,13	-0,24
1966	53	0,88	1,14	-0,26
1970	57	1,21	1,18	0,03
1971	58	1,54	1,19	0,35
1972	59	0,97	1,20	-0,23
1973	60	1,00	1,21	-0,21
1974	61	1,57	1,22	0,35
1975	62	1,12	1,23	-0,11
1978	65	1,97	1,27	0,70
1979	66	1,37	1,28	0,09
1985	72	1,70	1,34	0,36
1990	77	2,01	1,40	0,61
1995	82	1,29	1,47	-0,18
1996	83	1,81	1,48	0,33
1997	84	1,80	1,49	0,31
1998	85	1,33	1,50	-0,17
1999	86	0,91	1,52	-0,61
2000	87	1,07	1,53	-0,46
2001	88	1,69	1,54	0,15
2002	89	1,51	1,56	-0,05
2003	90	1,42	1,57	-0,15
Горизонт прогноза				
2010	97	—	1,67	—
2020	107	—	1,81	—
2030	117	—	1,97*	—
2040	127	—	2,14	—
2050	137	—	2,32	—
2060	147	—	2,52	—
2070	157	—	2,73	—
2080	167	—	2,95	—
2090	177	—	3,20	—
2100	187	—	3,46**	—

\* Примерно равно максимальной фактической урожайности;  
 \*\* максимальная урожайность, достигнутая в отдельных хозяйствах

Максимум урожайности озимой пшеницы изменяется так:

$$y_{\max} = 12,40 \exp(-0,04283t) + 3,0481 \cdot 10^{-10} t^{9,0486} \exp(-0,2058t). \quad (6)$$

В отличие от модели (3), здесь отсутствует третья волновая составляющая, т.к. она оказалась малозначимой.

Первая составляющая формулы (6) показывает естественную убыль продуктивности почвы по урожайности озимой пшеницы, вторая — что заинтересованность работников сельского хозяйства республики резко стала убывать с начала финансового кризиса в России (1998 г.), с учетом лага запаздывания от столицы в 2 года.

**Картофель.** Эта культура наиболее распространена на территории республики, поэтому изучение динамики представляет значительный интерес.

Среднестатистическая тенденция урожайности картофеля получила статистическую закономерность вида

$$\bar{y} = 64,14 \exp(0,17406 t^{0,29422}). \quad (7)$$

Как и в предыдущих примерах, эта закономерность для всех культур одинакова по конструкции (форме), поэтому

**Таблица 2. Динамика минимальной урожайности всех зерновых культур в Республике Марий Эл, т/га**

Год учета	Время t, лет	Фактически $\hat{y}_{\min}$	Расчетные значения (2)			Составляющие (2)	
			$y_{\min}$	$\epsilon$	$\Delta, \%$	$y_{\min 1}$	$y_{\min 2}$
1913	0	0,79	0,79	-0,95	-0,00	0,79	0,0
1950	37	0,65	0,63	0,021	3,23	0,0	0,63
1960	47	0,70	0,79	-0,068	-9,71	0,0	0,77
1966	53	0,88	0,83	0,050	5,68	0,0	0,83
1999	86	0,91	0,91	-0,003	-0,33	0,0	0,91
2010	97	—	0,87	—	—	0,0	0,87
2020	107	—	0,82	—	—	0,0	0,82
2030	117	—	0,76	—	—	0,0	0,76
2040	127	—	0,70	—	—	0,0	0,70
2050	137	—	0,63	—	—	0,0	0,63
2060	147	—	0,56	—	—	0,0	0,56
2070	157	—	0,50	—	—	0,0	0,50
2080	167	—	0,44	—	—	0,0	0,44
2090	177	—	0,38	—	—	0,0	0,38
2100	187	—	0,33	—	—	0,0	0,33

Примечание:  $y_{\min}$  — минимальные расчетные значения урожайности земель; t — время с начала измерения статистических данных (1913 г.);  $\epsilon$  — неделимые остатки — абсолютная погрешность формулы (2) по разнице, вычисляемой как  $\epsilon = \hat{y}_{\min} - y_{\min}$ ;  $\Delta$  — относительная погрешность, вычисляемая по далее неделимым остаткам  $\epsilon$  с использованием математического выражения  $\Delta = 100\epsilon/\hat{y}_{\min}$

**Таблица 3. Динамика максимальной урожайности всех зерновых культур, т/га**

Годы учета	Время t, лет	Фактически $\hat{y}_{\max}$	Расчетные значения (3)			Составляющие модели (3)			
			$y_{\min}$	$\epsilon$	$\Delta, \%$	$y_{\max 1}$	$y_{\max 2}$	$\alpha, \text{ц/га}$	$y_{\max 3}$
1913	0	0,79	0,83	-0,039	-0,494	0,83	0,0	0,0	0,0
1940	27	1,07	0,91	0,157	1,467	0,89	0,03	1,4	0,01
1970	57	1,21	1,38	-0,170	-1,405	0,96	0,62	2,3	0,21
1971	58	1,54	1,38	0,164	1,065	0,96	0,65	2,4	0,24
1974	61	1,57	1,73	-0,155	-0,987	0,97	0,71	2,4	-0,05
1978	65	1,97	1,91	0,064	0,325	0,98	0,76	2,5	-0,16
1990	77	2,01	1,85	0,158	0,786	1,01	0,78	2,7	-0,06
1996	83	1,81	1,73	0,078	0,431	1,03	0,70	2,7	-0,0
1997	84	1,80	1,86	-0,064	-0,356	1,03	0,69	2,7	-0,15
2001	88	1,69	1,75	-0,056	-0,331	1,04	0,61	2,7	-0,09
2002	89	1,51	1,58	-0,067	-0,444	1,05	0,59	2,8	0,06
2003	90	1,42	1,43	-0,006	-0,042	1,05	0,57	2,8	0,20
2010	97	—	1,78	—	—	1,07	0,43	2,8	-0,28
2020	107	—	1,58	—	—	1,10	0,26	2,8	-0,23
2030	117	—	1,33	—	—	1,13	0,13	2,8	-0,08
2040	127	—	1,11	—	—	1,16	0,06	2,8	0,11
2050	137	—	0,97	—	—	1,19	0,02	2,8	0,24
2060	147	—	0,96	—	—	1,22	0,01	2,7	0,27
2070	157	—	1,07	—	—	1,25	0,0	2,7	0,19
2080	167	—	1,26	—	—	1,28	0,0	2,6	0,03
2090	177	—	1,45	—	—	1,32	0,0	2,5	-0,13
2100	187	—	1,58	—	—	1,35	0,0	2,4	-0,23

Примечание: у второй составляющей  $y_{\max 2}$  максимум 0,8 т/га наблюдался при  $t^* = 72$  года, т.е. в 1985 г. Максимальная амплитуда 0,28 т/га колебательного возмущения по третьей составляющей будет наблюдаться при  $t^* = 97$  в 2010 г.

в общем виде формулы (1), (4) и (7) можно принять за устойчивый закон продуктивности сельскохозяйственных земель в среднестатистическом измерении.

По прогнозу, средняя урожайность картофеля к 2100 г. значительно уступит фактически достигнутой максимальной урожайности в 1995 г. (17,6 т/га). Глобальный

минимум (5,8 т/га), полученный в 1972 г., объясняется сильной засухой, когда летом температура воздуха достигала 42°C.

Минимальная урожайность картофеля характеризуется стабильным ростом по экспоненциальному закону, если не учитывать импульсную функцию снижения урожайности в 1972 г. Поэтому была получена формула

$$y_{\min} = 64,37 \exp(-0,00003357t^{1,9758}). \quad (8)$$

В прогнозе минимальный уровень урожайности картофельных полей на территории республики начнет превышать среднестатистическую урожайность примерно с 2075 г., достигнув при моменте  $t = 162$  года значения 13,96 т/га.

Максимальная урожайность картофеля изменяется по зависимости

$$y_{\max} = 64,21 + 2,4962 \cdot 10^{-7} t^{6,2052} \exp(-0,09758t) - \alpha \cos(\pi t / \rho_{0,5} + 2,4970), \quad (9)$$

$$\alpha = 11,7052 t^{0,3256} \exp(-0,005663t),$$

$$\rho_{0,5} = 5,9361$$

На нее влияет «человеческий фактор», т.е. усилия по поддержанию уровня максимальной продуктивности земель под картофелем.

Первая составляющая показывает стабильное прошлое (до 1913 г.), характеризуясь устойчивым законом типа  $y = y_0$  в 6,42 т/га.

Вторая и третья составляющие аналогичны статистической модели (3). При этом сдвиг начала кризисной волновой составляющей происходит на 2,4970  $\rho_{0,5}$  /  $\pi$  лет, т.е. на  $2,4970 \times 5,9361 / 3,14156 = 4,72$  года (округленно на 5 лет). Тогда колебательное возмущение урожайности

картофеля начинается с  $1913 + 5 = 1918$  г., т.е. с начала гражданской войны.

Прогнозы максимальной урожайности картофеля надежны до 2100 г. При этом наблюдались в прошлом и будут ожидать теоретически в будущем максимумы урожайности картофеля по Республике Марий Эл в следующие годы:

Год	Время, лет	Максимальная урожайность, т/га
1938	25	10,35
1950	37	13,12
1962	49	15,97
1974	61	17,27
2009	96	13,67
2021	108	12,08
2033	120	10,87
2045	132	10,44
2080	167	8,89
2092	189	8,75
2104	191	8,63

Эти прогнозные данные могут стать ориентирами при оценке кадастровой стоимости сельскохозяйственных земель под картофельными полями.

Предлагаемый способ применим на различных организационно-управленческих уровнях — от конкретного участка земли (например, одного поля) до сельского района, хозяйства каждого субъекта и всей РФ. По динамике урожайности и среднестатистическим тенденциям (посевные площади, сенокосы, пастбища, сады, участки под овощными культурами, ягодниками и др.) возможно сопоставление растениеводства на территории с данными по урожайности в различных странах и регионах мира. **□**

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ СЕЛЬХОЗУГОДИЙ FORECASTING OF EFFICIENCY OF FARMLAND

П.М. Мазуркин, С.И. Михайлова  
P.M. Mazurkin, S.I. Mihailova

### Резюме

Продуктивность земель по урожайности сельскохозяйственных культур рассмотрена за период 1913–2003 гг. по основанию прогноза и приведены статистические закономерности для прогнозирования до 2100г. С уборной площади по территории Республики Марий Эл дан анализ и прогноз по всем зерновым культурам, озимой пшенице и картофелю. Показано влияние на продуктивность сельхозугодий солнечной активности.

### Resumé

Efficiency of the grounds on productivity of agricultural crops is considered for the period of 1913–2003 years on the basis of the forecast and statistical regularities for forecasting till 2100 are given. From the cleaned area on Republic of Mari El territory the analysis and the forecast on all grain crops, a winter wheat and a potato is given. Influence on efficiency of farmland of solar activity is shown.

### Литература

1. Мазуркин, П.М. Рациональное природопользование: учебное пособие. В 3-х ч. Ч. 1: Экологически ответственное землепользование / П.М. Мазуркин, С.Е. Анисимов, С.И. Михайлова; под ред. П.М. Мазуркина. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. – 176 с.
2. Мазуркин, П.М. Математическое моделирование. Идентификация одно-факторных статистических закономерностей: Учебное пособие / П.М. Мазуркин, А.С. Филонов. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. – 292 с.

УДК 633.11"321"

## ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ РАЗНЫХ УРОВНЯХ pH СРЕДЫ

В.А. Вихрева, Т.Б. Лебедева, Т.В. Клейменова, Пензенская государственная сельскохозяйственная академия,

Е.В. Надежкина, Всероссийский НИИ селекции и семеноводства овощных культур

В последнее время отмечается подкисление черноземных почв, что может вызывать стресс у яровой пшеницы [1]. В снижении негативного действия стрессоров на растительный организм важную роль играют микроэлементы. Наименее изученным из них является селен [2, 3]. Выяснение биологических эффектов селена, особенно его защитного действия, особенно важно для условий лесостепи, где сосредоточены большие площади черноземов с кислой реакцией и низкой обеспеченностью селеном. Поэтому цель настоящей работы — определить влияние почвенной среды и селена на продукционный процесс разных сортов мягкой яровой пшеницы.

Опыт проведен в 2005—2007 гг. в поливиниловых сосудах без дна диаметром 30 и высотой 40 см на сортах пшеницы Тулайковская 10, Кинельская 59, Новосибирская 29 и Нива 2. В сосудах смоделировали уровни pH 4,5; 5,5; 6,5 и 7,5. Семена обрабатывали водой (контроль), селенатом натрия и ДАФС-25 (диацетофенонилселенид) в концентрации селена  $10^{-4}\%$ . Разные уровни pH почвы создавали внесением 1М HCl и CaCO<sub>3</sub>. Повторность в опыте 3-кратная. Определяли всхожесть семян, площадь листовой поверхности, фотосинтетический потенциал (ФП), чистую продуктивность фотосинтеза (ЧПФ), структуру урожая и качество зерна.

Исходная почва (чернозем выщелоченный, тяжелосуглинистый) характеризовалась следующими агрохимическими показателями:  $pH_{\text{ккл}}$  5,4—5,8,  $N_r$  — 3,5—4,8 мг-экв/100 г почвы, сумма поглощенных оснований — 32—36 мг-экв/100 г почвы, содержание гумуса — 5,71—5,89%, щелочногидролизного азота — 97—108 мг/кг почвы,  $P_2O_5$  — 150—178 и  $K_2O$  132—146, подвижного селена — 0,11—0,15 мг/кг почвы.

Установлено, что всхожесть семян увеличивалась при возрастании уровня pH от 4,5 до 5,5 на 5,4%, от 5,5 до 6,5 — на 16,4%. Выявлена сортовая специфика действия реакции среды на всхожесть семян. В условиях кислой среды (pH=4,5) наиболее устойчивым на ранних этапах онтогенеза оказался сорт Кинельская 59, неустойчивым — сорт Новосибирская 29, снижение всхожести которого составило 28,5% по сравнению с контролем.

Обработка семян пшеницы селеносодержащими соединениями способствовала увеличению их всхожести. Вместе с тем действие препаратов при изменении реакции среды было различным. От селената натрия она возрастала при pH=4,5 на 9,7% в среднем по сортам, но при снижении кислотности влияние препарата ослабевало. Препарат ДАФС-25 увеличивал всхожесть семян (на 8,9%) только в слабощелочной среде.

Площадь листьев зависела от кислотности среды. Максимальная листовая поверхность у всех сортов зафиксирована в период колошения при pH=6,5 — 116,6 см<sup>2</sup>/растение. Наибольшей площадью листьев при этом уровне pH характеризовался сорт Тулайковская 10 — 119,7 см<sup>2</sup>/растение. Далее в убывающем порядке шли сорта Кинельская 59, Новосибирская 29 и Нива 2. Наибольшее уменьшение листовой поверхности происходило при переходе с pH=6,5 до pH=5,5 (–21,2 см<sup>2</sup>/растение), наименьшее — при изменении с pH=6,5 до pH=7,5 (–3,5 см<sup>2</sup>/растение). Селенат натрия достоверно увеличивал поверхность листьев при всех уровнях pH, но эффективность его действия снижалась с уменьшением

кислотности. ДАФС-25 начинал действовать только при pH=5,5 и выше.

При снижении кислотности почвы с pH=4,5 до pH=5,5 ФП в среднем по сортам возрастал на 8,5%, с pH=5,5 до pH=6,5 — на 18,1%. Действие селеносодержащих соединений проявлялось в увеличении ФП пшеницы на 5,0—9,7%.

Расчет ЧПФ показал, что в зависимости от кислотности среды она была в пределах от 7,0 до 11,2 г/м<sup>2</sup>/сут. Наибольшей ЧПФ в среднем по уровням pH отличался сорт пшеницы Тулайковская 10, далее в убывающем порядке шли сорта Кинельская 59, Нива 2 и Новосибирская 29.

Эффект от применения селената натрия в отношении ЧПФ проявлялся у сортов Тулайковская 10 и Новосибирская 29 при всех уровнях pH, у сортов Кинельская 59 и Нива 2 — при pH=4,5—6,5, ДАФС-25 действовал только при pH=7,5.

Установлена зависимость между уровнем pH почвы и ЧПФ, которая выражалась уравнениями полинома третьей степени.

Наиболее чувствительными к повышению кислотности среды оказались сорта Тулайковская 10 и Новосибирская 29. Они же отозвались максимальным увеличением всех показателей фотосинтетической деятельности под действием селена. Это, вероятно, можно объяснить тем, что система антистрессовой защиты у этих сортов слабая. Компенсация негативного действия стресса происходит за счет усиленного потребления растениями селена из внешней среды.

При анализе структуры урожая отмечена тенденция снижения длины колоса в среднем по сортам на 15,2% при увеличении кислотности среды с pH=6,5 до pH=4,5. Максимальное уменьшение (на 20,9%) зафиксировано у сорта Новосибирская 29.

В среднем за годы исследований применение селената натрия увеличивало длину колоса при pH=4,5 у сортов Тулайковская 10, Кинельская 59, Новосибирская 29 и Нива 2 соответственно на 22,0; 14,3; 18,9 и 12,2%; при pH=5,5 — на 14,1; 6,7; 10,2 и 5,9%. Снижение кислотности уменьшало действие селената натрия, но увеличивало эффективность ДАФС-25.

Наибольшее число зерен в колосе (в среднем по сортам 26,3 шт./колос) отмечено при кислотности среды, близкой к нейтральной. У всех сортов при увеличении кислотности среды довольно резко снижалось число зерен в колосе, наиболее чувствительным оказался сорт Новосибирская 29 (–7,2 шт. или 26,6%).

Обработка семян селеном увеличивала число зерен в колосе, наибольшим оно было в вариантах с обработкой семян селенатом натрия — на 12,6% (при pH=4,5) и на 8,4% (при pH=5,5).

Важный показатель — масса 1000 зерен. Самые низкие его значения (27,5—31,9 г) получены в контроле при pH=4,5. Зерно с низкой массой формировал сорт Нива 2 (27,5—29,4 г). Сорт Тулайковская 10 создавал наиболее крупное зерно (35,7 г при pH=6,5). Масса 1000 зерен сортов Кинельская 59 и Новосибирская 29 в условиях нейтральной реакции среды составляла 34,3 и 32,5 г соответственно.

При использовании селената натрия наибольшие прибавки массы 1000 зерен достигали 16,4% (pH=4,5) и 9,6%

(рН=5,5) у сорта Тулайковская 10. У остальных сортов увеличение было менее существенным: Новосибирская 29 — 6,5 и 2,6%, Нива 2 — 4,7 и 2,5%, Кинельская 59 — 3,4 и 1,8% соответственно уровням рН=4,5 и рН=6,5.

ДАФС-25 в кислой среде достоверных прибавок не давал. Однако с уменьшением кислотности среды влияние органической формы селена на массу 1000 зерен увеличивалось и при рН=7,5 обеспечивало прибавку 0,7—3,2 г в среднем по сортам.

Исследованиями установлены оптимальные уровни кислотности для формирования зерна яровой мягкой пшеницы. Для сортов Тулайковская 10, Кинельская 59 и Нива 2 оптимум рН находился в интервале 6,0—7,0, для сорта Новосибирская 29 — 6,5—7,5. В условиях кислой реакции наиболее резко снижал урожайность сорт Новосибирская 29 (39,2% от оптимума), далее в убывающем порядке шли сорта Тулайковская 10, Нива 2 и Кинельская 59. При повышении уровня рН на одну единицу наибольший прирост урожайности зерна наблюдался в интервале 5,5—6,5 (5,7 г/сосуд). Максимальная урожайность зерна в среднем по сортам формировалась при рН=6,5 (29,6 г/сосуд).

Достоверное увеличение урожайности от селената натрия у всех сортов происходило при рН=4,5—5,5, при рН=6,5 — у сортов Тулайковская 10, Кинельская 59 и Новосибирская 29, при рН=7,5 — у сорта Тулайковская 10. С увеличением рН эффективность селената снижалась. ДАФС-25 повышал урожайность пшеницы при нейтральной и слабощелочной реакции почвы у сортов Тулайковская 10 и Новосибирская 29. Прибавки от его применения составили соответственно 1,1—1,2 и 0,9—1,1 г/сосуд.

По годам исследований урожайность зерна различных сортов несколько отличалась. В 2005—2006 гг. наиболь-

шую урожайность обеспечивал сорт Тулайковская 10, наименьшую — Нива 2. Доля погодных условий в формировании урожайности составляла 38,4%.

Наибольшим содержанием сырого белка в зерне (13,6—14,4%) характеризовались сорта Кинельская 59 и Новосибирская 29. У сортов Тулайковская 10 и Нива 2 этот показатель был равен 12,1%. Зависимость между содержанием белка и величиной рН носила криволинейный характер. При сдвиге рН на единицу количество белка росло до определенного уровня, а затем снижалось. Так, при изменении рН с 4,5 до 5,5 происходило увеличение его содержания в среднем по сортам на 0,85%, с 5,5 до 6,5 — на 1,45%, а при увеличении с 6,5 до 7,5 — снижение на 0,15%. Для формирования высокого содержания белка и клейковины оптимальный уровень рН должен составлять 6,0—6,5 для всех сортов, кроме сорта Новосибирская 29 (для него — рН=6,5—7,5). Максимальным содержанием клейковины и наилучшим ее качеством при оптимальном уровне рН отличались сорта Новосибирская 29 и Кинельская 59 — 29,6 и 28,6% соответственно. Самое низкое качество клейковины имел сорт Нива 2 (III группа).

Таким образом, продуктивность агроценоза яровой пшеницы зависит от сортовых особенностей, реакции почвенной среды, погодных условий. Ведущая роль в формировании урожайности всех сортов пшеницы принадлежит реакции среды (40,5%) и погодным условиям (38,4%). Обработка семян селенатом натрия повышает урожайность зерна всех сортов в условиях кислой почвы, при нейтральной — только сортов Тулайковская 10 и Новосибирская 29. Оптимальный уровень рН КСI для максимального накопления белка и клейковины составляет у сортов Тулайковская 10, Кинельская 59 и Нива 20 — 6,0—6,5, у сорта Новосибирская 29 — 6,5—7,5. **□**

#### FORMATION OF YIELD OF SPRING WHEAT UNDER THE DIFFERENT LEVELS OF pH MEDIUM ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ РАЗНЫХ УРОВНЯХ pH СРЕДЫ

V.A. Vihreva, T.B. Lebedeva, E.V. Nadezkina, T.V. Kleimenova  
Вихрева В.А., Лебедева Т.Б., Надежкина Е.В.1, Клейменова Т.В.

##### Резюме

Установлены корреляционные связи между показателями фотосинтетической деятельности, урожайности, качества зерна и рН КСI почвы. Определены оптимальные уровни реакции чернозема выщелоченного для сортов мягкой яровой пшеницы. Выявлена эффективность обработки семян селеносодержащими препаратами в зависимости от уровня чернозема выщелоченного.

##### Summary

The correlational connections between the figures of the photosynthetic activities, of yield and of quality of grain as well as pH KCl of soil are stated. The optimal levels of reaction of black soils for sorts of soft spring wheat are given. The efficiency of treatment of grain containing selenium depending on the level of black soils is determined.

##### Литература

1. Prasad, T.K. Evidence for chilling – induced oxidative stress in maize seedlings and a regulatory role for hydrogen peroxide / T.K. Prasad, M.D. Anderson, B.A. Martin, C.R. Stewart // Plant cell. – 1994. – Vol. 6. – P. 65–74.
2. Ягодин, Б.А. Аккумуляция селена и хрома в зерне фасоли / Б. А. Ягодин, В. Н. Родионова // Земледелие. – № 6 – С. 13
3. Блинохатов, А.Ф. Селен в биосфере / А.Ф. Блинохатов, Г.В. Денисова, Д.Ю. Ильин, А.И. Иванов, В.А. Вихрева. – Пенза: РИО ПГСХА, 2001. – 324с.
4. Методика Госсортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: 1989. – С.122

УДК 631.5

# ПРОДУКТИВНОСТЬ СКОРОСПЕЛЫХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ ЗЕРНОФУРАЖНОГО НАПРАВЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ КАЗАХСТАНА

*М.К. Тыныкулов, Казахский государственный университет им. Ш. Уалиханова*

В условиях интенсивного ведения животноводства весьма важным становится увеличение производства концентрированных кормов. Помогает решить эту проблему возделывание кукурузы зернофуражного направления. Однако в условиях Северного Казахстана необходимо использование раннеспелых гибридов, способных созреть до восковой и полной спелости до наступления осенних заморозков [1, 2].

В последние годы ассортимент раннеспелых гибридов кукурузы существенно расширился. Созданы высокопродуктивные ультраранние гибриды с коротким вегетационным периодом (90–100 дн.), характеризующиеся меньшей уборочной влажностью (18,7–20,7%), чем среднепоздние и позднеспелые формы (26–40%) [3].

Сопочно-равнинная зона Акмолинской обл. относится к району неустойчивого увлажнения. Сумма активных температур за летний период варьирует в пределах 1200–1400°C, продолжительность безморозного периода — 110–120 дн. Годовая сумма осадков — 250–350 мм. Этого явно недостаточно, однако их максимум приходится на вторую половину лета, и общий невысокий баланс влаги компенсируется. В этих сложных природно-климатических условиях одними из важнейших хозяйственно-биологических свойств гибридов кукурузы являются скороспелость, продуктивность, засухоустойчивость [4].

Оценку перспективных скороспелых гибридов кукурузы зернофуражного направления проводили в 2005–2007 гг. на опытном поле Кокшетауского филиала РГП «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева». С целью выявления скороспелых и высокопродуктивных гибридов испытывали 35 различных образцов. Контролем служил районированный в данной зоне гибрид Сары-Арка. Почва опытного участка соответствует зональным особенностям почв Северного Казахстана. Агротехника возделывания кукурузы соответствовала зональным рекомендациям.

Установлено, что наибольшее содержание абсолютно сухого вещества сформировали гибриды ДНК 2560 и ДНК 2527. Они же обеспечили высокий сбор кормовых единиц и переваримого протеина (табл. 1).

Гибриды ДНК 2527 и ДНК 2560 успешно достигли фазы полного созревания початков в дозаморозковый период. У них же были наибольшими вес початка и выход початков с 1 га. По выходу початков в урожае лучшими были гибриды ДНК 2537 и ДНК 2560 (табл. 2).

**Таблица 1. Продуктивность перспективных скороспелых гибридов кукурузы (в среднем за 2005–2007 гг.)**

Гибрид	Урожайность, ц/га		Выход, ц/га	
	При натуральной влажности	Абсолютно сухого вещества	Кормовых единиц	Переваримого протеина
Сары-Арка (контроль)	98,0	33,6	28,5	2,17
ДНК 2530	112,0	34,6	31,1	2,39
ДНК 2589	99,0	41,0	34,8	2,64
ДНК 2537	84,0	44,8	38,5	2,92
ДНК 2527	110,5	48,8	41,9	3,18
ДНК 2560	95,0	52,0	46,2	3,4
НСР <sub>05</sub>	14,9	4,7		

**Таблица 2. Скороспелость перспективных гибридов кукурузы (в среднем за 2005–2007 гг.)**

Гибрид	Наступление фазы восковой спелости	Вес одного початка, г		Выход початков	
		При естественной влажности	Абсолютно сухого вещества	С 1 га, ц	Доля в урожае, %
Сары-Арка (контроль)	20.09	55	16	38,4	39,1
ДНК 2530	22.09	51	17	37,2	33,2
ДНК 2589	19.09	59	20	37,6	37,8
ДНК 2537	17.09	57	22	39,1	46,5
ДНК 2527	14.09	65	28	42,7	38,6
ДНК 2560	15.09	62	25	40,2	42,3
НСР <sub>05</sub>				1,9	

Таким образом, производство кукурузы на зернофураж в условиях сопочно-равнинной зоны Акмолинской обл. является рациональным. Наиболее скороспелые гибриды ДНК 2527 и ДНК 2560 сформировали максимальное содержание сухого вещества, отвечающее требованиям зоотехнии. Они обеспечили наибольший выход початков с 1 га и их высокую питательную ценность. По результатам наших исследований, гибриды ДНК 2527 и ДНК 2560 целесообразно рекомендовать на государственное сортоиспытание. 

## ПРОДУКТИВНОСТЬ СКОРОСПЕЛЫХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ ЗЕРНОФУРАЖНОГО НАПРАВЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ СОПОЧНО-РАВНИННОЙ МЕСТНОСТИ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

### THE PRODUCTIVITY OF PRECOCIOUS HYBRIDS OF FODDER-GRAIN DIRECTED MAIZE UNDER THE CONDITIONS OF PLAIN-HILLED ZONES OF NORTHERN KAZAKHSTAN

#### Резюме

В данной статье раскрываются проблемы полевого кормопроизводства и возможные пути их решения. Кукуруза в силу своей высокой продуктивности зерна и биомассы в условиях Северного Казахстана возделывается для получения концентрированного корма, который по качеству и выходу продукции превосходит все зерновые культуры. В условиях короткого безморозного периода подбор самых скороспелых и высокопродуктивных гибридов, созревающих до осенних заморозков, приобретает все большую актуальность и значимость.

#### Summary

The present article deals with the problems of the field fodder production and the possible ways of their solution. Under the conditions of Northern Kazakhstan maize, on account of its corn's high productivity and biomass, is grown for getting concentrated fodder which exceeds all the grain-crops by quality and outcome. Under the condition of short warm period the selection of the most precocious and high-productive hybrids, that ripe till the autumn frost, gain more importance and value.

УДК 631.811+581.14.21

# ВЛИЯНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ПРОРАСТАНИЕ ИСХОДНЫХ И ТРАНСГЕННЫХ РАСТЕНИЙ КАРТОФЕЛЯ

Э.П. Ладыженская, Т.А. Платонова, А.С. Евсюнина, Н.П. Кораблева,  
Институт биохимии им. А.Н. Баха

Создание растений, обладающих устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессорам, методами традиционной селекции имеет ряд существенных ограничений, главное из которых — узкий круг доноров, способных к гибридизации с улучшаемым сортом. Генетическая инженерия существенно расширяет возможности получения устойчивых генотипов, позволяя переносить гены устойчивости независимо от систематического положения их донора.

Картофель — одна из культур, в значительной степени поражаемых грибными болезнями. В связи с этим перспективно создание трансгенных растений, несущих гены защитных пептидов и белков — потенциальных естественных фунгицидов, способных противостоять инфекциям.

К настоящему времени получены трансгенные растения картофеля, несущие гены защитных пептидов (дефензинов) и белков (тауматин и тауматинподобные белки) [1, 2]. Введение в растения гена дефензина — олигопептида с широким спектром фунгицидного и антибактериального действия увеличивает устойчивость к целому ряду фитопатогенных микроорганизмов [3]. Тауматин относится к группе PR 5 (pathogen-related) белков, синтез которых активируется при заражении растений патогенами [4]. Суперэкспрессия гена тауматина стимулирует устойчивость к заражению патогенными грибами [2, 5]. Однако использование таких трансгенных растений лимитируется отсутствием сведений о влиянии введения чужеродного гена на активность процессов роста. Между тем регуляция ростовых процессов играет существенную роль в производстве картофеля. Например, хранение урожая связано с подавлением преждевременного роста, а для выращивания растений важное значение имеет стимуляция прорастания семенных клубней. Один из перспективных подходов к решению этой задачи — использование физиологически активных соединений, обладающих свойствами регуляторов роста.

К числу природных регуляторов роста, перспективных для применения в картофелеводстве, относится жасмоновая кислота (ЖК)\* и ее метиловый эфир. Эти соединения, объединяемые обычно под общим названием «жасмонаты», обладают сходной биологической активностью и могут контролировать процесс клубнеобразования [6]. Заслуживает также внимания новый синтетический регулятор роста — антиоксидант Амбиол\*, КРП [7]. Действие его на растения изучено далеко не полно, но отмечаются, как правило, ростстимулирующие и адаптогенные свойства препарата [8—11].

Использование в экспериментах системы «исходные растения — трансгенные растения — физиологически активные вещества (ФАВ)» перспективно как для выявления изменений, вызванных генетической трансформацией, так и для изучения механизма действия ФАВ.

Цель работы — сравнительное изучение ростовых реакций клубней от исходных и трансгенных растений сортов Дезире и Луговской второй полевой генерации, полученные от исходных и трансформированных по гену дефензина (Дезире) и тауматина (Луговской) растений

картофеля (*Solanum tuberosum* L.), под действием синтетического (Амбиол) и природного (ЖК) регуляторов роста. В опытах использовали вышедшие из покоя клубни, которые хранили в темноте при 4°C в течение 6 мес.

Для проведения опытов по 30 клубней каждого сорта погружали на 10 мин. в раствор одного из регуляторов роста, либо в дистиллированную воду (контроль). В опытах использовали коммерческий препарат ЖК ( $10^{-4}$ ,  $10^{-6}$  и  $10^{-8}$  М), а также синтетический регулятор роста Амбиол ( $10^{-5}$ — $10^{-2}$ , 1 и 5 мг/л). После соответствующих обработок клубни из опытных и контрольных вариантов помещали во влажные камеры при оптимальных условиях для прорастания (18°C, темнота). Из контрольных и опытных клубней через 2 нед. изолировали проросшие точки роста («глазки», апексы) для оценки интенсивности прорастания. «Глазки» вместе с образовавшимися на них боковыми корнями взвешивали, вес пересчитывали на 1 клубень. Учитывали также число клубней с боковыми корнями. Повторность опытов 3-кратная.

Установлено, что введение в растения картофеля гена дефензина приводит к стимуляции прорастания клубней. Отмечено также более интенсивное образование боковых корней на проростках клубней, полученных от трансгенных растений (табл. 1).

**Таблица 1. Влияние Амбиола на вес проростков и образование боковых корней у клубней исходных и трансформированных по гену дефензина растений картофеля**

Доза препарата, мг/л	Исходные растения		Трансгенные растения	
	Вес проростков, мг/клубень	Число клубней с боковыми корнями, шт.	Вес проростков, мг/клубень	Число клубней с боковыми корнями, шт.
Контроль	612±30	10±1	930±26	18±3
5	634±23	7±0,6	608±18	6±0,5
20	810±29	15±1,2	1210±39	15±2
60	625±18	27±1,4	1405±54	30

Обработка Амбиолом показала, что препарат в концентрации 5 мг/л ингибирует рост апексов клубней трансгенных и не влияет на прорастание клубней, полученных от исходных растений. При концентрациях 20 и 60 мг/л Амбиол стимулировал рост апексов на клубнях трансгенных растений, тогда как на клубнях исходных растений незначительная стимуляция роста отмечалась лишь при концентрации 20 мг/л. На образование боковых корней у клубней исходных растений Амбиол в концентрации 5 мг/л практически не влиял, но заметно подавлял этот процесс у клубней трансгенных растений. Амбиол в концентрациях 20 и 60 мг/л стимулировал образование боковых корней у клубней исходных растений, тогда как у клубней трансгенных растений стимуляция наблюдалась только при концентрации препарата 60 мг/л.

\* «Государственным каталогом пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, 2009 год» препарат Амбиол не разрешен к применению на картофеле, а внесенных в него препаратов на основе жасмоновой кислоты не имеется

Таким образом, клубни исходных и трансгенных по гену дефензина растений различаются как по интенсивности ростовых процессов, так и по чувствительности к Амбиолу.

Известно, что на стадии активного роста апекса во всех его зонах преобладают процессы деления клеток. При этом боковые корни на ростках являются продуктом деятельности периферической меристемы, которая митотически более активна, чем центральная зона апексов [12]. Очевидно, в апексах клубней трансгенных растений, экспрессирующих ген дефензина, активированы процессы деления клеток, особенно клеток периферической меристемы.

В отличие от гена дефензина, введение в растения картофеля дополнительного гена тауматина вызывало подавление прорастания клубней (табл. 2). При этом число клубней с боковыми корнями на проростках не изменялось.

Обработка Амбиолом клубней исходных растений практически не влияла на прорастание. Образование боковых корней подавлялось при концентрации препарата 20 мг/л. Прорастание клубней трансгенных по гену тауматина растений стимулировалось Амбиолом в концентрации 5 и 20 мг/л. Во всех вариантах опыта Амбиол не действовал на образование боковых корней при прорастании клубней трансгенных по тауматину растений. ЖК стимулировала прорастание клубней как исходных, так и трансгенных по гену тауматина растений. Максимальная стимуляция отмечалась у клубней трансгенных растений при концентрации ЖК  $10^{-8}$  М. При этом подавлялось образование боковых корней.

**Таблица 2. Влияние Амбиола и жасмоновой кислоты на вес проростков и образование боковых корней у клубней исходных и трансформированных по гену тауматина растений картофеля**

Вариант	Исходные растения		Трансгенные растения	
	Вес проростков, мг/клубень	Число клубней с боковыми корнями, шт.	Вес проростков, мг/клубень	Число клубней с боковыми корнями, шт.
Контроль	580±31	30	310±11	30
Амбиол (5 мг/л)	530±28	30	420±16	30
Амбиол (20 мг/л)	570±25	10±3	540±19	30
Амбиол (60 мг/л)	550±21	30	330±17	30
ЖК ( $10^{-4}$ М)	880±17	19±2	440±18	30
ЖК ( $10^{-6}$ М)	840±12	21±1	510±22	30
ЖК ( $10^{-8}$ М)	760±11	24±4	660±24	10±1

Итак, генетическая трансформация растений картофеля по генам дефензина либо тауматина, повышающая устойчивость к заражению патогенами, может влиять на способность клубней к прорастанию. Для коррекции ростовых процессов у исходных и трансгенных растений (подавление прорастания продовольственного картофеля или стимуляция прорастания семенных клубней) целесообразно применение Амбиола или жасмоновой кислоты. **AG**

## ВЛИЯНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ПРОРАСТАНИЕ КЛУБНЕЙ ИСХОДНЫХ И ТРАНСГЕННЫХ РАСТЕНИЙ КАРТОФЕЛЯ *Solanum tuberosum* L.

The effect of physiological active compounds on the sprouting of tubers of natural and transgenic potato (*Solanum tuberosum* L) plants.

### Resume

The comparative study of the sprouting of tubers obtained from natural and transformed in gene of defensin or thaumatin potato plants was performed. The effect of natural (jasmonic acid) and synthetic (ambiol) plant growth substances on the sprouting was investigated also.

It was shown that the genetic transformation of potato plants in genes of defensin or thaumatin affects the tuber sprouting. Treatment with ambiol or jasmonic acid is useful to correction (stimulation or inhibition) of growth process of tubers of natural and transgenic potato plants.

### Резюме

Проведено сравнительное изучение ростовых реакций клубней картофеля, полученных от исходных и трансформированных по гену дефензина ( сорт Дезире) и тауматина ( сорт Луговской) растений картофеля на действие синтетического (амбиол) и природного (жасмоновая кислота) регуляторов роста.

Показано, что генетическая трансформация растений картофеля по генам дефензина либо тауматина может влиять на способность клубней к прорастанию. Применение амбиола или жасмоновой кислоты целесообразно для коррекции ростовых процессов.

Ключевые слова: картофель, регуляторы роста, генетическая трансформация.

## Литература

1. Ляпкина Н.С., Лоскутова Н.А., Майсурян Н.П., Мазин В.В., Кораблева Н.П., Платонова Т.А., Ладыженская Э.П., Евсюнина А.С. Получение генетически модифицированных растений картофеля, несущих ген защитного пептида из амаранта // Прикладная биохимия и микробиология, 2001. Т. 37. № 3. С. 349 – 354.
2. Кузнецова М.А., Спиглазова С.Ю., Сметанина Т.И., Филиппов А.В., Камионская А.М., Скрябин К.Г. Создание трансгенных растений картофеля, несущих ген thaumatin 11 - индуктор устойчивости растений к оомицету *Phytophthora infestans* (Mont. Dby). В сб. «Индукционный иммунитет сельскохозяйственных культур - важное направление в защите растений» Всерос. науч.-исслед. ин-т защиты растений, 2006, с. 33-35.
3. Broekaert W.F., Terras F.R.G., Gammue B.P.A., Osborn R.W. Plant devensins: novel antimicrobial peptides as components of the host defense system // *Plant Physiol.* 1995. V. 108. N 4. P. 1353 - 1358.
4. Van Loon L.C., Van Strien E.A. The families of pathogen-related proteins, their activities, and comparative analysis // *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 1999. V. 55. № 1. P. 85 – 97.
5. Li R., Wu N., Song B. Transgenic potato plants expressing osmotin gene inhibits fungal development in inoculated leaves // *Chin. J. Biotechnol.* 1999. V. 15. № 2. P. 71 – 75.
6. Pruski K., Astatkie T., Nowak J. Jasmonate effect on in vitro tuberization and tuber bulking in two potato cultivars (*Solanum tuberosum* L.) under different media and photoperiod conditions // *In vitro Cellular and Developmental Biology – plant.* 2002. V. 38. N 2. P. 2003 – 2009.
7. Смирнов Л.Д., Кузнецов Ю.В., Апашева Л.М., Полторак К.Д., Гринченко А.Л., Дюмаев К.М., Эммануэль Н.М. Аминометильные производные 2-метил-5-оксибензимидазола, обладающие регулирующей способностью: Авторское свидетельство 1098934 Кл. С 07 д. 23510 кл. А 01 №43152 // Б.И. 1984, № 23, с. 8.
8. Darlington A., Vishnevetskaia K., Blake T.J. Growth enhancement and antitranspirant activity following seed treatment with a derivative of 5-hydroxybenzimidazole (ambiol) in four drought-stressed agricultural species // *Physiol. Plantarum*, 1996, v.97, iss.2, p. 217-222.
9. Будаговская Н.В., Гуляев В.И. Влияние амбиола, фенозана и верапамила на скорость роста растений. Тезисы докладов VI Международной конференции «Биоантиоксидант». Москва, 2002, с. 68-69.
10. Пентелькин С.К., Пентелькина Н.В. Экологически безопасные стимуляторы роста для лесных питомников // *Лесохоз. информ.*, 2002, № 6, с. 20-25.
11. Rajasekaran L.R., Blake T.J. Seed pre-treatment using a derivative of 5-hydroxybenzimidazole (AMBIOL) pre-acclimates carrot seedlings to drought // *Canad. J. Plant Sc.*, 2002, v. 82, № 1, p. 195-202.
12. Иванов В.Б. Проллиферация клеток в растениях. М.: Мир, 1987. 216 с

УДК 631.82:633.2:546.36:539

# ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ ПОВЕРХНОСТНОГО УЛУЧШЕНИЯ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ

Л.П. Харкевич, Брянская государственная сельскохозяйственная академия

Естественные сенокосы и пастбища по экономическим районам Нечерноземной зоны распределены неравномерно. В Северо-Западном районе они занимают около 52% всех сельскохозяйственных угодий, в Центральном — 30,5%, в Волго-Вятском — 25% [1]. Состояние и урожайность естественных кормовых угодий таковы, что не обеспечивают потребности животноводства в сене и пастбищном корме [2, 3]. Основной путь повышения их продуктивности — создание сеяных высокоурожайных сенокосов и пастбищ, в том числе путем применения комплекса мероприятий поверхностного улучшения. Это подкормка удобрениями, уничтожение сорняков, локальный подсев трав с обязательной последующей организацией правильного использования. Для улучшения в первую очередь следует выделять такие площади, травостой которых по ботаническому составу наиболее отзывчивы на уход.

Одним из условий увеличения производства кормов на естественных кормовых угодьях является систематическое внесение минеральных удобрений и улучшение водного режима [4].

В результате аварии на Чернобыльской АЭС значительная часть юго-запада России была загрязнена долгоживущими радионуклидами. Поэтому для обеспечения производства чистых кормов и на их основе нормативно чистой животноводческой продукции необходима разработка технологии улучшения лугов и пастбищ. Это связано с тем, что переход радионуклидов в сельскохозяйственные растения в расчете на единицу растительной массы из высокопродуктивных почв происходит в значительно меньших размерах, чем из низкоплодородных [5, 6], поскольку урожайность на высокоплодородных почвах практически всегда выше.

Исследования проводили в стационарном опыте, заложенном в пойме реки Ипуть (Новозыбковский р-н Брянской обл.) на пойменной дерново-оглеенной песчаной почве с содержанием 3–4% гумуса. Содержание  $P_2O_5$  (по Кирсанову) составляет 9 мг/100 г почвы, обменного калия (по Кирсанову) — 6 мг/100 г почвы;  $pH_{KCl}$  = 4,4–5,4. Плотность за-

**Таблица 1. Влияние минеральных удобрений и приемов коренного улучшения на урожайность (т/га) зеленой массы многолетних трав в сумме за два укоса (среднее за 1995–2007 гг.)**

Вариант	Естественный травостой			Сеяная злаковая травосмесь							
	Урожайность	Прибавка		Обработка Раундапом				Дискование			
		К контролю	От азота	Урожайность	К контролю	От азота	К естественному фону	Урожайность	Прибавка, ц/га		
								К контролю	От азота	К естественному фону	
Контроль	7,6	—	—	10,1	—	—	2,5	10,0	—	—	2,4
$P_{90}K_{120}$	18,3	10,7	—	21,5	11,4	—	3,2	22,0	12,0	—	3,7
$N_{120}P_{90}K_{120}$	42,5	34,9	24,2	47,4	37,3	25,9	4,9	47,4	37,4	25,4	4,9
$N_{120}P_{90}K_{180}$	37,6	30,0	—	44,1	34,0	—	6,5	43,1	33,1	—	5,5
$N_{120}P_{90}K_{240}$	36,3	28,7	—	45,7	35,6	—	9,4	44,1	34,1	—	7,8
$P_{120}K_{180}$	20,7	13,1	—	24,1	14,0	—	3,4	25,5	15,5	—	4,8
$N_{180}P_{120}K_{180}$	45,6	38,0	24,9	51,4	41,3	27,3	5,8	50,8	40,8	25,3	5,2
$N_{180}P_{120}K_{270}$	40,7	33,1	—	49,0	38,9	—	8,3	49,8	39,8	—	9,1
$N_{120}P_{90}K_{360}$	42,0	34,4	—	49,9	39,8	—	7,9	48,8	38,8	—	6,8

$HCP_{05}$  общая — 2,9;  $HCP_{05}$  фон — 0,8;  $HCP_{05}$  удобрения — 1,6

грязнения почвы  $^{137}Cs$  — 33–42 Ки/км<sup>2</sup> (1221–1554 кБк/м<sup>2</sup>). Схема опыта включала различные системы обработки почвы и минеральных удобрений (табл. 1).

В контроле (естественный травостой без удобрений) получено 7,6 т/га зеленой массы, по фону обработки Раундапом — 10,1, по фону дискования — 10,0 т/га (табл. 1). Внесение  $P_{90}K_{120}$  повысило урожайность зеленой массы на естественном травостое. За счет создания сеяного травостоя эффективность удобрений существенно возросла. Высокая эффективность фосфорно-калийных удобрений на всех фонах объясняется низким содержанием подвижных форм фосфора и обменного калия в почве. Увеличение доз фосфорно-калийных удобрений до  $P_{120}K_{180}$  повысило урожайность зеленой массы на естественном травостое в 2,7 раза по отношению к контролю, по фону обработки Раундапом — в 2,4, по фону дискования — в

**Таблица 2. Влияние минеральных удобрений и способов обработки почвы на качество зеленой массы многолетних трав (среднее за 1995–2005 гг.)**

Вариант	Естественный травостой			Обработка Раундапом			Дискование		
	Корм. ед.	Протеин, г/кг	Каротин, мг/кг	Корм. ед.	Протеин, г/кг	Каротин, мг/кг	Корм. ед.	Протеин, г/кг	Каротин, мг/кг
Контроль	0,12	17,7	4,8	0,09	15,5	5,5	0,11	17,6	5,8
$P_{90}K_{120}$	0,13	19,8	5,4	0,11	21,7	6,9	0,11	21,8	7,0
$N_{120}P_{90}K_{120}$	0,10	26,0	7,3	0,13	27,3	8,4	0,12	27,9	8,9
$N_{120}P_{90}K_{180}$	0,09	25,3	7,4	0,12	26,1	8,2	0,10	26,8	8,5
$N_{120}P_{90}K_{240}$	0,10	23,1	6,8	0,11	25,4	7,9	0,11	25,3	8,0
$P_{120}K_{180}$	0,13	22,5	7,0	0,09	23,3	8,3	0,13	23,7	8,4
$N_{180}P_{120}K_{180}$	0,10	28,4	8,1	0,10	29,1	9,6	0,11	30,8	9,7
$N_{180}P_{120}K_{270}$	0,09	27,1	7,7	0,12	27,9	9,3	0,11	28,1	9,1
$N_{120}P_{90}K_{360}$	0,10	25,4	7,3	0,11	26,4	8,6	0,12	26,3	8,4

**Таблица 3. Влияние минеральных удобрений и способов обработки почвы на содержание <sup>137</sup>Cs (Бк/кг) в зеленой массе трав (среднее многолетнее)**

	Естественный травостой	Сеяный злаковый травостой	
		Обработка Раундапом	Дискование
Контроль	1283	1035	1028
P <sub>90</sub> K <sub>120</sub>	220	114	100
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub>	386	309	297
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>180</sub>	196	126	112
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>240</sub>	148	119	98
P <sub>120</sub> K <sub>180</sub>	201	144	102
N <sub>180</sub> P <sub>120</sub> K <sub>180</sub>	272	146	123
N <sub>180</sub> P <sub>120</sub> K <sub>270</sub>	116	94	88
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>360</sub>	98	79	72

Примечание: допустимый уровень содержания <sup>137</sup>Cs в зеленых кормах — 100 Бк/кг (19.12.2000 № ВП 13.5.13/09-00)

2,5 раза. Внесение азота в дозе 120 кг/га в дополнение к P<sub>90</sub>K<sub>120</sub> резко повышало урожайность зеленой массы по отношению к контролю: на естественном травостое — в 5,6 раза, по фону обработки Раундапом и дискования — в 4,7 раза. От обработок почвы при внесении N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>120</sub> получена прибавка 37,3 т/га по фону обработки Раундапом и 37,3 т/га по фону дискования. Повышение дозы калия до K<sub>180</sub> и K<sub>240</sub> (соотношение N:K=1:1,5—1:2) вело к снижению урожайности и экономически не оправдано в обычных условиях, но в зоне радиоактивного загрязнения способствует снижению перехода <sup>137</sup>Cs из почвы в получаемую продукцию. Увеличение дозы фосфорно-калийных удобрений до P<sub>120</sub>K<sub>180</sub> повышало урожайность зеленой массы трав на естественном травостое и по всем фонам. Дополнение РК N<sub>180</sub> повышало урожайность зеленой массы трав на всех фонах. Повышенные дозы калийных удобрений как на фоне N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>, так и на фоне N<sub>180</sub>P<sub>120</sub> были неэффективны (наблюдалась тенденция к снижению урожайности).

Важный показатель качества кормов — содержание в них протеина. Дефицит белка в кормах снижает их качество, ведет к значительному их перерасходу, понижает отдачу кормов и уменьшает продуктивность животных.

В среднем за годы исследований на естественном травостое в контроле в 1 кг зеленой массы содержалось 0,12 корм. ед., 17,7 г протеина и 4,2 мг каротина (табл. 2). Проведение культуртехнических работ оказало слабое влияние на кормовую ценность зеленой массы по сравнению с естественным травостоем.

Основное влияние на показатели качества зеленой массы трав оказывали минеральные удобрения.

Внесение P<sub>90</sub>K<sub>120</sub> незначительно повышало содержание кормовых единиц на всех изучаемых фонах. От внесения

РК содержание протеина возрастало на естественном травостое на 2,1 г по отношению к контролю, по фону обработки Раундапом — на 6,2, по фону дискования — на 4,2 г. От обработок почвы прибавка составила 1,9 г по фону обработки Раундапом и 2,0 г по фону дискования.

Установлено, что 1 кг азота дозы N<sub>120</sub> увеличивал содержание протеина на 0,07 г на естественном травостое, на 0,098 г — по фону обработки Раундапом и на 0,085 г — по фону дискования, а 1 кг азота дозы N<sub>180</sub> — на 0,059, 0,075 и 0,073 г соответственно. Азот в дозе N<sub>120</sub> в дополнение к P<sub>90</sub>K<sub>120</sub> и N<sub>180</sub> в дополнение к P<sub>120</sub>K<sub>180</sub> повышал содержание каротина на всех фонах, но при этом снижалось содержание кормовых единиц. Это объясняется тем, что азот понижает содержание сухого вещества в растениях, за счет этого снижается и кормовая ценность зеленой массы трав. Увеличение доз калийных удобрений существенно не влияло на кормовую ценность зеленой массы трав. Наибольшее влияние на содержание каротина и протеина в корме оказывали азотные удобрения. Проведение культуртехнических работ способствовало повышению эффективности азотных удобрений.

Содержание <sup>137</sup>Cs в зеленой массе трав в контроле составило 1283 Бк/кг, по фону обработки Раундапом — 1035 Бк/кг и по фону дискования — 1028 Бк/кг (табл. 3). Проведение обработок почвы и замена естественного травостоя на сеяный снижали содержание <sup>137</sup>Cs в зеленой массе в 1,2 раза. Внесение P<sub>90</sub>K<sub>120</sub> значительно (в 5,8—10,2 раза) снизило содержание <sup>137</sup>Cs в зеленой массе трав на всех фонах, при этом эффективность удобрений возрастала по фону обработки почвы. Азот в дозе N<sub>120</sub> повышал содержание <sup>137</sup>Cs в зеленой массе трав независимо от способа обработки почвы. Увеличение дозы калия до K<sub>180</sub> (N:K=1:1,5) заметно снижало накопление <sup>137</sup>Cs в продукции. Соотношение N:K=1:2 (K<sub>240</sub>) было менее эффективным. Повышенные дозы минеральных удобрений способствовали дальнейшему снижению накопления <sup>137</sup>Cs в зеленой массе многолетних трав.

Таким образом, на дерново-глиевых почвах Центральной поймы без применения удобрений невозможно получить высокую урожайность зеленой массы на естественном травостое. Проведение поверхностного улучшения способствует повышению урожайности. Внесение фосфорно-калийных удобрений повышает урожайность зеленой массы как естественного, так и сеяного травостоя в 2 раза. Повышение доз с P<sub>90</sub>K<sub>120</sub> до P<sub>120</sub>K<sub>180</sub> обеспечивало устойчивую тенденцию роста урожайности зеленой массы. Наибольшее влияние на формирование урожайности многолетних трав оказывал азот. Повышение дозы калия до 180 кг/га на фоне N<sub>120</sub> снижало урожайность зеленой массы. Дальнейшее увеличение доз калия было неэффективным по влиянию на урожайность многолетних трав. Основное влияние на показатели качества зеленой массы оказывали минеральные удобрения. Получение нормативно чистой от <sup>137</sup>Cs зеленой массы возможно при внесении азота и калия в соотношении 1:1,5. 

---

**ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОМ ПОВЕРХНОСТНОГО УЛУЧШЕНИЯ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ВЕЛИЧИНУ УРОЖАЯ И КАЧЕСТВО ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ**  
**EFFECT OF SIMPLIFICATED IMPROVEMENT TECHNIQUES AND MINERAL FERTILIZERS ON CROP YIELD AND QUALITY OF PERENNIAL GRASSES FRESH WEIGHT**

Л.П. Харкевич  
L.P. Kharkevitch

**Ключевые слова**

поверхностное улучшение, дискование раундап, минеральные удобрения, накопление <sup>137</sup>Cs, естественный травостой.

**Key words**

simplified improvement, round-up disking, mineral fertilizers, <sup>137</sup>Cs build-up, natural grass stand.

**Резюме**

Применение минеральных удобрений в сочетании с приемами обработки почвы способствовало росту урожайности зеленой массы многолетних трав и ограничивало поступление радионуклидов из загрязненной почвы в получаемую продукцию. Определение оптимального варианта позволяет одновременно решить вопросы экологии, повышения урожайности и качества получаемой продукции.

**Summary**

Application of mineral fertilizers in combination with tillage techniques contributed to yield increase of perennial grasses fresh weight and limited radionuclides entry from contaminated soil into agricultural produce. Determination of optimal variant makes it possible to simultaneously solve ecological problems, increase in productivity and agricultural produce quality.

**Литература**

1. Чирков Е.П. Экологические проблемы повышения эффективности производства и использования кормов с природных сенокосов и пастбищ в Нечерноземной зоне Российской Федерации. // Санкт-Петербург. 1995. – С.173.
2. Панферов Н.В., Васильев М.В. Приемы улучшения и использования луговых травостоев в поймах рек Нечерноземья. Прием создания и использования высокопродуктивных сенокосов и пастбищ. //Москва. 1986. – С. 162 – 172.
3. Суков А.А. Действие разного и дробного внесения азотного удобрения на урожайность и качественное показатели ежи сборной. // Агрохимия. 1995. № 6. – С. 47 – 52.
4. Кутузова А.А., Трофимова Л.С. Ресурсосберегающие технологии лугов и приемы повышения плодородия почв. Повышение плодородия почв в современном земледелии с использованием удобрений и ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур. // М.: Агроконсалт. 1998. – С.85.
5. Алексахин Р.М. и др. Сельскохозяйственная радиоэкология. – М.: «Экология», 1991. - 398 с.
6. Моисеев И.Т., Рерих Л.А., Тихомиров Ф.А. К вопросу о влиянии минеральных удобрений на доступность цезия-137 из почвы сельскохозяйственным растениям // Агрохимия. – 1986. - № 2. – С.89 – 94.

УДК 631.8:633.31(571.51–191.2)

# ВЛИЯНИЕ ДОЗ И СОЧЕТАНИЙ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЮЦЕРНЫ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

Л.Г. Атласова, Институт биологических проблем криолитозоны

На Севере многолетние травы имеют преимущество перед однолетними культурами. Они лучше используют тепло, обеспечивают животноводство самым ранним весенним и самым поздним осенним полноценным биологическим кормом.

Люцерна — наиболее ценная бобовая кормовая культура. Работы, проводимые с люцерной в Республике Саха (Якутия) в 1930—2000 гг., подтвердили незаменимость ее в компенсации белкового дефицита кормов. С созданием в Якутии зимостойких сортов люцерны (Якутская желтая, Сюлинская, Дар Вилюя) появилась реальная возможность введения их в хозяйственный оборот, но этому препятствует низкая семенная продуктивность сортов и слабая разработанность сортовой агротехники возделывания люцерны на семена. Поэтому актуальным в настоящее время является разработка приемов повышения семенной продуктивности люцерны на таежно-палевых мерзлотных почвах в условиях Центральной Якутии.

Почвы под опытным участком мерзлотные, таежно-палевые являются своего рода единственными и неповторимыми типами на Земле. Эти почвы развиваются под листовенничными лесами брусничной группы в пределах территории Центральной Якутии. Агрохимические показатели пахотного слоя почвы участка следующие: содержание гумуса — 5,1 %; N — 6,3, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 313 и K<sub>2</sub>O — 220 мг/кг; рН<sub>вод</sub> — 7,6. Агротеморологические условия за 6 лет проведения исследований различались между собой и существенно отклонялись от средней многолетней нормы.

Исследования по оценке влияния видов и сочетаний минеральных удобрений на элементы продуктивности люцерны изменчивой местного сорта Сюлинская провели в 1998—2000 гг. Схема опыта: К — контроль (без удобрений), I — N<sub>60</sub>, II — P<sub>80</sub>, III — K<sub>80</sub>, IV — N<sub>60</sub>P<sub>80</sub>, V — N<sub>60</sub>K<sub>80</sub>, VI — P<sub>80</sub>K<sub>80</sub>, VII — N<sub>60</sub>P<sub>80</sub>K<sub>80</sub>. Сеяли по чистому пару навесной сеялкой СН-16 весной 1998 г. Весеннюю обработку начинали с боронования, предпосевную культивацию проводили на глубину заделки семян. Почву до и после посева прикатывали гладкими водоналивными катками. Минеральные удобрения вносили под культивацию. Опытные делянки (70 м<sup>2</sup>) располагали в 2 яруса, повторность — 4-кратная. Общая площадь опыта 0,2 га. Посев на опытных делянках произвели вручную с между-

рядьями 60 см, норма высева 5 кг/га. Для определения продуктивности ежегодно травостой люцерны скашивали в фазе полного цветения.

Как показали фенологические наблюдения, вегетирование семенной люцерны начинается в I декаде мая. Фаза цветения наступает во второй половине июня, массовое цветение и начало плодоношения — в июле, созревание бобов — во второй половине августа. Уборку урожая семян можно проводить во второй декаде сентября при побурении 65—70% бобов.

В среднем за 3 года продуктивность зеленой массы люцерны в варианте I была на 16% больше, чем в контроле, в варианте VI — на 16% больше и в варианте VII — на 26% больше (табл.). В 1998 и 1999 гг. во всех вариантах с удобрениями урожайность зеленой массы была выше, чем в контроле, а в 2000 г. в варианте III — ниже.

Сравнительно высокая урожайность сухой массы в среднем за 3 года получена в варианте VII — на 30% больше, чем в контроле. Так же, как и по урожайности зеленой массы, по урожайности сухой массы все опытные варианты превосходили контрольный, а в 2000 г. вариант III уступал контролю.

Больше всего сухой массы по всем вариантам опыта получено в 2000 г. — четвертом году жизни растений люцерны.

Наиболее благоприятные условия для формирования генеративных побегов, завязывания и созревания бобов складывались при сочетании минеральных удобрений (вариант VII), которое обеспечивало повышение семенной продуктивности люцерны до 0,16 т/га в среднем за 3 года. Это выше контроля в 2 раза. При таком сочетании удобрений растения люцерны развивались лучше и больше образовывали плодов, что обеспечило высокий и качественный урожай семян.

Низкая урожайность семян люцерны отмечалась при внесении азота в чистом виде (вариант I). При внесении в чистом виде фосфора (вариант II) и калия (вариант III) урожайность семян люцерны была в среднем за 3 года чуть ниже, чем при их сочетании (вариант VI).

Таким образом, в условиях таежно-палевых мерзлотных почв Центральной Якутии семенная продуктивность люцерны изменчивой зависит от дозы внесения минеральных удобрений и их сочетания. В среднем за 3 года сравнительно высокую урожайность семян люцерны (160 кг/га), зеленой (16,7 т/га) и сухой (4,3 т/га) массы обеспечивает внесение минерального удобрения в дозе N<sub>60</sub>P<sub>80</sub>K<sub>80</sub>.

Урожайность зеленой и сухой массы, а также семян люцерны изменчивой сорта Сюлинская (1998—2000 гг.)

Вариант	Урожайность зеленой массы, т/га				Урожайность сухой массы, т/га				Урожайность семян, т/га			
	1998 г.	1999 г.	2000 г.	В среднем за 3 года, % к контролю	1998 г.	1999 г.	2000 г.	В среднем за 3 года, % к контролю	1998 г.	1999 г.	2000 г.	В среднем за 3 года, % к контролю
К	9,53	12,60	17,50	100	2,38	3,17	4,35	100	0,06	0,08	0,09	100
I	12,07	15,80	18,20	116	3,08	3,97	4,54	117	0,08	0,10	0,13	138
II	10,16	13,61	17,85	105	2,54	3,45	4,43	105	0,11	0,14	0,15	188
III	10,10	13,20	16,85	101	2,53	3,37	4,24	102	0,09	0,15	0,15	175
IV	11,63	15,37	20,13	119	3,08	3,82	5,03	121	0,09	0,15	0,15	163
V	10,12	13,40	17,15	103	2,53	3,36	4,26	102	0,09	0,13	0,14	150
VI	10,36	13,95	18,38	108	2,59	3,49	4,60	108	0,10	0,16	0,17	175
VII	10,56	14,90	24,60	126	2,85	3,86	6,19	130	0,11	0,18	0,19	200
НСР <sub>05</sub>	1,65	0,63	0,84	—	0,11	0,48	1,02	—	0,027	0,024	0,045	—

**ВЛИЯНИЕ ДОЗ И СОЧЕТАНИЙ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЮЦЕРНЫ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ****EFFECT OF VARIOUS DOSING AND COMBINATIONS OF MINERAL FERTILIZERS ON ALFALFA PRODUCTIVITY IN CENTRAL YAKUTIA**

Л.Г. Атласова

**Резюме**

В условиях Центральной Якутии на мерзлотных таежно-палевых почвах изучали влияние доз и сочетаний минеральных удобрений на продуктивность люцерны. Установили, что внесение N60 P80 K80 обеспечивает значительное повышение показателей продуктивности по сравнению с контролем (без удобрений).

**Summary**

An effect of dosing and combinations of mineral fertilizers on alfalfa productivity was studied under conditions of Central Yakutia on frozen taiga pale-yellow soils. Application of N60 P80 K80 was proved to provide the significant increase of productivity compared to the control plot (free of fertilizers).

**Литература**

Архипова А.А. Исходный материал для селекции люцерны в Центральной Якутии // Пути повышения урожайности сельскохозяйственных культур. – Якутск: Кн. изд-во, 1976. - С. 45-50.

Гаврильева М.К. Климат Центральной Якутии. - Якутск, 1989.- 118 с.

Лубенец П.Л. Люцерна. – М.: Сельхозиздат, 1956. – 246 с.

Проскурина Н. С. Влияние факторов среды на содержание протеина в растительных кормах. – В кн.: Труды Магаданского зонального НИИСХ СВ. – Вып.8. – Магадан, 1979. – С. 116 – 122.

УДК 634.2:631.535:631.541.11

# УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗМНОЖЕНИЯ ПОДВОЕВ КОСТОЧКОВЫХ КУЛЬТУР МЕТОДОМ ЗЕЛЕННОГО ЧЕРЕНКОВАНИЯ

О.Е. Богданов, Всероссийский НИИ генетики и селекции плодовых растений им. И.В. Мичурина

Во ВНИИГ и СПР им. И.В. Мичурина проводились многолетние исследования по изучению укореняемости зеленых черенков подвоев сливы и вишни. Из изученных подвоев и отборных форм укореняемостью выше 50% характеризуются СВГ 11-19, №7, ВП-1, Степной родник, Коралл, Алмаз, Падацерус, 16-2. Эффективность укоренения в значительной мере определяется генотипом растений. Немаловажным фактором являются также и условия укоренения: применение физиологически активных веществ, сроки посадки, температура, влажность. Усовершенствование технологического процесса позволит эффективнее использовать площадь закрытого грунта.

Мы изучали укореняемость черенков из различных ростовых зон побега (верхняя, средняя, нижняя) и схемы посадки (3×5, 5×5, 5×10 см).

Выявлено влияние концентраций и экспозиций регуляторов роста: β-индолил-3-уксусной кислоты (ИУК) (100, 150, 200 мг/л воды и 5 г/л 50%-го раствора этилового спирта); б-нафтилуксусной кислоты (НУК) (10, 30, 50 мг/л воды и 1 г/л 50%-го раствора этилового спирта); янтарной кислоты (100, 200, 300 мг/л воды); Эпина и Циркона (0,5, 1,0, 1,5 мл/л воды). Экспозиция воздействия водных растворов — 12 ч, спиртовых — 5, 10, 15 сек. Контролем служили черенки, погруженные в воду. Субстрат — смесь торфа и песка в соотношении 3:1. Черенки заготавливали во II декаде июня в фазе интенсивного роста побегов, что является наиболее благоприятным для укоренения. В опытах с определением оптимальных ростовых зон и схем посадки в качестве стимулятора ризогенеза использовали ИУК в концентрации 150 мг/л.

Установлено, что черенки с верхней (менее одревесневшей части побега) укореняются на 1,1% лучше, чем со средней, и на 6,4% лучше, чем с нижней. При посадке по различным схемам существенных различий не выявлено: при схеме 3×5 см укоренилось 82,5% черенков, при схемах 5×5 и 5×10 см — 84,5%.

Влияние концентрированных растворов регуляторов роста напрямую зависело от продолжительности их воздействия на объекты. При увеличении экспозиции с 5 до 15 сек. укореняемость черенков обработанных ИУК снизилась на 10,7%, НУК — на 4,1%. Возможно, это обусловлено повреждением проводящих тканей высокой концентрацией веществ, содержащихся в растворе. В то же время эффективность ИУК относительно контроля (вода)

выше на 33,2%, а НУК — на 24,2%. В ходе работы было также установлено положительное влияние большинства водных растворов регуляторов роста на укореняемость зеленых черенков подвоя (табл.). Применение раствора ИУК (150 мг/л) позволило повысить укореняемость на 37,3% по сравнению с контролем, НУК (10 мг/л) — на 36,4%, Циркона (1,5 мл/л) — на 30,2%, Эпина (1 мл/л) — на 17,7%. Ингибирующее воздействие оказал раствор янтарной кислоты — лучший результат оказался на 7,2% хуже контроля.

Влияние регуляторов роста растений на выход укорененных черенков подвоя СВГ 11-19, %		
Регулятор роста растений	Концентрация, мг/л или мл/л	Выход укорененных черенков, %
Контроль (вода)	—	55,8
Янтарная кислота	100 мг/л	51,8
	200	48,5
	300	47,5
Эпин	0,5	64,5
	1,0	67,8
	1,5	65,3
Циркон	0,5	70,5
	1,0	78,5
	1,5	80,0
НУК	10	87,7
	30	82,0
	50	79,5
ИУК	100	86,5
	150	89,0
	200	87,5

Таким образом, черенки с верхней части побега укореняются лучше, чем со средней и нижней. При посадке по схеме 3×5 укоренение происходит на 2,4% хуже, однако за счет плотности посадки выход укорененных черенков с единицы площади на 38% выше по сравнению со схемой 5×5 и на 69% выше по сравнению со схемой 5×10 см. Обработка черенков водным раствором β-индолил-3-уксусной кислоты (150 мг/л воды) дает самый высокий коэффициент размножения.

Усовершенствование технологии размножения подвоев косточковых культур методом зеленого черенкования  
Improvement for propagation technique of stone fruit rootstocks with the use of softwood cuttings

О.Е. Богданов  
O. Ye. Bogdanov

## Резюме

Представлены результаты исследований по усовершенствованию технологии размножения подвоев косточковых культур методом зеленого черенкования: выявлена оптимальная часть побега и схема посадки, эффективность применения регуляторов роста.

## Summary

The investigation gives the results for improvement of propagation technique of stone fruit crops with the use of softwood cuttings: the optimum shoot part was isolated and plantation design and the growth regulators efficiency were determined.

Ключевые слова: технология, зеленое черенкование, подвои, регуляторы роста.  
Key words: technique, green cuttings, rootstocks, growth regulators.

УДК 634.1.11:631.674

# КАПЕЛЬНОЕ ОРОШЕНИЕ МОЛОДОГО ЯБЛОНЕВОГО САДА

А.В. Шуравлин, Российский университет дружбы народов,  
В.В. Бородычев, А.В. Сергиенко, Волгоградский комплексный отдел  
Всероссийского НИИ гидроагрономии и мелиорации

В Нижнем Поволжье, природной особенностью которого является засушливость климата, накоплен большой научный и практический опыт по регулированию питательного режима яблоневых посадок при орошении поверхностным способом. В ряде работ дана оценка возможности применения малообъемного орошения: капельного, внутривидового и мелкодисперсного дождевания [1—3]. Следует признать недостаточную проработанность вопросов регулирования водного режима почвы при капельном орошении плодовых в условиях региона. Не увязаны параметры роста и развития молодых яблонь с водопотреблением, особенностями формирования зон увлажнения и динамикой их влагосодержания. Имеющиеся экспериментальные материалы не позволяют разработать рекомендации производству из-за отсутствия научно обоснованных данных по основным параметрам капельного орошения плодового сада.

Необходимость научной проработки этих вопросов определила направление наших исследований. Опыты проводили в посадках молодого яблоневого сада на орошаемых землях фермерского хозяйства «Лиана» Дубовского р-на Волгоградской обл. Опыт I проводили с целью оптимизации диапазона влажности почвы в увлажняемой зоне. Были заложены варианты с поддержанием порога предполивной влажности почвы на уровне 60, 70 и 80% НВ. В опыте II изучали оптимизацию процесса формирования и размеров зоны увлажнения: фактор А предусматривал изменение горизонта увлажнения почвы (с 0,7 до 1,3 м с шагом 0,3 м), фактор В — увеличение расчетной нормы полива на 15 и 30%.

Результаты исследований (табл. 1) позволили определить параметры статистических моделей формирования урожайности яблони в зависимости от мощности горизонта ув-

лажнения почвы, уровня влагосодержания почвы в контуре увлажнения перед поливом и коэффициента увеличения расчетной нормы полива. В зависимости от уровня предполивной влажности почвы, поддерживаемой в горизонте мощностью 0,8 м, при увеличении расчетной нормы полива на 15% зависимость изменения урожайности яблони описывается неполным полиномом второй степени:

$$Y = a_0 + a_1 \cdot x + a_2 \cdot x^2,$$

где  $x$  — уровень предполивной влажности почвы, % наименьшей влагоемкости (НВ);

$Y$  — урожайность яблоневого сада, т/га.

Коэффициенты детерминации полученных зависимостей (0,84—0,89), свидетельствуют о существовании тесной корреляционной связи между исследуемыми показателями и адекватностью принятой формы описания зависимости. Параметры уравнения представлены в табл. 2.

**Таблица 2. Параметры зависимости урожайности яблони от уровня предполивной влажности почвы**

Год плодonoшения	$a_0$	$a_1$	$a_2$	Коэффициент детерминации
Первый	-4,9	0,14	$-9 \cdot 10^{-4}$	0,84
Второй	-14,7	0,45	$-28 \cdot 10^{-4}$	0,87
Третий	-64,6	1,88	$-123 \cdot 10^{-4}$	0,89
Всего	-84,2	2,47	$-160 \cdot 10^{-4}$	

Корреляция урожайности яблони с мощностью горизонта промачивания почвы и значением коэффициента увеличения расчетной поливной нормы существенно изменялась

**Таблица 1. Урожайность яблоневого сада в зависимости от уровня предполивной влажности почвы и параметров зоны увлажнения при капельном орошении**

Уровень предполивной влажности почвы, % НВ	Мощность горизонта увлажнения, м	Коэффициент увеличения расчетной поливной нормы	Урожайность, т/га				Прибавка урожайности по вариантам опыта		Прибавка урожайности в 2004—2005 гг.		Прибавка урожайности в 2005—2006 гг.	
			2004 г.	2005 г.	2006 г.	Суммарная, т/га	т/га	%	т/га	%	т/га	%
Опыт I												
60	0,8	1,15	0,62	2,22	3,91	6,75	—	—	1,60	—	1,69	—
70	0,8	1,15	0,91	3,05	6,72	10,68	3,93	58,2	2,14	33,8	3,67	117,2
80	0,8	1,15	1,02	3,31	7,07	11,40	4,65	68,9	2,29	43,1	3,76	122,5
НСР <sub>05</sub>			0,17	0,24	0,33							
Опыт II												
70	0,5	1,00	0,87	2,22	4,18	7,27	—	—	1,35	—	1,96	—
	0,5	1,15	0,95	2,71	5,96	9,62	2,35	32,3	1,76	30,4	3,25	65,8
	0,5	1,30	0,97	2,75	6,64	10,36	3,09	42,5	1,78	31,9	3,89	98,5
	0,8	1,00	0,91	2,61	5,13	8,65	—	—	1,70	—	2,52	—
	0,8	1,15	0,95	3,05	6,72	10,72	2,07	23,9	2,10	23,5	3,67	45,6
	0,8	1,30	0,95	3,08	7,95	11,98	3,33	38,5	2,13	25,3	4,87	93,3
	1,1	1,00	0,89	2,55	5,15	8,59	—	—	1,66	—	2,60	—
	1,1	1,15	0,97	3,05	7,63	11,65	3,06	35,6	2,08	25,3	4,58	76,2
1,1	1,30	0,97	3,05	7,54	11,56	2,97	34,6	2,08	25,3	4,49	72,7	
НСР <sub>05</sub>			0,14	0,21	0,35							

по годам исследований. В 2004 г. (первый год исследований и закладки опыта) коэффициент множественной корреляции составлял 0,13, что характеризует слабую зависимость. В 2005 и 2006 гг. установлена сильная корреляция. Большей частью это характеризуется инерционностью влияния параметров зоны увлажнения на продуктивность посадок, которое развивается в течение многолетнего периода. Коэффициент детерминации между мощностью горизонта увлажнения почвы, значением коэффициента увеличения расчетной поливной нормы и урожайностью яблони в 2005 г. составил 0,69, а в 2006 г. — 0,81, что подтверждает правильность сделанного вывода.

Зависимости урожайности от этих показателей, полученные по результатам экспериментов 2005 и 2006 гг., описываются уравнением регрессии вида:

$$Y = a_0 + a_1 \cdot x_1 + a_2 \cdot x_2 + a_3 \cdot x_3^2 + a_4 \cdot x_4^2 + a_5 \cdot x_5^2,$$

где  $x_1$  — мощность увлажняемого горизонта почвы, м;  $x_2$  — коэффициент увеличения расчетной поливной нормы;  $Y$  — урожайность яблони, т/га.

Параметры зависимости приведены в табл. 3.

Анализ экспериментального материала и полученных зависимостей позволяет сделать вывод о целесообразности поддержания порога предполивной влажности почвы на уровне 70% НВ в слое 0,8 м при увеличении расчетной поливной нормы на 15%. Суммарная урожайность яблоневых посадок за 3 года исследований (первый-третий годы плодоношения) при поддержании такого уровня предполивной влажности почвы составила 10,68 т/га, что на 3,93 т/га больше, чем при поддержании влажности на уровне 60% НВ, и на 0,82 т/га меньше, чем при поддержании 80% НВ. Таким образом, эффективность повышения порога предполивной влажности почвы с 70 до 80% НВ в 5 раз меньше, чем с 60 до 70% НВ. При этом разница суммарной

продуктивности посадок в вариантах поддержания порога предполивной влажности почвы 70 и 80% НВ не превышала 10% от их среднего арифметического значения.

**Таблица 3. Параметры зависимости урожайности яблони от мощности горизонта промачивания почвы и коэффициента увеличения расчетной поливной нормы**

Год плодоношения	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	Коэффициент детерминации
Первый	-1,2	0,15	3,4	0	-1,33	-0,11	0,017
Второй	-14,1	4,1	24,9	-2,2	-10,1	-0,17	0,69
Третий	-47,1	9,8	77,5	-4,6	-29,8	-0,39	0,81
Всего	-62,4	14,0	105,8	-6,8	-41,2	-0,67	

Суммирование параметров зависимостей и анализ значений результирующего уравнения свидетельствуют о неэффективности регулирования водного режима почвы в слое 0,5 м. При регулировании водного режима почвы в слое 0,8 м наибольшая суммарная продуктивность яблони (11,98 т/га) отмечена на участках, где расчетную поливную норму увеличивали на 30%. Однако это преимущество было получено за счет увеличения урожайности яблони в 2006 г. (на третий год плодоношения посадок). В 2004 и 2005 гг. (соответственно первый и второй годы плодоношения яблони) максимум урожайности обеспечивался увеличением расчетной нормы полива на 15%. Следовательно, возможно и целесообразно комбинирование параметров капельного орошения яблоневого сада в зависимости от возраста деревьев. При равной урожайности яблони преимущество должно отдаваться технологиям, обеспечивающим наименьшее ресурсопотребление. 

Капельное орошение молодого яблоневого сада.

Drop irrigation of young apple – tree garden.

А.В. Шуравилин, В.В. Бородычев, А.В. Сергиенко  
Shuravilin A.V., Borodichev V.V., Sergienko A.V.

Рузюме

В работе изложены результаты исследований за 2004 – 2006 гг. по капельному орошению яблоневого сада. Установлено, что наибольшая суммарная продуктивность яблони отмечена на участках, где расчетную поливную норму увеличивали на 30% при предполивной влажности 70% НВ. Однако в 1-й и 2-й годы плодоношения максимальная урожайность обеспечивается увеличением расчетной нормы полива на 15%. Следовательно при капельном орошении яблоневого сада необходимо комбинирование параметров в зависимости от возраста деревьев.

Summary

Results of research in 2004 – 2006 of drop irrigation in the apple – tree garden are presented in his work. It is known, that the largest product ability of apple tree eem be seen at nhe places where the amount of irrigation water was increased up to 30% under pre – irrigation humidity of 70% of minimum water capacity. But in the 1st and 2nd years maximal yields is reached by the increasing of irriga-tion water amount to 15%. So under drop irrigation of apple – tree garden combi-nation of parameters is needed depending on tree age.

Литература

1. Временные рекомендации по технологии полива молодого яблонево-го сада капельным способом / Юж. НИИ гидротехники и мелиорации. – Но-вочеркасск, 1983. – 11 с.
2. Семаш, Д.П. Капельное орошение насаждений яблони интенсивного типа/ Д.П. Семаш, М.И. Ромашенко, В.Л. Семаш // Капельное орошение са-дов и виноградников на Укроине и в Молдавии – Киев, 1987. – с. 14 – 21.
3. Сиднин, А.С. Взаимовлияние сорта и подвоя на засухоустойчивость яблони в условиях Нижнего Поволжья / А.С. Сиднин // Сб. науч. тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции – ВИР. – 1990. – Т. 134. – С. 89-94.

УДК 637.182.3

# О КАЧЕСТВЕ ПОЛИВНОЙ ВОДЫ ДЛЯ ГРУНТОВЫХ РОЗ

И.А. Медведев, Московский зоопарк

Несколько лет тому назад, выращивая на срезку чайно-гибридные розы сорта Red Queen, мы столкнулись с таким явлением: неожиданно растения стали поражаться хлорозом, который охватывал сначала верхние листья, потом распространялся на средние, причем зона центральной жилы в каждом листе оставалась зеленой. Внешний вид цветочной продукции был безнадежно испорчен. Причина хлороза оставалась неясной, т.к. элементов минерального питания было достаточно. Лето выдалось сухое, поливали растения часто и много. Наконец, решили проверить качество поливной воды, и не ошиблись. Эколого-аналитическая группа «Эко хелл Инструментс» МГУ им. М.В. Ломоносова исследовала качество поливной воды. Оказалось, что она содержит значительное количество солей, железа (табл.), которые снижают обеспеченность растений марганцем, медью, цинком, а иногда фосфором. Следовательно, причина хлороза — недостаток марганца. Кроме того, поливная вода с таким уровнем минерализации забивала все капельницы системы полива и дождевания. В результате их приходилось менять, как минимум, ежемесячно.

Конечно, лучше всего поливать растения очищенной дистиллированной водой с удельной электропроводностью  $10^{-6}$  Ом $^{-1}$ ·см $^{-1}$ , которая практически не содержит растворенных солей, примесей и не изменяет pH. Она вымывает избыток солей из верхнего слоя субстрата, но полив такой водой в промышленном масштабе — дорогое удовольствие.

Показатели качества воды, использованной для полива чайно-гибридных роз		
Показатель	Фактическая величина	СанПин 2.1.4.107401; 2.1.4.1175-02
pH	7,2	6–9
Общая жесткость, мг/л	5,84	7,0
Железо, мг/л	0,46	0,3
Общее железо, мг/л	5,63	—
Марганец	0,012	0,1
Общая минерализация, мг/л	5,63	—

Если теплицы расположены в сельской местности, то воду для полива можно брать из местных водоемов — рек, озер, прудов. Возможно использование артезианской воды. Пресные природные воды содержат до 0,1% растворенных веществ и прекрасно подходят для полива. В условиях большого города найти такие водоемы трудно, и для полива используют водопроводную техническую воду.

При оценке качества поливной воды большое значение играет ее жесткость. Различают общую жесткость, которая обусловлена общим количеством солей кальция и магния, жесткость постоянную или некарбонатную, когда в воде содержатся хлориды и сульфаты, и, наконец, жест-

кость временную. Временную (устраняемую) жесткость обуславливают находящиеся в воде бикарбонаты.

Нами установлено, что с поливной водой, общая жесткость которой равна 5,5 мг/л, в течение года на 1 м<sup>2</sup> площади, занятой розами, вносится 210—230 г карбоната кальция. Надо заметить, что вода с общей жесткостью 5,84 мг/л, которую мы использовали для полива, относится к воде средней жесткости (от 4 до 8 мг/л).

Хотя карбонат кальция, вносимый в почву с поливной водой, частично поглощается розами, частично вымывается, его общее количество достаточно для того, чтобы сдвинуть pH в щелочную сторону. Теоретически 300 г карбоната кальция на 1 м<sup>2</sup> субстрата может изменить pH с 6 до 7. При очень жесткой воде (выше 12 мг/л) эти изменения могут быть еще значительнее.

На практике применяют различные методы уменьшения жесткости воды. Все они сводятся к осаждению и катионированию. Довольно часто поливную воду пропускают через кислый торф. При этом свободные гуминовые кислоты вступают в реакцию с кальцием и магнием, образуя водонерастворимые гуматы. Хлориды и сульфаты остаются в воде. Если 10 м<sup>3</sup> воды пропустить через 100 кг абсолютно сухого верхового торфа, то ее жесткость снизится с 7 до 4 мг/л.

Смягчают воду и с помощью различных кислот. Щавелевая кислота превращает водорастворимые соли кальция в нерастворимый оксалат кальция. Достаточно добавить 300—340 г щавелевой кислоты на 1 м<sup>3</sup> поливной воды — и ее жесткость понизится с 7 до 2 мг/л, т.е. вместо воды средней жесткости мы получим мягкую воду с pH=4,5—5,0. Считаем этот вариант смягчения воды наиболее простым и щадящим, не вызывающим ожогов листьев растений. Можно использовать и другие кислоты, но нужно быть крайне осторожными и не забывать разбавлять их водой. Так, концентрированную техническую серную кислоту разбавляют в 25 раз, а соляную — в 10 раз. Серная кислота снижает временную жесткость, т.к. переводит бикарбонат кальция в сульфат. Когда в почве мало фосфора, используют фосфорную кислоту, а в период роста растений — азотную. Оптимальные результаты получают при пропускании воды через ионообменные смолы, которые поглощают не только катионы, но и анионы и тем самым снижают не только щелочность, но и общую засоленность воды.

При разработке системы удобрений в защищенном грунте обязательно надо принимать во внимание минерализацию воды. В среднем она составляет 200 мг/л. С водой за год в почву можно внести больше солей, чем с удобрениями. Розы, к счастью, довольно солеустойчивы и выдерживают концентрацию солей в поливной воде до 600 мг/л.

Таким образом, химический состав поливной воды, используемой для орошения грунтовых роз, должен обязательно учитываться при расчете норм минерального питания.

**Показано, что химический состав поливной воды играет существенную роль при выборе системы минерального питания роз**

Игорь Александрович Медведев  
Igor Aleksandrovich Medvedev

## Summary

It is shown that the chemical composition of irrigation water plays an essential role at a choice of system of a mineral food of roses.

## Ключевые слова

Чайногибридные розы, сорт Red Queen, хлороз, полив, минерализация, система минерального питания.

## Keywords

Hybrid Tea roses, grade Red Queen, chlorosis, irrigation water, a mineralization, system of a mineral food.

УДК 633.522:631.55

# ВЛИЯНИЕ СРОКОВ ЧЕКАНКИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ОДНОДОМНОЙ КОНОПЛИ

Л.Н. Александрова, Чувашская государственная сельскохозяйственная академия

Конопля — одна из важнейших прядильных культур [1]. Конопляное семя используется в рационах птицы, а жмых — скота [2, 3]. Для повышения продуктивности этой культуры используют чеканку (удаление точки роста).

Опыты по определению оптимальных сроков чеканки однодомной конопли в условиях Чувашской Республики проводили в 1997—1999 гг. (сорт Ингрета) и в 2004—2006 гг. (сорта Диана и Антонио). На сорте Ингрета схема опыта включала следующие варианты: К — контроль (без чеканки растений), I — чеканка растений в фазе трех пар листьев, II — чеканка в начале бутонизации, III — чеканка в фазе полной бутонизации, IV — чеканка в начале цветения, V — чеканка в фазе полного цветения. На сортах Диана и Антонио испытывали следующие варианты: К — контроль (без чеканки растений), I — чеканка в фазе трех пар листьев, II — чеканка в начале бутонизации, III — чеканка в начале цветения. Повторность опытов 4-кратная.

Известно, что стебель конопли в загущенных посевах не ветвится и только в верхней части обнаруживается слабое развитие цветоносных побегов, которые образуют соцветия с мужскими и женскими цветками. В разреженных посевах в пазухах листьев развиваются цветочные побеги и стебли ветвятся [5]. В наших опытах после проведения чеканки также происходило увеличение количества репродуктивных веток (табл. 1).

Чеканка в фазе трех пар листьев увеличивала количество сформировавшихся репродуктивных веток в 3,5—3,8 раза по сравнению с контролем, в фазе бутонизации — в 3,4—3,6, в фазе цветения — в 2,7—3,1 раза. Сроки чеканки оказали существенное влияние на формирование высоты, технической длины и суммарной длины соцветий, причем чем позднее выполнена чеканка, тем меньшей была высота растений. Наибольшая высота растений отмечена в контроле, наименьшая — при чеканке в период цветения. Чеканка в фазе трех пар листьев увеличила количество сформировавшихся репродуктивных веток в 3,5—3,8 раза по сравнению с контролем, чеканка в фазе бутонизации — в 3,4—3,6, в фазе цветения — 2,7—3,1 раза. Наибольшая техническая длина у растений формировалась при чеканке в фазе трех пар листьев. Суммарная длина соцветия уменьшалась от ранних сроков чеканки к более поздним. Наименьшая длина соцветия отмечена в контроле, наибольшая — при чеканке в фазе трех пар листьев.

Чеканка положительно влияла на урожайность семян с одного растения: наименьшая была в контроле, наибольшая — при чеканке в фазе трех пар листьев (табл. 2). Наибольшая масса стеблей в пересчете на одно растение отмечена при чеканке в фазе трех пар листьев. При более поздних сроках чеканки масса стеблей уменьшилась. Наименьшая масса стеблей сформировалась у контрольных растений. Наибольший выход волокна получен при чеканке в фазе трех пар листьев. Он уменьшался от ранних сроков чеканки к более поздним. Наибольшая урожайность стеблей и семян получена при проведении чеканки в фазе трех пар листьев.

Таким образом, максимальная урожайность семян и стеблей, а также наибольший выход волокна получены от растений, на которых чеканку проводили в фазе трех пар листьев. **✎**

**Таблица 1. Архитектоника растений конопли различных сортов после чеканки**

Вариант	Количество веток, шт/растение	Высота растений, см	Техническая длина, см	Суммарная длина соцветий, см
Сорт Ингрета				
K	1,0±0,0	196±1,4	125±1,6	70±3,3
I	3,5±0,3	185±2,9	134±4,1	178±4,9
II	3,4±0,2	181±2,3	133±3,5	168±4,6
III	3,0±0,2	178±2,2	129±3,3	147±4,3
IV	2,7±0,2	175±1,9	127±2,7	128±4,0
V	2,3±0,2	172±1,7	125±2,3	108±3,6
Сорт Диана				
K	1,0±0,0	199±1,2	133±1,2	67±1,3
I	3,7±0,2	185±2,7	153±1,3	170±6,7
II	3,4±0,1	179±1,2	136±1,3	145±5,9
III	2,8±0,1	171±1,2	128±1,4	122±4,4
Сорт Антонио				
K	1,0±0,0	207±1,2	151±0,9	58±1,1
I	3,8±0,2	197±2,1	156±5,7	171±5,0
II	3,6±0,2	189±1,8	153±1,1	134±4,4
III	3,1±0,1	183±1,1	146±1,1	112±4,5

**Таблица 2. Влияние сроков чеканки на элементы продуктивности и урожайность конопли различных сортов**

Вариант	Масса семян с одного растения, г	Масса одного растения, г	Выход волокна, %	Урожайность стеблей, т/га	Урожайность семян, т/га
Сорт Ингрета					
K	10,4±0,4	27±0,9	27,7	3,4	0,85
I	29,8±2,3	77±1,9	30,6	9,9	2,26
II	19,5±1,2	50±1,2	29,7	6,5	1,84
III	14,4±0,9	37±1,2	28,5	4,8	1,43
IV	11,3±0,8	29±1,1	28,4	3,7	1,20
V	10,8±0,7	28±1,0	27,9	3,6	1,08
HCP <sub>05</sub>				0,56	0,06
Сорт Диана					
K	8,8±0,2	42,1±0,8	29,0	7,40	1,08
I	21,0±1,5	118,4±1,0	32,8	18,44	2,95
II	12,7±0,4	67,2±0,7	31,4	14,16	2,35
III	9,5±0,5	43,6±0,3	30,0	8,64	1,61
HCP <sub>05</sub>				0,45	0,084
Сорт Антонио					
K	6,8±0,2	45,9±0,3	26,4	9,17	0,99
I	22,0±1,1	127,0±1,0	30,7	25,06	2,82
II	11,3±0,6	78,6±0,5	29,4	16,71	2,19
III	7,5±0,4	50,2±0,6	27,9	10,74	1,34
HCP <sub>05</sub>				0,48	0,069

ИЗУЧЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ОДНОДОМНОЙ КОНОПЛИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ ЧЕКАНКИ  
В УСЛОВИЯХ ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКИ  
STUDY OF PRODUCTIVITY MONECIOUS CANNABIS OF A VARIETY INGREGA IN DEPENDENCE ON  
TERMS OF STAMPING IN CONDITIONS OF THE CHUVASH REPUBLIC

Л.Н. Александрова  
L.N. Alexandrova

Резюме

Изучено влияние сроков чеканки на формирование урожайности однодомной конопля и выявлены оптимальные сроки проведения чеканки. При чеканке в фазе 3-х пар листьев урожайность семян и стеблей увеличилась на 1,4 т/га (165,9%), 1,9 т/га (173,1%), 1,8 т/га (184,8 т/га), 6,5 т/га (186,9%), 11,0 т/га (149,2%), 15,9 т/га (173,3%) по сравнению с контролем. Коэффициент энергетической эффективности увеличился с 0,9-1,1 (контроль) до 2,1-2,5 (чеканка в фазе 3-х пар листьев).

Summary

Influence of terms of stamping on formation of productivity monecious Cannabis is investigated and optimum terms of realization of stamping are revealed. At stamping in a phase of 3 pairs leaves the productivity semen and caulises has increased on 1,4 c/ga (165,9%), 1,9 c/ga (173,1%), 1,8 c/ga (184,8 т/га), 6,5 c/ga (186,9%), 11,0 c/ga (149,2%), 15,9 c/ga (173,3%) in comparison with the control. Factor of power efficiency has increased from 0,9-1,1 (controls) up to 2,1-2,5 (stamping in a phase of 3 pairs leaves).

# ВЛИЯНИЕ КОНТРОЛИРУЕМЫХ ВЫЖИГАНИЙ НА ВОЗОБНОВЛЕНИЕ СВЕТЛОХВОЙНЫХ ПОРОД

Т.А. Матвеева, Сибирский государственный технологический университет

Пожары, выступая главным природным фактором гибели лесов, вызывают изменение условий обитания лесообразующих древесных пород, что в первую очередь сказывается на возможности реализации их возобновительного потенциала. Светлохвойные ценозы разнотравной серии типов леса отличаются слабым естественным возобновлением, и для интенсификации появления новой генерации требуется мощное экзогенное воздействие, устраняющее причины, сдерживающие прорастание семян и укоренение всходов [2, 3, 4, 9, 10].

Как показали наши исследования [5, 6], ликвидация сплошного напочвенного покрова и лесной подстилки способствует в определенных местообитаниях улучшению лесорастительных свойств почвы и обильному появлению подроста, в других типах произрастания возобновительная обстановка ухудшается.

Однако исследования, выполненные на естественных гарях, имеют существенные недостатки, и самый весомый из них — невозможность воссоздания точной дожарной характеристики объекта горения и погодных условий. Чтобы дать достаточно корректную оценку и прогноз послепожарных изменений в биогеоценозе, необходимо изучение этой проблемы при строгом соблюдении характеристик горения в конкретных лесорастительных условиях, что осуществимо только при контролируемых выжиганиях.

Цель исследований — изучение лесовозобновительного процесса после контролируемых выжиганий в светлохвойных насаждениях и разработка на этой основе предложений по применению управляемого огня для улучшения условий лесовозобновления.

Экспериментальные огневые работы выполняли в Манско-Канском лесорастительном округе Восточно-Саянской провинции. Точное местонахождение полигонов указывалось нами ранее [6]. Объектами исследований были насаждения лиственнично-сосновой формации разнотравной серии типов леса. Опытные участки представлены спелыми древостоями III класса бонитета (табл. 1). Количество пробных площадей на каждом участке — не менее трех.

**Таблица 1. Характеристика древостоев**

Номер участка	Состав древостоя	Высота, м	Диаметр, см	Возраст, лет	Полнота
1	7ЛЗС	25,8/23,5	33,1/31,8	140/130	0,49
2	10Л	26,3	36,4	170	0,53
3	6Л4С	23,5/21,9	28,8/29,6	115/100	0,62
4	5Л5С	23,0/24,1	29,7/31,4	130/135	0,57

Описание фитоценозов и учетные работы осуществляли в соответствии с общепринятыми методическими указаниями [1, 7, 8]. Выжигаемые участки размером 40×50 м рассматриваются нами как самостоятельные пробные площади. Естественное возобновление на площадях, пройденных огнем, и в беспожарных ценозах оценивали на 25 учетных площадках размером 2×2 м. Характеризуя подросток, указывали породу, густоту и распределение по площади. Живой напочвенный покров описывали по ярусам, определяя его видовой состав, обилие, проективное покрытие.

Возобновление слабое. Имеющийся подрост лиственницы и сосны приурочен к окнам древесного полога и к местам, где по каким-то причинам отсутствует или слабо развит живой напочвенный покров. Под пологом леса подрост сильно угнетен и к 10—12-летнему возрасту отмирает. Подлесок редкий (сомкнутость 0,2), распределен на площади неравномерно. Доминирующая роль принадлежит спирее средней (*Spiraea media* Franz Schmidt), акации желтой (*Caragana arborescens* Lam.), кизильнику черноплодному (*Cotoneaster melanocarpa* Lodd.). Для напочвенного покрова характерна смена аспектов, т.к. здесь доминирует разнотравье: в верхнем ярусе —вейник тростниковидный (*Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth), горошек однопарный (*Vicia unijuga* A. Br.), борец высокий (*Aconitum excelsum* Rchb.), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.) и др. Нижний ярус, высотой до 20—30 см, создают осока большехвостая (*Carex macroura* Meinh.), ирис русский (*Iris ruthenica* Ker-Gawl.), фиалка одноцветковая (*Viola uniflora* L.). Низкорослые и стелющиеся травы — кошачья лапка (*Antennaria dioica* (L.) Gaertn.), майник двулистный (*Majanthemum bifolium* L.), грушанка средняя (*Pyrola media* Sw.) — сплошного яруса не формируют. Из кустарничков в напочвенном покрове присутствуют черника (*Vaccinium myrtillus* L.) и брусника (*Vaccinium vitis-idaea* L.), но их присутствие (как и мхов) выражено в тех ассоциациях, где травы не образуют сомкнутого покрова.

Для установления зависимости численности послепожарной генерации лесообразующих пород и роста самосева от возобновительных условий трансформированной среды проводили 3 серии выжиганий. Первая — выгорают лишь травяная ветошь, а имеющийся местами моховой покров обгорает только сверху (слабый пожар). Вторая — мох и травяно-кустарничковый ярус полностью уничтожаются, а оставшийся слой подстилки составляет 2,5—3 см. Третья (использовали сильный огонь) — толщина несгоревшей подстилки не превышала 1 см, местами произошло обнажение минерального грунта.

Через 5 лет после огневого воздействия на опытных участках провели учет послепожарного возобновления (табл. 2).

В гаревых местообитаниях наиболее благоприятные для поселения самосева лиственницы и сосны условия формируются на участке 4, где действовал сильный огонь. В этом насаждении корневая конкуренция снижена, а напочвенный покров и мертвая фитомасса удалены. Пирогенная трансформация коренного экотопа позволила обеспечить максимальную численность нового поколения древесных пород, которая при благоприятном сценарии развития насаждения содействует становлению разновозрастного древостоя. Встречаемость растений, характеризующая хорологический аспект возобновительного процесса, составила 100%, что иллюстрирует равномерное распределение самосева на площади.

**Таблица 2. Характеристика послепожарного возобновления**

Номер участка	Пожар по силе	Состав подростка	Средняя высота, см	Густота, тыс. шт/га		Встречаемость, %
				По породам	Общая	
1	Слабый	8Л2С	14,5±1,08/15,2±0,97	3,3±2,29/0,8±0,11	4,1	16
2	Средний	10Л	16,2±1,26	35,7±3,40	35,7	52
3	Средний	5Л5С	17,5±1,36/15,9±1,44	22,1±2,45/19,6±1,93	41,7	72
4	Сильный	6С4Л	23,6±1,82/25,4±1,93	73,2±5,82/57,2±4,35	130,4	100

Важным критерием состояния растений, а также качества лесорастительной среды являются морфометрические показатели самосева и, прежде всего, высота. Она характеризует темпы роста молодых экземпляров в измененных огнем местообитаниях и степень соответствия экологических условий биологическим потребностям вида. Полученные материалы показали зависимость высоты растений от силы пожара. Лучшие показатели самосева также зафиксированы на участке 4.

При уменьшении силы эмпирического пожара в насаждениях, где толщина сохранившегося слоя подстилки составила 2,5—3 см (участки 2 и 3), складывалась менее благоприятная возобновительная ситуация. Надо отметить, что здесь в большей степени сохранились ценотические механизмы регуляции послепожарного состояния дочернего поколения древесных пород. Отрастание допожарных видов кустарников и травяно-кустарничкового яруса происходит высокими темпами. Это создает высокую напряженность роста и приводит к депрессии молодых экземпляров.

Слабый огонь (участок 1) не оказал существенного воздействия на коренной экотоп. Подстилка, препятствующая укоренению всходов, полностью сохранилась, и

потому конкурентные эффекты в растительном сообществе остались неизменными. Это блокировало заселение пройденной огнем площади самосевом лесобразующих пород.

Таким образом, установлена оптимальная степень выжигания органогенного субстрата, позитивно влияющая на возобновление лиственницы и сосны. В разнотравной серии типов леса благоприятная среда для активизации появления и роста самосева образуется при полном выгорании подстилки или когда ее толщина не превышает 1 см. Толстый слой подстилки сдерживает появление новой генерации древесных пород. Это основная причина, тормозящая указанный процесс на этапах прорастания семян и закрепления их всходов. При незначительном огневом воздействии на растительное сообщество даже в первые послепожарные годы корневая конкуренция за влагу и элементы минерального питания остается напряженной. Сила пожара, определяющая нарушенность местообитания, выступает одним из главных факторов, воздействующих на состояние открытости фитоценоза, а значит, обуславливающим различный характер и динамику пирогенной сукцессии даже в однородных или сходных по лесовозобновительному эффекту эдафических условиях. ■

#### ВЛИЯНИЕ КОНТРОЛИРУЕМЫХ ВЫЖИГАНИЙ НА ВОЗОБНОВЛЕНИЕ СВЕТЛОХВОЙНЫХ ПОРОД INFLUENCE OF CONTROLLED BURNINGS ON RENEWAL OF LIGHT-NEEDLE BREEDS

Т.А. Матвеева  
Matveeva Tatyana Alekseevna

Рассматриваются особенности послепожарного возобновления лиственницы и сосны в светлохвойных ценозах южнотаежной подзоны. Показано влияние возобновительных условий трансформированной огнем среды на рост самосева и густоту послепожарной генерации лесобразующих пород. Установлена оптимальная степень выжигания органогенного субстрата, позитивно влияющая на возобновление лиственницы и сосны.

Features of pyric renewal of a larch and pine in light-needle coenoses of a south taiga sub zone are considered. Influence of renewal conditions of medium transformed by fire on growth of a seedling growth and density of pyric generation of forest forming species is shown. The optimum degree of a burning of the organogenic substratum, positively influencing on renewal of a larch and a pine fixed.

Ключевые слова  
светлохвойные насаждения, выжигания, пирогенная трансформация экотопа, лесовозобновление.

Key words  
light-needle plantings, a burning, pyrogenic transformation of ecotope, a reforestation.

УДК 631.6.02

# ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ НА СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕ

**А.В. Тиньгаев, Всероссийский НИИ гидротехники и мелиорации**

В настоящее время в Алтайском крае накоплено свыше 1,5 млн т осадка сточных вод (ОСВ), ежегодно формируется свыше 40 тыс. т (в сухом веществе) на очистных сооружениях девяти крупнейших городов. Сроки хранения ОСВ в местах их обезвоживания (на иловых площадках) и складирования составляют от 1 до 30 лет в зависимости от объемов их поступления с очистных сооружений [2]. За год в водные объекты Алтайского края сбрасывается более 191 млн м<sup>3</sup> загрязненных сточных вод.

Сточные воды городов Алтайского края слабоминерализованные (0,65–1,1 г/л), по химическому составу гидрокарбонатные, гидрокарбонатно-хлоридные натриевые, натриево-кальциевые со слабощелочной или щелочной реакцией (рН=7,2–9,0). В анионном составе преобладают гидрокарбонаты (62,3–481,9 мг/л) и хлориды (134,0–203,2 мг/л), в катионном — натрий (108,9–412,5 мг/л) и кальций (62,7–123,6 мг/л). Преобладающими солями являются бикарбонат натрия и кальция и хлористый натрий. В сточных водах содержание окисляющихся веществ (ХПК), 7,2–56,1% из которых — органические соединения, изменяется в пределах 101,3÷1566,2 мгО<sub>2</sub>/л. Содержание азота составляет 0–25,5 мг/л, фосфора — 0–48,2, калия — 5,0–23,6 мг/л. В сточных водах обнаруживается значительное количество химических элементов, в т.ч. тяжелых металлов (ТМ) [3].

Использование ОСВ в качестве нетрадиционного удобрения решает несколько проблем: вместе с ними в почву поступают элементы питания в доступных для растений формах, увеличивается содержание органического вещества почвы, определяющее ее плодородие, снижается опасность загрязнения окружающей среды большими объемами накопившихся отходов путем их утилизации.

Если в навозе и помете концентрация ТМ не представляет серьезной опасности, то в ОСВ их содержание может превышать их содержание в почве. Так, в безреагентных ОСВ никеля и свинца содержится в 7–9 раз больше, чем в почве, хрома, меди и цинка — больше в 14–19 раз, серебра и кадмия — в 195–330 раз [3]. Следует также учитывать, что ТМ медленно выводятся из почвы. Так, для цинка этот период составляет 70–510 лет, кадмия — 13–1100, меди — 310–1500, свинца — 740–5900 лет. С целью прогнозирования изменения содержания ТМ по профилю почвы при использовании в качестве удобрений органических отходов (ОСВ) необходимо моделировать их миграцию в системе «органические отходы — почва — грунтовые воды — растение».

Нами разработана модель поступления и миграции в почве ТМ при использовании твердых и жидких органических отходов. При этом в модели, наряду с конвективно-диффузионным переносом ТМ в почвенном растворе, его сорбцией твердой фазой и выносом растительностью, учитывается поступление ТМ в подвижной и фиксированной формах с органическими отходами, а также переход из фиксированной формы загрязнителя в почве в подвижную форму. Концептуальная схема модели миграции тяжелых металлов включает в себя 4 основных блока: органические отходы, почва, грунтовые воды, растительность (рис. 1).

Математическая модель имеет вид:

$$\begin{cases} \frac{\partial Q_{pf}}{\partial t} = \frac{\partial S_{pr}}{\partial t} + \frac{\partial Q_{of}}{\partial t} \\ W \frac{\partial Q_{pr}}{\partial t} = D \frac{\partial^2 Q_{pr}}{\partial x^2} - v \frac{\partial Q_{pr}}{\partial x} - \frac{\partial S_{pr}}{\partial t} - \frac{\partial S_p}{\partial t} + \frac{\partial Q_{or}}{\partial t}, \end{cases}$$

где  $Q_{of}$  — содержание ТМ в органических отходах в фиксированной форме (связаны с органической составляющей отходов);

$Q_{or}$  — содержание ТМ в органических отходах в растворимой форме;

$Q_{pr}$  — содержание ТМ в почвенном растворе (подвижная форма);

$k_{pr}$  — коэффициент сорбции;

$k_{pf}$  — коэффициент перехода из фиксированной формы ТМ в почвенный раствор;

$W$  — объемная влажность почвы;

$\partial S_{pr}/\partial t$  — интенсивность перехода ТМ из почвенного раствора в фиксированную форму;

$\partial S_{pf}/\partial t$  — интенсивность перехода ТМ из фиксированной формы в почвенный раствор;

$\partial S_p/\partial t$  — интенсивность отбора ТМ корнями растений;

$D$  — коэффициент конвективной диффузии;

$v$  — скорость фильтрации;

$\rho$  — плотность почвы;

$S_p = \beta Q_{pr}$ , где  $\beta$  — коэффициент поглощения ТМ растениями [1];

Ввиду малой концентрации ТМ в почвенных растворах и большой емкости поглощения почвы, можно использовать линейное уравнение изотермической сорбции Генри [1]:

$S_{pr} = WQ_{pr}/\alpha$ , где  $\alpha$  — коэффициент изотермы сорбции.

Дополним нашу систему уравнений начальными и граничными условиями.

На верхней ( $x=0$ ) и нижней ( $x=L$ ) границах можно записать следующие условия:

$Q_{pf}|_{x=0} = Q_{p0}$   
 $Q_{pr}|_{x=0} = Q_{pr0}$ , если  $V > 0$ . При  $V < 0$  поток влаги увлекает ТМ к поверхности почвы, где за счет концентрирования формируется встречный, уравновешивающий диффузионный поток.

$$(D \frac{\partial Q_{pr}}{\partial x} - vQ_{pr})|_{x=0} = 0$$

Нижняя граница при  $x=L$  совпадает с поверхностью грунтовых вод:

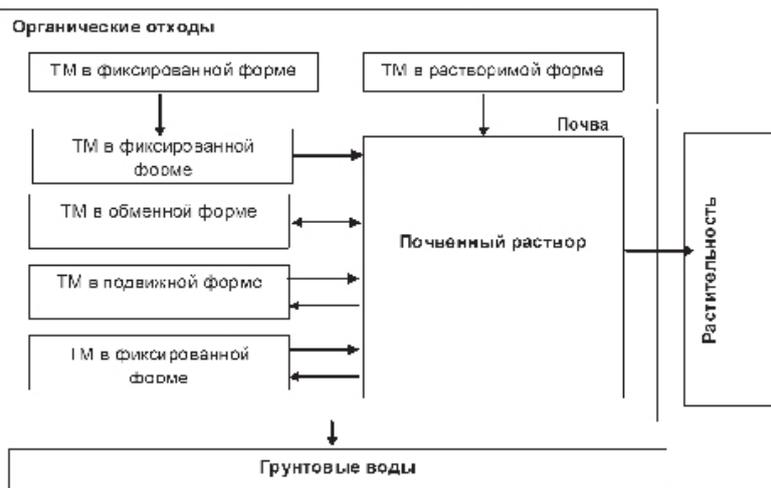
$$\begin{aligned} Q_{pf}|_{x=L} &= 0 \\ Q_{pr}|_{x=L} &= 0 \end{aligned}$$

В модели первое уравнение характеризует интенсивность изменения фиксированной формы ТМ в почве, а второе — в почвенном растворе.

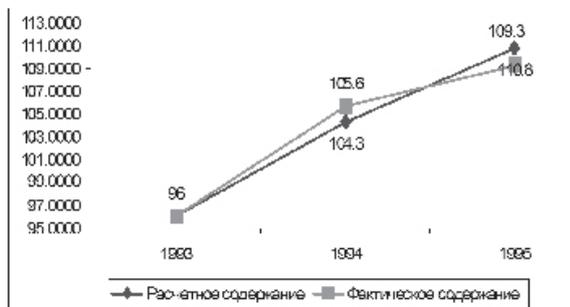
Для решения системы дифференциальных уравнений мы использовали метод двухслойной неявно конечно-разностной схемы.

Для прогнозирования миграции ТМ в почве при использовании органических отходов в качестве удобрения и проверки адекватности модели нами была разработана информационная технология «Миграция тяжелых металлов в почве».

Прогноз накопления ТМ в почве при использовании органических отходов (ОСВ) целесообразно рассмотреть



**Рис. 1. Концептуальная схема модели миграции ТМ в системе «органические отходы — почва — грунтовые воды — растение»**



**Рис. 2. Фактическое и расчетное содержание Zn в пахотном слое почвы при ежегодном внесении 20 т ОСВ г. Рубцовска**

в двух вариантах: на весь период прогноза по заданному слою (от поверхности до уровня грунтовых вод) и изменение содержания ТМ по почвенному профилю для конкретного периода.

Для проверки адекватности модели были использованы результаты исследований, проведенные ФГУП АФ «НИИССВ «Прогресс» в г. Рубцовске. На сельскохозяйственных землях Рубцовского р-на вносили ОСВ ежегодно в дозе 20 т/га с 1993 по 1996 г. В 1999 г. проводили исследования по изменению запаса гумуса и содержания ТМ в почвенном слое. Плотность сложения пахотного горизонта составляет 1,17 г/см<sup>3</sup>. Пористость верхних горизонтов более 50%. Максимальная гигроскопичность

изменяется в пределах 5,2—7,2%, а наименьшая влагоемкость — 19,8—24,2%. Почвы лугово-черноземные, среднемощные, слабогумусированные, среднесуглинистые. Валовое содержание азота, фосфора и калия в пахотном горизонте составляло соответственно 0,28, 0,15 и 2,24%. Содержание подвижных форм азота, фосфора и калия — 21,1; 168,4 и 403 мг/кг соответственно. Емкость поглощения — 27,8—28,4 мг-экв/100 г. Степень насыщенности основаниями высокая.

В ОСВ г. Рубцовска содержание органического вещества составляет 51,7%, общего азота — 0,92, общего фосфора — 0,43, общего калия — 0,84%. В соответствии с ГОСТ Р 17.4.3.07-2001 по содержанию хрома, свинца, меди и марганца подсушенный ОСВ относится к первой группе (использование без ограничений), по содержанию цинка — ко второй группе, по содержанию никеля — к третьей.

В качестве критерия достоверности решения предложенной математической модели использован коэффициент несходимости Тейла. При этом модель считается адекватной, если этот коэффициент не превышает 25%.

Сравнение результатов прогноза содержания ТМ, полученных с помощью математической модели, с результатами агрохимических исследований за период 1993—1999 гг. показало, что коэффициент несходимости Тейла не превышает 25% для каждого из вариантов. Это свидетельствует о достаточной адекватности предложенной модели фактическим данным и возможности практического применения модели для прогноза миграции ТМ на длительные промежутки времени.

Результаты натурного и расчетного значения накопления цинка в почве при ежегодном внесении ОСВ г. Рубцовска представлены на рис. 2.

Выполненный по модели прогноз накопления цинка в почвенном профиле при использовании осадка сточных вод показал постепенное увеличение его валового содержания в верхнем почвенном слое 0—0,2 м на 20-й год внесения в 1,4 раза. Распределение цинка по профилю почвы при ежегодном внесении 20 т/га осадка сточных вод г. Рубцовска на 20-й год показало, что его содержание в нижних слоях (2—2,5 м) практически не изменится.

Таким образом, научно обоснованное использование органических отходов различных источников в качестве удобрения позволит не только повысить плодородие сельскохозяйственных земель, но и сохранить благоприятную экологическую обстановку в крае. ■

УДК 633.11:632.122

## ОЦЕНКА НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЗЕРНЕ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

С.Ю. Шаркова, Всероссийский НИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова,  
Е.В. Надежкина, Всероссийский НИИ селекции и семеноводства овощных культур

Антропогенная нагрузка на биосферу в результате производственной деятельности в настоящее время приобретает такие масштабы, что в отдаленных регионах и локальных территориях происходит резкое уменьшение почвенного плодородия, вплоть до вывода земель из сельскохозяйственного пользования. Существенно сокращаются запасы гумуса и доступных форм элементов питания для растений, повышается почвенная кислотность и содержание подвижных форм тяжелых металлов (ТМ) [1]. Основная масса поступления ТМ в сельскохозяйственные экосистемы, и в первую очередь в почву, происходит с выбросами предприятий промышленности, транспорта, а также при использовании удобрений и пестицидов [2,3,5]. В этих условиях производство продовольственного зерна требует принятия мер для снижения такого негативного воздействия, а оценку его качества следует проводить не только по общепринятым показателям (белок, клейковина и др.), но и по содержанию ТМ, многие из которых токсичны для животных и человека [4].

Цель работы — изучение влияния известкования, минеральных и органических удобрений на урожайность и качество зерна яровой пшеницы на почве, загрязненной ТМ.

Исследования проводили в п. Леонидовка Пензенской области. Почва участка серая лесная, легкосуглинистая, малогумусная, со среднекислой реакцией ( $pH_{KCl}=5,1$ ), суммой поглощенных оснований 11,8 мг-экв/100 г почвы, степенью насыщенности основаниями 80,9%, низким содержанием щелочногидролизующего азота и подвижного фосфора, средним — обменного калия. Количество валовых форм ТМ превышало ПДК: мышьяка — на 6%, цинка — на 6,7%, марганца — на 11,5%, кадмия — в 2 раза.

Схема опыта 1 включала: А — систему удобрения (К — контроль, без удобрения; I —  $P_{40}K_{40}$ ; II —  $N_{30}P_{40}K_{40}$ ); Б — известкование: (К — контроль, без известки; I — известкование по 1,0 Нг); В — сорта яровой пшеницы (I — Л-503; II — Пирамида). Повторность в опыте 4-кратная, расположение вариантов — рендомизированное в 2 яруса, размер делянок первого порядка 108 м<sup>2</sup>, второго — 36 м<sup>2</sup>, учетная площадь — 10 м<sup>2</sup>. В качестве мелиоранта использовали доломитовую муку Иссинского карьера ( $CaCO_3$  — 77% и  $MgCO_3$  — 17%), которую вносили после уборки предшественника (ранний картофель). Из числа минеральных удобрений использовали аммиачную селитру, двойной суперфосфат, хлористый калий. Агротехника — общепринятая для хозяйств Пензенской обл. на серых лесных почвах.

Схема опыта 2 включала: А — систему удобрения (К — контроль, без удобрения; I —  $N_{30}P_{40}K_{40}$ ; II — биогумус, 3 т/га; III — биогумус, 6 т/га); Б — сорта яровой пшеницы (I — Л-503; II — Харьковская-10). Площадь делянок и их размещение такие же, как в опыте 1. Фосфорное, калийное удобрения и вермикомпост вносили под зябь после уборки предшественника (ранний картофель). Химический состав компоста:  $pH_{KCl}=6,3-6,9$ ;  $C_{орг}$  — 10,8—14,0%; содержание азота — 1,84—2,00; фосфора — 1,24—2,84; калия — 1,49—1,90%; цинка — 12,5—16,3 мг/кг, марганца — 12,7—15,0, меди — 5,0—6,8 мг/кг

Установлено, что в первый год на загрязненной почве содержание мышьяка в зерне яровой пшеницы оказалось выше уровня ПДК на 17% (0,117 мг/кг). Под влиянием биогумуса в дозе 3 т/га количество его снизилось до

0,103 мг, а использование 6 т/га биогумуса обеспечило получение продукции, безопасной по содержанию мышьяка. Применение минеральных удобрений не приводило к существенному снижению этого элемента в зерне. Содержание других ТМ (свинец, кадмий, цинк, медь, ртуть и никель) в зерне пшеницы во всех вариантах было существенно ниже ПДК. Наибольшее содержание свинца в продукции выявлено на второй год исследования (содержание в почве его составляло 85% от ПДК). При этом на неудобренном варианте концентрация свинца достигала 81% от уровня ПДК. На третий год содержание всех изученных токсикантов в зерне было значительно ниже допустимого уровня.

В среднем за 3 года превышения ПДК ни по одному из элементов не выявлено. При этом использование биогумуса в дозах 3 и 6 т/га способствовало снижению подвижности ТМ и уменьшало концентрацию их в зерне: мышьяка — на 10—21%, свинца — на 6—22%, кадмия — на 7—32%, цинка — на 7—16%, меди — на 9—12%, ртути — на 9—17% и никеля — на 9—21%.

Одной из характеристик, отражающих уровень накопления ТМ культурами, является коэффициент биологического поглощения (КБП) (отношение концентрации элемента в продукции к концентрации в почве). Установлено, что в среднем величина КБП у сорта Л-503 возрастала в следующей последовательности  $Ni < Pb < As < Cd < Hg < Cu < Zn$  (табл. 1).

**Таблица 1. Коэффициент биологического поглощения мышьяка и ТМ зерном пшеницы сорта Л-503 при использовании биогумуса и минеральных удобрений (в среднем за 3 года)**

Вариант	Мышьяк	Свинец	Кадмий	Медь	Цинк	Ртуть	Никель
Без удобрения	0,037	0,015	0,050	0,505	0,582	0,053	0,007
Биогумус (3 т/га)	0,033	0,014	0,045	0,467	0,540	0,048	0,007
Биогумус (6 т/га)	0,028	0,12	0,33	0,381	0,478	0,043	0,006
$N_{30}P_{40}K_{40}$	0,040	0,017	0,052	0,524	0,608	0,054	0,008

**Таблица 2. Влияние доломитовой муки и минеральных удобрений на содержание мышьяка и ТМ в зерне яровой пшеницы сорта Л-503, мг/кг сухой массы (в среднем за 3 года)**

Вариант	As	Pb	Cd	Zn	Сu	Hg	Ni
$P_{40}K_{40}$	0,050	0,205	0,0293	21,4	5,16	0,174	0,121
$N_{30}P_{40}K_{40}$	0,047	0,231	0,0344	24,4	5,76	0,189	0,136
$Ca_{1,0}$	0,077	0,089	0,0116	12,4	2,8	0,121	0,077
$N_{30}P_{40}K_{40} + Ca_{1,0}$	0,059	0,141	0,018	16,9	4,2	0,143	0,092
ПДК	0,1	0,5	0,5	50	10	5	0,3

В среднем за 3 года использование азотных удобрений на фоне РК вызывало тенденцию снижения содержания в зерне мышьяка (на 60%) и увеличения содержания ТМ. Самое сильное влияние на содержание ТМ оказало извест-

твление, способствовавшее изменению их подвижности в почве. При этом концентрация мышьяка возросла на 54% по отношению к фосфорно-калийному фону, а ТМ снижалась: свинца — на 57%, кадмия — на 60%, цинка — на 42%, меди — на 46%, ртути — на 30% и никеля — на 36% (табл. 2).

Использование доломитовой муки на фоне полного минерального удобрения нивелировало отрицательное действие на поступление в растения ТМ.

КБП мышьяка и ТМ под действием изучаемых приемов изменялся по-разному. Минеральный азот на фоне РК способствовал росту КБП ТМ и снижению — мышьяка. Доломитовая мука действовала противоположно — снижала КБП ТМ и повышала — мышьяка.

Таким образом, применением различных агротехнических и мелиоративных приемов можно направленно регулировать химический состав зерна пшеницы, выращенной на техногенно загрязненной почве. 

## ОЦЕНКА НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЗЕРНЕ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ The estimation of accumulating heavy metals in the wheat grains.

С.Ю. Шаркова<sup>1</sup>, Е.В. Надежкина<sup>2</sup>  
Sharkova S.U., Nadezhkina E.V.

### Резюме

Применением различных агротехнических и мелиоративных приемов можно направленно регулировать химический состав зерна пшеницы, выращенной на техногеннозагрязненной почве.

### Summary

By the use of different agro technical and meliorative methods, the chemical structure of the wheat grain, that was grown in the polluted soil, can be regulated.

1. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. Л.: Агропромиздат, 1987. 142с.
2. Бондарев Л.Г. Ландшафты, металлы и человек. М.: 1976. - 72с.
3. Колесников СИ, Казеев К.Ш., Вальков В.Ф. Экологические последствия загрязнения почв тяжелыми металлами. Ростов-на-Дону: 2000.- 231с.
4. Соколов О.А., Черников В.А. Экономическая безопасность и устойчивое развитие. Кн.1. Атлас распределения тяжелых металлов в объектах окружающей среды. Пушино: 1999. - 164с.
5. Тяжелые металлы в системе почва – растения – удобрение. Под общей редакцией М.М. Овчаренко. М., 1997.- 290с.

УДК 577.4

# ТЕХНОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Г.Ф. Манторова, Челябинский государственный педагогический университет

В Челябинской обл. определить степень техногенного загрязнения невозможно, т.к. затруднительно произвести сравнение с фоновыми значениями. Фоновые почвы должны принадлежать к одному и тому же типу биогеоценоза, что и загрязненные, на них должна отсутствовать хозяйственная деятельность, они должны быть удалены от источников загрязнения на 50—100 км [4]. Таких почв из-за высокой плотности промышленного производства в Челябинской обл. практически нет.

Исследования по выявлению распределения тяжелых металлов (ТМ) по профилю почвы проводили на участке, удаленном от Челябинского тракторного завода в западном направлении на 7 км (табл. 1).

Наибольшая сумма поглощенных ТМ отмечена в слоях 0—30 и 120—150 см (табл. 1). В этих же слоях кислотность почвы несколько ниже, чем в слое 40—100 см. Именно в этих слоях, и особенно в верхних, было сконцентрировано наибольшее количество практически всех, кроме стронция и кадмия, ТМ. Однако значения их были в пределах ПДК. Причем в верхнем (0—30 см) гумусированном пахотном слое ТМ сосредоточено больше, чем в нижних карбонатных слоях на глубине 120—150 см (например, содержание марганца превышало норму в 2 раза). Железа в нижних слоях почвы накопилось больше, чем в верхних. Это связано с промыванием почвы и большой подвижностью его по профилю почв.

Аккумуляция ТМ пахотным слоем, особенно при большом содержании гумуса, с одной стороны, способствует прочному связыванию ТМ и исключению их попадания в сопредельные среды, но с другой — приводит к потере гумуса, что сейчас наблюдается повсеместно в связи с интенсивным сельскохозяйственным использованием и несоблюдением закона возврата. Это, особенно в такой загрязненной зоне, как Южный Урал, и в частности Челябинская обл., грозит экологической катастрофой в виде

постепенного отравления живых организмов токсикантами разной природы, поскольку гумус прочно связывает многие химические элементы и предупреждает попадание их в почвенный раствор и вымывание.

Можно отметить, что в пределах 0,38—0,90 мг/кг почвы распределялся по профилю наиболее токсичный элемент — кадмий. В слое 0—10 см его содержалось 0,90 мг/кг при ПДК равной 3 мг/кг. Стронция в самых верхних слоях (от 0 до 30 см) было почти в 2 раза больше, чем в ниже расположенных (11,2—16,6 и 5,9—8,2 мг/кг почвы соответственно). Хрома особенно много накопилось в слое 0—10 см (25,0 мг/кг при pH=5,6), а также в слое 120—140 см (20,0—24,8 мг/кг почвы), где содержались карбонатные новообразования и значения pH были 5,6—5,9, в то время как в слое 30—100 см хрома содержалось 13—18 мг/кг при pH=4,4—4,7.

Если сравнивать концентрацию накопленных в почве ТМ с показателями ее среднего химического состава по Виноградову, то можно отметить, что содержание свинца, кадмия, цинка и кобальта превышало вышеуказанные показатели, а в сравнении с ПДК по Кюке их содержание укладывалось в пределы нормы. Следует заметить, что значения границ ПДК требуют уточнения и пересмотра, т.к. это связано со многими причинами: физико-химическими свойствами почвы, видами, семействами и сортами культур, токсичностью ТМ, проникающей их способностью, толерантностью растений и другими причинами и свойствами ТМ.

Пашня, где проводили исследования по изучению распределения ТМ в пахотном слое почвы при различных системах обработки, находилась в 50 км от г. Челябинска, других населенных пунктов с возможными источниками загрязнения вблизи не было. Результаты анализа содержания ТМ в почве на пашне показали, что все изучаемые

**Таблица 1. Распределение ТМ по слоям почвы (мг/кг) на участке в 7 км в западном направлении от источника загрязнения (1999 г.)**

Слой почвы, см	Сумма поглощенных оснований, мг/100 г почвы	pH	Свинец	Кадмий	Марганец	Медь	Цинк	Никель	Кобальт	Железо	Стронций	Хром	Всего ТМ
0—10	26,11	5,59	27,7	0,90	583	12,1	93,4	30,6	12,6	16100	16,6	25,0	16902
10—20	22,38	5,47	14,0	0,65	502	10,7	52,7	26,9	8,9	11550	13,7	15,3	12195
20—30	17,53	5,28	13,7	0,59	461	9,9	53,0	28,0	11,5	13050	11,2	16,9	13656
30—40	7,83	4,90	10,6	0,48	231	7,6	42,8	21,0	12,1	12800	7,8	16,0	13149
40—50	13,43	4,50	10,6	0,38	121	8,2	48,8	24,5	8,7	8150	8,2	18,0	8398
50—60	12,87	4,43	11,0	0,39	137	6,6	52,3	25,8	8,9	8750	6,4	15,6	9014
60—70	13,99	4,50	11,9	0,58	176	6,0	57	25,8	8,2	9450	7,0	13,0	9756
70—80	11,56	4,42	10,6	0,59	137	5,0	52,7	25,9	7,8	13900	7,9	16,5	14164
80—90	11,75	4,57	12,4	0,59	171	5,0	50,3	25,0	8,8	11500	6,5	13,4	11793
90—100	11,56	4,66	12,7	0,62	173	3,9	52,2	24,9	8,8	12700	7,0	15,2	12998
100—110	10,07	5,35	9,6	0,47	118	2,6	46,8	20,4	8,9	10900	6,5	19,2	11132
110—120	8,77	5,64	11,0	0,48	162	2,8	53,6	25,7	8,5	15700	5,9	18,3	15988
120—130	16,41	5,69	14,1	0,58	250	6,3	68,3	36,5	17,2	23900	6,4	20,0	24319
130—140	16,04	5,92	12,4	0,69	236	6,0	69,3	41,6	16,5	22350	6,5	24,8	22764
140—150	12,68	6,28	12,7	0,61	213	4,0	66,7	34,6	15,5	21450	6,4	16,9	21820
Средний химический состав твердой фазы почвы по Виноградову			10	0,5	800	20	50	40	8	37000	300	200	38429
ПДК по Кюке			100	3	—	100	300	50	—	—	—	100	—
ПДК, Россия			32	3-5	—	—	—	50	—	—	—	—	—

**Таблица 2. Содержание гумуса (%) и кислоторастворимых соединений ТМ в почве (мг/кг) весной в паровом поле при различных системах обработки в зернопаровом севообороте (2000 г.)**

Слой почвы, см	Гумус	Медь	Цинк	Свинец	Никель	Кобальт	Железо	Марганец	Кадмий	Хром
Отвальная										
0–10	6,56	14,9	39,1	17,9	47,2	14,2	13150	316	0,66	31,0
10–20	6,71	15,2	38,3	17,9	46,8	13,3	14950	322	0,66	31,8
20–30	6,32	14,2	37,9	16,2	45,7	13,4	13050	331	0,62	32,3
Среднее	6,53	14,8	38,4	17,2	46,6	13,6	13717	323	0,65	31,7
Комбинированная										
0–10	7,28	15,4	38,2	15,9	42,0	15,0	13550	320	0,65	28,5
10–20	7,72	16,0	38,9	16,3	42,5	14,5	12900	332	0,67	32,5
20–30	6,56	15,0	37,6	15,0	43,3	13,8	12800	339	0,67	30,6
Среднее	7,19	15,5	38,2	15,7	42,6	14,4	13083	330	0,66	30,5
Плоскорезная										
0–10	7,74	15,7	36,6	17,1	37,3	12,2	12550	341	0,70	30,1
10–20	7,56	16,0	36,7	14,3	41,0	12,2	11400	323	0,64	29,5
20–30	5,76	15,6	37,1	14,7	40,2	13,0	13900	270	0,65	28,0
Среднее	7,02	15,8	36,8	15,4	39,5	12,5	12617	311	0,67	29,2
ПДК по Клоке		100	300	100	50	—	—	—	3	100
Средний химический состав твердой фазы почвы по Виноградову		20	50	10	40	8	37000	800	0,5	200

химические элементы находились в пределах ПДК (табл. 2). Однако в сравнении с показателями среднего химического состава твердой фазы почвы по Виноградову в пахотном слое (0–30 см) отмечено превышение содержания свинца, никеля, кобальта и кадмия.

**Таблица 3. Содержание ТМ в почве (мг/кг) на одном поле в разных точках с неодинаковыми дозами применяемых ранее фосфорных удобрений (1999 г.)**

Содержание $P_2O_5$ , /мг/100 г почвы	Слой почвы, см	Свинец	Никель	Железо	Марганец	Хром
Повышенное (10,1–15,1)	0–10	22,2	76,3	16350	416	39,3
	10–20	18,8	71,5	13650	349	35,7
	20–30	18,4	74,6	14950	375	38,9
	Среднее	19,8	74,1	14983	380	38,9
Среднее (5,1–10,0)	0–10	17,9	61,3	16200	361	34,3
	10–20	17,5	63,0	13650	348	29,2
	20–30	18,4	58,8	12950	328	27,5
	Среднее	17,9	61,0	14267	346	30,3

**Таблица 4. Содержание ТМ в слое почвы 0–30 см (мг/кг) в 20 м от автомагистрали (2000 г.)**

Вариант	Содержание гумуса, %	Свинец	Никель	Кобальт	Марганец	Кадмий	Хром
Без защитной полосы	5,76	16,2	340	27,3	496	0,69	74,8
С защитной полосой	5,23	15,8	64,7	18,6	410	0,64	47,9
ПДК по Клоке		100	50	50	—	3	100
Валовое содержание ТМ в почве по Bowen		10	40	40	800	0,06	100

Сравнивая различные способы обработки почвы, можно отметить, что некоторые отклонения в содержании ТМ в пахотном слое в сторону увеличения были при ежегодной (в течение 25 лет) отвальной обработке по сравнению с плоскорезной. Кроме того, при отвальной обработке в верхнем слое (0–10 см) было больше накоплено свинца, никеля, кобальта, железа и хрома. Следовательно, ежегодное применение в течение 25 лет только отвальной обработки почвы по сравнению с плоскорезной способствовало большему накоплению ТМ. Это объясняется интенсивностью использования и степенью перемешивания слоев почвы. Доказательством является комбинированная система обработки, при которой величина содержания большинства ТМ в почве занимает промежуточное положение между показателями их при отвальной и плоскорезной системах обработки.

Большее накопление кислоторастворимых ТМ при отвальной системе обработки почвы связано и с меньшим содержанием гумуса (6,53 против 7,02 — при комбинированной и 7,19% — при плоскорезной), что объясняется более быстрой его минерализацией в результате интенсивного использования при ежегодной вспашке. Подобные результаты получены и по многим предшественникам в разных севооборотах в наших опытах и в исследованиях других авторов [1, 3].

Таким образом, содержание ТМ в почве зависело от способа и длительности ее обработки, содержания гумуса в почве.

Одной из причин появления ТМ в почве выше фоновых показателей являются минеральные удобрения, а точнее — балласт, вносимый в почву вместе с ними [2, 5]. Проведенные нами исследования показали, что там, где длительное время фосфорных удобрений вносили больше, содержание некоторых ТМ оказалось выше (табл. 3).

Близость полей к автомобильным дорогам также была причиной большого накопления ТМ в прилегающих почвах, а защитные лесные полосы значительно удерживали пыль и тем самым противодействовали попаданию ТМ на пашню (табл. 4).

Сравнение содержания ТМ в рассматриваемых вариантах со средним валовым содержанием их в почве по Bowen показало, что превышение средних показателей в обоих вариантах было по свинцу, никелю, кобальту и кадмию. По никелю отмечается превышение даже ПДК по Клоке. Это означает, что вблизи автомагистралей недопустимы посеы зерновых и кормовых культур в силу опасности их использования для человека и животных.

Итак, накопление ТМ в почве зависит от многих причин: содержания гумуса в почве, реакции почвенного раствора, приема обработки почвы, использования средств химизации, естественного фона содержания химических элементов, техногенного загрязнения, наличия защитных лесополос, подвижности химических элементов. **□**

Манторова Галина Филипповна  
Mantorova Galina Filiprovna

#### Резюме

Исследуется аккумуляция и распределение ТМ по профилю почвы в зависимости от содержания в почве гумуса, суммы поглощенных оснований, кислотности, использования средств химизации, способов обработки, наличия защитных лесополос вдоль автомагистрали.

#### Summary

We investigate accumulation and distribution of heavy metals over the floor profile depending on the humus content in soil, the amount of absorbed acidity bases, the use of methods of chemicalization, the processes, the presence of the forest shelter-belts along the motorway.

#### Ключевые слова

тяжелые металлы, техногенное загрязнение, аккумуляция, предельно допустимые концентрации (ПДК), толерантность растений, токсичность ТМ, средний химический состав твердой фазы почвы.

#### Keywords

Heavy metals, man-caused pollution, accumulation, maximum permissible concentrations (MPC), tolerance of plants, heavy metal toxicity, average chemical composition of solid soil.

#### Литература

1. Адерихин П.Г. Фосфор в почвах и земледелии Центрально-черноземной зоны полосы / П.Г. Адерихин. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1970. – 248 с.
2. Алексеев Ю.В. тяжелые металлы в почвах и растениях [Текст] / Ю.В. Алексеев. – Л.: Агропромиздат, Ленинград. отд., 1987. – 142 с.
3. Минеев В.Г. Экологические функции агрохимии / В.Г. Минеев // Агрохимический вестник. – 1998. – № 3. – С. 14-16.
4. Муха В.Д. Соотношение тяжелых металлов в почве и почвообразующей породе как критерий оценки загрязненности почв / В.Д. Муха, А.Ф. Сулима, Т.В. Карпинец и др. // Почвоведение. – 1998. – № 10. С. 1265-1270.
5. Шафронов О.Д. экологические аспекты внесения фосфорных удобрений / О.Д. Шафронов, В.И. Титова, Л.Д. Варламова // Агрохимический вестник. – 1997. – № 3-4. – С. 42-43.

УДК 62-133.52

# ДОСТОИНСТВА СПИРАЛЬНО-ВИНТОВОГО ТРАНСПОРТЕРА КАК ТРАНСЛЯТОРА СЕМЯН СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

*П. С. Золотарев, Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия*

В сельском хозяйстве вопрос транспортировки сыпучих материалов стоит исключительно остро. Он может быть решен посредством верно подобранного к конкретной технологической ситуации транспортирующего устройства.

При перемещении семян сельскохозяйственных культур наиболее важным фактором, определяющим выбор, выступает степень бережности транспортировки или уровень повреждения сыпучей массы. Как известно, существуют два варианта трансляции вещества: пассивный и активный способы. В первом случае бережность транспортировки, как правило, достигает 100%, т.к. рабочий орган действует на сыпучую массу опосредовано. Но реализация пассивной транспортировки имеет массу сложностей и, вообще говоря, множество существенных недостатков по сравнению с активным, например, это выражается в низкой производительности, энерго- и металлоемкости и т.п. Поэтому для технического исполнения перемещения сыпучего материала между пространственно разнесенными точками используют устройства, подпадающие под разряд активных трансляторов, в частности спирально-винтовые транспортеры (СВТ). В этой связи и в условиях формирования предпочтений рассмотрение достоинств СВТ как транслятора семян сельскохозяйственных культур является исключительно актуальным.

Цель работы — исследование возможности использования СВТ в качестве транспортирующего устройства семян сельскохозяйственных культур. В соответствии с этим решали следующие задачи: выявление эксплуатационно-технических достоинств СВТ; экспериментальное изучение повреждения (наиболее значимый фактор, влияющий на выбор активного транслятора) сыпучего материала в зависимости от частоты оборотов СВТ.

Активность транспортирования семян сельскохозяйственных культур посредством СВТ обнаруживается в том, что рабочий орган (спиральный винт) за счет осевого вращения не только непосредственно контактирующие с ним слои сыпучего материала, но и за счет существующего трения между коаксиальными стратами вовлекает в процесс транспортировки и последующие слои. Конструктивное исполнение СВТ представляет собой рукав или трубку с находящимся в них спиральным винтом, который приводится в движение за счет электромотора, традиционно расположенного возле выгрузного окна. Заборное окно может быть специально выполненным и сопрягаться с емкостью, оканчивающейся воронкой. При условии забора материала открытым способом окно привносят в устройство использованием бездонной трубки или рукава. Выгрузное окно также выполняют либо за счет бездонности, либо монтажом раструбы, способного менять свою ориентировку относительно трубки. Первая реализация приемлема в случае безразличия к направлению выгрузки.

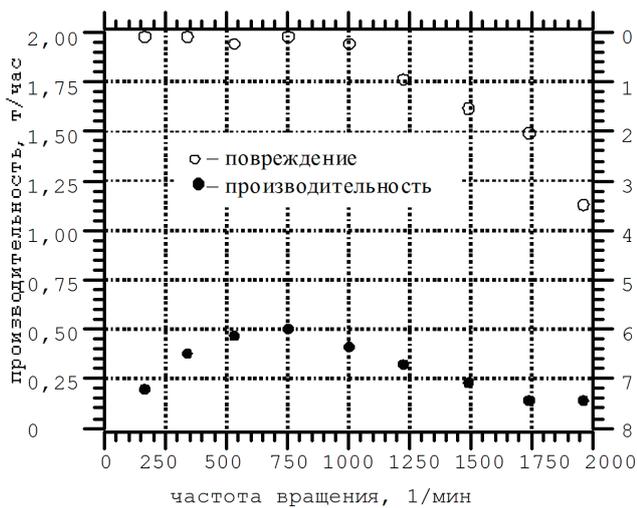
СВТ предназначен для транспортировки сыпучих материалов, их погрузки, выгрузки, переборки, подачи в бункеры, накопители машин. Транспортная магистраль сборно-разборная, быстромонтируемая. Эффект самцентрирования спирального винта при сравнительно высоком уровне заполнения кожуха веществом и его гибкость обеспечивают бережное транслирование сыпучей массы, не подвергая ее ударным воздействиям, а следовательно,

существенно снижается ее повреждение. Этот экспериментальный факт исключительно важен на фоне того, что многие технические средства травмируют семена (зерновых, зернобобовых, крупяных культур, кукурузы). В результате повреждаемость семян пшеницы может достигать 30—40%, ржи — 50% и более. Поэтому до 40% семян в полевых условиях не прорастают, а их значительная часть дает редкие и ослабленные всходы.

Описанное ранее конструктивное исполнение СВТ имеет ряд неоспоримых эксплуатационных достоинств: наличие всего одной движущейся части — спирального винта при отсутствии передаточных механизмов от двигателя к рабочему органу; возможность осуществления транспортирования материала по сложным пространственным трассам; возможность уменьшения диаметра рукава транспортера, что делает его более компактным при сохранении производительности; быстрый выход на стационарные показатели, что повышает КПД.

Оборудованием для определения уровня повреждения семян сельскохозяйственных культур стал СВТ с диаметром кожуха 38 мм, спирального винта — 35 мм, диаметром проволоки — 4 мм, отношением длины заборного окна 20 мм к шагу спирального винта 1:1. В качестве образца семян была выбрана пшеница. При разной частоте вращения были получены экспериментальные значения повреждения пшеницы и производительности СВТ (рис. 1). Производительность была измерена с использованием расходомерного прибора, позволяющего установить объемный расход, который затем был пересчитан в производительность СВТ. Методика сбора данных по повреждению семян включала пропуск объема сыпучего материала, соответствующего внутреннему объему кожуха СВТ (при длине трубки 2400 мм и диаметре 38 мм объем составил 2,7 л); отбор генеральной совокупности образцов для проведения контроля повреждения семян — 10 серий генеральной совокупности по несколько десятков семян (их извлекали из выгрузной струи) и препарирование образцов; визуальный осмотр отдельных семян из серии. Обработка результатов измерений основывалась на предельной центральной теореме, позволяющей установить плотность вероятности, которая соответствовала распределению Гаусса. Следуя стандартному подходу, были определены в пределах серии, а затем и для генеральной совокупности средние значения, среднеквадратичные отклонения, доверительные интервалы и погрешности измерений, максимальная из которых пришлось на частоту 2000 об/мин и составила 20%. Средние значения попали в доверительные интервалы, погрешность измерений свидетельствует о достоверности полученных значений.

Установлено, что повреждение зерна пшеницы с ростом угловой скорости спирального винта достигает 4% (при 2000 об/мин). При этом в поведении данной функциональной зависимости существует два этапа: плато и монотонное слабое убывание, наступающее после прохождения некоторого критического числа оборотов в минуту, для выяснения значения которого следует ставить более прецизионный эксперимент. С повышением частоты вращения до определенной критической частоты повреждение семян совершенно ничтожно, с продолжением увеличения оборотов оно становится заметным, но не превышает 4%.



**Зависимость производительности спирально-винтового транспортера и повреждения зерна пшеницы от частоты вращения**

Одновременно с рассмотренной функциональной зависимостью на рис. представлены экспериментальные точки, полученные путем измерения производительности при соответствующей частоте вращения. График этой функции

имеет экстремум, в нашем случае при 750 об/мин, меньше критической частоты, после которой повреждение становится ощутимым. Иными словами, производительность СВТ имеет свое максимальное значение при частоте, меньшей критической частоты вращения. Из соображений эффективной эксплуатации СВТ она не будет достигнута при данном конструкционном исполнении СВТ и соответствующими морфо-физическими параметрами сыпучего материала. Заметим, что тихоходный режим эксплуатации СВТ с точки зрения электроемкости наиболее выгодный. Поэтому выбор оптимальной частоты для достижения эффективной транспортировки с неизбежностью смещается влево по шкале (рис.), что обеспечивает запас прочности транспортируемым семенам сельскохозяйственных культур.

Таким образом, проведенное исследование дает основание для признания СВТ более чем удовлетворительным для транспортирования семян сельскохозяйственных культур. Полученные данные свидетельствуют о низкой степени повреждения семян во всем диапазоне частот вращения, более того при угловых скоростях, меньших критической, нарушение целостности семян почти незаметно. Анализ эксплуатационно-технических характеристик также говорит в пользу применения СВТ на любом этапе технологического процесса, связанного с перемещением сыпучего материала, и в качестве самостоятельного устройства, позволяющего осуществлять данную операцию.

**ДОСТОИНСТВА СПИРАЛЬНО-ВИНТОВОГО ТРАНСПОРТЕРА КАК ТРАНСПОРТА СЕМЯН СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР  
THE SCREW CONVEYOR'S QUALITIES AS AN AGRICULTURAL SEEDS CONVEYOR**

**Резюме**

В работе рассмотрены эксплуатационные достоинства спирально-винтового транспортера (СВТ) с точки зрения трансляции семян сельскохозяйственных культур. На примере семян пшеницы было показано приемлемость СВТ для заглавного применения, т.к. из эксперимента следует, что повреждаемость зерен не превышает 4%.

**Summary**

This paper is concerned with the screw conveyor's qualities as an agricultural seeds conveyor with particular references to the wheat seeds damage in the screw conveyor during the transportation process.

Ключевые слова: Спирально-винтовой транспортер, Семена, Сыпучий материал  
Key words: Screw conveyor, Seeds, Bulk material