

На правах рукописи

**Романов Андрей Васильевич**

ЭКОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРЕДПОСЕВНОЙ  
ОБРАБОТКИ СЕМЯН ФИТОРЕГУЛЯТОРАМИ И МИКРОЭЛЕМЕНТАМИ  
В АГРОЦЕНОЗЕ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Специальность: 03.00.16 – ЭКОЛОГИЯ

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Казань - 2004

Работа выполнена на кафедре ботаники, физиологии растений и экологии  
Федерального государственного образовательного учреждения высшего  
профессионального образования «Ульяновская Государственная  
сельскохозяйственная академия»

Научный руководитель: Доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
Костин Владимир Ильич

Официальные оппоненты: Доктор биологических наук, профессор  
Чернов Игорь Анатольевич

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
Галиакберов Анвар Гумерович

Ведущая организация: Институт экологии Волжского бассейна РАН

Защита состоится « 15 » сентября 2004 г. в « 14 » часов на  
заседании диссертационного Совета Д 212.081.19 при Казанском  
государственном университете им. В. И. Ульянова – Ленина по адресу:  
420008 г. Казань, ул. Кремлёвская, д. 18.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке  
им. Н.И. Лобачевского Казанского государственного университета

Автореферат разослан « 13 » августа 2004 г.

Ученый секретарь  
диссертационного Совета,  
доктор химических наук

Г.А. Евтюгин.

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность исследования.** Повышение адаптивного потенциала культурных растений, понимаемого как особенности онтогенетической адаптации к изменяющимся условиям окружающей среды, связано с производством сельскохозяйственной продукции. Изучение особенностей формирования потенциальной продуктивности и экологической устойчивости, а также их соотношения рассматривается в качестве важного условия разработки эффективных способов управления адаптивным потенциалом культурных растений (А.А. Жученко, 1980).

Причиной снижения продуктивности агроценозов является неспособность используемых сортов противостоять нерегулируемым за счёт агротехники абиотическим и биотическим стрессам. Разработка эффективных путей повышения адаптивного потенциала растений выдвигает необходимость изучения механизмов их адаптации к неблагоприятным экологическим факторам, стрессовым воздействиям. Повышение адаптивного потенциала является составной частью мероприятий по снижению энергии, привносимой в агроценоз человеком.

Разработаны вопросы физиологического воздействия регуляторов роста (В.И. Кефели, 1974). Исследованиями Я.В. Пейве (1963), М.Я. Школьника (1974), П.А. Власюка, В.А. Жидкова и др. (1976) показано участие микроэлементов в обмене веществ растений. В условиях лесостепи Поволжья изучено влияние обработки семян сельскохозяйственных культур микроэлементами и природным фиторегулятором пектином на процессы роста и формирование урожайности (В.И. Костин, 1994; В.И. Костин, Е.Н. Офицеров, 1997; Е.Л. Хованская, 2001). В региональных условиях Поволжья, как и в целом по стране, нет полных данных для обоснования теоретических и практических аспектов использования химических соединений, обладающих физиологической активностью в повышении адаптации растений в агроценозе. Исследования проводились в соответствии с тематическими планами и программами Министерства сельского хозяйства РФ (№ государственной регистрации 06.9.20.0111.65), а также по обычным программам и являлись составной частью плана научной работы Ульяновской ГСХА.

**Цель исследования.** Целью исследования явилось изучение характера воздействия веществ, обладающих физиологически-активными свойствами: мелафена, пектина, Жидкого Удобрительного Стимулирующего Состава (ЖУСС), микроэлементов: молибдена и марганца, а также фунгицида (фундазола) на протекание физиолого-биохимических процессов, формирование адаптивных реакций в семенах и растениях яровой пшеницы, воздействия данных соединений на урожайность и качество продукции в агроценозе яровой пшеницы.

**Задачи исследования.** Для достижения цели исследования были сформулированы следующие задачи:

- 1) Выявить влияние мелафена, пектина, ЖУСС, фундазола, микроэлементов молибдена и марганца на углеводный метаболизм проростков яровой пшеницы.

- 2) Установить характер изменения активности каталазы, пероксидазы в результате предпосевной обработки мелафеном, пектином, ЖУСС, фундазолом, микроэлементами: молибденом и марганцем.
- 3) Выяснить особенности воздействия предпосевной обработки мелафеном, пектином, ЖУСС, фундазолом, микроэлементами: молибденом и марганцем, на физиолого-биохимическое состояние проростков яровой пшеницы.
- 4) Выяснить особенности формирования ростовых и фотосинтетических процессов в агроценозе растений яровой пшеницы, обусловленных влиянием предпосевной обработки мелафеном, пектином, ЖУСС, фундазолом, микроэлементами - молибденом и марганцем, а также факторами окружающей среды.
- 5) Оценить влияние предпосевной обработки изучаемыми препаратами на формирование урожая, дать его качественную зависимость от уровня минерального питания.
- 6) Дать энергетическую оценку использования предпосевной обработки исследованными соединениями при различном фоне минерального питания.

**Научная новизна.** Применительно к условиям лесостепи Поволжья впервые дана сравнительная характеристика стимулирующего влияния предпосевной обработки семян мелафеном, пектином, ЖУСС, фундазолом, микроэлементами - молибденом и марганцем, на уровень и характер протекания физиолого-биохимических и адаптационных процессов в прорастающих семенах и растениях в агроценозе яровой пшеницы. Впервые изучен характер воздействия природного ростового вещества пектина, ЖУСС и фиторегулятора мелафена в сравнении с фунгицидом (фундазол), на формирование фотосинтезирующей поверхности, биомассы, урожайности и качества зерна яровой пшеницы. Впервые установлена корреляционная связь между набухаемостью и дыханием, энергией прорастания и полевой всхожестью, активностью каталазы и дыханием, содержанием редуцирующих сахаров и активностью амилаз, урожайностью и площадью листьев, урожайностью и содержанием белка, выживаемостью и накоплением сухой массы по фенологическим фазам, связанная с предпосевной обработкой мелафеном, пектином, ЖУСС, фундазолом, микроэлементами - молибденом и марганцем.

**Положения, выносимые на защиту:**

- В результате предпосевной обработки мелафеном, пектином, ЖУСС, фундазолом, микроэлементами - молибденом и марганцем интенсифицируется углеводный метаболизм при прорастании семян яровой пшеницы;
- Предпосевная обработка семян яровой пшеницы способствует формированию адаптивных реакций - выживаемости, формированию листвой поверхности, накоплению биомассы растениями яровой пшеницы, опосредуемых уровнем минерального питания и погодными условиями;
- Определение биохимико-технологической характеристики качества продукции и энергетической эффективности применённых методов.

**Апробация работы.** Материалы исследований докладывались на Научно-практической конференции «Экологические аспекты интенсификации сельскохозяйственного производства» (Пенза, 2002), Международной научно-

практической конференции «Актуальные направления развития экологически безопасных технологий производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции» (Воронеж, 2003), Всероссийской научно-производственной конференции «Инновационные технологии в аграрном образовании, науке и АПК России» (Ульяновск, 2003), 2-й Российской научно-практической конференции «Актуальные проблемы инноваций с нетрадиционными ресурсами и создания функциональных продуктов» (Москва, 2003), Всероссийской научно-практической конференции «Региональные проблемы народного хозяйства» (Ульяновск, 2004), на научных конференциях профессорско-преподавательского состава Ульяновской ГСХА (2002 – 2004 гг.).

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 9 работ.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из следующих разделов: введения, 6 глав, выводов, предложений производству, списка использованной литературы, (324 наименований, в том числе 64 работ иностранных авторов). Работа изложена на 164 страницах машинописного текста, содержит 38 таблиц, 14 рисунков, 7 приложений.

## Глава 1. МИКРОЭЛЕМЕНТЫ, ОЛИГОСАХАРИДЫ И ПЕКТИНОВЫЕ ВЕЩЕСТВА В ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ РАСТИТЕЛЬНОГО ОРГАНИЗМА

В главе приведён обзор отечественной и зарубежной литературы по теме исследования, показывающий механизм действия, физиологическую активность олигосахаридов, микроэлементов (молибдена, марганца). Рассмотрены вопросы их использования в повышении устойчивости растений к неблагоприятным факторам окружающей среды.

## Глава 2. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТА

### 2.1 Методика исследований и условия проведения опыта

Исследования проводились в 2001-2003 гг. на опытном поле Ульяновской ГСХА. Повторность опытов четырехкратная, с учетной площадью делянки 25 м<sup>2</sup>. Использовали комплексное удобрение в дозе N<sub>60</sub> P<sub>70</sub> K<sub>60</sub>. Схема полевого опыта включала 14 вариантов предпосевной обработки семян на неудобренном и удобренном фоне: Контроль, пектин (П), пектин + молибдат аммония (П+Мо), пектин + сульфат марганца (П+Mn), пектин + Мо + Mn (П+Мо+Mn), мелафен 1·10<sup>-7</sup> %, мелафен 1·10<sup>-8</sup> %, ЖУССМо, ЖУССMn, ЖУССМо + ЖУССMn, фундазол с 2002 года, Мо с 2002 года, Mn с 2002 года, Мо + Mn с 2002 г. Обработку семян проводили перед посевом из расчета 1,5-2 л раствора на 1 ц семян. Использовали: контроль – вода, фундазол – 2 кг/ц, растворы пектина, микроэлементов, мелафена, ЖУСС в концентрациях, заранее установленных на кафедре ботаники, физиологии растений и экологии УГСХА. Микроэлементы использовали в виде сульфата марганца – MnSO<sub>4</sub>, молибдата аммония – (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>. ЖУССМо и ЖУССMn промышленные комплексные соединения данных микроэлементов с органическими лигандами.

В эксперименте изучалось:

1. Определение степени набухаемости - по О.А. Вальтеру и др., (1959).
2. Определение энергии прорастания и всхожести - ГОСТ 12038-84, ГОСТ 12041-82.
3. Определение сухого вещества - по Н.В. Пильщиковой (1990).
4. Определение ассимиляционной поверхности листьев - по Н.Н. Третьякову, Т.В. Карнауховой и др. (1990). Вычисления производили по формуле:

$S = A \times B \times 0,78$ , где  $S$  – площадь листа ( $\text{см}^2$ ),  $A$  – ширина листа ( $\text{см}$ ),  $B$  – длина листа ( $\text{см}$ ).

5. Относительную скорость формирования листовой поверхности рассчитывали по формуле:

$$V = \frac{(\ln L_2 - \ln L_1)}{n},$$

где  $V$  относительная скорость формирования листовой поверхности,  $1 \cdot 10^3 \text{см}^2/\text{см}^2$  сутки,  $L_1, L_2$  – площадь листьев в начале и конце учетного периода,  $\text{м}^2$ ;  $n$  число дней учетного периода. Чистую продуктивность фотосинтеза рассчитывали по формуле:

$$\text{ЧПФ} = \frac{B_2 - B_1}{(L_1 + L_2) \cdot n \cdot 0,5},$$

где ЧПФ – чистая продуктивность фотосинтеза,  $\text{г}/\text{м}^2$  сутки;  $B_1$  и  $B_2$  – сухой вес пробы в конце и начале учетного периода,  $\text{г}$ ;  $L_1$  и  $L_2$  – площадь листьев в начале и конце учетного периода,  $\text{см}^2$ ;  $n$  – число дней в учетном периоде.

6. Определение густоты стояния производили путем подсчета числа растений на трех учетных площадках делянки, что составляло в совокупности  $1 \text{ м}^2$ .
7. Общую и рабочую адсорбирующую поверхность корней определяли методом Сабинина и Колосова, содержание аскорбиновой кислоты, глутатиона, редуцирующей активности - методом Петта в модификации Прокошева в изложении Н.Н. Третьякова, Т.В. Карнауховой, Л.А. Паничкина и др. (1990).
8. Определение активности каталазы,  $\alpha$ - и  $\beta$ -амилазы, пероксидазы - в изложении Б.П. Плешкова (1985).
9. Содержание сахарозы и редуцирующих сахаров по - Бертрану, дыхания - по Варбургу в термостатируемых условиях.
10. Определение азота - по Кьельдалю (ГОСТ-134964-93), фосфора – ванадно-молибдатным методом (ГОСТ-26657-97), калия – методом пламенной фотометрии (ГОСТ-30504-97), тяжелых металлов – атомно-адсорбционным методом.
11. Количество клейковины – по ГОСТ-135861-68, качество на приборе ИДК-1, суммарный белок и фракционный состав белка – по Барнштейну, аминокислотный состав – кислотным и щелочным гидролизом, далее – на аминокислотном анализаторе ЛКВ-4101, крахмал - по методике ГОСТ 26176-91.

Объект изучения - яровая пшеница сорта Л-503, выведен НИИСХ Юго-Востока ННЦ «Элита Поволжья», включен в реестр сортов Ульяновской области, относится к мягкой пшенице, разновидность лютенсенс. Масса 1000 семян - 36-38,2 г. Вегетационный период - до 78 суток. Устойчивость к полеганию - 4 балла. Сорт устойчив к бурой ржавчине, восприимчив к пыльной головне. По качеству зерна относится к ценным сортам. Сорт в неблагоприятные

засушливые годы имеет средний адаптивный потенциал, в благоприятные годы – высокий адаптивный потенциал (А.П. Головченко, 2002).

## 2.2 Агрохимическая характеристика почвы

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесуглинистый. Агрохимическая характеристика почвы: реакция среды в пахотном слое  $pH=5,89$ , содержание гумуса – 4,57 %, содержание подвижного фосфора ( $P_2O_5$ )–151 г/кг, подвижного калия ( $K_2O$ )–133 г/кг почвы. Обеспеченность почвы микроэлементами молибденом и марганцем бедная: молибденом -0,1-0,2 мг/кг почвы, марганцем – 12,92 мг/кг почвы.

## 2.3 Метеорологические условия

Метеорологические условия вегетационных периодов представлены на рис. 1, 2. В 2001 г. высокие температуры и минимальное количество осадков в июле оказали влияние на выполненность зерна. В 2002 г. отмечены благоприятные метеорологические условия в период вегетации. Распределение осадков по фазам развития имело возрастающий характер до фазы колошения-молочная спелость, что обеспечило хороший налив зерна. Низкая температура в начальные фазы вегетации на фоне избыточного увлажнения отмечена в 2003 г. Большое количество осадков в фазу налива зерна при температурах близких с 2002 г., способствовало поражению растений грибными инфекциями.

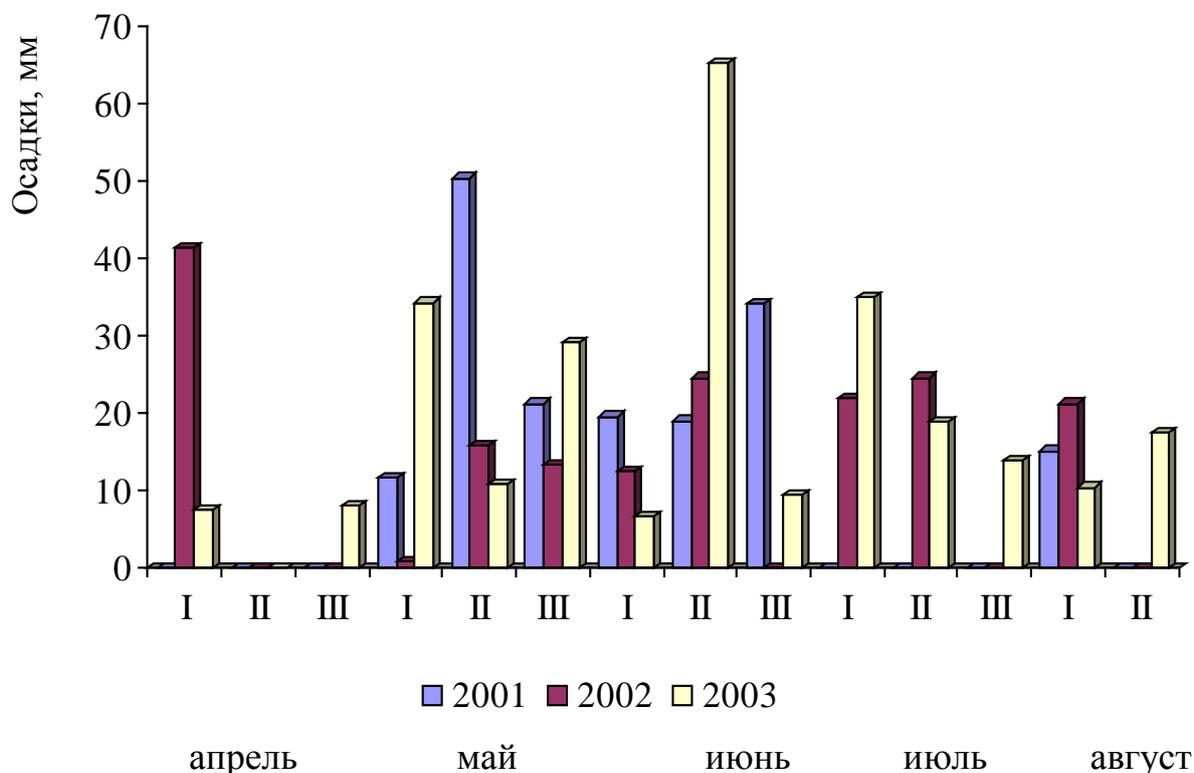


Рис.1. Количество осадков за вегетационный период, мм (2001-2003 гг.)

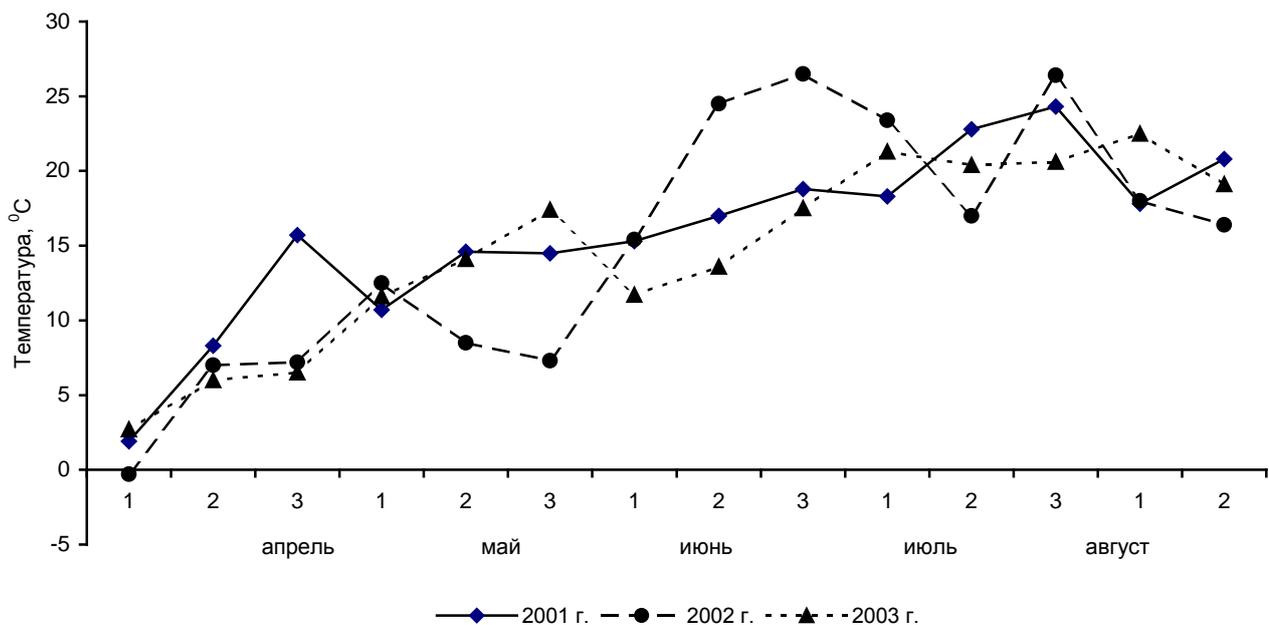


Рис.2. Температурный режим вегетационных периодов, °С (2001-2003 гг.)

### Глава 3. ЭКОЛОГО–ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН МИКРОЭЛЕМЕНТАМИ И ФИТОРЕГУЛЯТОРАМИ В АГРОЦЕНОЗЕ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

#### 3.1 Интенсивность набухания и прорастания обработанных семян в зависимости от дифференцированного воздействия стимулирующих факторов

Исследованиями установлено, что обработка семян препаратами повышает темп водопоступления до начала прорастания (24 часа) от 1,50 до 7,0 % по отношению к контролю. Водопоглощение обработанных семян имеет волнообразный характер. Наибольшее количество воды, поступившее в семя, приходится на первые два часа набухания. Повышенное водопоступление на опытных вариантах способствует стабилизации мембран, что отражается в уменьшении интенсивности водопоступления после 3 часов набухания. Отмечен факт повышенного водопоступления с 36 часов для вариантов с использованием комплексных соединений микроэлементов. В это время наивысшее водопоглощение имеют варианты с обработкой семян П+Мо+Mn, ЖУССМо+ЖУССMn, что составляет 6,80 и 7,0 % выше контроля. При использовании фундазола скорость водопоглощения понижается. Обработка семян повышала энергию прорастания от 3,0 до 10,8 % в 2001 г., от 1,5 до 9,0 % в опытах 2002 г. и от 1,0 до 10,5 % в опытах 2003 г. В среднем энергия прорастания повышалась в группе препаратов пектина от 4,4 до 8,2 %, в группе препаратов ЖУСС от 6,4 до 8,7 %, микроэлементы повышали энергию прорастания от 7,7 до 9,5 %, мелафен увеличивал этот показатель от 6,2 до 6,7 %, при применении фундазола отмечена минимальная стимуляция энергии прорастания – 2 %. Анализ энергии прорастания показывает, что данный показатель существенно повышается при сочетании ионов молибдена и марганца. Так, сочетание пектина совместно с

молибденом и марганцем превысило отдельное использование пектина с молибденом или марганцем на 3,2 и 2,3 %, ЖУССМо + ЖУССМn – на 2,3-0,7 %. Мо+Мn – на 1,8%.

На основании множественного корреляционного анализа выведены уравнения регрессии зависимости полевой всхожести от энергии прорастания: на почве ( $R = 0,421$ ;  $D = 17,721$  %) и на фоне NPK ( $R = 0,542$ ;  $D = 29,906$  %). Предпосевная обработка способствует активизации процесса водопоглощения и повышению посевных качеств семян за счёт активизации метаболизма.

### 3.2 Прогнозирование жизненности растений яровой пшеницы на основании физиолого-биохимических показателей при воздействии различными стимулирующими составами

Используемые препараты оказали стимулирующее влияние на накопление массы проростков и корешков. Наибольшее накопление сухой массы проростками отмечено для вариантов П+Мn и П+Мо+Мn на 15,30-15,94 % больше контроля. Для П+Мn отмечена и наибольшая длина проростка на 35,75 % больше контроля. Сочетание ЖУССМо+ЖУССМn, повысило массу проростков на 23,20 %, корешков на 30,10 %. Микроэлементы в сочетании Мо + Мn повышали сухую массу проростков на 21,70 %. Под влиянием исследуемых препаратов происходит увеличение общей адсорбирующей поверхности корней от 4,17 до 23,61 % (табл. 1), при использовании пектина - до 6,12 %.

Таблица 1

Адсорбирующая поверхность корней яровой пшеницы, см<sup>2</sup>

Варианты	Общая адсорбирующая поверхность	Рабочая адсорбирующая поверхность	Недействительная поверхность	Отношение рабочей адсорбирующей поверхности к общей адсорбирующей поверхности
Контроль	564,48	275,32	289,16	0,49
Фундазол	588,03	290,08	297,95	0,49
Пектин	629,17	327,33	301,84	0,52
Пектин + Мо	621,33	309,67	311,66	0,50
Пектин + Мn	650,70	327,30	323,40	0,50
Пектин + Мо + Мn	664,43	337,10	327,33	0,51
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}$ %	678,13	337,10	341,03	0,50
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}$ %	640,93	307,70	333,23	0,48
ЖУССМо	662,47	333,20	329,27	0,50
ЖУССМn	678,13	344,93	333,20	0,51
ЖУССМо+ЖУССМn	697,73	354,76	342,97	0,51
Мо	648,77	319,47	329,30	0,49
Мn	678,13	344,93	333,20	0,51
Мо + Мn	685,97	348,87	337,10	0,51

Наибольшие показатели отмечены для вариантов с использованием сочетаний ионов молибдена и марганца. Отношение рабочей адсорбирующей поверхности к общей адсорбирующей поверхности у исследуемых вариантов повышено, что может обуславливаться большой величиной активно поглощающей поверхности либо интенсивным передвижением ионов внутрь корня. Однако соотношение не учитывает абсолютные значения показателей. Фундазол замедляет развитие корневой системы, что, вероятно, связано с ингибированием метаболизма и антибактериальным эффектом. Таким образом, использованные препараты способствуют увеличению рабочей адсорбирующей поверхности корней и увеличению физиологической активности корней. Под влиянием обработки в проростках яровой пшеницы повышается образование белка и содержание соединений фосфора, что может свидетельствовать о повышении метаболизма на начальных стадиях развития и явится основой для повышенной выживаемости на ранних этапах онтогенеза.

### **3.3 Динамика углеводного обмена и дыхания прорастающих семян**

Исследования показывают, что суммарная активность амилаз при прорастании семян имела тенденцию к повышению, достигая максимального значения к 72 часам. Повышение суммарной активности  $\alpha$ - и  $\beta$ - амилаз отмечено с 12 часов набухания. Использованные препараты на протяжении 72 часов стимулировали суммарную активность амилаз. Отмечена тенденция в повышении активности амилаз при совместном применении сочетания ионов  $Mo + Mn$  как в виде солей, так и в виде сочетания в составе препаратов  $P+Mo+Mn$  и  $ЖУССMo+ЖУССMn$ . Так, на 72 часа прорастания сочетание  $Mn+Mo$  в виде солей превысило контроль на 4,24 %,  $P+Mo+Mn$  – на 8,17 %,  $ЖУССMo+ЖУССMn$  – на 8,70 %, в то время как наибольшие значения при применении микроэлементов в отдельности составляют  $Mn$  – 2,15 %,  $P+Mn$  – 6,78 %,  $ЖУССMo$  – 7,32 %. Активность амилаз снижается при использовании фундазола, но имеет тенденцию к росту, достигая наибольших значений к 72 часам набухания, что, вероятно, связано с процессами набухания, имеющими сходную тенденцию. Сохранение повышенной активности после 72 часов возможно за счет активизации процессов синтеза ферментов используемыми препаратами. Однако скорость распада крахмала снижается, что возможно из-за активного гидролиза, приводящего к накоплению продуктов гидролиза, снижающих активность ферментов.

Нахождение ионов молибдена в сочетаниях  $P+Mo$ ,  $ЖУССMo$ ,  $(NH_4)_2MoO_4$  снижает активность  $\alpha$ - амилазы, марганец в отдельности и в сочетании с молибденом повышает активность  $\alpha$ - амилазы, по-видимому, проявляется синергетический характер воздействия этих двух элементов (табл. 2).

Таблица 2

Активность  $\alpha$  амилазы, мг гидролизного крахмала  
за 1 ч / 1 г сырой массы

Варианты	48 ч.	72 ч.	96 ч.
Контроль	4,87±0,033	10,10±0,058	40,7±0,70
Фундазол	4,86–0,067	10,0±0,115	40,66±0,115
Пектин	4,77±0,033	10,27±0,088	42,23±0,639
Пектин + Мо	4,73±0,033	10,03±0,033	41,37±0,318
Пектин + Mn	4,87±0,033	10,13±0,067	45,07±0,880
Пектин + Мо + Mn	4,96±0,033	10,33±0,285	44,97±0,176
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}$ %	4,83±0,033	10,06±0,033	41,27±0,203
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}$ %	4,77±0,033	10,23±0,033	42,17±0,578
ЖУССМо	4,67±0,033	10,13±0,033	41,87±0,338
ЖУССMn	4,83±0,033	10,23±0,033	43,63±0,835
ЖУССМо + ЖУССMn	4,90±0,058	10,77±0,260	45,90±0,115
Мо	4,67±0,067	10,86±0,067	42,67±0,296
Mn	4,87±0,033	11,27±0,033	44,27±0,203
Мо + Mn	4,83±0,067	11,33±0,088	45,20±0,321

Обработка семян способствовала перераспределению фондов моно- и дисахаров. Данные по образованию редуцирующих сахаров и сахарозы показывает, что под действием изученных препаратов на начальном этапе прорастания происходит усиленное образование редуцирующих сахаров от 1,05 до 11,40 %. При этом содержание сахарозы на опытных вариантах к первым суткам прорастания по отношению к контролю повышено от 21,90 до 55,90 %. Увеличение содержания редуцирующих сахаров в первые сутки прорастания, возможно, связано с повышенным использованием их на дыхание или их накоплением в связи с деятельностью амилаз. Уравнение регрессии на 24 часа прорастания:  $y = 11,437 + 0,251 \cdot x^2$  ( $R = 0,424$ ;  $D = 17,984$  %); где  $y$  – содержание редуцирующих сахаров, мг/г сырого вещества;  $x$  – суммарная активность  $\alpha$ - и  $\beta$ - амилазы, мг гидролизованного крахмала за 1 ч / 1 г сухого вещества. На вторые сутки прорастания на опытных вариантах отмечается снижение содержания редуцирующих сахаров от 2,20 до 12,20 %, сопровождающееся повышенным образованием сахарозы. В этот период содержание редуцирующих сахаров и сахарозы у вариантов с сочетанием ионов молибдена и марганца понижено по отношению к разделному применению. Для этих же вариантов отмечено падение потребления кислорода.

Уравнение регрессии имеет вид:  $y = 60,731 - 0,369 \cdot x^2$  ( $R = 0,538$ ;  $D = 28,995$  %); где  $y$  – содержание редуцирующих сахаров, мг/г сырого вещества;  $x$  – суммарная активность  $\alpha$ - и  $\beta$ - амилазы, мг гидролизованного крахмала за 1 ч / 1 г сухого вещества.

К третьим суткам прорастания контрольный вариант имеет наибольшее со-

держание редуцирующих сахаров при невысоком содержании сахарозы и максимальном потреблении кислорода за трое суток. Опытные варианты характеризуются тенденцией к пониженному содержанию редуцирующих сахаров на 48 и 72 ч. прорастания, которое сопровождается активным потреблением кислорода для вариантов ЖУССМо+ЖУССМn, Мо+Мn, П+Мn.

Использование фундазола показало сходные результаты с контрольным вариантом: отмечается повышение содержания редуцирующих сахаров, снижение активности амилаз, что отражается на дыхании. Вариант с использованием фундазола по содержанию редуцирующих сахаров и сахарозы приближается контролю, что свидетельствует о снижении потребления сахаров в процессе дыхания. Данное предположение подтверждается ростом содержания редуцирующих сахаров и снижением дыхания на данных вариантах.

Образование сахарозы шло по нарастающей кривой. Наибольшее содержание отмечено на 72 ч. прорастания. На контроле, при использовании фундазола и мелафена  $1 \cdot 10^{-8}$  % отмечено пониженное содержание сахарозы. В то же время опытные варианты на 72 ч. имели содержание сахарозы, превышающее контроль в 1,67 - 3,73 раза. Отмеченное повышение содержания сахарозы имеет сходный характер у вариантов, имеющих к 72 ч. подъем дыхания, снижение содержания редуцирующих сахаров.

Уравнение регрессии на 72 часа прорастания имеет вид:  $y = 303,408 - 1,62 \cdot x^2$  ( $R = 0,691$ ;  $D = 47,707$  %); где  $y$  – содержание редуцирующих сахаров, мг/г сырого вещества;  $x$  – суммарная активность  $\alpha$ - и  $\beta$ - амилазы, мг гидролизованного крахмала за 1 ч / 1 г сухого вещества.

Измерение дыхания проводилось на первый и второй час набухания семян. Потребление кислорода на опытных вариантах повышено. Существенным является увеличение дыхания на вариантах П+Мо+Мn и ЖУССМо+ЖУССМn, превышающее дыхание контрольного варианта на второй час первых суток на 5,49 и 30,94 %. Другие варианты имеют более низкие показатели дыхания. Использование фундазол не стимулировало подъем дыхания.

На основании корреляционного анализа установлена тесная связь по типу параболы дыхания с каталазной активностью в семенах через 24, 48, 72 часа  $v = 0,56-0,59$ ,  $D = 31,1-35,9$  %, с набухаемостью семян через 24, 48 часов  $v = 0,62-0,74$ ,  $D = 37,9-54,9$  %.

### **3.4 Возрастание активности каталазы, пероксидазы в прорастающих семенах и растениях яровой пшеницы при увеличении стрессовых нагрузок**

Обработка семян повышает активность каталазы, проявляющуюся с 12 часов набухания. В покоящихся семенах обнаруживается активность каталазы от 7 до 12 ммоль разлагаемой перекиси водорода. Варианты Мо+Мn, П+Мо+Мn, ЖУССМо+ЖУССМn в период наибольшего подъема активности фермента превышают контроль на 2,15; 5,05; 7,20 % соответственно. На контрольном варианте возрастание активности фермента до максимальных значений происходит на протяжении 48 часов, после чего происходит снижение активности. На 48 часов набухания активность каталазы возрастает по отношению к 12 часам в

4,3 раза. Активность каталазы на варианте с использованием фундазола имеет максимальное значение на 48 часов, но значения ниже других опытных вариантов, затем происходит снижение активности, однако активность фермента имеет близкие значения с опытными вариантами (вероятно, фундазол оказывает блокирующее действие на железосодержащие ферменты). К 4-м суткам активность на опытных вариантах остается на высоком уровне, в то же время на контроле происходит снижение.

Возрастание активности пероксидазы отмечается с 12 часов набухания. Близкое распределение активности наблюдается в обработанных семенах до 24 часов набухания. Существенные изменения активности фермента отмечены с 1 дня прорастания, когда активность фермента повышается до 2 раз по отношению к 12 часам. Между 3 и 6 сутками отмечается относительная стабилизация активности фермента. К шестым суткам активность пероксидазы падает. К седьмым суткам происходит подъем активности пероксидазы, переходящий к девятым суткам к снижению. Фундазол до 72 часов прорастания не способствовал изменению активности пероксидазы, с 6-х суток отмечено повышение активности фермента на 25 % выше контроля, достигающее максимального значения на 7-е сутки. Активность пероксидазы на данном варианте постоянно повышается до 7-х суток, в то время как на других вариантах с этого времени отмечен второй пик активности фермента.

Сравнение активностей ферментов каталазы и пероксидазы показывает, что на начальных этапах прорастания происходит совместное повышение их активности. Повышенная активность каталазы совпадает с моментом прорастания семян. Со 2-3-х суток прорастания активность ферментов имеет противоположный характер. Под действие предпосевной обработки в молодых растениях повышается содержание аскорбиновой кислоты и глутатиона - соединений, способствующих повышению засухоустойчивости. Редуцирующая активность тканей под влиянием предпосевной обработки на опытных вариантах превысила контрольное значение на 4,62-24,62 %. Следует отметить, что наибольшие значения данного показателя отмечаются для вариантов пектин и мелафен  $1 \cdot 10^{-7}$  %. Умеренное повышение активности оксидаз является составной частью процессов метаболизма, активизируемых предпосевной обработкой исследуемыми соединениями.

#### Глава 4. АДАПТАЦИЯ СОРТА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ Л – 503

#### К ОПТИМИЗАЦИИ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ

##### 4.1 Выживаемость растений яровой пшеницы в агроценозе

Исследуемые препараты способствовали выживаемости растений в 2001-2003 гг. на 1,47-4,33 %, при внесении удобрений на 2,60-5,63 %. При внесении удобрений происходит прирост выживаемости от предпосевной обработки на 1,20-

1,30 %. Использование микроэлементов в виде солей способствовало повышению выживаемости в большей степени, чем при сочетании с пектином и нахождении в составе комплексов (ЖУСС). Наименьший уровень выживаемости за годы исследований отмечен в засушливом 2001 году. Наименьшее количество сохранившихся растений отмечено в 2003 году.

Благоприятные погодные условия способствовали повышению выживаемости растений при использовании солей микроэлементов. На почве число выживших растений при использовании солей микроэлементов составило 322,5-325,5 шт./ м<sup>2</sup>, на удобренном фоне 328-350,5 шт./м<sup>2</sup>. Избыточное увлажнение и пониженные температуры вегетационного периода 2003 г. способствовали снижению выживаемости. Число выживших растений было наименьшим за три года исследований, однако, процент выживаемости повышен по отношению к 2001 г. Повышение выживаемости при использовании фундазола в 2002 г. происходит за счёт повышения полевой всхожести и числа выживших растений. В 2003 г. данный показатель основан на числе выживших растений. Высокий процент выживаемости при использовании солей микроэлементов, вероятно, связан с недостаточностью микроэлементов в почве и повышением активности микрофлоры. Показана зависимость выживаемости от накопления сухой массы по фенофазам всходов, кущения, колошения ( $R=0,85$  на фоне почвы,  $R=0,91$  на удобренном фоне). Внесение удобрений увеличивало влияние накопления массы растения на выживаемость. Обработка семян пектином, мелафеном, ЖУСС, микроэлементами - Мо и Мп, способствует адаптации растений к перенесению неблагоприятных факторов среды.

#### **4.2 Формирование ассимиляционной поверхности в зависимости от агрофона**

Одним из реальных направлений увеличения коэффициента полезного действия фотосинтетически активной радиации (ФАР) представляется увеличение площади фотосинтезирующих органов и в первую очередь листовой поверхности (ЛП). Длительность работы листа и характер обменных процессов в листе определяют величину и качество урожая. При этом размер биомассы может рассматриваться как источник обеспечения наливающегося зерна азотом и углеводами и основой при адаптации растений к неблагоприятным факторам окружающей среды. Наибольший показатель листовой поверхности отмечен для 2002 г. (рис. 3, 4). При этом следует отметить, что в 2001, 2003 гг. начальные периоды развития растений проходили при неблагоприятных погодных условиях. За три года исследований наибольшая ЛП в фазу всходов сформировалась в 2002 г. ЛП исследованных вариантов в фазу всходов на опытных вариантах превышала контрольные варианты: в 2001 г. на не удобренном фоне – до 1,26 раза, на удобренном – в 1,21 раза. В благоприятном 2002 г. на неудобренном фоне – до 1,20 раза, на фоне NPK – в 1,44 раза. В 2003 г. опытные варианты превышали контрольный вариант в 1,34 раза, а на фоне удобрений большинство вариантов сформировало ЛП, уступающую контролю. Варианты с использованием солей микроэлементов имели более высокие показатели листовой

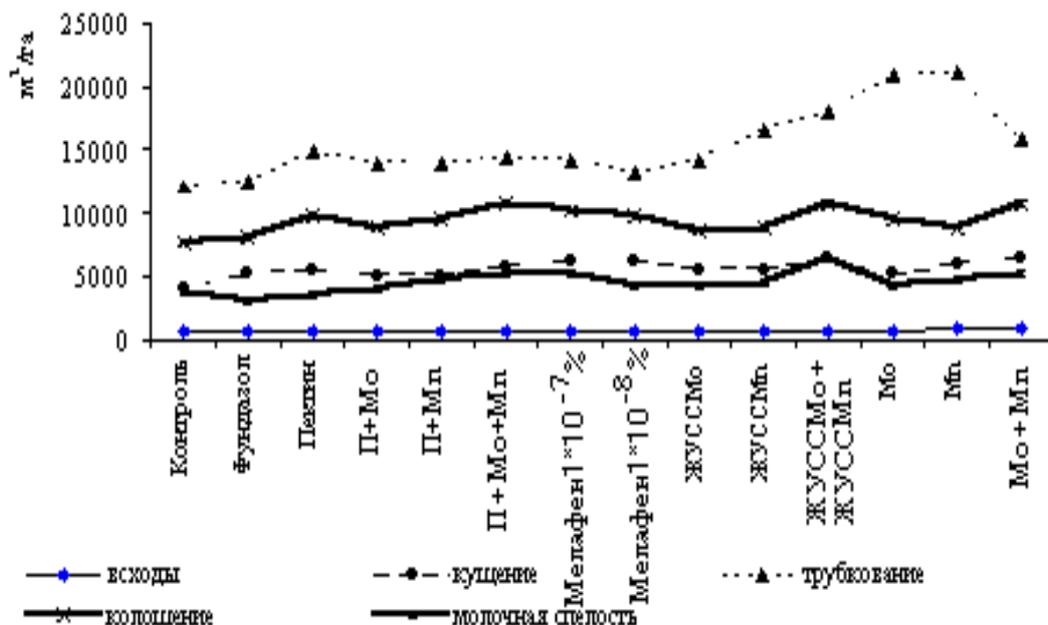


Рис.3. Динамика развития листовой поверхности (почва), м<sup>2</sup>/га (ср. 2001-2003 гг.)

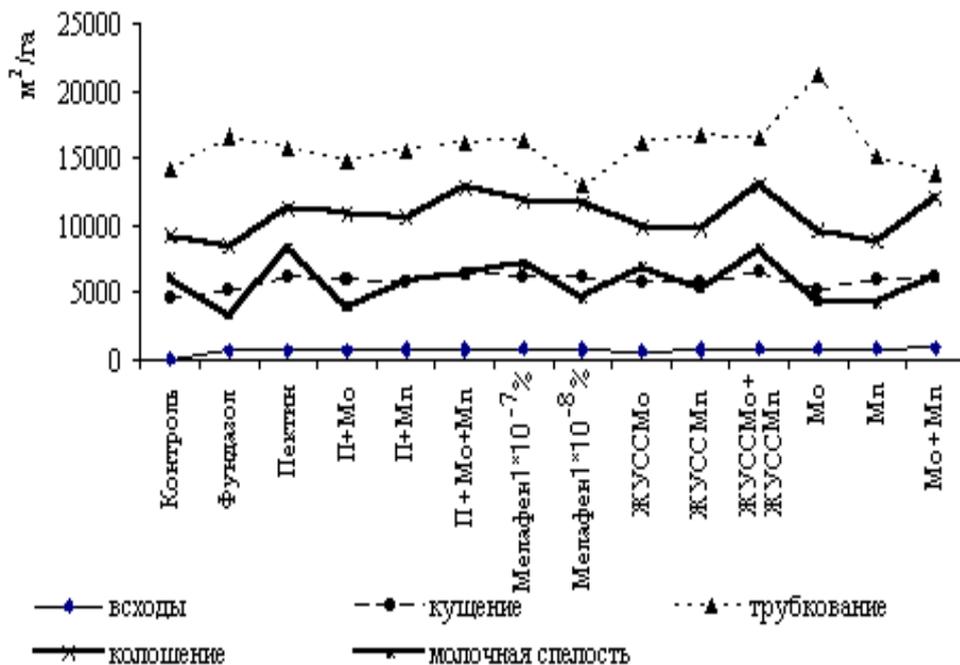


Рис.4. Динамика развития листовой поверхности (NPK), м<sup>2</sup>/га (ср. 2001-2003 гг.)

поверхности по отношению к другим вариантам. Наибольшие величины ЛП сформировались при сочетании ионов Мо и Мп. При использовании фундазола величина ЛП, по отношению к другим вариантам, на фоне почвы снижалась с фазы трубкования, на удобренном фоне - с фазы колошения. Данный факт можно объяснить повышением стеблестоя выживших растений, приводящим к

конкурентным отношениям за ФАР, или ингибированием процессов роста.

На основании множественного корреляционного анализа нами выведены статистические модели зависимости урожайности от площади листовой поверхности:

$$I_{\text{фон почва}} y = 1,2775 + 0,0215 \cdot x_1 + 0,0002146 \cdot x_2 + 0,0003596 \cdot x_4 \\ (R = 0,939, D = 88,120 \%);$$

$$II_{\text{фон NPK}} y = 2,02 + 0,01782 \cdot x_1 - 0,000914 \cdot x_2 - 0,0001299 \cdot x_3$$

( $R = 0,899, D = 80,804 \%$ ); где  $y$  – урожайность, ц/га;  $x_1, x_2, x_3, x_4$  – площадь листьев в фазы всходов, кущения, трубкования, колошения, м<sup>2</sup>/га. Высокие коэффициенты корреляции урожайности с площадью листовой поверхности отмечены для фаз всходов, колошения на неудобренном фоне ( $r = 0,429$ ), на фоне NPK в фазу кущения ( $r = 0,534$ ), трубкования ( $r = 0,515$ ).

Скорость формирования листовой поверхности под действием исследуемых факторов в засушливых условиях повышалась на ранних стадиях развития.

Анализ данных за вегетацию показал, что при использовании удобрений на контрольном варианте фотосинтетический потенциал (ФСП) увеличился на 16,51 %. Наибольшие величины ФСП отмечены для вариантов П+Мо+Мn, ЖУССМо+ЖУССМn на обоих фонах выращивания. Превышение на фоне NPK составило для данных вариантов 15,58 и 5,59 % соответственно. Использование фундазола привело к формированию наименьшего ФСП среди исследуемых препаратов.

### **4.3 Влияние агрофона на накопление биомассы и количественные характеристики репродуктивных органов**

Интенсивность прироста сухого вещества определяется совокупным воздействием основных абиотических и биотических факторов окружающей среды. Наибольшая интенсивность накопления биомассы отмечена в период, связанный с интенсивным ростом (кущение – трубкование). Различия в накоплении биомассы начинают проявляться с фазы всходов. Отмечена тенденция повышенного накопления биомассы растения на удобренном фоне. К фазе кущения масса растения увеличивается до 2,6 раза (мелафен  $1 \cdot 10^{-8} \%$ ) на фоне почвы, и до 2,6 раза на удобренном фоне (Мо+Мn). Наивысшая интенсивность в накоплении сухого вещества отмечена в фазу трубкования на фоне почвы в 5,5 раза (ЖУССМо) и на удобренном фоне в 5,3 раза (ЖУССМn) по отношению к фазе кущения. Исследуемые соединения способствуют интенсификации процессов накопления биомассы растениями яровой пшеницы на ранних стадиях развития, впоследствии данный процесс имеет тенденцию, сходную с контрольным вариантом.

Анализ накопления биомассы по годам исследований показывает, что наименьшая масса растения формировалась в засушливых условиях 2001 г. Биомасса растений определялась распределением увлажнения по фазам развития. Отсутствие осадков в фазу всходов, колошения способствовало снижению ростовых процессов и накопления биомассы в данные фазы. За все годы иссле-

дований биомасса растений, выращенных с использованием удобрений, превышала массу растений с неудобренного фона.

Корреляционный анализ показал высокую связь выживаемости растений с накоплением сухой массы при предпосевной обработке семян. На фоне почвы  $y = 62,523 + 126,211 \cdot x_1 + 43,41 \cdot x_2 + 4,06 \cdot x_4$ ; ( $R = 0,8$ ;  $D = 72,1$  %). На фоне NPK  $y = 62,59 + 86,87 \cdot x_2 + 4,398 \cdot x_4$ ; ( $R = 0,9$ ;  $D = 83,6$  %), где  $y$  – выживаемость, %;  $x_1$  – масса растений в фазу всходов, г;  $x_2$  – масса растений в фазу кущения, г;  $x_4$  – масса растений в фазу колошения, г. Анализ системы уравнений показывает, что выживаемость растений на фоне почвы определяется процессами накопления биомассы в фазу всходов, кущения, колошения. На удобренном фоне влияние накопления сухой массы растения на выживаемость составило в фазу кущения 56,8 %, в фазу колошения - 26,7 %. Таким образом, выживаемость растений при использовании предпосевной обработки семян определяется процессом накопления биомассы растениями яровой пшеницы, сдвигающимся при недостатке элементов минерального питания на ранние фазы развития. Внесение удобрений способствует продлению процессов накопления биомассы и роста растений.

Погодные условия оказывают существенное влияние на массу 1 тысячи семян. Засуха 2001 г. не позволила реализовать потенциальные возможности по данному признаку на фоне NPK. Между контрольными вариантами разница составила 1,27 %. Максимальная масса 1 тысячи зерен на варианте ЖУС-СМо+ЖУССМп превысила контроль на 6,19 % на фоне почвы, а на фоне NPK на этом же варианте – на 7,10 %. Увеличение водообеспечения способствовало повышению данного показателя в 2002 - 2003 гг. На фоне почвы максимальная масса 1 тысячи зерен в 2002 г. отмечена для варианта П+Мо+Мп – 5,20 % к контролю, в 2003 году этот показатель составил для варианта ЖУС-СМо+ЖУССМп 2,90 %. Удобрения позволили повысить массу тысячи зерен в 2002 г. на варианте П+Мо+Мп на 3,30 %, в 2003 г. на варианте П+Мо на 3,30 %. На обоих фонах выращивания микроэлементы в виде солей уступали другим вариантам по массе тысячи зерен. Число зерен в колосе относительно стабильно. Различие между контрольными вариантами на обоих фонах выращивания в 2002 г. составило 4,77 %, а в 2003 г. – 6,61 %. Засуха способствовала уменьшению числа зерен в колосе, отличие между двумя контрольными вариантами на фоне почвы и NPK составило 0,63 %. Минеральные удобрения повышали число зерен в колосе при хорошем водообеспечении 2002-2003 гг. Комбинация П+Мо+Мп на фоне почвы в 2001-2003 гг. имела наибольшее число зерен в колосе в группе с использованием пектина. Наименьшая масса зерна с колоса получена в 2001 г. Условия 2002-2003 гг. повысили данный показатель по максимальным величинам на фоне NPK на 8,05 %, на фоне почвы – на 8,81 %.

#### 4.4 Чистая продуктивность фотосинтеза

Исследования показывают, что продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) колеблется по годам исследований. Для засушливого 2001 г. на обоих фонах выращивания отмечены наименьшие значения ЧПФ за все годы исследований.

Заслуживает внимания факт стимулирования ЧПФ микроэлементами в виде солей в экстремальном по водному обеспечению 2003 г., особенно на почве. Для 2002-2003 гг. отмечены сходные значения ЧПФ, что, вероятно, связано с хорошим водоснабжением. По всем годам исследования, по фазам развития, сочетание ионов Мо и Мп в составе П+Мо+Мп, ЖУССМо+ЖУССМп, Мо+Мп оказало стимулирующее влияние на продуктивность фотосинтеза, высокие значения ЧПФ на данных вариантах, вероятно, связаны с фотосинтетической деятельностью стебля и колоса. На основе множественного корреляционного анализа выведена статистическая модель зависимости урожайности от ЧПФ:  $I_{\text{фон почва}} y = -5,364 + 1,689 \cdot x_1 + 0,867 \cdot x_2 + 0,249 \cdot x_3 + 0,7285 \cdot x_4$  ( $R = 0,869$ ,  $D = 75,502$  %);  $II_{\text{фон НРК}} y = -6,965 + 2,421 \cdot x_1 + 0,248 \cdot x_2 + 1,152 \cdot x_3 + 0,2169 \cdot x_4$  ( $R = 0,884$ ,  $D = 78,210$  %); где  $y$  – полевая всхожесть, %;  $x_1, x_2, x_3, x_4$  – показатели чистой продуктивности фотосинтеза в фазы всходов, кущения, трубкования, колошения, г/м<sup>2</sup>/сутки. На фоне почвы уровень влияния ЧПФ в фазу всходов составил 27,1 %, кущения – 36,7 %, на фоне НРК влияние ЧПФ на урожайность в фазу всходов составило 24,3 %, в фазу колошения – 38,4 %. Данные моделей позволяют предположить, что недостаток элементов минерального питания способствует смещению процессов роста на ранние фазы развития.

## Глава 5. СОВМЕСТНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ, ФИТОРЕГУЛЯТОРОВ, ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ И ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ И КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ

### 5.1 Урожайность яровой пшеницы

Засушливые условия 2001 г. не позволили растениям реализовать продуктивные возможности на удобренном фоне (табл. 3). Повышение урожайности в 2001 г. на фоне НРК составило от 4,20 до 27,39 % по отношению к контролю. Разница между неудобренным и удобренным фоном невелика и составляет между контрольными вариантами 0,65 ц/га, между максимальными величинами, представленными вариантом ЖУССМо+ЖУССМп – 0,85 ц/га, что составляет 4,15 и 4,20 % соответственно. Пектин стимулировал рост урожайности на обоих фонах выращивания больше, чем при в сочетании с микроэлементами. Повышение урожайности под воздействием изучаемых препаратов составило на неудобренном фоне 1,65-28,80 %, на удобренном фоне – 4,19-28,30 %.

Двухфакторный дисперсионный анализ показал, что влияние обработки семян на формирование урожайности в 2001 г. составило 71 %. В засушливых условиях потребление основных элементов минерального питания затруднено, и предпосевная обработка стимулирует урожайность на неудобренном фоне, в результате чего отмечены невысокие различия по урожайности на обоих фонах выращивания. В благоприятном 2002 г., получена запланированная урожайность на фоне НРК. Используемые факторы способствуют повышению урожайности яровой пшеницы. Анализ различий по урожайности внутри групп

Таблица 3

Урожайность яровой пшеницы сорта Л-503 в 2001-2003 гг., ц/га

Варианты	Фон почва			Фон NPK		
	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.
Контроль	15,8	23,0	16,3	16,5	24,4	17,4
Фундазол	–	27,1	16,2	–	27,7	19,2
Пектин	20,4	24,3	17,4	21,1	26,2	18,7
Пектин + Мо	16,1	28,2	17,3	17,1	28,4	19,7
Пектин + Mn	18,3	24,4	16,3	19,1	25,6	20,7
Пектин + Мо + Mn	17,9	27,7	18,1	20,3	29,7	20,5
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}$ %	20,1	24,3	17,4	19,6	28,0	21,1
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}$ %	17,7	24,9	16,9	18,9	29,9	20,8
ЖУССМо	17,2	21,6	16,9	17,4	25,8	22,8
ЖУССMn	17,9	25,8	17,3	18,0	25,7	21,7
ЖУССМо+ЖУССMn	20,1	26,4	17,7	21,0	26,1	22,1
Мо	–	27,6	16,3	–	28,7	19,7
Mn	–	27,4	16,7	–	28,6	20,7
Мо+Mn	–	29,1	17,1	–	30,2	20,3
НСР для частн.средних	1,25	3,537	2,346	1,250	3,353	2,346
НСР для фактора А*	0,395	0,945	0,627	0,395	0,945	0,627
НСР для фактора В**	0,884	2,501	1,659	0,884	2,501	1,659

\*Фактор А – удобрение, \*\*фактор В – обработка семян

изучаемых веществ показал высокое варьирование этого показателя при использовании сочетания с пектином по всем годам исследования от 11,04 % до 26,70 %. Для всех выделенных групп препаратов наибольший уровень варьирования урожайности отмечен в экстремальном 2001 г., что, вероятно, обусловлено специфичностью действия препаратов в конкретных климатических условиях. Сочетание ионов молибдена и марганца способствовало проявлению эффекта синергизма в формировании урожая

## 5.2 Качество зерна яровой пшеницы

Исследованиями установлено, что за 2001-2003 гг. повышение содержания белка на неудобренном фоне в группе пектина составило 0,73 %, ЖУСС способствовали повышению содержания белка на 1,23 %, микроэлементы имели данный показатель на 3,34 % выше контроля. На фоне NPK эти показатели составили соответственно 1,10; 0,89; 0,30 %. Стимуляция накопления белка в зерне яровой пшеницы на фоне почвы под действием предпосевной обработки составила от 0,53 до 3,59 %, на фоне NPK - до 1,10 %. Рассматривая воздействие препаратов по группам, можно отметить, что высокие показатели в накопления белка отмечены для препаратов, содержащих ионы Мо (особенно в 2001 г.) и сочетание ионов Мо и Mn. Для варианта мелафен в концентрации  $1 \cdot 10^{-7}$  % отмечена сильная стимуляция по сравнению с вариантом мелафен  $1 \cdot 10^{-8}$  %

<sup>8</sup> %. Методом множественной корреляции выведены модели зависимости урожайности от содержания белка: I фон почва  $y = -56,927 + 12,493 \cdot x - 0,493 \cdot x^2$  ( $R = 0,274$ ;  $D = 7,4282$  %); II фон NPK  $y = 96,624 - 13,608 \cdot x + 0,633 \cdot x^2$ ; ( $R = 0,433$ ;  $D = 18,761$  %), где  $y$  – урожайность, ц/га;  $x$  – содержание белка, %.

Увеличение содержания белка сопровождалось изменением соотношения фракций в суммарном белке. Стимуляция на фоне почвы была выше, чем на удобренном фоне (но при меньшей урожайности). На опытных вариантах увеличивается содержание клейковинных фракций (глиадина, глютелина) на обоих фонах выращивания. Погодные условия определяли содержание незаменимых аминокислот. Наибольший уровень незаменимых аминокислот отмечен в благоприятном 2002 г. Под влиянием предпосевной обработки семян происходит увеличение биологической полноценности пшеничного белка.

Исследуемые препараты повышали содержание клейковины на неудобренном фоне на 0,3-4,1 % (фундазол и ЖУССМn), на фоне NPK – на 0,7-3,7 % (П+Mn, П+Mo). Клейковинные фракции сильно обогащены пролином и глютаминовой кислотой, обеспечивающими проросток азотистыми соединениями при прорастании. Варьирование содержания клейковины в зерне по годам исследований было наибольшим на фоне почвы, чем при использовании данных препаратов на фоне NPK. Фундазол по сравнению с другими препаратами ухудшал качество зерна за счет пониженного содержания клейковины и увеличения показателя ИДК (индекс деформации клейковины) на обоих фонах выращивания. По показателю ИДК, в среднем за три года обработка семян способствовала формированию клейковины, свойственной зерну пшеницы, относимой ко второй группе качества. На неудобренном фоне ИДК выше, чем на фоне NPK, что свидетельствует о повышении качества зерна при использовании удобрений.

Исследуемые препараты способствовали накоплению крахмала в зерновке. На неудобренном фоне прирост содержания крахмала по отношению к контролю составил от 0,57 до 1,97 %, на удобренном фоне – от 0,28 до 3,03 %. Так как крахмал является метаболическим продуктом фотосинтеза, то его усиленное образование может являться следствием оптимального течения процесса фотосинтеза. На обоих фонах выращивания опытные варианты характеризовались повышенным содержанием фосфора. Наибольший показатель на почве отмечен для вариантов ЖУССMo + ЖУССMn и Mo + Mn. По годам исследований наибольшее накопление фосфора в зерне отмечено в благоприятном 2002 г., наименьшее – в 2003 г. Варианты П+Mo, ЖУССMo+ЖУССMn, мелафен  $1 \cdot 10^{-7}$  % на обоих фонах выращивания содержали наибольшее количество фосфора. Используемые факторы повышали содержание калия в зерне. Наложение погодных условий и исследуемых факторов на формирование генеративных органов определяют адаптивный ответ агроценоза яровой пшеницы в формировании урожайности. Усиление процессов синтеза запасных веществ в зерновке способствует повышению посевных качеств семян яровой пшеницы при сохранении удовлетворительного биохимико-технологического качества продукции.

## Глава 6. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ И НЕТРАДИЦИОННЫХ РОСТОВЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

В главе показано, что энергия, запасенная в зерне при предпосевной обработке мелафеном, пектином, ЖУСС, фундазолом, микроэлементами (молибденом и марганцем) зависела от урожайности и оказалась выше энергии, затраченной на возделывание и уборку яровой пшеницы на контрольных вариантах. Сопоставление коэффициентов энергетической эффективности показывает их увеличение на фоне почвы. Вероятно, это явилось следствием малой эффективности удобрений. На обоих фонах выращивания наибольшие коэффициенты энергетической эффективности отмечены при использовании сочетаний Mo и Mn в составе исследуемых препаратов.

### ВЫВОДЫ

1. Предпосевная обработка мелафеном, пектином, ЖУСС, микроэлементами (молибденом и марганцем) активизирует водопоглощение, что повышает активность амилаз, проявляющуюся в активизации гидролиза крахмала. Повышенная активность амилитических ферментов под влиянием обработки семян способствует перераспределению фонда сахаров, что проявляется в снижении содержания редуцирующих сахаров на опытных вариантах, и повышенному образованию сахарозы. Использование фундазола снижает скорость данных процессов и активность амилитических ферментов, что способствует накоплению редуцирующих сахаров, снижению дыхания. Показана связь между активностью амилаз и содержанием редуцирующих сахаров. Происходит увеличение значения корреляционного отношения от  $R = 0,42$  (24 часа) до  $R = 0,69$  (72 часа).
2. Под влиянием предпосевной обработки мелафеном, пектином, ЖУСС, микроэлементами (молибденом и марганцем) повышается активность каталазы и пероксидазы, происходит повышенное потребление кислорода. На основании корреляционного анализа установлена связь по типу параболы с каталазной активностью в семенах при прорастании через 24, 48, 72 часа  $v = 0,56 - 0,59$ ,  $D = 31,1 - 35,9$  %, с набухаемостью семян через 24, 48 часов  $v = 0,62 - 0,74$ ,  $D = 37,9 - 54,9$  %. При использовании фундазола отмечается снижение активности данных ферментов, что в совокупности позволяет говорить об ингибировании процесса дыхания на уровне углеводного обмена и оксидаз.
3. Использованные в предпосевной обработке концентрации мелафена, пектина, ЖУСС, микроэлементов (молибдена и марганца) оказали активизирующее влияние на протекание физиолого-биохимических процессов в прорастающих семенах: увеличилась скорость водопоглощения, энергия прорастания от 2,0 до 9,5 %, повысилась лабораторная всхожесть от 1,2 до 4,5 %, полевая всхожесть на фоне почвы возрасла на 5,9 %, на фоне NPK- на 7,8 %, увеличилось отношение рабочей адсорбирующей поверхности корней к общей адсорбирующей поверхности на 2,04 – 4,08 %. Повысилась содержание

белка и соединений фосфора, что является основой повышения уровня энергетического обмена.

4. Мелафен, пектин, ЖУСС, фундазол микроэлементы (молибден и марганец) обусловили повышенное формирование листовой поверхности, накопление сухого вещества. Показана зависимость урожайности от чистой продуктивности фотосинтеза на фоне почвы при множественном коэффициенте корреляции  $R = 0,88$ , на фоне NPK  $R = 0,87$ . Предпосевная обработка исследованными соединениями повысила выживаемость растений, зависящую от накопления сухого вещества. Повышение фотосинтетических процессов на ранних этапах онтогенеза способствует изменению скорости формирования листовой поверхности, времени ее функционирования и процесса накопления биомассы, что расширяет нормы адаптивных реакций.

5. Установлены корреляционные отношения между урожайностью и содержанием белка на фоне почвы ( $R = 0,26$ ) и на фоне NPK ( $R = 0,42$ ). Исследуемые препараты обусловили повышение содержания клейковинных фракций в белке и качества клейковины за исключением фунгицида – фундазола понизившего качество клейковины. Происходит повышение биологической ценности белка. Отмечена тенденция к снижению накопления тяжелых металлов.

6. Предпосевная обработка яровой пшеницы мелафеном, пектином, ЖУСС, микроэлементами (молибденом и марганцем) при использовании удобрений увеличивает энергетический эффект данного приёма.

### **Список опубликованных работ**

1. Костин В.И. Пектин и микроэлементы для охраны агроценозов от загрязнения пестицидами / В.И. Костин, Е.Л. Хованская, А.В. Романов // Экологические аспекты интенсификации сельскохозяйственного производства: Материалы Международной научно-практической конференции. Т. 1./ Пензенская гос. сельскохозяйственная академия. – Пенза: РИО ПГСХА, 2002. – С. 250.
2. Романов А.В. Влияние обработки препаратами ЖУСС на физиологические процессы при прорастании и урожайность яровой пшеницы / А.В. Романов // Актуальные направления развития экологически безопасных технологий производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции: Материалы Международной научно–практической конференции. - Воронеж, 2003 - С. 128 – 130.
3. Романов А.В. Комплексные соединения молибдена и марганца в формировании урожая и качества яровой пшеницы / А.В. Романов, И.А. Гайсин // Инновационные технологии в аграрном образовании, науке и АПК России: Материалы Всероссийской научно–производственной конференции. Ч. III. / Ульяновская гос. сельскохозяйственная академия. –Ульяновск: УГСХА, 2003. – С. 121 – 123.
4. Костин В.И. Действие пектина из *Amaranthus cruentus* и микроэлементов на физиолого-биохимические процессы в семенах и урожайность сельскохозяйственных культур / В.И. Костин, В.А. Исайчев, Е.Н. Офицеров, Н.Н. Андреев, Ф.А. Мударисов, Е.Л. Хованская, А.В. Романов // Актуальные проблемы

- инноваций с нетрадиционными ресурсами и создания функциональных продуктов: Материалы 2-й Российской научно–практической конференции. – М., 2003. – С. 90 – 91.
5. Костин В.И. Применение пектина из амаранта совместно с микроэлементами в формировании качества урожая / В.И. Костин, А.В. Романов // Актуальные проблемы инноваций с нетрадиционными ресурсами и создания функциональных продуктов: Материалы 2-й Российской научно–практической конференции. – М., 2003. – С. 91 – 92.
  6. Романов А.В. Исследование влияния фиторегуляторов и микроэлементов на урожайность и качество зерна яровой пшеницы /А.В. Романов // Физиолого - биохимические аспекты обработки семян сельскохозяйственных культур/ Ульяновская гос. сельскохозяйственная академия. –Ульяновск: УГСХА, 2003. - С. 153 – 156.
  7. Костин В.И. Влияние природного фиторегулятора и микроэлементов на прочность механических тканей яровой пшеницы / В.И. Костин, В.А. Исачев, С.Н. Петряков, А.В. Романов // Физиолого -биохимические аспекты обработки семян сельскохозяйственных культур/ Ульяновская гос. сельскохозяйственная академия. –Ульяновск: УГСХА, 2003. - С. 83 – 86.
  8. Романов А.В. Влияние микроэлементов, нетрадиционных ростовых веществ на качество яровой пшеницы / А.В. Романов, Е.Л. Хованская // Региональные проблемы народного хозяйства: Материалы Всероссийской научно-практической конференции / Ульяновская гос. сельскохозяйственная академия. –Ульяновск: УГСХА, 2004. – С. 166 – 169.
  9. Романов А.В. Влияние микроэлементов, нетрадиционных ростовых веществ на урожайность яровой пшеницы / А.В. Романов, Е.Л. Хованская // Региональные проблемы народного хозяйства: Материалы Всероссийской научно-практической конференции / Ульяновская гос. сельскохозяйственная академия. – Ульяновск: УГСХА, 2004. – С. 169 – 173