

0-734583

На правах рукописи

КУВШИНОВА ОЛЬГА РУДОЛЬФОВНА

**ЭКОЛОГО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ
КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ *Amaranthus cruentus* L. ПРИ ИНТРОДУКЦИИ
В ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ
РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

Специальность 03.00.16 – «Экология»

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук



Казань - 2003

Работа выполнена в Ботаническом саду Казанского государственного университета

Научный руководитель: доктор биологических наук, профессор
Чернов Игорь Анатольевич

Официальные оппоненты: доктор биологических наук
Аканова Наталья Ивановна
кандидат биологических наук
Хусаиков Марат Булатович

Ведущая организация: Ботанический сад Ростовского государственного университета (г. Ростов-на-Дону)

Защита диссертации состоится 3 июня 2003 г. в 14 час.
на заседании диссертационного Совета Д 212.081.19
при Казанском госуниверситете по адресу: 420008, ул. Кремлевская, 18.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке
Казанского государственного университета

Автореферат разослан 28 апреля 2003г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
доктор химических наук



Г.А.Евтюгин

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Спектр кормовых культур, предлагаемых практике сельскохозяйственным растениеводством, во многих случаях характеризуется видовым однообразием, что имеет некоторые технологические и селекционные преимущества. Однако такой подход одновременно приводит к резкому снижению адаптивного потенциала агроэкосистем, в сравнении с естественными, особенно их устойчивости к экологическим стрессам и, в конечном счете, к значительному снижению общей продуктивности (Шевелуха, 1992). Кроме того, многие традиционные кормовые культуры либо содержат недостаточное количество белка, либо их белки дефицитны для организма животных по содержанию ряда незаменимых аминокислот. В этой связи большой интерес представляет использование агрофитоценозов, состоящих из культурных видов рода *Amaranthus L.*, относящихся к C_4 - растениям и внедряемых в сельскохозяйственное производство в России, в первую очередь, с целью устранения дефицита кормового белка (Чернов, 1992).

Уникальные свойства амаранта определяются значительной биологической продуктивностью, высоким содержанием белка, сбалансированного по аминокислотному составу, качественным составом витаминов и минеральных веществ. Большинство видов рода *Amaranthus L.* обладают способностью занимать экологические ниши в местах неправильного использования сельскохозяйственных угодий, развивая при этом биомассу, значительно превышающую таковую у многих бобовых культур. Глубокие интродукционные исследования амаранта, ведущиеся во многих научных учреждениях разных стран в настоящее время, свидетельствуют об усилении интереса и признании значительности данной культуры.

Внедрение в практику сельского хозяйства интенсивных, высокоурожайных видов требует эколого-морфологического изучения корневой системы растений рода *Amaranthus L.*, что является актуальной научной проблемой, имеющей важное значение при разработке более совершенной системы агротехники в целях повышения продуктивности возделываемой культуры и улучшения качества продукции.

Цель и задачи исследований. Целью настоящей работы явилось изучение особенностей развития корневой системы *Amaranthus emertus L.* при различной густоте посева для разработки более совершенной системы агротехники в природно-климатических условиях Республики Татарстан.

В связи с поставленной целью в работе решались следующие задачи:

1. изучить динамику роста корневой системы *Amaranthus cruentm L.* на разных типах почв;
2. исследовать зависимость роста и развития корневой системы амаранта от плотности почв после применения приема окучевания;

3. выяснить закономерности распределения численности агрономически важных групп микроорганизмов в ризосфере *A. cruentus L.* в зависимости от плотности почв;

4. определить оптимальную густоту посева для получения более высоких урожаев *A. cruentus L.* при возделывании его на зеленую массу.

Научная новизна работы. Согласно литературным данным (ХКигел, 1994), рост и развитие корневой системы амаранта изучены совершенно недостаточно. Нами впервые были исследованы морфологические особенности корневой системы *Amaranthus cruentus L.* в процессе онтогенеза на двух типах почв, наиболее распространенных в Республике Татарстан. Установлено как наличие общих закономерностей развития корневой системы, так и различий на дерново-подзолистой и черноземной почвах. Подробно изучено влияние таких агротехнических приемов, как рыхление междурядий и окучивание растений на увеличение общей массы корней и урожайности зеленой массы *A. cruentus L.* Выявлены агрономически важные группы микроорганизмов, населяющих ризосферу растений амаранта, выращенных при разной плотности почвы. Это позволило объяснить механизмы воздействия приемов агротехники на прирост биомассы *Amaranthus cruentus L.*

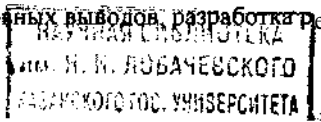
Практическая значимость. Результаты, полученные в ходе исследований и изложенные в диссертации, способствуют расширению теоретических знаний по вопросам биологии и экологии амаранта. Проведенная многолетняя работа позволила установить оптимальную густоту посева *A. cruentus L.* при возделывании его на зеленую массу и выявить положительное влияние приема окучивания на рост и развитие растений.

Результаты работы могут послужить основой для разработки рекомендаций по введению амаранта в широкое сельскохозяйственное производство, что позволит в короткие сроки увеличить число возделываемых культур и устранить дефицит кормового белка в Республике Татарстан и за ее пределами.

Обоснованность и достоверность результатов работы. Достоверность положений и выводов, сформулированных в диссертации, обеспечена признанными методами исследования, массовостью экспериментальных данных, математической обработкой результатов опытов, неоднократной повторностью экспериментов.

Связь темы диссертации с плановыми исследованиями. Данная работа непосредственно связана с тематикой научно-исследовательских работ общероссийского уровня и выполнялась по линии грантов «Университеты России» и тематического плана Ботанического сада Казанского госуниверситета, утвержденного Министерством образования РФ.

Личное участие автора. Автору принадлежит постановка цели и задач исследования; сбор, обработка и анализ экспериментальных данных, анализ литературы, формулировка основных выводов, разработка рекомендаций.



Апробация работы. Основные положения диссертации были доложены на I, II, III Всероссийских научных конференциях (Казань, 1991-1993); I и IV Международных симпозиумах «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их практического использования» (Пушино, 1995, 2002); на Международном симпозиуме в Чехословакии (1992); на I Всеукраинской научно-практической конференции (Винница, 1995); на III и IV Всероссийских науч.-практ. конференциях «Интродукция нетрадиционных и редких сельскохозяйственных растений» (Пенза, 2000; Ульяновск, 2002); на Республиканских агрономических конференциях (Казань, 2001, 2002), а также на итоговых научных конференциях Казанского государственного университета (1991-1995; 2000-2002 гг.).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 17 печатных работ и 1 находится в печати.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 125 страницах, состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы (228 наименований, в том числе 53 иностранных авторов), содержит 18 таблиц, 8 рисунков.

Положения, выносимые на защиту.

1. Влияние густоты посева на рост и развитие *Amaranthus cruentus L.*
2. Динамика роста и особенности развития корневой системы *A. cruentus L.* на дерново-подзолистой и черноземной почвах разной плотности.
3. Распределение численности агрономически важных групп микроорганизмов в ризосфере *Amaranthus cruentus L.*

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Обзор литературы

Приведен обзор литературных материалов по изучению роста и развития корневой системы культурных растений на почвах разного типа и плотности.

Природно-климатические условия РТ благоприятны для созревания ряда озимых и яровых культур и оказывают определенное влияние на структуру кормовой базы, питательность кормов и позволяют применять наиболее эффективные, малозатратные технологии их заготовки и хранения (Зарипова, 1999).

Существует достаточное количество неоспоримых данных, свидетельствующих о глубоком влиянии почвенных условий (плотность, химический состав и тип почвы, микрофлора) на корневую систему растений.

Работами ряда физиологов уже после Н.Ф.Леваковского (1865-1870) значительно расширены представления о деятельности корневой системы (Давтян, 1968; Андреева, 1969; Плешков, 1969; Климашевская, 1986). Было установлено влияние этого органа на формирование и работу фотосинтетического аппарата. Мощная корневая система является одним из важнейших факторов, обуславливающих высокую продуктивность надземных

органов. Такая тесная взаимосвязь между отдельными органами растения наблюдается не только в их деятельности, но и в формировании и росте этих органов как частей единого сложного организма. В настоящее время многие исследователи признают, что объяснить особенности реакции надземных органов на действие окружающей среды можно полнее, если учитывать условия жизнедеятельности их корневой системы (Russel, 1977). Решение этой важной проблемы сулит определенный прогресс в практике растениеводства и земледелия, фитомелиорации и интродукции растений.

При интродукции растений необходимо уделять особое внимание такому сложному и многогранному процессу как формирование агрофитоценоза. Рахичное размещение культур в посеве отражается не только на росте и развитии надземных органов, но и на корневой системе растений. Густота посевов определяется как хозяйственной целью возделывания сельскохозяйственной культуры, так и почвозащитной ролью растений, их конкурентноспособностью по отношению друг к другу и к сорным растениям.

Глава 2. Материалы и методы исследования

Объектом диссертационных исследований служил *Amaranthus cruentus L.*, который относится к числу нетрадиционных культурных растений для северной части Среднего Поволжья, вводимых в земледелие в последние годы. Исследования проводили на лугово-черноземной почве ОПХ «Центральное» Лаишевского района и дерново-подзолистой почве совхоза «Беркутовский» Высокогорского района РТ в полевых опытах.

Опыты закладывались по методике ВИУА и включали четыре варианта:

I вар. - 70x10 см;

II вар. - 70x20 см;

III вар. - 70x30 см;

IV вар. - 70x40 см;

где 70см - ширина междурядий, а 10, 20, 30, 40 см - расстояния между растениями в рядах.

Площадь опытной делянки - 25 м². Общая площадь опыта - 800 м². Повторность - четырехкратная.

Пробы почв для химических и микробиологических анализов отбирались по общепринятой методике как перед посевом, так и в течение всего вегетационного периода. Определение гумуса в почве проводили по методу Тюрина, щелочно-гидролизуемого азота - по Корнфилду, содержание подвижных форм фосфора и калия - по Кирсанову (все - в модификации ЦИНАО; Ягодин и др., 1987). Плотность почвы определялась в процессе онтогенеза растений на окученных и неокученных вариантах по общепринятой методике при помощи бура Качинского (Балахчев, Фаткуллин, 1982).

Посев проводили при прогреве почвы на глубине 10 - 15 см до 12-16°C. Нормы высева - 0,8-1,0 кг/га. Оптимальная глубина заделки семян в почву - 1,0-

1,5 см. Всходы появлялись на 10-12 день. Посев, прополка, прореживание, окучивание и уборка проведены вручную. В вегетативную фазу проводили прополку и прореживание согласно схеме опыта, а также первое окучивание посевов и рыхление междурядий. Второе окучивание с рыхлением и прополкой проводились в фазу бутонизации.

В течение всего вегетационного периода изучена динамика роста надземных и подземных органов *Amaranthus cruentus* L. С целью наблюдения за динамикой роста и особенностями развития надземных органов измеряли высоту растений и их массу, а также вычисляли ассимиляционную поверхность листьев (формула 1) и площадь поверхности почвы, соответствующей проекции надземных органов одного растения (формула 2).

$$A_n = S \times n \times m_n / m_b, \quad (1)$$

где S - площадь круга высечек из листьев, n - количество высечек, m_n - масса листьев с одного растения, m_b - масса взятых высечек из листьев.

$$S_n = L_A \times L_B, \quad (2)$$

где L_A , L_B - максимальные расстояния между концами противоположно расположенных друг к другу листьев.

Учет роста корневой системы проводили биометрическим методом (Калинин, 1991), который заключается в проведении соответствующих измерений каждого морфологического элемента корневой системы и предполагает полное извлечение корневых систем из почвы и последующее измерение в лабораторных условиях. Полное отделение корневой системы от почвы выполнялось путем сухой раскопки и отмывки корней водой с использованием сита с ячейей 0,25 см. После группировки корней по фракциям (главный, боковые корни I порядка, боковые корни II порядка) определяли их массу и длину. Проводили вычисление коэффициента продуктивности корневой системы (формула 3) и пространственного коэффициента корней (формула 4).

$$КП_{кк} = P_n / P_k, \quad (3)$$

где P_n - масса надземной части растения, P_k - масса корней.

$$П_k = A \times B \quad (\text{см}^3) \quad (4)$$

Пространственный коэффициент распространения корней (Юрин, 1979) представляет собой произведение значения проникновения корней вглубь почвы (A) на значение распространения корней в горизонтальном направлении (B).

Определение общего азота, подвижных форм фосфора и калия в растительных образцах проводили в фазы вегетативную, бутонизации и цветения. Для этого использовали методики ЦИНАО (Методические указания по анализу почв, кормов, растений и удобрений, 1976). Сжигание корней и надземных органов проводили мокрым озолением по Гинзбург при дальнейшем

определении азота и фосфора колориметрически на ФЭКе, а калия - на планшетном фотометре.

Микрофлору почвы определяли до посева, а также в фазы онтогенеза: вегетативную, бутонизации, цветения. Состав микрофлоры ризосферы растений *Amaranthus cruentus* L. проводили путем учета физиологических групп микроорганизмов на элективных питательных средах (Методы почвенной микробиологии и биохимии, 1991). Количество микроорганизмов рассчитывали на 1 г сухой почвы. Диазотрофы учитывали на средах Доберейнер и Эшби, гетеротрофы определяли на мясо-пептонном агаре, микроскопические грибы - на среде Чапека. Учет денитрифицирующих микроорганизмов проводили на среде Гильтая. Количество бактерий, способных усваивать минеральный азот, и численность актиномицетов подсчитывали на крахмало-аммиачном агаре. Родовую и видовую принадлежность ряда выделенных микроорганизмов определяли с помощью определителя Берги (1980).

Для статистической обработки экспериментальных данных (значения ростовых параметров растений, биомассы их органов и других показателей) использовали метод дисперсионного анализа для полевого опыта (Доспехов, 1985). Вычисления производились на ПЭВМ Intel Celeron-500 при помощи программы Microsoft Excel-2000.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Глава 3 Поступление азота, фосфора и калия в растения

Amaranthus cruentus L.

Результаты исследований показывают, что основную массу общего азота растения *Amaranthus cruentus* L. усваивают во вторую половину вегетации (конец бутонизации - фаза цветения); такая закономерность наблюдается по поступлению азота как в корни, так и в надземные органы растений. В указанный период содержание этого элемента в листьях в среднем на 50% выше, чем в других органах растений. Различия в густоте посева не привели к существенным изменениям в содержании общего азота во всех органах растений. Данные дисперсионного анализа подтверждают значимость различий между окученными и неокученными вариантами.

В вегетативную фазу содержание подвижных форм фосфора в надземных органах больше, чем в корнях; в фазах бутонизации и цветения поглощение этого элемента корнями снижается, а листьями и соцветиями увеличивается, что свидетельствует об использовании фосфора в синтезе надземной массы. Содержание фосфора выше у окученных растений во все фазы онтогенеза, однако, существенные различия отмечены в фазу цветения.

Содержание подвижных форм калия в растениях амаранта велико по сравнению с содержанием азота и фосфора. Так, в начале вегетации количество калия в корнях было более, чем в десять раз выше количества фосфора; наибольшее содержание калия отмечено в листьях и стеблях в начале

вегетации; в листьях растений, выросших на черноземной почве, калия содержалось в среднем 4,09%, а в стеблях - 4,77%; а в растениях, выращенных на дерново-подзолистой - 3,06% и 3,48% соответственно. Окучивание существенно не повлияло на содержание калия в растениях. Хотя поглощение калия к концу вегетации всеми органами растений идет на убыль, содержание его остается высоким, что свидетельствует о большой потребности *Amaranthus cruentus* L. в этом элементе.

Таким образом, вегетативная фаза - период минимального потребления и усвоения элементов питания. Наиболее интенсивное поглощение питательных веществ растениями амаранта происходит в фазы бутонизации и цветения.

Глава 4 Влияние густоты посева на рост и развитие *Amaranthus cruentus* L.

4.1. Динамика роста и особенности развития корневой системы

В первый месяц после появления всходов развитие корневой системы идет очень активно, но разница между вариантами незначительна. Существенное различие в развитии корневой системы на двух типах почв состоит в том, что на менее плодородной дерново-подзолистой почве главный корень проникает глубже в почву, но он менее разветвлен, чем в черноземной почве; боковые же корни не только менее разветвлены, но и короче.

Густота посева влияет на длину главного корня, длину боковых корней, массу корневой системы и другие показатели (Иванова, Сычкова, 1993). Длина главного корня увеличивается при уменьшении густоты посева как в дерново-подзолистой, так и в черноземной почве и достигает максимальных значений в IV варианте (24,6 см - в дерново-подзолистой почве; 21,0 см - в черноземной). Основная масса корней *Amaranthus cruentus* L. сосредоточена в поверхностном слое почвы, на глубине 10-15 см. Длина боковых корней с увеличением площади питания увеличивается на обоих типах почв. Пространственный коэффициент корневой системы возрастает с уменьшением густоты посева в течение всего вегетационного периода и имеет большие значения у корней, выросших в дерново-подзолистой почве.

В начальный период вегетации не наблюдается различий в накоплении массы корней в зависимости от площади питания. В фазе бутонизации разница в накоплении массы корней уже видна, и она сохраняется до конца вегетации. Наибольшая масса корней *A. cruentus* L была при наибольшей площади питания. Следует отметить, что масса корней в вариантах, где растения были окучены, превышает массу корней у неокученных (табл.1, рис.1) Наибольшая разница в фазу цветения была на дерново-подзолистой почве во втором варианте и составила 33,1%, а на черноземной почве - в третьем варианте - 29,7%.

Таблица 1

Динамика накопления массы корневой системы *Amaranthus cruenius L.* при различной густоте посева на двух типах почв (г) (средние показатели за годы исследований)

Вариант опыта	Фаза вегетации		Фаза бутонизации		Фаза цветения	
	ДП	43	ДП	43	ДО	43
I окучен.	3,5±0,5	9,6±0,4	8,2±0,8	32,3±0,7	28,5±0,5	44,8±0,7
I неокучен.	3,0±0,5	5,2±0,3	5,6±0,4	25,5±0,5	19,1±0,9	31,7±0,7
II окучен.	3,8±0,6	12,7±0,7	12,0±0,5	35,6±0,4	31,1±0,9	51,3±0,7
II неокучен.	3,1±0,5	6,1±0,6	9,3±0,7	28,0±0,5	20,8±0,7	36,9±0,6
III окучен.	4,2±0,8	14,2±0,8	15,1±0,9	38,7±0,7	35,6±0,6	58,0±0,5
Шнеокучен.	4,0±0,5	7,4±0,6	12,8±0,8	30,3±0,7	26,9±0,6	40,8±0,7
IV окучен.	4,3±0,7	13,4±0,6	18,4±0,6	42,1±0,9	37,4±0,6	61,7±0,7
V неокучен.	3,9±0,6	6,8±0,2	15,9±0,6	31,9±0,9	28,3±0,7	47,9±0,6

ДП - дерново-подзолистая почва

43 - черноземная почва

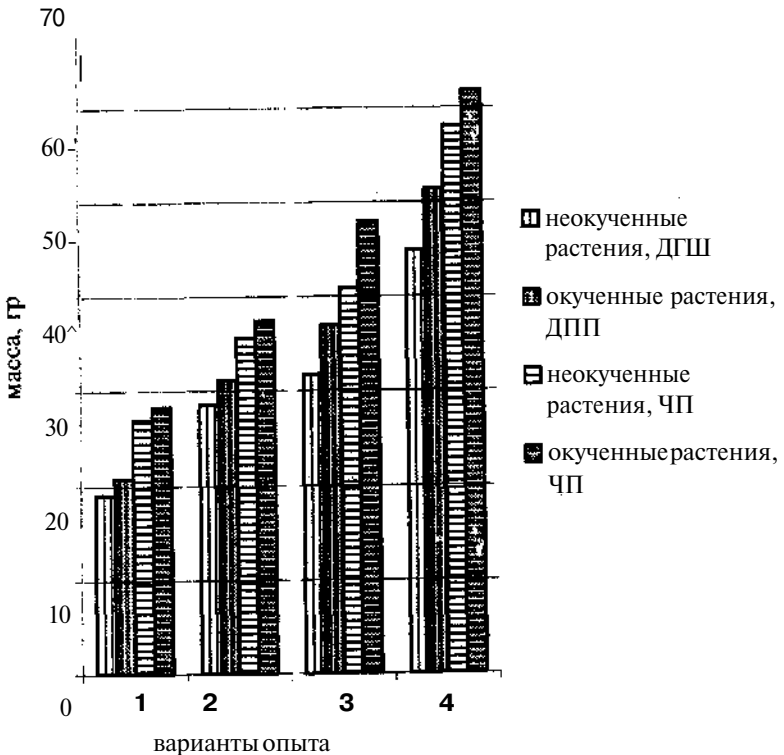


Рис. 1. Масса корневой системы при различной густоте посева на двух типах почв в фазу цветения

4.2. Динамика роста и особенности развития надземных органов

В течение первых тридцати дней после появления всходов рост растений был слабым. Зависимость высоты растений от густоты посевов обнаруживается только к фазе бутонизации и сохраняется в фазе цветения. Наиболее высокими были растения третьего варианта на черноземной почве и второго - на дерново-подзолистой. Причем окученные растения выше неокученных в среднем на 7,7% на черноземе и на 3,9% - на дерново-подзолистой почве.

Очевидно, что высота растений и их густота в фитоценозе тесно взаимосвязаны. Изменение темпов роста растений в связи с плотностью посева влечет за собой изменение его геометрической структуры и, следовательно, фотосинтетического потенциала, что в свою очередь не может не отразиться на продуктивности растений. Формирование фитомассы амаранта наиболее интенсивно протекает в фазы бутонизации и цветения (таблица 2). В эти фазы онтогенеза вес растений (зеленой массы) в загущенных посевах был меньше, чем в более редких. Наибольшая масса надземных органов одного растения во все сроки определения была в вариантах 70х40 см. При загущении посевов она соответственно снижалась.

Таблица 2

Динамика массы надземных органов одного растения *Amaranthus cruentus* L.

в зависимости от густоты посева на двух типах почв (г)

(средние данные за годы исследований)

Вариант опыта	Черноземная почва			Дерново-подзолистая почва		
	фаза вегетат.	фаза бутониз.	фаза цветен.	фаза вегетат.	фаза бутониз.	фаза цветен.
I окуч.	92,5±0,5	450,1±5,5	513,4±6,4	11,6±0,1	101,7±0,3	336,3±3,3
I неокуч.	78,3±0,3	375,7±4,2	446,7±5,7	10,1±0,1	58,6±0,1	234,8±2,5
II окуч.	100,2±0,6	460,8±6,3	628,2±7,8	13,5±0,2	112,5±0,4	383,1±3,6
II неокуч.	85,0±0,5	425,2±5,2	535,4±6,6	10,9±0,1	64,7±0,3	265,0±2,5
III окуч.	105,0±0,7	519,2±7,2	787,5±8,7	16,2±0,2	123,9±0,6	411,0±4,2
III неокуч.	98,8±0,5	443,4±4,1	601,6±7,1	13,6±0,1	80,6±0,5	326,9±3,1
IV окуч.	106,3±0,7	629,0±8,5	800,0±9,5	18,5±0,3	135,3±0,7	523,0±5,3
IV неокуч.	97,6±0,6	580,4±8,1	621,6±7,4	15,7±0,3	85,8±0,2	367,6±3,4

Наибольший урожай зеленой массы с единицы площади получен в первом варианте: 10,8 кг/м² - на черноземной почве и 7,] кг/м² - на дерново-подзолистой почве (табл.3). Причем, урожай зеленой массы у окученных растений выше, чем у неокученных в среднем на 17,8% на черноземной и на 27,8% - на дерново-подзолистой почве. Данные показывают, что ход формирования корневой системы как органа поглощения находится в непосредственной связи с формированием надземных органов растения и ассимилирующей деятельностью листьев.

Продуктивность *Amaranthus emeritus L.* на двух типах почв
при различной густоте посева

(средние данные за годы исследований)

Вариант опыта	Кол. раст. на 1 м ²	Черноземная почва		Дерново-подзолистая почва	
		г/раст.	кг/м ²	г/раст.	кг/м ²
I окучен.	21	513,4±0,4	10,8±0,2	336,3±0,2	7,1±0,4
I неокучен.	21	446,7±0,3	9,4±0,3	234,8±0,2	5,0±0,3
II окучен.	12	628,2±0,4	7,5±0,5	383,1±0,3	4,6±0,4
II неокучен.	12	535,4±0,4	6,4±0,4	265,0±0,2	3,2±0,5
III окучен.	8	787,5±0,5	6,3±0,2	411,0±0,5	3,3±0,2
III неокучен.	8	601,6±0,4	4,8±0,2	326,9±0,3	2,6±0,4
IV окучен.	6	800,0±0,5	4,8±0,2	523,0±0,5	3,1±0,4
IV неокучен.	6	621,6±0,4	3,7±0,3	367,6±0,4	2,2±0,3

Глава 5 Распределение численности агрономически важных групп микроорганизмов в ризосфере *Amaranthus eruentus L.*

Нами рассматривались многие группы микроорганизмов, но особое внимание уделили основным, наиболее важным для жизнедеятельности растений. Для количественной характеристики ризосферного эффекта было использовано соотношение R/S, где R - количество микроорганизмов в ризосфере, а S - во внеризосферной почве (Барбер, 1988). Для гетеротрофных бактерий (рис.2) в дерново-подзолистой почве максимальное значение ризосферного эффекта равно 9,0, а в черноземной - лишь 6,0. Данная закономерность характерна и для азотобактера (рис.4).

Наблюдения показали, что обильное развитие гетеротрофов происходит уже на ранних стадиях развития растений, но самый бурный рост микроорганизмов наступает в период цветения растений. При сравнении численности этих микроорганизмов по типам почв четко видно, что в ризосфере амаранта, выращенного на черноземе, гетеротрофов больше, чем в ризосфере растений, выращенных на дерново-подзолистой почве.

В ризосфере *Amaranthus emeritus L.* были обнаружены микромицеты из родов *Trichoderma*, *Penicillium*, *Aspergillus*, а также фитопатогенные из родов *Alternaria* и *Fusarium*. Динамика численности микромицетов представлена в виде диаграммы на рисунке 3.

Наибольшая численность азотфиксаторов в наших опытах наблюдалась в фазы бутонизации и цветения (рис.4). Больше количество этих микроорганизмов было характерно в наших опытах для черноземной почвы.

Результаты наших исследований показывают, что окучивание растений оказывает положительное воздействие на микрофлору ризосферы амаранта, изменяя ее количественный и качественный состав в благоприятную сторону.

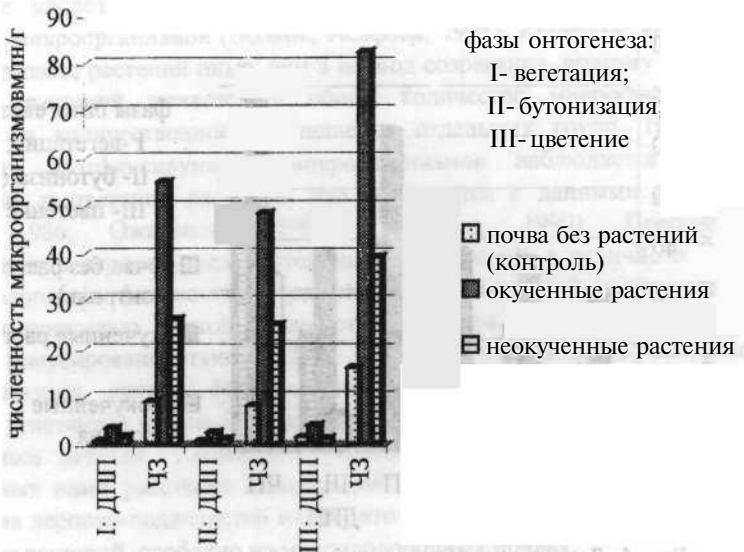


Рис.2. Динамика численности гетеротрофов в ризосфере *Amaranthus cruentus* L на двух типах почв (млн/1 г почвы)

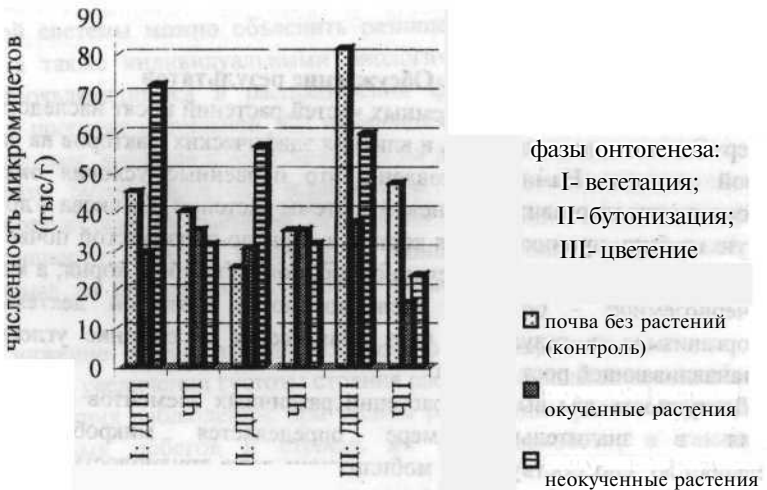


Рис. 3. Динамика численности микромицетов в ризосфере *Amaranthus cruentus* L. на двух типах почв (тыс. на 1 г почвы)

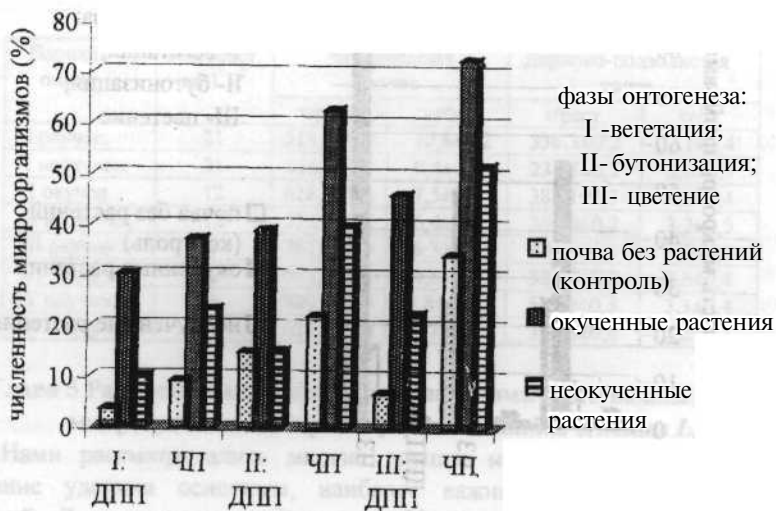


Рис. 4. Динамика численности азотофиксирующих микроорганизмов в ризосфере *Amaranthus cruentus* L. на двух типах почв (% от общего количества)

Глава 6. Обсуждение результатов

Особенности строения подземных частей растений носят наследственный характер. Однако нельзя отрицать и влияния эдафических факторов на развитие корневой системы. Нами установлено, что почвенные условия оказывают большое влияние на развитие корневой системы растений (Сычкова и др, 1992). Большую глубину проникновения корней в дерново-подзолистой почве можно объяснить ее лучшей влагообеспеченностью, консистенцией корня; а меньшую - в черноземной - большей численностью и активной деятельностью микроорганизмов, в результате чего повышается содержание углекислоты, приостанавливающей рост корней.

Доступность для высших растений различных элементов минерального питания в значительной мере определяется микробиологической деятельностью, способствующей мобилизации даже труднодоступного фонда. Положительный ризосферный эффект, имеющий место и в наших опытах, за исключением группы микромицетов, свидетельствует о том, что в почве под амарантом создаются благоприятные условия для размножения всех групп почвенных микроорганизмов. Еще одним из объяснений повышенного содержания микроорганизмов в почве под амарантом является то, что корни

этого растения выделяют в окружающую среду различные аминокислоты, которые являются источником питания и энергии почвенных микроорганизмов (Волков, Асафова, 1991). Корневые выделения в молодом возрасте растений иные, чем в период созревания, поэтому в процессе онтогенеза растений меняется и общее количество микроорганизмов в ризосфере, и количественное соотношение отдельных групп. Наибольшая численность азотфиксирующих микроорганизмов наблюдается в фазы бутонизации и цветения растений, что согласуется с данными литературы (Попова, 1986; Ожиганова, 1993; Дегтярева, 1999). Преобладание микромшцетов в дерново-подзолистой над черноземной, в отличие от других групп, объясняется физико-химическими свойствами самой почвы: хорошей влагообеспеченностью, низкой порозностью, уровнем ее кислотности (рН=4,2) и слабой гумусированностью (1,32%). Вероятно, что большая численность микроорганизмов других физиологических групп в черноземной почве действует угнетающе на микромшцеты или создает межвидовую конкуренцию за источники питания. Увеличение численности азотобактера в результате применяемых нами рыхления междурядий и окучивания растений особенно ощутимо на дерново-подзолистой почве, что еще раз говорит о необходимости окучивания растений, особенно на малоплодородных почвах.

Данные свидетельствуют о том, что коэффициент продуктивности (КП) *Amarunihus cruentus* L. не зависит от площади питания. Он выше на черноземной почве в среднем в 1,9 раза, причем эта разница уменьшается к концу вегетации. Такое изменение соотношения массы надземной части и корневой системы можно объяснить разницей в потенциальном плодородии почвы, а также индивидуальными биологическими особенностями данного вида, проявляющимися в распределении фитомассы по морфологическим частям в процессе онтогенеза. КП изменяется в процессе онтогенеза, достигая максимальных значений в фазу цветения на дерново-подзолистой почве - 14,0 и в фазу бутонизации на черноземной - 18,2. Последнее связано с особенностью реакции растения на уровень плодородия почвы: коэффициент продуктивности остается высоким до конца вегетации у растений, более отзывчивых на обеспеченность почвы элементами минерального питания и влагой.

Снижение массы надземных органов и корневой системы одного растения при увеличении густоты стояния растений амаранта можно объяснить, исходя из наших наблюдений: при тесном размещении растений уменьшается число боковых побегов и степень их облиственности; а также и из литературных данных.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выводы

1. Многолетними исследованиями на двух типах почв установлено, что стержневая корневая система *Amaranthus emeritus* L. отличается развитием боковых корней, а по глубине проникновения корней в почву относится к группе мелкокорневых.

2. При выращивании амаранта на черноземной почве фитомасса растений содержит больше азота, фосфора и калия, чем на дерново-подзолистой. Впервые показано, что с развитием растений содержание азота в корнях увеличивается, а фосфора и калия снижается, что свидетельствует о наибольшей потребности амаранта в азотном питании во все фазы онтогенеза, снижении потребности в калии к концу вегетации и возрастании потребления фосфора генеративными органами.

3. Исследования влияния густоты посева на развитие корневой системы амаранта выявили отчетливую зависимость основных биометрических показателей от этого фактора. При изменении структуры агрофитоценоза корреляционная зависимость в развитии надземных органов и корневой системой остается неизменной.

4. Окучивание растений способствовало развитию боковых корней в области границы перехода корня в стебель, увеличению массы не только корневой системы, но и надземных органов.

5. Численность микроорганизмов в каждой физиологической группе зависела как от типа почвы, так и от ее плотности. Ризосферный эффект наблюдался во все фазы онтогенеза. В результате окучивания снижалась плотность почвы, улучшалась аэрация, что положительно сказалось на численности агрономически важных групп микроорганизмов.

6. Коэффициент продуктивности корневой системы растений *A. cruentus* L выше на черноземной почве и имеет высокие значения до конца вегетации, что свидетельствует о высокой продуктивности этого вида, его отзывчивости на уровень плодородия почвы и эффективном функционировании корневой системы.

Практические рекомендации

1. Результаты проведенных исследований и обобщение литературного материала свидетельствуют, что *Amaranthus cruentus* L может быть рекомендован для производственной интродукции как ценная сельскохозяйственная культура (пищевая, кормовая и лекарственная) на основных типах почв в условиях Республики Татарстан.

2. Урожай зеленой массы *A. cruentus* L возрастал при заданном увеличении площади посева. С учетом этого факта и других экспериментальных данных представляется наиболее целесообразным в почвенно-климатических условиях северной зоны Среднего Поволжья принять

в качестве оптимальной густоты стояния растений в посевах на дерново-подзолистой почве 12 растений на 1 м² а на черноземной- 8 растений на 1 м².

Список опубликованных работ по теме диссертации

1. Иванова О.Р. Влияние уровней минерального питания на развитие корневой системы Амаранта багряного/ О.Р. Иванова, Будкина Т.И., Сычкова Я.А.// Амарант: агроэкология, переработка, использование. Тез. докл. научн. конф. -Казань, 1991. - С.21-23.

2. Бикмурзина В.Г. Агроэкология корневой системы Амаранта багряного при различной густоте посева/ В.Г. Бикмурзина, Т.И. Будкина, О.Р. Иванова// Амарант; агроэкология, переработка, использование; Тез. докл. науч. конф. - Казань, 1991. -С.24-26.

3. Сычкова Л.А. Агроэкология развития Амаранта багряного на дерново-подзолистой почве при разных способах посева/ Л.А. Сычкова, О.Р. Иванова — Москва, 1992. - 5 с. - Деп. в ВИНТИ, №4235. - В.92.

4. Сычкова Л.А. Взаимозависимость накопления урожая зеленой массы Амаранта багряного и развития его корневой системы в связи с различной густотой посева на разных типах почв/ Л.А. Сычкова, О.Р. Иванова. И.А. Чернов — Москва, 1992. - 8 с. - Деп. в ВИНТИ, №4352-В.93.

5. Чернов И.А. Физиология развития корневой системы Амаранта багряного на почвах разного типа и плотности/ И.А. Чернов, Г.В. Демина, О.Р. Иванова// Агрофитоценозы и экологические пути повышения их стабильности и продуктивности. - Ижевск, 1992. - С.13-16.

6. Tchernov I. Physiology of root system development of purple Amaranth on soil of different types and tightness/1. Tchernov, G. Demina, O. Ivanova// Amaranth as a food, forage and medicinale culture: Abst. of papers of international symposium 19-23 august 1992 - Olomouc -Nitra (Chechoslovakia), 1992. - P.28.

7. Чернов И.А. Агроэкология развития корневой системы Amaranthus cruentus L. на темно-серой лесной почве при разных способах посева/ И.А. Чернов, О.Р. Иванова, Г.В. Демина, Н.Б. Мельникова// Амарант: агроэкология, переработка, использование: Тез. докл. II и III Всерос. научн. конф. - Казань, 1993.-С. 54-55.

8. Чернов И.А., Иванова О.Р. Влияние физических свойств почвы на развитие корневой системы Amaranthus cruentus L./ И.А. Чернов, О.Р. Иванова, Г.В. Демина, Н.Б. Мельникова// Амарант: агроэкология, переработка, использование: Тез. докл. II и III Всерос. научн. конф. - Казань, 1993. - С. 55-56.

9. Tchernov I. Fisiologia del desarrollo del sistema radicular del amaranto morado en suelos de diferentes tipos y compactos/1. Tchernov, G. Demina, O. Ivanova// El Amaranto y su Potencial Boletin (Guatemala). - 1993. - №3-4. - P. 33.

Ю.Демина Г.В. Некоторые аспекты технологии возделывания Амаранта багряного в условиях Республики Татарстан/ Г.В. Демина, О.Р. Иванова//

Новые и нетрадиционные растения и перспективы их практического использования: Тез. докл. I Междунар. симпозиума. - Пушкино, 1995. - С. 128-130.

11.Чернов И.А. Особенности развития корневой системы амарантовых/ И.А. Чернов, Г.В. Демина, О.Р. Иванова// I Всеукраинская науч.-практ. конф. по проблемам выращивания, переработки и возделывания амаранта на кормовые, пищевые и др. цели: Материалы конф. - Винница, 1995. С. 74.

П.Сычкова Л.А. Взаимозависимость накопления урожая зеленой массы Амаранта багряного и развитие его корневой системы в связи с различной густотой посева на дерново-подзолистой почве/ Л.А. Сычкова, В.Г. Бикмурзина, О.Р. Иванова// Экологические исследования: Сборник статей. - Казань, 1995.-С. 64-75.

13.Кувшинова О.Р. Плотность почвы как фактор развития корневой системы амаранта/ О.Р. Кувшинова, В.Г. Бикмурзина, И.А. Чернов// Интродукция нетрадиционных и редких сельскохозяйственных растений: Материалы III Междунар. науч.-практ. конф. - Пенза, 2000. - Т.3. - С. 98-100.

14.Чернов И.А. Влияние агроэкологических факторов на производственную интродукцию амаранта в северной зоне Среднего Поволжья/ И.А. Чернов, В.Г. Бикмурзина, А.С. Галиуллина, О.Р. Кувшинова, С.В. Пуховская// Интродукция нетрадиционных и редких сельскохозяйственных растений: Материалы III Междунар. науч.-практ. конф. - Пенза, 2000. - 1.2. - С.128-129.

15.Чернов И.А. Зависимость накопления белка в фитомассе амаранта от условий среды и технологии возделывания/ И.А. Чернов, Г.А. Гасимова, О.Р. Кувшинова, А.Н. Яруллин// Сборник докладов республиканской агрономической конференции - Казань, 2001. - С.230-232.

16.Кувшинова О.Р.. Эколого-морфологическое изучение корневой системы *Amaranthus crenatus* L. в природно-климатических условиях северной зоны Среднего Поволжья/ О.Р. Кувшинова, И.А. Чернов, А.Н. Яруллин// Интродукция нетрадиционных и редких сельскохозяйственных растений: Материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. - Ульяновск, 2002. - Т. 1. - С. 115-117.

17.Кувшинова О.Р. Эколого-морфологическое изучение корневой системы *Amaranthus crenatus* L. в природно-климатических условиях Республики Татарстан/ Кувшинова О.Р.// Актуальные экологические проблемы Республики Татарстан: Материалы V науч. конф. - Казань, 2002.

18.Кувшинова О.Р. Агроэкология корневой системы *Amaranthus crenatus* L. при различной густоте посева в условиях северной части Среднего Поволжья/ О.Р. Кувшинова, И.А. Дегтярева// Нетрадицион. природа, ресурсы, инновацион. технологии и продукты (сб. трудов) - №7 - Москва, 2003. - в печати.