

ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

На правах рукопису

ЧЕРНОВ
ІГОР АНАТОЛІЙОВИЧ



ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ІНТРОДУКЦІЇ ТА ВИКОРИСТАННЯ
ПЕРСПЕКТИВНИХ ВИДІВ РОДУ *AMARANTHUS* L.
У СЕРЕДНЬОМУ ПОВОЛЖІ

03.00.16 - екологія

АВТОРЕЗЮМЕ ДИСЕРТАЦІЇ
на здобуття вченого ступеня
доктора біологічних наук

ДНІПРОПЕТРОВСЬК

1996

Дисертація є рукописом

Роботу виконано в Ботанічному саду при Казанському державному університеті

Офіційні опоненти:

1. Доктор сільськогосподарських наук, професор В.С. Подопрігора
2. Доктор біологічних наук В.Г. Сидоренко
3. Доктор біологічних наук Т.Б. Батигіна

Провідний заклад: Донецький Ботанічний сад УАН.

Захист відбудеться "18" травня 1995 р. о 10 год.
на засіданні спеціалізованої ради Д 03.01.11 по присудженню наукового ступеня доктора біологічних наук при Дніпропетровському державному університеті, за адресою: 320625, ГСП - ІО, пр. Гагаріна, 72, університет, біолого-екологічний факультет, корп. І7.

Автореферат розіслано "14" квітня 1995 року.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Дніпропетровського державного університету.

Вчений секретар
Спеціалізованої вченої ради

А.А. Дубина

А.А. Дубина

ЛНБ ім. В. Стефаніка
АН України

ЛНБ України ім. В. Стефаніка



00754609 (V)

I. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

I.1. Актуальність проблеми. Інтродукція нових видів рослин, що відбувається в результаті цілеспрямованої діяльності людини, приносить багато важливих результатів: збагачує рослинні ресурси, що використовуються і забезпечує збереження рідкісних і зникаючих видів.

Важливу роль в інтродукції відіграє введення в культуру нових кормових рослин, що перевищують традиційні кормові культури за врожайністю, вмістом цінних компонентів і стійкістю до несприятливих впливів.

Об'єктивно оцінюючи значимість традиційних кормових культур, слід визнати, що в найближчій перспективі за ними збережеться головна роль у кормовому балансі. Разом з тим розширення видового складу кормових культур за рахунок перспективних інтродуцентів /козлятник, амарант, сільфія, гірчак, окопник, мальва та ін./ дозволяє значно підвищити продуктивність кормовиробництва і істотно поліпшити якість кормів, насамперед за вмістом в них білка /Утеуш, 1991/.

По комплексу біологічних і господарсько-корисних ознак найсерйознішого ставлення вимагає амарант, що широко використовується в багатьох країнах як кормова, харчова і лікарська рослина. /матеріали першої Всесоюзної конференції "Вирощування і використання амаранту в СРСР", 1989 р.; I Міжнародного конгресу по амаранту, Оакстепек, Мексика, 1991/. Такі види амаранту, як *Amaranthus cruentus*, *A. caudatus*, *A. mangostianus*, *A. hybridus*, *A. lividus* та інші, відрізняють висока врожайність зеленої маси /до 200 т/га і більше/ і насіння /до 6 т/га/, стійкість до несприятливих впливів, шкідників і хвороб, екологічна чистота продукції, її добре з'їдають і засвоюють тварини /Чернов, 1992/.

Відомо, що першим в нашій країні рекомендував амарант до негайного впровадження в 1930 р. академік М.І.Вавілов, але тільки з середини 80-х років почалась його виробнича інтродукція, яку, однак, стримувала відсутність точних уявлень про біологічну специфіку та екологічні потреби представників роду амарантів.

Зараз дослідження екологічних аспектів інтродукції і властивостей амранту провадяться в багатьох наукових установах ССД, що свідчить про посилення інтересу і визнання його значимості.

У зв'язку з цим в Б.танічному саду при Казанському університеті з 1987 року нами були початі комплексні дослідження амранту, що визначалось пажливістю розробки екологічно обґрунтованих технологій вирощування і переробки цієї високобілкової рослини.

1.2. Мета і завдання досліджень. Основною метою роботи було вивчення впливу екологічних умов і розвитку восьми видів амранту, визначення найважливіших фізіолого-біохімічних механізмів високої продуктивності і зв'язування умов формування фітомеси певного хімічного складу і технологічних властивостей у видів, визнаних перспективними для виробничої інтродукції в Республіці Татарстан /РТ/.

Для досягнення поставленої мети необхідно було розв'язати такі завдання:

- відібрати та інтродукувати в умовах РТ найперспективніші за біологією, продуктивністю і набором цінних компонентів види амранту;

- вивчити еколого-фізіологічні особливості розвитку перспективних видів;

- розробити еколого-ценотичні засади вирощування, визначити оптимальні строки, способи збирання і дати відповідні рекомендації виробництву;

- розробити екологічно безпечну технологію отримання із зеленої маси білкових концентратів кормового призначення.

І.З. Наукова новизна. Ця робота присвячена дослідженню біологічних та еколого-фізіологічних аспектів інтродукції перспективних видів роду амарантів в РТ. У ній на підставі концепції сучасної екології розробляються теоретичні основи оптимізації агрофітоценозів, сконструйованих з інтродукованих видів амаранту, найперспективніших для Татарстану з господарсько-цінних ознак.

Вперше проведено комплексне дослідження біології та екології фізіологічних особливостей вісьмох видів амарантів при інтродукції в умовах РТ, а також можливостей його переробки і використання як сировини для отримання високоякісних білкових препаратів.

Найповніше вивчено три види *A. cruentus*, *A. montezumensis* і *A. SP /K 388/*, а решта більш фрагментарно, бо метою було виділення видів, перспективних за господарськоцінними ознаками.

Встановлено, що найдоцільніше введення в культуру виду *A. cruentus* /Амарант багрянний/, для якого нами описаний морфогенез, вивчено антекологію і розвиток генеративних структур, динаміку утворення фотосинтетичних пігментів і білка, а також впливу на ці показники різних екологічних факторів. Таким чином, вперше отримано репродуктивну біологію *A. cruentus*, а решта видів вивчались з урахуванням особливостей їхнього розвитку. Визначено чутливість амаранту до різних форм і доз азотних добрив. Виявлено оптимальну гущину стояння рослин і оптимальну оптичну структуру агроценозів амаранту, що забезпечує високий ККД фотосинтезу /до 6%/. Отримано дані про високі кормові достоїнства зеленої маси амаранту багряного і білкового концентрату, який одержують з неї.

Щодо переробки зеленої маси амаранту для отримання білкових концентратів розшифровано амінокислотний склад білків гомогенату і кінцевого продукту.

Таким чином, за результатами проведених досліджень обґрунтовано можливість використання амаранту багряненого як цінну кормову культуру, що вирощується без застосування пестицидів в РР та інших регіонах Середньої Волги, що може бути справедливим і стосовно Степової зони України, особливо в умовах лімітованої вологозабезпеченості.

Наукова значимість роботи визначається тим, що представлені дані отримані вперше для умов Середньої Волги.

1.4. Основні положення, що виносяться на захист.

1. Теоретичне обґрунтування можливості широкомасштабної інтродукції на основі інтродукційного прогнозу і вивчення анатомо-морфологічних і функціональних змін при виведенні в культуру деяких видів амарантів в екологічних умовах, характерних для північних широт / до 58⁰ півн. ш./.

2. Основна умова розробки технології вирощування - комплексна оцінка адапційного потенціалу перспективних видів амарантів і ґрунтово-кліматичних умов нового регіону поширення.

3. Вивчення аутоекології, антекології і сінекології рослин роду амарантів як найважливішої умови їхньої успішної інтродукції в нових регіонах проростання.

4. Обговорення фізіолого-біохімічних механізмів високої продуктивності амаранту при інтродукції в Середньому Поволжі, що забезпечують інтенсивне формування високобілкової фітомаси та її придатності для використання як корм і сировину, виробництво білкових концентратів і супутніх продуктів.

5. Екологічне обґрунтування вирощування амаранту, що

відповідає оптимальному задоволенню його потреб стосовно світлового, температурного і водного режимів, а також азотного живлення.

1.5. Практична цінність і реалізація результатів дослідження. Виявлено і досліджено основні закономірності росту, розвитку і формування врожаю, оптимізацію вирощування в зв'язку з використанням рекомендованих агротехнічних прийомів, розроблених еколого-ценотичних принципів конструювання агроценозів амаранту і з урахуванням агрокліматичних ресурсів РТ.

На підставі отриманих результатів опрацьовано державну програму Республіки Татарстан /ДПРТ "АМАРАНТ"/ впровадження амаранту і створено Науково-виробничу систему "АМАРАНТ" для виробництва високобілкових кормів і концентратів кормового протеїну.

Опрацьовано рекомендації щодо оптимальних строків збирання зеленої маси з урахуванням динаміки накопичення білка і залежно від цільового призначення посіву.

Результати досліджень з технології отримання концентратів кормового білка із зеленої маси амаранту багрянця впроваджуються в сільгоспвиробництво РТ.

Основні положення роботи використовуються в навчальному процесі під час читання студентам курсів "Екологічна фітофізіологія", "Технічна біохімія" тощо.

1.6. Апробація роботи. Матеріали обговорювались на щорічних Підсумкових наукових конференціях КДУ /1988-1994/, I і II Всесоюзних конференціях з вивчення амаранту /Казань, 1989; Владикавказ, 1991/, Всесоюзній нараді "Агрофітоценози та екологічні шляхи підвищення їхньої стабільності і продуктивності"

/Львівськ, 1968/, конференції "Кормові рослинні ресурси - фактор науково-виробничого прогресу в кормовиробництві" /Київ - Біла Церква, 1969/, нараді "Підсумки наук о-дослідних і прикладних робіт з культурою амарант за 1961-1968 рр." /Ленінград, 1969/, Всесоюзній конференції "Перетворення світлової енергії у фотосинтезуючих системах і їхніх моделях" /Пушино, 1969/, III симпозиумі "Еколого-популяційний аналіз кормових рослин природної флори, інтродукція та використання" /Сиктивкар, 1990/, II з'їзді Всесоюзного товариства фізіологів рослин /Мінськ, 1990/, Всесоюзній конференції "Хімія харчових речовин. Властивості і використання біополімерів у харчових продуктах" /Могильов, 1990/, Всесоюзній нараді "Перспективи створення екологічно чистих технологій вирощування сільськогосподарських культур" /Ленінград, 1990/, I Всесоюзному науково-виробничому семінарі "Різнотравні кормові рослини - проблеми вирощування і використання" /Владикавказ, 1990/, XI Міжнародному симпозиумі "Ембріологія і насіннєве розмноження" /Ленінград, 1990/, XII конференції ґрунтознавців, агрохіміків і землеробів Середнього Поволжя та Уралу /Казань, 1991/, XV Всесоюзній нараді "Принципи і методи екологічного контролю за елементарним складом рослин і станом ґрунтового покриву" /Москва, 1991/, Всесоюзній конференції "Популяції і проблеми охорони природи" /Йошкар-Ола, 1991/, нарадах у Центрі сільгосппрогресу в Шепетові /Польща, 1988/, в аграрному університеті в дебрецені /Угорщина, 1969/, в аграрному центрі в Шумені /Болгарія, 1990/, I Міжнародному Конгресі з амаранту /Окстелек-Мексика, 1991/ і I Європейському симпозиумі "Амарант як харчова, кормова і лікарська культура" /Оломоуц-Нітра, ЧСР, - 1992/, Міжнародному симпозиумі з солестійкості рослин /Ташкент, 1992/, Міжнародному симпозиумі з екології співтовариств у Берні /Швейцарія, 1994/ і

П Міжнародній конференції Агроеколас /Москва, 1994/.

І.7. Декларація особистої участі. дисертантові належить ідея комплексного дослідження агрозологічних основ інтродукції амаранту, створено новий науковий напрямок. Автор отримав та інтерпретував експериментальний матеріал, на підставі якого сформульовано практичні рекомендації щодо вирощування, використання і переробки зеленої маси амаранту.

І.8. Публікації. Автором оприлюднено 123 роботи, в тому числі 3 монографії, 2 брошури і 20 публікацій за кордоном.

І.9. Структура та об'єм роботи. дисертація складається з вступу, огляду літератури, експериментальної частини, висновків, пропозицій виробництву і списку літератури, що включає 366 публікацій, з яких 162 закордонних авторів. Роботу викладено на 228 сторінках, містить 24 таблиць і 17 малюнків.

І.10. Природно-кліматичні умови Татарстану. Дослідження проводились у Ботанічному саду при Казанському університеті з 1987 по 1994 рік. Основні завдання вирішувались з використанням усього необхідного арсеналу засобів сучасної ботаніки, фітофізіології, екології, ґрунтознавства і рослинознавства. /деталі методи наводяться у відповідних розділах/ згідно з головною метою - вивчення біологічних та еколого-фізіологічних особливостей інтродукованих видів роду амарантів, а також розробки еколого-ценотичних принципів оптимізації посівів амаранту.

Республіка Татарстан розташована в центрі Середньо-Волзького економічного регіону. Територія її розташована на схід центральної зони Російської рівнини /Тайсин, 1978, Колобов, Бурсук та ін., 1983; Гаптрашитов, Реутов, 1986/. Географічне

положення республіки визначається координатами: $53^{\circ}58'$ і $56^{\circ}39'$ півн. ш. і $47^{\circ}15'$ і $54^{\circ}16'$ с.д. РТ має значні площі родючих ґрунтів, досить тепла і світла, необхідних для вирощування більшості традиційних сільськогосподарських культур /абсолютні максимуми температури повітря: червень-липень $+33^{\circ}\text{C}$, січень -52°C ; середня температура з травня по серпень - $+16,6^{\circ}\text{C}$; $\text{Et} > +10^{\circ}\text{C} = 130$ днів / 2300°C /, $\text{Et} > +15^{\circ}\text{C} = 96$ днів / 1750°C /. Однак більшій частині регіону часто не вистачає вологи і за період досліджень /1987-1994 рр./ тільки 1990 і 1994 роки мали вологий гідротермічний коефіцієнт, при середньому багаторічному значенні 1,01 у посушливі роки в травні він знижується до 0,4, в червні - 0,7, липні - 0,5 і серпні - 0,4.

Клімат Рі характеризується як континентальний. Врожай сільськогосподарських культур в РТ визначається природним зволоженням і найчастіше ним лімітується.

Якщо середньорічна сума опадів 460 мм, то за вегетаційний період - тільки 196 - 206 мм. Навіть у середні за кількістю опадів роки коефіцієнт вологозабезпеченості для пізньозбираних культур /до них можна віднести і амарант/ лиш 0,76 - 0,84 від повної потреби.

Температура повітря і ґрунту багато в чому визначаються радіаційним балансом. Тривалість сонячного сяйва за рік у східних районах 20950 годин і в західних - 16800.

Максимум прямої і сумарної радіації припадає на червень.

Кількість QAP з травня по вересень 1,5 млрд. ккал і цього досить для врожаю кормових культур у 200-300 тонн з гектара, в той час як врожаї кукурудзи практично досягаються в середньому 30 т/га.

У ґрунтовому покриві РТ переважають вилужені і звичайні

чорноземи /46%/, сірі лісові /42%/ і дерново-підзолисті /8,5%/ ґрунти. Понад 95% ґрунтів важкого механічного складу. Вміст гумусу коливається залежно від типу ґрунтів від низького до високого /1,5 - 4,2%/.

детальні дані про агрокліматичні ресурси РТ необхідні у зв'язку з тим, що введення в культуру корисних інорайонних рослин вимагає суворого обліку умов у зоні інтродукції, без чого не можуть бути зрозумілі зміни біологічних і господарсько-корисних ознак інтродуцентів.

Ці аспекти враховувались далі для досягнення основної мети цієї роботи - інтродукції перспективних видів амаранту в умовах РТ без втрати врожайності і поживності, розробки ефективних прийомів вирощування і комплексного використання для задоволення потреб у кормовому і харчовому білку за рахунок власних рослинних ресурсів /Чернов, 1992/.

2. ЗМІСТ РОБОТИ

2.1. огляд літератури. У хронологічній послідовності розглядаються найважливіші роботи по біології амаранту за весь період вивчення з 1880 р. Наведено дані щодо анатомії, морфології, ембріології, систематики, фізіології та біохімії амаранту, а також його використання як харчової, кормової і лікарської рослини.

Аналізуються головні особливості амаранту структурного, функціонального та екологічного характеру на підставі чого точніше визначається його положення серед рослин з С-4 типом фотосинтезу.

Крім того, обговорюються теоретичні питання адаптації, акліматизації та стійкості рослин із загальних позицій значимості для інтродукційного процесу.

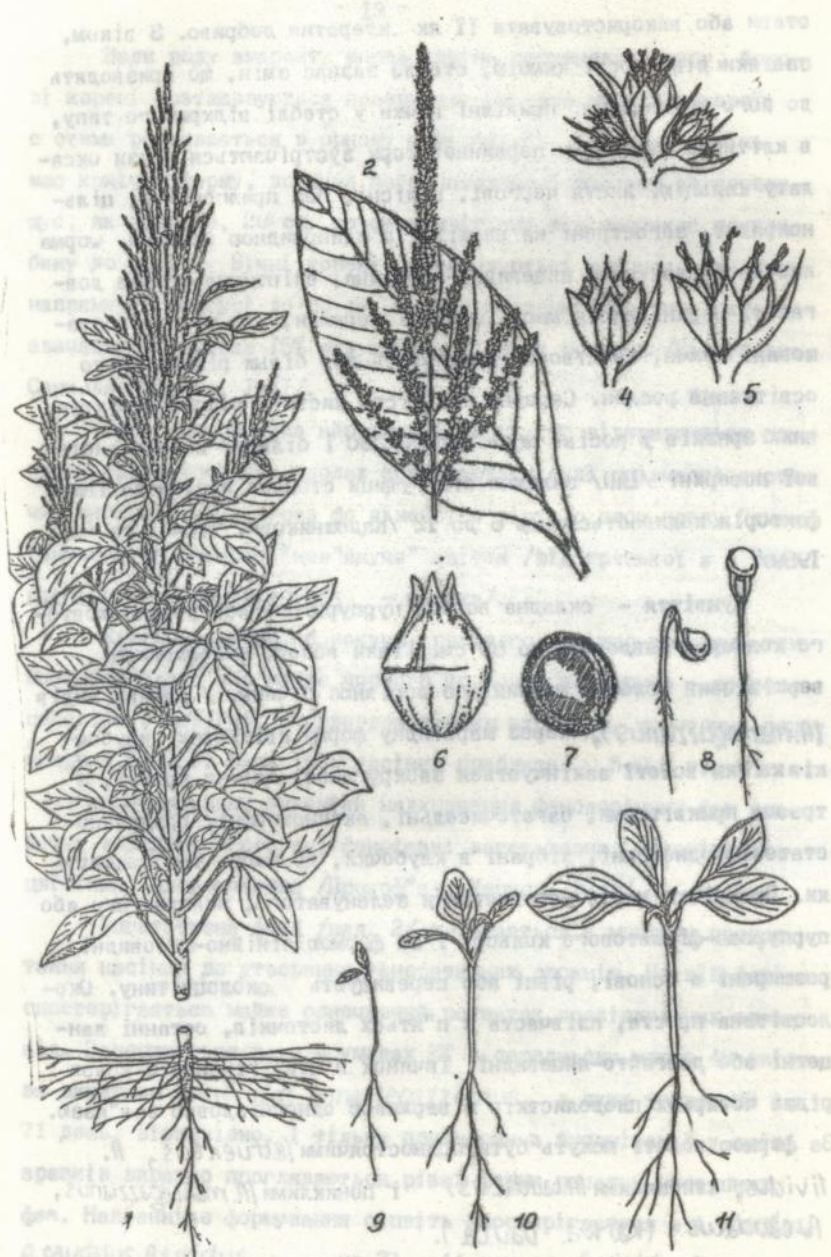
3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1. Морфологічна та еколого-фізіологічна характеристика видів роду амарант. Сімейство амарантових (*Amaranthaceae*) належить до класу двосім'ядольних, порядку гвоздичних, включає 65 родів і майже 900 видів /Гактаджян, 1966/. Найбільш поширений і відомий рід амарант (*Amaranthus*), до якого входять, головним чином, однорічні трави. На території нашої країни зустрічаються 10 видів амаранту, найчастіше *A. retroflexus* L., або трищя, яка відома як злісний бур'ян.

З 1967 року в РГ переважно інтродукуються вісім зразків амаранту: *A. caudatus* L., *A. caudatus* (Karw & Daulta) L., *A. cruentus* L., *A. hybridus* L., *A. lividus* L., *A. montegazzianus* Passer., *A. sp.* (K 388) L., *A. spinich* Lag. насіння яких були отримані з колекції ВІПу /Чернов та ін., 1969/.

Ці рослини світлолюбиві, добре витримують літні посухи, але вимогливі до вологості ґрунту в ранній період розвитку. Потреба у теплі досить висока і склала 2000-2500°C.

досліджувані нами зразки амаранту мають багато загальних морфологічних ознак /Прокоф'єв, Калашникова, Чернов, 1969; 1991/. Стебла прямі, борозенчасті, округлі, інколи гіллясті, облистнені, заввишки від 1,5 до 3 метрів. На мал. 1 представлені основні фітоелементи *A. cruentus*: 1 - загальний вид рослини *Amaranthus cruentus* L.; 2 - листок і частина суцвіття; 3 - квітковий клубочок; 4 - жіноча квіточка, 5 - чоловіча квіточка; 6 - плід-коробочка; 7 - насіння; 8 - паростки; 9 - II - розвиток сходів. За ступенем гілкування стеблини зразки можна поділити на слабо і сильногіллясті. Зрізання верхівки стебла призводить до інтенсивного утворення бічних пагонів, що дозволяє за сприятливих умов проводити кілька укосів



Мл. 1 /позначення в тексті/

отави або використовувати її як лідератне добриво. З піком, завдяки діяльності камбію, стебло зазнає змін, що призводять до його потовщення. Привідні пучки у стеблі відкритого типу, в клітинах паренхіми первинної кори зустрічаються друзи оксалату кальцію. Листя чергові, цілісні, без прилистків, цільнокрайні, загострені на верхівці з клиновидною основою. Форма листової пластинки яйцевидно-ромбічна, еліптична, рідше довгаста. Верхні листя мають коротші черешки, ніж ті, що розташовані нижче, це створює можливість для більш рівномірного освітлення рослин. Середня кількість листків високопродуктивних зразків у посіві може сягати 250 і більше. Індекс листової поверхні /ІЛП/ залежно від гущини стояння рослин та інших факторів коливається від 6 до 12 /Клошнікова, Черноп та ін., 1969/.

Суцвіття - складна волоть пурпурового або зелено-жовтого кольору, завдовжки до 80 см. Гілки волоті колосковидні, верхівковий колосок менший або дорівнює бічним. У деяких видів (*A. mantegazzianus*), через шаровидну форму квіткових клубочків квітки волоті закінчуються заокруглено. Квітки дрібні, з трьома приквітками, багаточисельні, актиноморфні, роздільно-статеві, однодомні, зібрані в клубочки, що мають три приквіт-ки. Приквіткі мають усі відтінки зеленуватого, жовтуватого або пурпурово-фіолетового кольору і за формою лінійно-шиловидні розширені в основі, рівні або перевищують околицвітину. Околицвітину проста, півчаста з п'ятьох листочків, останні ланцетні або довгасто-яйцевидні. Тичинок п'ять, гінецей з трьох рідше чотирьох плодолистків з верхньою одногніздовою зав'яззю. За формою волоті можуть бути прямостоячими (*A. cruentus*, *A. lividus*, звисаючими (*A. caudatus*) і пониклими (*A. mantegazzianus*, *A. caudatus* (Karwa Dauta).

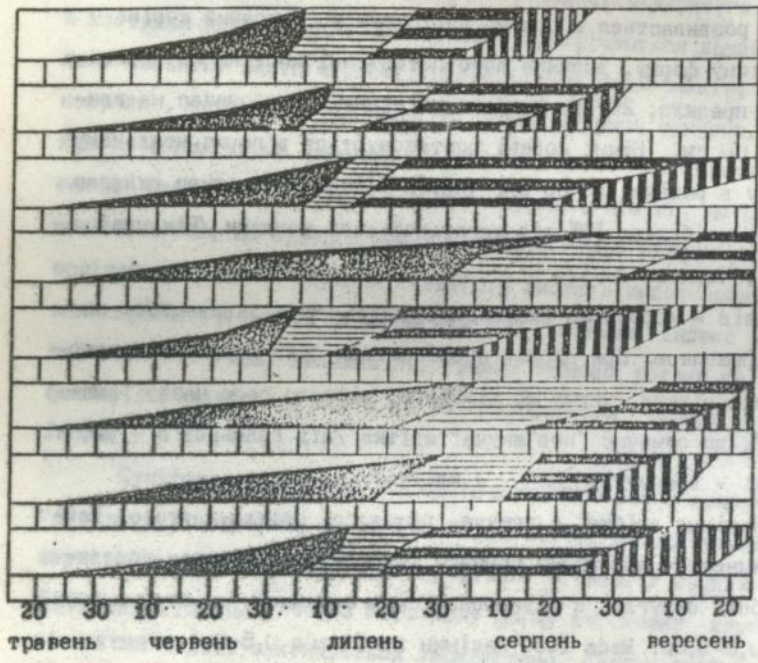
Види роду амаранту мають корінь стрижневого типу, бокові корені розташовуються поперечно. Основна маса кореневої системи розвивається в орному шарі ґрунту. Головний корінь має конічну форму, довжина його потовщеної частини не перевищує, як правило, 20 см. до фази цвітіння він проникає на глибину до 60 см. Бічні корені розташовуються в горизонтальному напрямку в радіусі до 80 см. Частка підземної частини складає звичайно не більше 15% від загальної ваги рослини /Бікурзіна, Сичкова, Чернов, 1991/.

Плід - коробочка яйцевидної форми, що відкривається поперек кришечкою. При плодах зберігаються сухі пливчасті листочки околоцвіттини, через що сімейство дістало свою назву "амарантос", що означає "нев'яуча" квітка /від грецької *α - не, γαράϊος - в'янути, ανθος - квітка*/.

Насіння дрібне, блискуче, рожевого, світло-жовтого, темно-коричневого або майже чорного кольору, за формою - сочевицеподібні, округлі, з підковоподібним зародком, що оточує перисперм 0,5-0,8г. Маса 1000 насінин приблизно 0,5-0,8 г.

дослідженнями динаміки надходження фенологічних фаз розвитку виділено 4 основні фенофази: вегетативна, бутонізація, цвітіння, плодоношення /Прокоф'єв, Чернов, 1991/.

Вегетативна фаза /мал. 2/ починається з моменту проростання насінин до утворення генеративних органів. На цій фазі спостерігається майже одночасний розвиток досліджуваних зразків. Завершується вона в умовах РТ в середньому через 48 днів, за винятком *A. hybridus*, *A. mantegazzianus*, в яких триває 93 і 71 день, відповідно. І тільки починаючи з бутонізації, у всіх зразків виразно проглядаються різні форми початку наступних фаз. Найраніше формування суцвіть спостерігається в *A. cruentus*, *A. caudatus*, *A. lividus* - на 37 - 44 день; в *A. caudatus* (Kurva



Мел. 2. Феноспектр різних зразків амаранту: 1. *A. caudatus*,
 2. *A. caudatus* (карва даута), 3. *A. mantegazzianus*,
 4. *A. cruentus*, 5. *A. hybridus*, 6. *A. lividus*, 7. *A. sp.* № 388/
 8. *A. spinach*. Фенофази: а/ вегетативна, б/ бутонізація,
 в/ цвітіння, г/ плоношення

dzuta). *A. mantegazzianus* - на 50-59 день з дня появи сходів; більш пізнє настання фази бутонізації відмічено в *A. hybridus* - на 69 день. Фаза цвітіння настає в *A. cruentus*, *A. caudatus*, *A. lividus*, - на 47-56 день. Пізніше за всіх починає квітнути *A. hybridus* - на 98 день. Початок плодоношення на 60-75 день відмічається в *A. cruentus*, *A. sp.* /К 368/, *A. spinach*; на 108 день - у *A. mantegazzianus* а у *A. hybridus* взагалі не досягає фази плодоношення. Дривалість окремих фенофаз також при сильно зволоженому ґрунті і різких пориваннях вітру, такого об'єму коріння неспроможні утримати рослини від вилягання, різна. Найкоротшою для більшості зразків є фаза бутонізації /28 днів/, крім *A. hybridus*, *A. mantegazzianus* /45-50 днів/. Найтривалішими були фази вегетації (*A. mantegazzianus*, *A. hybridus*, *A. caudatus* (*Kawa dzuta*)) і цвітіння (*A. caudatus*, *A. cruentus*, *A. lividus*). У 1992 році настання і тривалість фенологічних фаз дещо відрізняються від попередніх років. Порівняно з найбільш сприятливим 1969 роком у всіх зразків відмічено скорочення вегетативної фази, особливо це проявилось в *A. caudatus* - на 10, *A. cruentus* - на 7, *A. sp.* /К 368/ - на 9, *A. mantegazzianus* - на 6 днів. Тривалість фази бутонізації складає: в *A. caudatus* - 24 дні, *A. cruentus* - 25, *A. sp.* /К 368/ - 25, *A. mantegazzianus* - 47 днів. Фаза цвітіння в *A. caudatus*, *A. mantegazzianus* у 1992 році не відрізнялась від 1969 року, а в *A. sp.* /К 368/ скоротилась на 9 днів. Фаза плодоношення в *A. sp.* /К 368/ і *A. cruentus* скоротилась на 5 днів, а в *A. caudatus* - на 8 днів. В *A. mantegazzianus* в 1992 році як і в попередні роки відмічено тільки часткове дозрівання насіння через настання приморозків.

На підставі з'ясованих фенофаз нами встановлені основні вікові стани ценопопуляції досліджуваних зразків: етап сходів,

ювенільни", імматурний, вегетативний, генеративний. На етапі сходів проведено облік польової схожості насіння, що показав, що в польових умовах відсоток схожості, в середньому, становить 33,6%, максимум 53%.

Сходи дрібні, сім'ядолі звичайно дві, зольніший бік яких темно-зелений, внутрішній - фіолетово-кармінний. Пластинка сім'ядолі ланцетна, гіпокотиль пофарбований в рожево-фіолетовий колір.

Поява масових сходів протягом п'яти років досліджень в РТ була неоднаковою: в 1988 році - на 19 день з дня висівання, 1989 - на 12-й, в 1990 /особливо несприятливому/ - на 26 день, в 1991 - на 17, в 1992 - на 16 день. Спостереження за проростанням насіння показали, що в 1989 році, коли за період від посіву до масових сходів суцільно позитивних температур становила $260,6^{\circ}\text{C}$, сума опадів - 52,2 мм, сходи з'являлись дружно, а в умовах холодної ранньої весни 1990 року перші сходи гинули від приморозків, зайвої вологи і пошкодження грибами.

Ювенільний віковий стан рослин ценопопуляції амранту характеризується початком формування стебла, висота якого варіює від 3,5-8,5 см. На цьому етапі онтогенезу виразно видно специфічні видові морфологічні ознаки, що дозволяють порівнювати види між собою /Гимонін, 1984; 1985/. Імматурний етап в особини ценопопуляції амранту починається з гілкування основного стебла /початок розвитку пагонів другого порядку/. На вегетативному етапі, по мірі росту стеблини, відбувається утворення листків різних формацій /низовий, серединний, верхівковий/. Генеративний етап характеризується появою перших бутонів квітів і насіння. На цьому етапі види значно розрізняються, в основному розмірами і формою листових пластинок усіх формацій, а також різним характером та інтенсивністю гілкування бічних па-

гонів.

Зміна швидкості росту в амаранта з умов РТ точно характеризується великою кривою Сакса. динаміка росту вивчена в 7 зразків амаранту. Найбільш сприятливим для розвитку амаранту в Середньому Поволжі був 1969 рік. Максимальна висота до кінця вегетаційного періоду була в цінопопуляції *A. mantegazzianus* - 176 см, *A. caudatus* - 175 см, *A. spinach* - 58 см. В умовах вегетаційного періоду 1990 року, найбільш несприятливого за погодними умовами, найбільш висоти досягли ценопопуляції *A. cruentus* - 133 см, *A. caudatus* - 120 см, *A. mantegazzianus* - 123 см. В умовах посушливого 1991 року максимальна висота відмічена в *A. caudatus* - 147 см, *A. hybridus* - 123 см, *A. mantegazzianus* - 121 см, мінімальна - в *A. spinach* - 53 см і *A. caudatus* (*Karwa dauti*) - 90 см.

У 1992 році максимальна висота була в ценопопуляції *A. mantegazzianus* - 165, в *A. cruentus* - 163 см, *A. caudatus* - 176 см, в *A. hybridus* більш вимогливого до тепла, максимальна висота становила всього 106 см.

ФОРМУВАННЯ ГЕНЕРАТИВНИХ ОРГАНІВ

3.2. Мікроспорогенез і розвиток чоловічого гаметофіту.
в *Amaranthus cruentus* L. За нашими даними /Салахова, Чернов, 1990; 1992/, чоловіча квітка в *Amaranthus cruentus* складається з п'ятих тичинок і п'ятих ланцетних листочків оцвітини. Пилки чотиригніздові, двотекові. Тичинка закладається у вигляді горбика і на ранніх стадіях розвитку складається з однорідних меристематичних клітин, оточених епідермісом. Далі під епідермісом виленовуються археспоріальні клітини з великими ядрами. Клітини археспорію діляться периклинально, внаслідок чого дають зовні перистальні клітини, а всередині - спорогенні.

Паристальні клітини діляться і дають всередину пилкового гнізда клітини вторинного паристального шару, а зовні - клітини ендотеції. Внаслідок наступного периклинального поділу вторинного паристального шару утворюється клітина середнього шару і тапетума. Таким чином, нами виявлено, що формування стінки пильника відбувається також, як і в інших представників родини амарантієв /Кажіє, 1940; Поддубна-Арнольдї, 1962/, доцентрово, за типом односім'ядельних /класифікація Т.Б.Батигіної з спів-авт. /1963//. Сформована стінка пильника складається з чотирьох шарів - епідермального, ендотеція, середнього і тапетума. Епідерміс - зовнішній шар стінки пильника. Клітки епідермісу діляться антиклинально. Під час формування стінки пильника клітини епідермісу значно збільшуються в розмірах і цитоплазма їх сильно вакуолізується вже на стадії мікроспороцитів. На стадії мікроспори цитоплазма в клітинах епідермісу розміщується поступово. Клітини епідермісу зберігаються до розкриття пильника, але до цього часу майже повністю лізуються їхні цитоплазма та ядра. Ендотецій - похідне первинного паристального шару. Клітки ендотецію мають фіброзні потовщення, останні особливо добре виражені на стадії трикліткового пильку. Цитоплазма клітин фіброзного шару вакуолізується рано. Ядра клітин ендотецію в міру диференціації набувають вигнутої форми і до настання стиглого триклітинного пильку майже повністю дегенерують. Середній шар - похідне вторинного паристального шару. Клітини середнього шару на початку розкриття не відрізняються від клітин епідермісу та ендотецію. Після закінчення формування стінки пильника клітини середнього шару починають розтягуватись, сильно сплутуватись, їхні ядра витягуються. Вже на стадії тетради мікроспор середній шар майже повністю дегенерує, та інколи спостерігаються залишки середнього шару на стадії мікроспори. Тапетум також є по-

хідним вторинного паріетального шару. Тапетум одношаровий, спочатку клітини його невеликі, потім під час мейозу в мікроспороцитах, збільшуються в розмірах. На ранніх етапах розвитку вони одноядерні, пізніше стають двоядерними; двоядерність виникає внаслідок мітотичного поділу ядер клітин і випадання цитокінезу. Внутрішня частина тапетума є похідною меристематичних клітин, що безпосередньо прилягають з боку зв'язківця до стороженої тканини клітини тапетума, поступово дегенерують. Час їхнього повного зникнення варіюється від моменту утворення генеративної клітини в пилковому зерні до пізніх стадій її поділу. Таким чином, тапетум в *A. cruentus* клітковий, секреторний, одношаровий з двоядерними клітинами.

Спорогенна тканина є похідною археспорію. Спорогенні клітини великі, мають великі ядра, густу цитоплазму. Ядра з одним, іноколи з двома ядрцями. Поділ спорогенних клітин триває до остаточного формування стінки пиляка, далі ядра впадають у стан спокою і з цього моменту спорогенні клітини стають мікроспороцитами. Мікроспороцити - з стану спокою переходять до мейозу.

Нами встановлено, що в особин цінпопуляції *A. cruentus* мейоз в мікроспороцитах відбувається без особливих порушень /Салахона, Іванова, Чернов, 1993/. У пиляку мейоз відбувається синхронно. Внаслідок двох поділів мейозу материнська клітина ділиться одразу на 4 клітини, утворюючи тетраду мікроспор, тобто, утворення мікроспор відбувається за симультанним типом, що характерно для родини амаранту /Савіна, 1963/. Розміщення мікроспор у тетрадах тетраедричне, іноколи близьке до ізобілатерального. Після вилучення з тетради мікроспори наб. мають округлої форми.

Спочатку в мікроспори цитоплазма густа, без вакуолюк, ядро розміщується в центрі. Потім утворюється вакуоля, і ядро

зміщується до оболонки, де і ділиться, утворюючи генеративне і вегетативне ядра. Цитоплазма генеративної клітини відрізняється від цитоплазми вегетативної більшою щільністю. Вегетативне ядро швидко росте, одночасно відбувається посилений синтез цитоплазми вегетативної клітини, вакуоль поступово зникає. Далі в цитоплазмі формується велика кількість крохмальних зерен. Генеративна клітина також помітно зростає і переміщується всередину протопласту вегетативної клітини. Ядро генеративної клітини навіть у стані спокою сильно хроматизовано і яскраво фарбується в реактиві шиффа. Поділ генеративної клітини відбувається в пилковому зерні, що знаходиться в пильяку. Сперміогенез відбувається синхронно в усіх пилових зернах одного пилового гнізда. В пиловому зерні спермії розташовуються навколо вегетативного ядра і мають еліптичну форму. Навколо сперміїв цитоплазма на світловому рівні майже не проглядається, можливо, через велику кількість крохмальних зерен. Триклітинний пилкок багатопоровий. Поряд з нормальним розвитком триклітинного пилку нерідко спостерігається дегенерація пилку на одноядерній або двоклітинній стадії. Звичайно в пильниках з нормально розвинутим триклітинним пилком зустрічається не більше 1-2% стерильних пилових зерен. Трапляються випадки, коли стерильність охоплює весь бутон, тоді кількість стерильних пилових зерен сягає 90-95%.

3.3. Мегаспорогенез і розвиток жіночого гаметофіту в особин цінопопуляції *A. cruentus*. У зав'язі в *A. cruentus* міститься один кресінуцелятний насінний зачаток /Салахова, Чернов, Іванова, 1990; Салахова, Чернов та ін. 1990; 1993/. Розвиток насінного зачатка, як у всіх покритонасінних, в амаранту багряного починається з горбочка, що складається з меристематичних

клітин. Одразу після появи горбочка насінний зачаток починає диференціацію, першим диференціюється нуцеліус. Під час розвитку насіннєвий зачаток в результаті однобічного росту нуцеліу-са та інтегументія стає камілотропним. /М.І.Савченко, 1973/.

Цей тип насіннєвих зачатків описується Е. Woodcock /1931/ в *A. cudatus*, нуцеліус з насінного зачатка оточений двома інтегументами, кожний з яких складається з двох шарів клітин. Мікрополе утворюється тільки внутрішнім інтегументом. Для родини амаранту відмічено наявність однієї або більше археспоріальних клітин /Поддубна-Арнольдї, 1962/. За нашими даними в *A. cruentus*

формується тільки одна археспоріальна клітина. Остання ділиться периклінально, утворюючи дві клітини. Одна з них парі-етальна, друга - спорогенна. У подальшому перша ділиться з утворенням криючих клітин, а друга стає материнською клітиною мегаспор. Мегаспороцит перед поділом розростається, ядро стає крупнішим. Перший поділ мейозу завершується утворенням діади клітин. До цього часу утворюється вже два шари криючих клітин. Далі халазальна клітина діади ділиться ще раз, а мікропілярна клітина не ділиться, внаслідок чого утворюються тільки три клітини. Халазальна мегаспора збільшується, її ядро розміщується в центрі клітини. Протопласти клітин двох мікропілярних мегаспор стискаються, ядра забарвлюються гомогенно, клітини починають дегенерувати, причому першою дегенерує сестринська клітина халазальної мегаспори.

Зародковий мішок в *A. cruentus* виникає так само, як і в інших представників родини амарантів, з халазальної мегаспори за *Polycornum*-типу /Романов, 1971/. Халазальна мегаспора перед поділом значно збільшується в розмірах, під час росту вона стискає дві дегенеруючі мегаспори. На стадії одного зародкового мішка утворюється нуцелярний колючок з кількох шарів клі-

тин. Після першого поділу ядра утворюється двоядровий ценоцид. Сестринські ядра відходять одне від одного, між ними розміщується велика вакуоль, а біля кожного полюса в цитоплазмі - ядра. Після другого мітотичного поділу ядер утворюється чотириядровий зародковий мішок. Через деякий час ядра чотириядрового зародкового мішка знову діляться. На кожному полюсі розміщується по чотири ядра і відбувається формування перетинок між ядрами, таким чином формується восьмиядровий, семиклітинний зародковий мішок. Полярні ядра спочатку лежать: одне - у верхньому, друге - в нижньому кінці центральної клітини, потім швидко переміщуються і дуже рано зливаються, утворюючи вторинне ядро зародкового мішка. Перед заплідненням ядро розміщується біля яйцевого апарата під яйцеклітиною. Стиглий зародковий мішок складається з трьох комплексів клітин, мікропілярний комплекс - з яйцеклітини і двох сінергід. У центрі великої вакуолізованої клітини розміщується диплоїдне вторинне ядро, а в капалярному кінці - три антиподіальні клітини. Під час дозрівання зародкового мішка відбувається збільшення насінневого зачатка і об'єму зародкового мішка. Яйцеклітина стиглого зародкового мішка має велике ядро, розміщене в апікальній частині, велику вакуоль, що знаходиться в базальній частині. Сінергіди у верхній частині мають гачкоподібні нарости і одну велику вакуоль, що розміщена в апікальній частині і в базальній частині - ядро. Сінергіди дегенерують після запліднення. Розміщення клітин--антипод Т-подібне. Вони містять густозернисту цитоплазму і ядро. Антиподи дегенерують рано. Таким чином, нами встановлено, що розвиток чоловічих і жіночих ембріональних структур в *A. cruentus* у більшості випадків відбувається нормально, без будь-яких відхилень, що і є основою для отримання повноцінного насіння.

АНТИЕКОЛОГІЯ

Протягом 1969-74 рр. нами були проведені дослідження по вивченню особливостей цвітіння трьох видів амаранту: *A. cruentus*, *A. sp. /K 388/* та *A. mantegazzianus*. Цвітіння по суцвіттю у всіх досліджуваних видів відбувається базипетально. На окремому колоску суцвіття в *A. cruentus* та *A. sp. /K 388/* цвітіння відбувається акропетально, а в *A. mantegazzianus* першою розкривається верхівкова квітка, подальше розкривання квітів не має суворої спрямованості.

Механізм розкривання тичинкової квітки у досліджуваних видів однаковий. Після розкриття квітки зімнуті пиляки розходяться і відбувається одночасне підняття пиляків над оцвітиною. Фаза запилення починається через 30-40 хвилин, масове запилення відбувається ближче до полудня. Процес запилення триває 30-60 хвилин, та залежно від погоди /похмура, дощова/ час запилення може збільшуватись до 2 годин. Загальна тривалість цвітіння окремої квітки близько 3 годин.

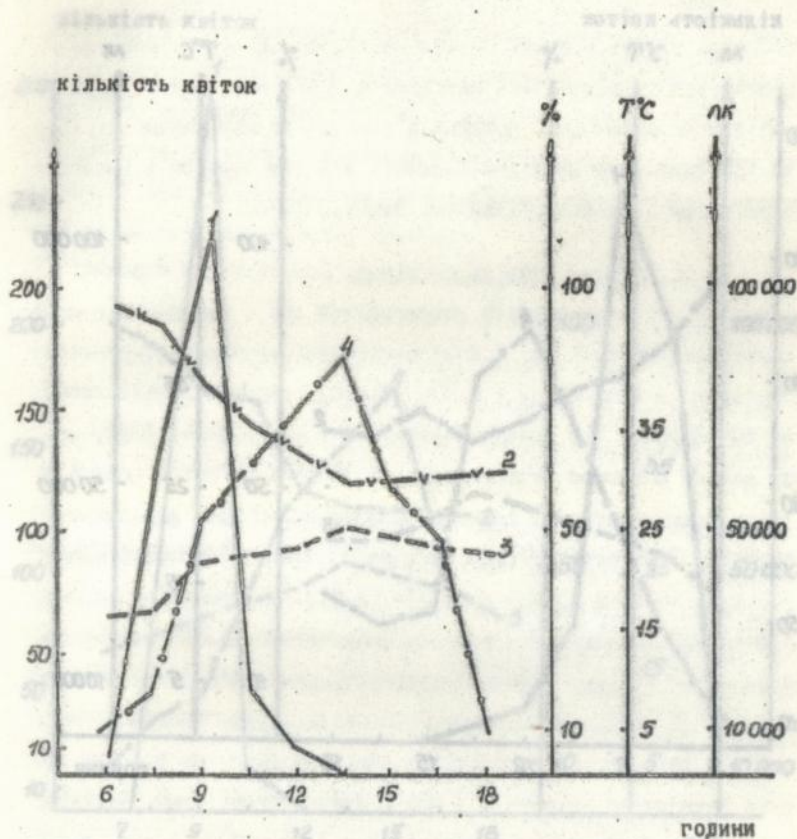
3.4. добова ритміка цвітіння. Спостереження за добовою ритмікою протягом трьох років /1969 - 1971 рр/ показали, що добовий ритм цвітіння в 1971 році у період масового цвітіння відрізняється від цвітіння двох попередніх років.

У 1969-1971 рр. розпускання квітів в *A. cruentus*, *A. sp. /K 388/* починається з 6 години ранку і досягає максимального значення до 9 години при температурі 18⁰С, вологість повітря 80-85% і освітленість - 30-50 клк. Після 9 години кількість квітів за 1,5 години зменшується в п'ять разів і доходить до мінімального значення до 14-15 години, коли освітленість зростає до 60-90 клк, температура - до 25-30⁰С, а вологість - до 60%

У 1991 році розпускання квітів у *A. cruentus* і *A. sp.* /К 388/ починається також о 6 годині ранку і до 7 години 30 хвилин збільшується майже в 13 разів і досягає максимального значення /у *A. cruentus* - 415 екз., в *A. sp.* /К 388/ - 257 екз./ при цьому температури $+17^{\circ}\text{C}$, а вологість повітря - 93%, освітленість - 13 клк /мал. 3, 4/. до 9 години кількість квіток, що розпустилися, зменшується в *A. cruentus* до 300 екз., а в *A.* /К 388/ - 40 екз., а до 12 години доходять до мінімуму. Загальна тривалість добового цвітіння в обох видів становить майже 6 годин.

Цвітіння в особин цінпопуляції *A. mantegazzianus* у 1989-1991 рр. починається на 1 годину пізніше, ніж у попередніх видів і звершується до 12 години, тобто тривалість добового цвітіння скорочується на 4 години. О 7 годині розкриваються кілька десятків квітів, а до 9 години спостерігається пік цвітіння, кількість квіток, що розкрилися, збільшується майже в 10 разів при температурі 20°C , вологості повітря - 80-85% і освітленості - 30 клк. Після проходження піку кількість квіток, що розкрились, починає різко зменшуватись і до 12 години доходить до мінімуму при температурі $24-30^{\circ}\text{C}$, вологості повітря 60-70%, освітленості 75-90 клк.

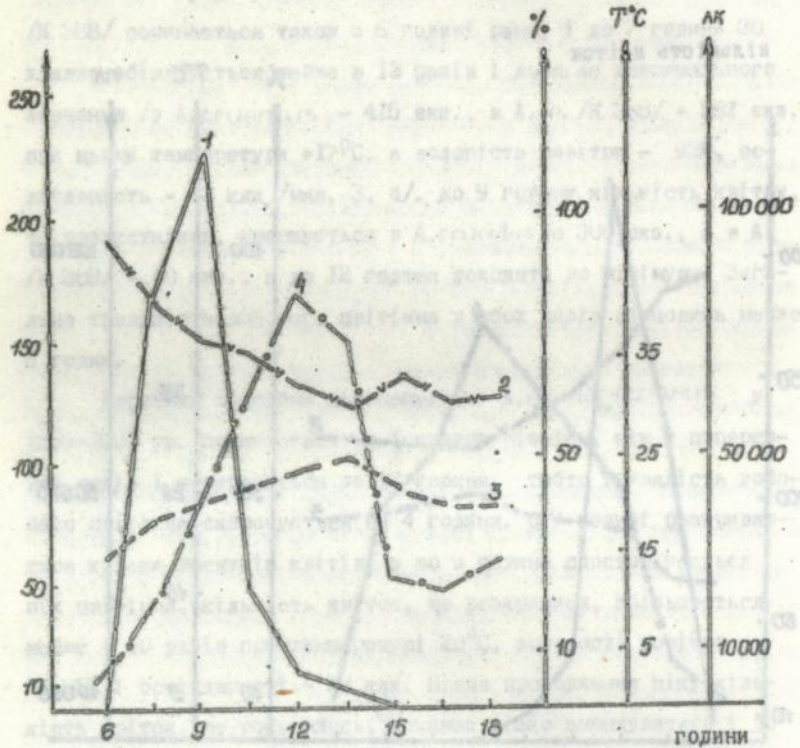
Добова ритміка цвітіння *A. mantegazzianus* в 1991 р. помітно відрізняється від цвітіння попередніх двох років. У 1991 р. квіти починали розкриватись близько 6 години ранку і пік цвітіння припадав на 7 годин 30 хвилин /мал. 5/. Необхідно відмітити, що в період масового цвітіння *A. mantegazzianus* через 5-8 днів від початку цвітіння, квіти починають розкриватись вже близько 5 години ранку, і пік цвітіння припадає на 6 годин ранку. Це пояснюється тим, що в другій декаді серпня ранкова температура була висока $+21^{\circ}\text{C}$, вологість повітря -



Мал. 3. Добова ритміка розкриття цинкових квіток

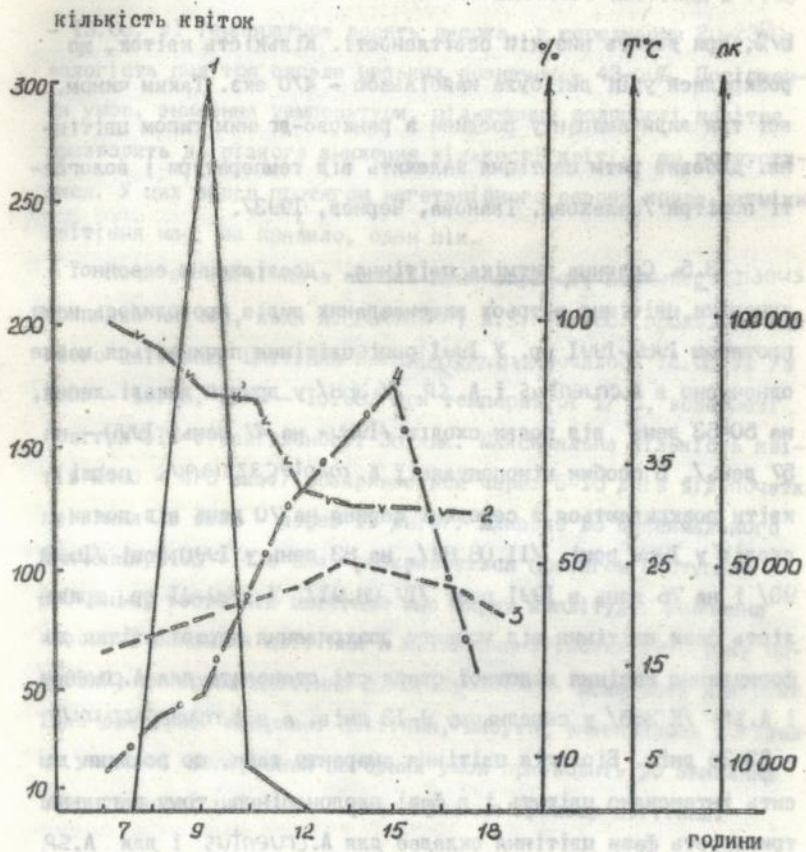
1 - кількість квіток, що розкрилися; 2 - відносна вологість повітря / %; 3 - температура повітря на рівні суцвіть / °C; 4 - освітленість / лк /

кількість квіток



Мал. 4. Добове ритміка розкриття тичинкових квіток

А. /К 388/ позначення кривих ті самі, що й на мал.3



Мал.5. Добова ритміка розкриття тичинкових квіток

Amaranthus maritimus Passer /позначення кривих ті самі,

що й на мал.3/

57%, при досить низькій освітленості. Кількість квіток, що розкрилися у ці дні була найбільшою - 470 екз. Таким чином, всі три види амаранту рослини з ранково-десним типом цвітіння. Добовий ритм цвітіння залежить від температури і вологості повітря /Салахова, Іванова, Чернов, 1993/.

3.5. Сезонна ритміка цвітіння. дослідження сезонної динаміки цвітіння в трьох вищезазначених видів проводилось нами протягом 1989-1991 рр. У 1991 році цвітіння починається майже одночасно в *A. cruentus* і *A. sp.* /К 388/ у другій декаді липня, на 50-53 день від появи сходів. /1989- на 47 день, 1990 - на 57 день/. В особин цінпопуляції *A. mantegazzianus* перші квіти розкриваються в середині серпня на 70 день від появи сходів у 1989 році. /11.08.89/, на 83 день у 1990 році /16.08.90/ і на 76 день в 1991 році /17.08.91/. У 1989-91 рр. тривалість фази цвітіння від моменту розкривання першої квітки до формування насіння молодшої стиглості становить для *A. cruentus* і *A. sp.* /К 388/ у середньому 9-13 днів, а в *A. mantegazzianus* - 23-25 днів. Біологія цвітіння амаранту така, що рослини досить інтенсивно цвітуть і в фазі плодоносіння, тому загальна тривалість фази цвітіння складе для *A. cruentus* і для *A. sp.* /К 388/ - 30 днів, в *A. mantegazzianus* - 45 днів і більше.

Дослідження сезонної ритміки цвітіння показало /Іванова, Салахова, Чернов, 1992/, що динаміка цвітіння *A. cruentus* і *A. sp.* /К 388/ відрізняється від цвітіння *A. mantegazzianus*. В *A. cruentus* і *A. sp.* /К 388/ розпускання поодиноких квітів почалось 18.07.91 /в 1989 - 11.07., 1990 - 21.07/ при температурі 20°C, вологості повітря 68% і освітленості 40 клк. Через 20 днів розкривається максимальна кількість квітів. Найбільша кількість квітів розкривається в *A. cruentus* - 619 екз.,

а в А. sp. /К 388/ - 373 ека. Під час масового цвітіння з 7.08 - 13.08. 91 температура досить висока, в середньому 20-23°C, вологість повітря сягала низьких позначок - 43-60%. Погіршення умов, зниження температури, підвищення вологості повітря призводить до різкого зниження кількості квітів, що розпустилися. У цих видів протягом вегетаційного сезону крива ритміки цвітіння має, як правило, один пік.

Початок цвітіння в особин ценопопуляції *A. mangleazzianus* припадає на час, коли *A. cruentus* і *A. sp. /К 388/* проходять пік свого цвітіння. Цвітіння *A. mangleazzianus* почалось 12.08.91 /в 1989 - 11.08, 1990 - 10.08/ при температурі 17°C, вологості повітря 51% і освітленості 36 клк. Максимальна кількість квітів /400 - 470 ека./ розкривається через 5-10 днів від початку цвітіння /в 1990 - через 11 днів/. Близьке до максимального значення, 400 - 430 ека. розкривається протягом наступних 8-9 днів, тобто пік цвітіння має ширшу амплітуду. Вивчення сезонної динаміки цвітіння в кліматичних умовах 1990 року показали, що крива цвітіння *A. mangleazzianus* може мати два піки. Таке двонерхів'я кривої цвітіння, мабуть, визначалось погодними умовами. Погіршення погодних умов призводить до зниження інтенсивності цвітіння і розтягування процесу цвітіння.

3.6. Формування насіння. Формування насіння в амаранту багряненого в умовах РТ вивчалось вперше /Салахова, Чернов, Іванова, 1992; 1993/. Триклітинні пилоквітки зерна *A. cruentus*, попавши на прийомочку маточки, незабаром починають проростати. Пилкова трубка, досягнувши зав'язі, прямує до мікропіле, доходить до синергід і, вкорінюючись в синергіду, руйнують її, далі відбувається подвійне запліднення.

Розвиток ендосперма в *A. cruentus* вто-

ринне ядро перед заплідненням розміщується навколо яйцевого апарату, під яйцеклітиною. Первинне ядро ендосперма - продукт злиття вторинного ядра зародкового мішка з' спермієм. Воно переміщується дещо в бік халазального кінця і, майже без періоду спокою, приступає до поділу. В результаті поділу утворюється два дочерних ядра, і після чергового поділу двох ядер утворюється чотири ядра ендосперма. На стадії двоклітинного зародка ендосперм звичайно має вісім, а інколи і 16 ядер, що розміщуються навколо зародка і по всій довжині зародкового мішка у вузькому шарі цитоплазми, причому ядра ендосперма мають по 2-3 ядерця. До часу утворення кулеподібного зародка більша кількість ядер ендосперма розміщується в мікропілярній частині зародкового мішка, оточуючи зародок. Під час ядерної стадії розвитку ендосперма жодного разу не спостерігалось рзвничасового поділу ядер, тому можна вважати, що всі поділи на цій стадії відбуваються синхронно.

За нашими спостереженнями клітиноутворення починається в ендоспермі особин цінопопуляції *A. cruentus* на стадії серцевидного зародка і завершується під час диференціації сім'ядолей, що співпадає з даними за спостереженнями в *A. caudatus* E. Woodcock /1931/. По мірі розв'язку зародка ендосперми поступово поглинається зародком, що росте, і до часу досягання насіння від нього лишаються лиш кілька клітинних шарів навколо кінців сім'ядолей і кореня.

Розвиток зародка. В особин цінопопуляції *A. cruentus* в апікальному кінці зиготи, де цитоплазми більше, розміщується ядро, а на її базальному кінці - вакуоль. По завершенні періоду спокою зигота починає поділ, перший поділ ядра зиготи супроводжується закладанням поперечної перетинки, в результаті першого поділу зиготи утворюється дві клі-

тини: мента - апікальна /са/ і більша - базальна /св/. Далі апікальна і базальна клітини діляться так само поперечно, утворюючи лінійну тетраду з клітин I, I, m, сі. На стадії чотириклітинного зародка клітина сі знову ділиться поперечно, утворюючи клітини n і n, що дають початок підвіску. Потім у результаті поздовжнього поділу клітин I, I і поперечного поділу клітини m утворюється восьмиклітинний зародок з 6 ярусів.

Клітини n і n діляться поперечно, утворюючи підвісок, а клітина f - поздовжньо. Наступний поділ клітин ярусів I, I і d відбувається шляхом закладання поздовжніх перетинок. При подальшому поділі клітин відділяється дерматоген, утворюється плерома і периблема. Незабаром у двох бічних ділянках нижнього ярусу поділу клітин стає інтенсивнішим, де в подальшому утворюються сім'ядолі, а в центрі по поздовжній вісі зародка формується центральний циліндр кореня. Коли формується сердечковидний зародок, підвісок стає коротшим і під час диференціації сім'ядолей зникає. Розвиток зародка в амаранту багряного за класифікацією *Schäferl /1929/* і *D. Johansen /1950/*, слід віднести до *Chenopodiad* - типу, бо обидві клітини /са і св/ беруть участь в утворенні основних часток зародка. З клітини I утворюється нижня частина гіпокотыля, а клітини d - верхня.

У цьому зрілому насінні зародок має підковоподібну форму, розміщується по периферії і майже кільцем оточує перисперм. По мірі розвитку зародкового мішка в амаранта багряного частина нуцелтуса перетворюється на перисперм. При цьому клітини нуцелтуса поступово заповнюються крех'яльними зернами, а також іншими запасними речовинами.

У насінні амаранту багряного зародок в процесі свого розвитку споживає майже весь ендосперм, а перисперм залишається

незруйнованим. Мабуть, запасні речовини його витрачаються під час проростання насіння. За класифікацією С.С.Смирнової /1961/ побудова насіння амаранту багряного може відбитися такою формулою: $S - Em + End + Per + Testa$, де S - сім'я, Em - зародок, End - ендосперм, Per - перисперм, $Testa$ - насіннева шкірка.

Розвиток насінневої шкірки. Насіннева шкірка розвивається із зовнішнього інтегументу. У процесі її розвитку відбувається трансформація, а потім дегенерація обох шарів внутрішнього і одного шару зовнішнього інтегументів.

Цей процес починається із зовнішнього шару внутрішнього інтегументу, при цьому дегенерує протопласт, стискаються клітини і руйнуються їхні оболонки. На оболонці клітин внутрішнього шару внутрішнього інтегументу, що примикає до зародкового мішка, утворюється кутикула, яка має значну товщину. Дещо пізніше, ніж клітини зовнішнього шару внутрішнього інтегументу руйнуються клітини його внутрішнього шару.

Зміни в клітинах зовнішнього інтегументу починаються пізніше, ніж у внутрішньому інтегументі. Внутрішній шар зовнішнього інтегументу дегенерує, оболонки клітин зовнішнього шару сильно товщують, утворюючи гребенеподібні вирости, спрямовані в середину клітини, просочені пігментом темно-бурого кольору. До моменту досягання насінневої шкірки складається тільки з трансформованого зовнішнього шару зовнішнього інтегументу і залишків дегенерованих клітин решти шарів обох інтегументів.

Отже, насіння амаранту багряного можна віднести до типу тестального насіння.

Таким чином, під час формування зародку і досягання насіння, відбувається руйнування ряду тканин /ендосперма, час-

тини нуцеліусу, частини інтегументів /, за рахунок яких живиться зародок, що розвивається.

Насіння особин цінопопуляції *A. cruentus* являють собою глянцевату сочевичку темно-бурого або чорного кольору. Пігменти, що містяться в шкірці, обумовлюють забарвлення насіння.

У результаті наших досліджень встановлено, що розвиток зародка та ендосперма в *A. cruentus* відбувається нормально, без будь-яких відхилень, що забезпечує добру схожість насіння і дозволяє ефективно розмножувати цю цінну кормову рослину в Середньому Поволжі. Необхідно також підкреслити, що у досліджуваних видів амаранту, насіння досягає не одночасно, тому до часу збирання більша їх кількість перебуває в різній стадії розвитку. Так, в *A. Mantegazzianus* через тривалий період вегетації досягає тільки невелика кількість насіння.

Питання, пов'язані з вивченням гетерогенності насіння, вельми важливі і вимагають спеціальних додаткових досліджень.

ЕКОЛОГІЧНІ І ЦЕНОТИЧНІ ОСНОВИ КОНСТРУВАННЯ І СТВОРЕННЯ КУЛЬТУР ФІТОЦЕНОЗІВ З ІНТРОДУКОВАНИХ ВИДІВ АМАРАНТУ

Завдання отримання великих врожаїв сільськогосподарських культур за умови їх більш високої якості може бути досягнуто лише при дотриманні ряду вимог, причому однією з найважливіших є вимога оптимального задоволення потреб рослини при мінімальному пошкодженні середовища. Під час розробки технології вирощування інтродукованих видів амаранту, нами враховувалось, що реакції окремої рослини і рослин в агрофітоценозах не співпадають повністю. Це складніші ситуації виникають під час забезпечення стійкого продукційного процесу в змішаних, а не одновидових агрофітоценозах. Тільки за оптимальної конструкції агрофі-

тоценозу амарант може максимально використовувати енергію і ресурси на утворення фітомаси /Чернов та ін., 1992/.

3.7. Обробіток ґрунту, висівання і догляд за рослинами.

Під час вирощування сільськогосподарських рослин обробіток ґрунту планується виходячи з особливостей ґрунту і конкретної культури. Як дрібнонасіннева культура амарант вимагає винятково ретельної підготовки ґрунту до посіву.

Як вже відмічалось, насіння мають звичайно масу менше одного мг /0,6-0,9 мг/ і діаметр близько 1 мм. Для посіву придатні різні сівалки точного висіву.

Через малу масу запасних речовин в насінні стартовий ріст амаранту сильно вповільнений, а тому він у перші 4 тижні досить легко "глушиться" бур'янами та іншими культурами в змішаних посівах. /Іванова та ін., 1989; *Lucyfa et al.* 1991/.

Ця залежність стала підставою для того, аби не рекомендувати в змішаних посівах, призначених для силосування, висівати додаткові культури /кукурудза, сорго, суданка/ у загальний рядок і відмовитись від перехресного способу висівання.

Послабити конкуренцію особин цінопопуляції амаранту в перший місяць розвитку і отримати велику кількість фітомаси можна, якщо висівати їх в окремі рядки, наприклад, за такою схемою: половина посівних апаратів висіває насіння амаранту, а друга половина - додаткові культури. Співвідношення культур добирається виходячи з того, яким повинно бути співвідношення білка і вуглеводів в зеленій масі, що силосується. Досвід радгоспу "Гігант" Тукаїського району, радгоспу "Рассвет", колгоспів "Росія" та ім. Тукая Октябрського району та ОПХ "Центральне" РТ переконливо підтвердив обґрунтованість використання змішаних посівів /Яббарова, Чернов, 1989/.

За нашими даними, оптимальна глибина заробки насіння в

грунт дорівнює приблизно 1,5 - 2,5 см. Відхилення від неї призводить до розтягування строку масової появи сходів через нерівномірне проростання, послаблення їх і сильного зрідження. При більшій заробці насіння хоч і потрапляє в більш вологий шар ґрунту, та він повільніше прогрівається, що зповільнює проростання і посилює ураження насіння патогенами. Крім того, малий запас споживчих речовин в насінні в цьому разі є серйозною перешкодою винесенню сім'янолей на поверхню особливо в ґрунтах важкого механічного складу.

Проростання насіння амаранту - складний фізіологічний процес, для нормального здійснення якого необхідне певне поєднання температури і світла. При низьких позитивних температурах /20°C/ насіння краще проростає в темряві, а при оптимально високих /35°C/ короткі періоди освітлення різко збільшують швидкість проростання /Кефелі, 1987/. Тому в умовах прохолодної весни правильніше посів проводити на невелику глибину і при небезпеці пересушування верхнього шару ґрунту одразу після посіву слід прикоткувати ґрунт /Чернов та ін., 1988; Чернов, 1992/.

Строки висіву визначаються з врахуванням того, що насіння амаранту при достатній волозі в ґрунті починають проростати при прогріванні до 14-16°C і сходяться з'являються на 10-12 день. Низькі температури і нестача вологи затримують появу сходів на 20-30 днів, а ще пізніше з'являється так званий "підгін". Оскільки амарант теплолюбний, до посіву слід спровокувати проростання бур'янів, що надійно будуть знищені однією або двома передпосівними культиваціями. Причому висівання треба вести слідом за культивацією без розриву в часі.

На суцільних /рядкових/ посівах однорічні бур'яни можуть бути ефективно /на 80%/ знищені застосуванням доскодового боронування на 6-8 день після висіву амаранту. При визначенні нор-

ми висіву необхідно враховувати, що складна біологія насіння амаранту навіть при високій лабораторній схожості /95%/ забезпечує лиш досить низьку польову схожість /приблизно 35%/ навіть за відносно сприятливих умов. Це пояснюється тим, що при величезному коефіцієнті насінного розмноження /1:100000/ розтягнутий період їх досягання на рослині дозволяє сформувати насіння, в якого відсутня однаковість у фізіологічній поведінці і зберігається схожість понад 40 років. /Крокер, Бартон, 1955/. На жаль, дотепер не знайдено надійних способів впливу на насіння, що дозволили б мати дружні сходи, хоч, як ми встановили, лазерна стимуляція з ряду параметрів уявляється досить перспективною /Ксенофонтова, Чернов, 1989/.

Не досить висока польова схожість примушує в 2-3 рази завищувати норму висіву, що становить близько 0,6-1,0 кг на гектар. Це цілком виправдане ще й тим, що, на думку Гуляєва /1983; 1984/, для різкого прискорення росту на початку вегетації кормових рослин, а це повною мірою справедливе і щодо амаранту, який вирощують на зелену масу, радикальним є деяке загущення посівів.

Найбільшу врожайність зеленої маси в умовах Верхньої і Середньої Волги амарант багрянний дає при гущині стояння 120 - 150 тис. особин цінопопуляції рослин на гектар. /Іванова та ін., 1969/. Звичайно стандартна ширина міжрядь, що застосовується, - 45 і 70 см, та високий врожай може бути отриманий і при рядковому /15 см/ посіві /в 1989 році на Пестречинській птахофабриці РТ на площі 10 гектарів при такому висіванні врожай становив 1405 ц/га/. Необхідна кількість рослин визначається господарським призначенням посіву і залежно від передбачуваного строку збирання. При ранньому збиранні /перша половина серпня/ кращі результати дають посіви із завищеною гущиною стояння рослин,

що досягає 280 тисяч на гектар /Калашникова, Чернов та ін., 1989/.

Таким чином, найважливішим фактором продуктивності амаранту, як і інших сільгоспкультур, є щільність агрофітоценозу, тобто кількість рослин, що припадає в даний момент на одиницю площі /"гущина стояння"/.

Щільність агрофітоценозу взаємозв'язана з динамікою росту і накопиченням біомаси, із зміною оптичної структури і хімічного складу амаранту, а також ряду інших показників стояння рослин.

Формування оптичної структури агрофітоценозу найбільш інтенсивно відбувається у фазі бутонізації і цвітіння. В цей період при сприятливому температурному режимі /день 30-35°C, вночі 16-18°C/ і достатньому задоволенні основних потреб рослин добовий ріст амаранту багряного і амаранту Мантегаца досягає максимуму у 8 см. В загальному вигляді це відповідає великій кривій Сакса і забезпечується насамперед оптимальним співвідношенням фотосинтезу і темного дихання /Леопольд, 1968/.

У фазі бутонізації, як показано на табл. I, найбільших значень досягає індекс врожайності листя /ІВЛ-співвідношення маси листя до маси решти наземних органів/ і співвідношення маси листя /Рлп/ до маси стеблин /Ст/.

При великих щільностях в особин ценопопуляції *A. tricolor* раніше починається цвітіння і фаза плодоносіння настає на 8 днів раніше.

За таким важливим показником споживної цінності зеленої маси, як вміст білка, щільні посіви /14-28 шт/м² поступаються менш щільним близько 1,0% у фазі бутонізації і близько 4,0% до кінця вегетації, але вихід білка з одиниці площі в них зна-

Таблиця I

Врожай зеленої маси *AMARANTHUS CRUENTUS*
та деякі еколого-морфологічні показники
в онтогенезі при різних густинах агроценозу

Щільність посіву шт/м ²	фаза	Врожай, ц/га	Вага й висота однієї рослини		ІВЛ	Рл/Рст
			Р _{ср.} г	Н _{ср.} см		
2		163	817	100	0,40	0,70
7	бутонізація	257	300	82	0,44	0,80
14		371	276	104	0,39	0,60
28		429	158	101	0,41	0,70
2		167	933	130	0,39	0,60
7	цвітіння	479	670	100	0,46	0,86
14		587	411	126	0,37	0,58
28		743	260	115	0,33	0,50
2		262	1312	159	0,36	0,57
7	плодоношення	460	673	150	0,37	0,58
	мол. ст.					
14		569	356	138	0,32	0,47
28		751	263	148	0,32	0,48

чно вищий.

Максимальне накопичення фотосинтетичних пігментів відмічається при будь-якій щільності агрофітоценозу в фазу цвітіння, однак сумарний вихід з одиниці площі сягає найбільшої величини у фазі плодоносіння і найбільш щільних посівів.

Таким чином, регуляція щільності агрофітоценозів амаранту дає реальну можливість збільшити до певної величини вихід зеленої маси з одиниці площі без зниження якості продукції.

На думку багатьох дослідників, агроценози амаранту в більшості випадків не вимагають хімічних засобів захисту від шкідників і хвороб, а на ґрунтах досить чистих від бур'янів - застосування гербіцидів, і тому догляд за посівами обмежується обробітком міжряд і підживленням рослин /Праці I Міжнародного конгресу по амаранту, 1991/.

Посіви амаранту особливо на ґрунтах важкого механічного складу, що переважають в РТ, вимагають ретельного сплунування міжряд для поліпшення водо-повітряного режиму ґрунту. Спосіб застосування елементів живлення і формування врожаю тісно пов'язано з поглинальними властивостями кореневої системи і умовами її функціонування /Барбер, 1988/.

Нами встановлено, що коренева система амаранту характеризується високим показником продуктивності /співвідношення маси наземних органів до маси коренів/, що зростає до 15,7 у кінці вегетації. Основна маса коренів зосереджена в поверхневому шарі ґрунту на глибині не більше 15 см /Вікторзін, Сичкова, Чернов, 1991; Чернов та ін., 1992/.

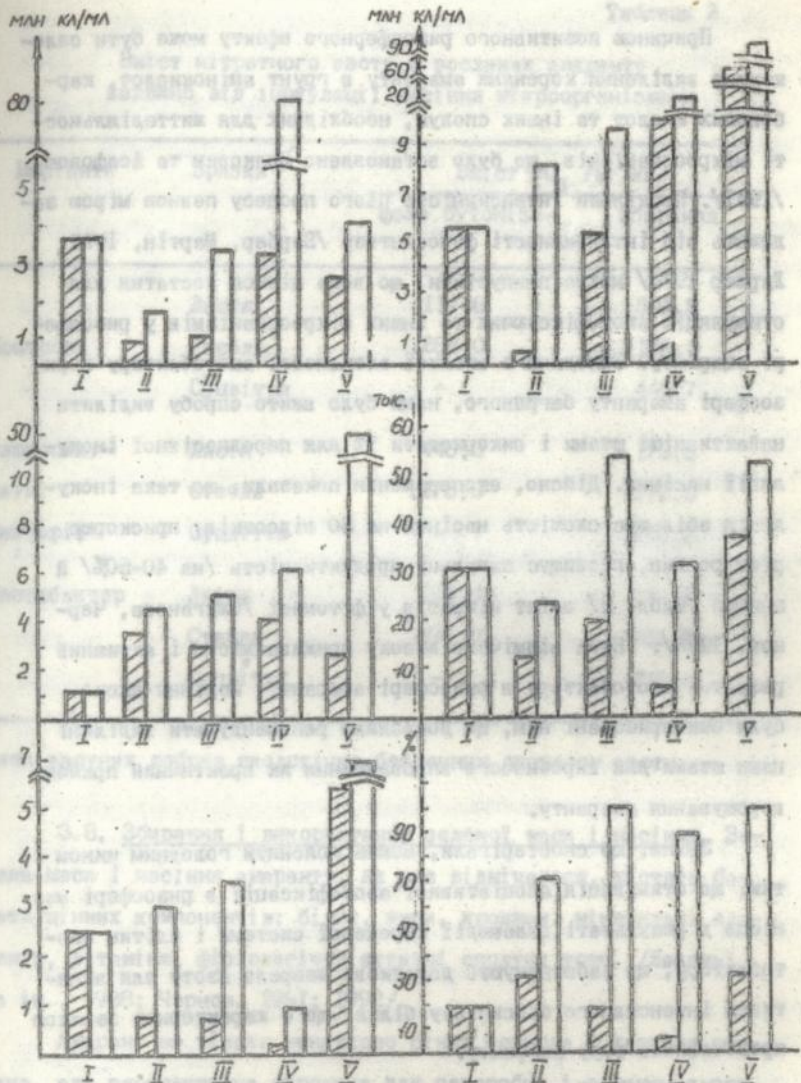
Можна припустити, що таке розташування коренів має присосовницький характер, бо інтенсивна робота кореневої системи вимагає великих затрат енергії, що відбуваються в процесі дихання клітин кореня, яке протікає в умовах достатньої аерації.

Максимальна кількість кисню в ґрунтовому повітрі, з урахуванням споживання його не тільки кореневою системою амаранту, але й численними мікроорганізмами ризосфери, може бути забезпечене лия завдяки підтриманню ґрунту в спушеному стані, а для цього необхідна культивуація міжрядь, під час якої спушується ґрунт і знищуються бур'яни, що також конкурують за кисень.

Культивуація міжрядь, що проводиться у вегетативній фазі розвитку рослин, для уникнення механічних пошкоджень повинна поєднуватися з підживленням. У цей час у рослин, що розвиваються зростає потреба в поживних речовинах і особливо в азоті, і підсилюється здатність його засвоювати. Нами виявлено, що максимальна продуктивність амаранту в РТ досягається при дробному внесенні добрив або при використанні повільнодіючих форм /Бреус та ін., 1990; 1991; 1992; Чернов та ін., 1991; Бреус, Чернов та ін., 1992; 1993/.

Обережне підгортання рослин у рядках, як показали досліді 1992 р., сприяють кращому розвитку коренів, що не тільки збільшує ефективність роботи кореневої системи амаранту, але й підвищує стійкість рослин проти вилягання, а отже, забезпечує більш ретельне збирання /Чернов та ін., 1992; 1993; Чернов та ін., 1992/.

Під час вивчення умов функціонування кореневої системи амаранту у вегетаційних і польових дослідях нами було виявлено, що в складі ґрунтових мікроорганізмів у ході вегетації амаранту має місце багаторазове збільшення чисельності різних груп порівняно з ґрунтом не зайнятим рослинами /мал. 6/, в тому числі для роду *Rhizobacter* відмічено збільшення до 80% при значному підвищенні азотофіксуючої активності /Жиганова та ін., 1989; 1991; 1993; Жиганова, Чернов, 1992; 1993; Чернов, 1992/.



Мел.6. Динаміка змін кількості мікроорганізмів у ризосфері *A. cruentus*

▨ - ґрунт без рослин /контроль/ □ - ризосферний-ґрунт. Фази розвитку: I - контроль; II - сходи; III - бутонізація; IV - цвітіння; V - закінчення вегетації

Причиною позитивного ризосферного ефекту може бути селективне виділення коренями амаранту в ґрунт амінокислот, карбонових кислот та інших сполук, необхідних для життєдіяльності мікроорганізмів, що було встановлено Волковим та Асафовой /1991/. Оскільки інтенсивність цього процесу певною мірою залежить від інтенсивності фотосинтезу /Барбер, Мартін, 1976; Лархер 1978/ можна припустити, що вона цілком достатня для стимуляції азотофіксуючих та інших мікроорганізмів у ризосфері амаранту. Виходячи з високої активності азотобактеру в ризосфері амаранту багрянцю, нами було вжито спробу виділити найактивніші штами і використати їх для передпосівної інокуляції насіння. Дійсно, експерименти показали, що така інокуляція збільшує схожість насіння на 30 відсотків, прискорює ріст рослин, підвищує загальну продуктивність /на 40-50%/ й знижує /табл. 2/ вміст нітратів у фітомасі /Ожиганова, Чернов, 1992/. Нами відмічено високу приживаемість і активний розвиток азотобактеру в ризосфері амаранту, насіння якого були бактеризовані ним, що дозволило рекомендувати виділені нами штами для виробничого впровадження як практичний прийом вирощування амаранту.

Зміни, що спостерігали, можна пояснити головним чином тим, що стимуляція асоціативної азотофіксації в ризосфері має місце в результаті взаємодії кореневої системи і клітин азотобактеру, що забезпечують додаткове джерело азоту для винятково інтенсивного біосинтезу білка, що є характерною ознакою представника ролу амаранту.

Подальше вивчення особливостей взаємодії кореневої системи амаранту з ґрунтовими мікроорганізмами може бути актуальним для опрацювання ефективних агротехнічних прийомів вирощування, насамперед, що мають на меті заміну хоча б час-

Таблиця 2

Вміст нітратного азоту в рослинах амаранту залежно від інокуляції насіння мікроорганізмами

Варіанти	Зразки	Вміст NO_3^- /мг/кг/	
		фаза бутонізації	збирання
Контроль	Листя	117,8	501,2
	Стебла	1288,0	1122,0
	Суцвіття	-	446,7
Альмосилі-катні бактерії	Листя	446,0	173,8
	Стебла	1175,0	1175,0
	Суцвіття	-	316,2
Азотобактер	Листя	223,0	144,5
	Стебла	691,0	956,2
	Суцвіття	-	275,4

тини азотних добрив екологічно безпечним джерелом азоту.

3.8. Збирання і використання зеленої маси і насіння. Зелена маса і насіння амаранту, як уже відмічалось, містять багато цінних компонентів: білок, жири, крохмал, мінеральні елементи, вітаміни, фізіологічно активні сполуки тощо. /Лазаньї та ін., 1988; Чернов, 1991; 1992/.

Амарант не тільки винятково цінна кормова і харчова рослина, але перспективна сировина для переробки і отримання препаратів білка, що легко засвоюється, вилучення олії, крохмалу, вітамінів, фітогормонів і барників. За вмістом деяких пожив-

них речовин в листях амарант перевершує шпинат /Saunders, Becker 1984; Офіцеров та ін, 1992/.

Для споживачів овочевого амаранту нітрати, що містяться в листях, не мають великої небезпеки, бо в основному вони накопичуються у коренях і стеблах, де їхня концентрація вдвоє вища, ніж у листях. Широке використання в їжу овочевих форм амаранту населенням багатьох країн не призводить до якихось шкідливих наслідків.

В у'ювах РТ при великому дефіциті кормового білка /близко 50 тис. тонн/ амарант може мати важливу роль як високобілкова кормова культура. Зелена маса амаранту може бути використана для згодовування сільськогосподарським тваринам у свіжому вигляді, після силосування або сінажування, а також у вигляді трав'яного боршня, гранул чи брикетів /Чернов, 1991, 1992; Чернов та ін., 1992/.

Поскільки корми з амаранту вводяться в раціони в основному як білковий додаток, під час вирощування амаранту на зелений корм потрібен ретельний контроль у ході онтогенезу рослин за дотриманням білка.

Згідно із загальною закономірністю максимальна кількість білка в стеблах /до 15%/ і листях /до 50%/ мають молоді рослини перед цвітінням, а у фазі воскової стиглості насіння білковість значно знижується /Чернов, 1992; 1993/.

Корми з молодого амаранту /до початку цвітіння/ мають особливу цінність для птиці і свиней, бо поряд з підвищеним вмістом білка в них відносно мало клітковини. Як показав Караєв /1990/, використання свіжоскошеного амаранту для згодовування відлученим поросятям майже вдвоє збільшує прирости. Для великої рогатої худоби та овець амарант може бути використаний на більш пізніх фазах розвитку, коли вихід білка з гектара

значно зростає за рахунок збільшення кількості загальної фітомаси. Травленню цих видів тварин тяжке накопичення клітковини не створює ніяких ускладнень.

Амарант вважається рослиною, що важко силосується. Високий вміст білка і низький - розчинних вуглеводів дійсно ускладнюють процедуру силосування. Однак, застосування спеціальних кочсерантів, правильний вибір часу збирання і догляду культур, що легко силосуються /кукурудза, однолітні трави, тощо/ і соломи злакових дозволяє використовувати амарант для силосування /Врахов, Калашникова та ін., 1991; Медведєва, 1994/.

Високі кормові переваги має трав'яне борошно, гранули або брикети, що виготовляються з подрібненої зеленої маси амаранту за звичайною технологією. Гранули з амаранту мають високий вміст білка /19-21%/ і каротину /240 мг/кг/, добре зберігаються, легко транспортуються і можуть бути використані як білкові добавки, що підвищують поживну цінність звичайних раціонів і продуктивності тварин. Придатність зеленої маси амаранту для отримання білкових препаратів кормового і харчового призначення вперше була встановлена Карлсоном /Carlsson, 1975; 1977; 1980/. Йому вдалося отримати досить високий вихід білка /3,2 - 3,8 ц/га/, використовуючи зелену масу *A. cruentus*. У нашій країні до останнього часу амарант як сировина не використовувався /Чернов та ін., 1989; 1991; 1992/.

Однак, така технологія нами опрацьована /патент від 04.03.1991 р. № 4915985/15-СІ9393/ і в НВО "Буревісник" /Нижній Новгород/ почато випуск устаткування для її технічного здійснення. Принципова схема вилучення білка базується на методі подальшого фракціонування рослинної сировини.

У відповідності з нашою технологією фітомаса амаранту

Таблиця 3

Харчова цінність протеїнів з різних джерел
/оцінка по незмінних амінокислотах, г/100 г протеїну/

джерело	Ізолей-цин	Лейцин	Лізин	Метіонін + цистин	веніл + тирозин	Тreo-нін	Валін	Трип-тофан
Пшениця	3,78	6,36	3,53	2,98	7,18	2,52	3,96	1,3
Горох	3,46	6,61	7,26	2,46	6,32	3,32	3,77	1,3
Овес	3,0	5,51	4,24	3,38	8,54	2,44	4,37	1,0
Ячмінь	3,49	4,7	3,69	3,4	7,75	1,54	4,02	1,1
Людерна /вол. фр./	4,27	10,07	9,16	2,70	12	5,76	5,56	-
Паприн	13,7		10,3	2,9	10	5,6	6,1	0,3
Казеїн	5,46	6,42	6,14	0,9	4,56	3,6	6,2	0,3
Комбікорм Арський	3,13	5,42	4,53		5,26	3,07	4,32	0,7
Амарант /зерно/	3,5	5,21	7,51	2,47	7,66	3,32	5,07	-
Амарант БАК-буто- нізація	4,66	8,37	9,07	2,46	8,93	5,12	4,21	1,5
Амарант БАК-воск. стигlostj	4,83	7,45	6,04	2,93	7,25	3,29	5,97	-

двічі подрібнюється, гомогенат пресується і далі білок зеленого соку піддається тепловій обробці або хімічній коагуляції. Отриманий білковоамінокислотний концентрат може бути використаний для згодовування тваринам безпосередньо або після висушування і грануляції, як кормовий білковий додаток до раціону тварин /Чернов та ін., 1992/.

З наведених у табл. 2 даних видно, що білково-амінокислотний концентрат добре джерело незамінних амінокислот і, насамперед, лізину.

У таблиці 3 представлено зведені дані по вмісту незамінних амінокислот основних фуражних культур, кормових добавок, БАК в амарантовому білково-амінокислотному концентраті. Очевидно, що білково-амінокислотний концентрат з амаранту не поступається їм за вмістом незамінних амінокислот.

Таким чином, наявні дані дають підстави вважати, що видлучення і використання препаратів високолізинового білка із зеленої маси амаранту технологічно цілком здійснимо, а з урахуванням гострого дефіциту кормового і харчового білка вельми перспективне.

В И С Н О В К И

1. Комплексні еколого-біологічні дослідження восьми видів роду амаранту (*A. caudatus* L., *A. caudatus* (Karwinska) Davila, *A. cruentus* L., *A. hybridus* L., *A. lividus* L., *A. mangazzianus* Russe., *A. sp.* (K328) L., *A. spinich.* Karg.) дозволили встановити, що для виробничої інтродукції в умовах Татарстану перспективними є *A. cruentus* /для отримання насіння і фітомаси/ та *A. mangazzianus* /для отримання фітомаси/.

2. Під час порівняльного вивчення у перелічених видів мор-

фогенезу вегетативних /листок, стеблина, корінь/ і репродуктивних /суцвіття, тичинка, пиляк, насінний зародок, зародковий мішок, ендосперм, зародок/ структур виявлено подібність і особливості їхнього розвитку.

3. Описано розвиток репродуктивних структур в *A. cruentus* та *A. manlegazzianus* і вперше дано повну ембріологічну характеристику генезису чоловічих і жіночих генеративних структур.

Розвиток генеративних структур і насіння в досліджуваних видів протікає нормально, хоч і спостерігається деяка гетерогенність насіння.

4. З усіх досліджуваних видів *A. cruentus* відрізняється найбільш коротким періодом розвитку /100-110 днів/. Щодо фітоперіодичної реакції, він є короткоденною рослиною, так само, як і інші види роду амаранту, внаслідок чого в умовах Татарстану швидко росте і утворює велику фітомасу /150-200 т/га/.

Особливістю розвитку рослин роду амаранту є повільний ріст у перші чотири тижні, що вимагає спеціальних агротехнічних заходів /культивація, фрезерування, коткування, боронування до сходів, підходящі попередники, тощо/ для захисту від пригнічення бур'янами.

5. На підставі встановлених особливостей розвитку *A. cruentus* і *A. manlegazzianus* в екологічних умовах Татарстану вперше опрацьовано агротехнічні рекомендації, що передбачають оптимізацію найважливіших параметрів вирощування амаранту /по основному і передпосівному обробітку ґрунту, по регуляції мінерального підживлення і водного режиму, по строках, нормах і способах висіву, догляду за рослинами і формування оптичної структури агрофітоценозу/, що забезпечує значну перевагу амаранту по масі і якості врожаю перед іншими кормовими культурами.

6. Вперше виявлено ефект стимуляції корневими ексудата-

ми *A. eruentus* ризосферних мікроорганізмів і, що особливо важливо, азотофіксуючих бактерій, таких як *Rhizobacter*, *Rhizosporium* та ін., що підвищують активність фіксації азоту в ґрунті під амарантом і забезпечують рослини додатковою кількістю азоту. З ризосфери *A. eruentus* виділено активні штами азотобактеру, що використовується для передпосівної інокуляції насіння з метою підвищення врожаю і його якості.

7. Визначено основні показники хімічного складу фітоелементів надземної маси *A. eruentus* та *A. multicaulis*. Виявлено динаміку накопичення білків в онтогенезі рослин, на підставі якої зроблено висновок про доцільність збирання зеленої маси для переробки на білкові концентрати в період від бутонізації до воскової стиглості насіння.

8. Розроблено безвідходну технологію переробки фітомаси амаранту багряного для отримання білково-амінокислотних концентратів кормового призначення. Показано, що вміст лізину як найдефіцитнішої незамінимої амінокислоти в ході екстракції підвищується з 5% білка вихідної сировини до 8-9% в білках концентрату. Запропоновано пояснення, що дозволяє зрозуміти причину перерозподілу, який спостерігається.

9. На підставі результатів комплексного біолого-екологічного вивчення перспективних видів амаранту опрацьовано практичні рекомендації, що забезпечують отримання екологічно чистої продукції і великомасштабного використання інтродуцентів у народному господарстві.

Чернов І.А. Екологічні аспекти інтродукції та використання перспективних видів роду амаранту у Середньому Поволжі. Дисертація на здобуття вченого ступеня доктора біологічних наук за спеціальністю 03.00.16 - екологія, Дніпропетровський державний університет, Дніпропетровськ, 1994. Захищається 123 наукові публікації, в яких викладено теоретичні уявлення про інтродукцію рослин, результати спостережень і експериментальних досліджень. Проведено інтродукційні випробування восьми видів *Amaranthus* L., з яких віібрано *A. cruentus* та *A. Mantegazzianus* як перспективні для виробничої інтродукції в екологічних умовах Татарстану. Для цих видів вперше охарактеризовано антиекологію і дано повний ембріологічний опис генезису чоловічих і жіночих генеративних структур.

На підставі вивчення екологічних потреб інтродуцентів розроблено і впроваджено технологію вирощування амаранту в Татарстані, що забезпечує значні переваги амаранту за кількістю і якістю продукції з одного гектара порівняно з традиційними кормовими культурами.

Вперше виявлено ефект стимуляції корневими ексудатами амаранту ризосферних азотофіксуючих мікроорганізмів (*Rhizobium*, *Azospirillum* та ін.), що забезпечують рослини додатковою кількістю азоту, що дозволяє знижувати дозу мінеральних азотних добрив у середньому на 20%. З ризосфери *A. cruentus* виділено штами азотобактеру, опрацьовано методи передпосівної інокуляції насіння для підвищення врожаю і його якості.

З урахуванням динаміки накопичення білків у фітомасі амаранту зроблено висновок про доцільність збирання для отримання білкових концентратів у період від бутонізації до воскової стиглості насіння.

Розроблено безвідходну технологію переробки фітомаси ама-

ранту в білкові концентрати кормового призначення з високим вмістом лізину.

Ключові слова: інтродукція, амарант, аутокологія, антекологія, синекологія, продуктивність.

Keywords: introduction, Amaranth, Autecology, Synecology, seneecology, productivity.

Chernov I.A. Ecological aspects of introduction and utilization of perspective species genus *Amaranthus* L. in the middle Volga region. The thesis for promotion of the academic degree of doctor of biological science by the speciality 03.00.16 (ecology), Dnepropetrovsk State University, Ukraine, 1994.

123 science publications in the defence, giving account some theoretical ideas of introduction of the plants, observation results and experimental researches. Some introduction tests of 8 species of *Amaranthus* L. are carried out. As the result 2 species - *A. cruentus* and *A. mantegazzianus* are regarded as perspective for introduction in ecological condition of middle Volga region. Firstly for this two species is given antecology and full embryological descriptions of genesis the male and female generative structures.

On the base of studying ecological needs of introduced plants the technology of cultivation of *Amaranthus* L. is developed and applied in Tatarstan republic. It provides the priority of *Amaranthus* by total amount and quality according to traditional fodder crops, picked up from the same areas.

Firstly, the root exudate stimulation effect of nitrogen-fixing (*Azotobacter*, *Azospirillum*) bacteria of *Amaranthus* was found. It provides the plants with additional nitrogen-bearing fertilize. In such way the dose of mineral fertilize may be lowered up to 30%. The stamms of *Azotobacter* are exceeded from rhizosphere of *A. Cruentus*. Inoculation methods of the seeds are developed. It helps to increase the yield and his quality.

According to dynamics of accumulation of proteins in greenmass of *Amaranthus* we conclude that the harvest is more expedient in the period from budding till waxy-ripe of seeds.

Besides the wastless technology of remaking the *Amaranthus* greenmass in protein-bearing fodder concentrate with high content of lizine is developed.

Keywords: introduction, Autoecology, Antecology, Synecology, *Amaranthus*, Productivity.

СПИСОК

основних публікацій за темою дисертації

Монографії:

1. Чернов И.А., Земляной В.Я. Амарант - фабрика белка. - Казань: Изд-во Казанск. ун-та, 1991. - 92 с.
2. Чернов И.А. Амарант - физиолого-биохимические основы интродукции. - Казань, Изд-во Казанск. ун-та, 1992. - 89 с.
3. Чернов И.А. Физиология хлоропластов. - Казань: Изд-во Казанск. ун-та, 1981. - 91 с.

Брошури:

4. Чернов И.А. и др. Агротехника и биологические особенности интенсивной культуры амаранта в Татарской АССР. - Казань: Тип. КПО "Тасма", 1989. - С.12.
5. Чернов И.А. Рекомендации по агротехнике возделывания амаранта. - Казань: Изд-во Казанск. ун-та, 1992. - С.16.

Статті і тези:

6. Чернов И.А. и др. Фотосинтез изолированных хлоропластов //Успехи современной биологии. - 1970. - Т. 70, вып.2. - С. 63-75.
7. Чернов И.А. и др. Многокомпонентная среда для получения препаратов хлоропластов, способных к интенсивной фиксации CO₂ //Физиология растений. - 1971. - Т. 18, вып. 2. - С. 172-176.
8. Чернов И.А. и др. Влияние различных величин pH на интенсивность фотосинтеза изолированных хлоропластов //Физиология растений. - 1971. - Т. 18, вып. 5. - С. 117-123. .
9. Чернов И.А. и др. Некоторые интегральные показатели динамичности фотосинтетического аппарата //Биохимия и биофизика фотосинтеза... - Иркутск, 1971. С. 99-104.
10. Чернов И.А. и др. Последствие температуры на фотосинтез изолированных хлоропластов //Фотосинтез и использование солнечной энергии. - Ленинград, 1971. - С. 81-87. .
11. Чернов И.А. и др. Некоторые особенности образования продуктов фотосинтеза изолированных хлоропластов //Доклады АН СССР. - 1972. - Т. 207, N 4. - С. 54-56.

12. Чернов И.А. и др. Зависимость функциональной активности хлоропластов от основных компонентов смесей для извлечения //Биологические науки. - 1974. - № 2. - С. 109-115.

13. Чернов И.А. и др. Изменение проницаемости мембранных систем клеток хлореллы при повреждающих воздействиях //Общие механизмы клеточной реакции. - Ленинград, 1977. - С. 27-31.

14. Чернов И.А. и др. Обеспечение двуокисью углерода фотосинтетического аппарата клеток хлореллы при фотосинтезе //Биологические науки. - 1977. - № 9. - С. 78-83.

15. Чернов И.А. и др. Нейтрализующая способность доломита Матюшинского месторождения ТАССР. - М., 1987. - Деп. в ВИНТИ 10.03.87, № 227-хп-87.

16. Чернов И.А. Амарант - перспективный источник кормового белка //Вестник с/х науки. - 1992. - Т. 77, № 2. - С. 82-86.

17. Чернов И.А. Физиолого-биохимические механизмы высокой продуктивности амаранта багряного, интродуцированного в Среднем Поволжье //Водообмен и устойчивость растений. - Казань, 1993. - С. 159-168.

18. Кадошникова И.Г., Чернов И.А., и др. Оптимизация оптической структуры агрофитоценозов амаранта //Преобразование световой энергии в фотосинтезирующих системах и их моделях: * Тез. докл. Всесоюз. конф. - Пушкино, 1989. - С. 158-159.

19. Чернов И.А. и др. Анатомические особенности листа амаранта и ультраструктура хлоропластов его клеток //Итоги научно-исследовательских и прикладных работ с культурой амарант за 1987-1988 гг.: Тез. докл. раб. совещ. - Л., 1989. - С. 36-37.

20. Чернов И.А., Яббарова Ф.А. Производственная интродукция двух видов амаранта в хозяйствах агропромышленного комбината "Кама" Татарской ССР //Кормовые растительные ресурсы - фактор научно-производственного прогресса в кормопроизводстве: Тез. докл. Всесоюз. науч.-практ. конф. - Киев-Белая Церковь, 1989. - С. 58-59.

21. Чернов И.А. и др. Динамика накопления белка в зеленой массе амаранта багряного в почвенно-климатических условиях Татарской АССР //Итоги научно-исследовательских и прикладных работ с культурой амарант за 1987-1988 гг.: Тез. докл. раб. совещ. - Л., 1989. - С. 21-22.

22. Чернов И.А. и др. Важнейшие достижения и перспективы развития исследований в Ботаническом саду при Казанском университете

//Материалы Итоговой науч.конф. Казанск.ун-та за 1988. - Казань, 1990. - С.4-31.

23. Чернов И.А., Капранова М.Н. Влияние концентрации и формы азота на развитие грибковой инфекции амаранта //Регуляция адаптивных реакций у растений. - Казань, 1990. - С.41-42.

24. Чернов И.А. и др. Возделывание амаранта багряного без применения ядохимикатов в условиях Татарстана //Перспектива создания экологически чистых технологий возделывания сельскохозяйственных культур: Тез. докл. Всесоюз.совещ.- Л., 1990. - С.3.

25. Чернов И.А. и др. Накопление нитратов в зеленой массе амаранта в зависимости от форм азотных удобрений //Принципы и методы экологического контроля за элементарным составом растений и состоянием почвенного покрова: Тез. докл. XV Всесоюз. координационного. науч.- метод. совещ. - М., 1991. - С.73.

26. Чернов И.А., Прокофьев А.В. Особенности фенологии разных видов амаранта в онтогенезе //Амарант: аг.экология, переработка, использование; Тез. докл. науч. конф. - Казань, 1991. - С.11-12.

27. Чернов И.А. Амарант - новая высокобелковая кормовая культура Татарии //Повышение плодородия почв - главное условие эффективного земледелия: Материалы республ. науч.-произв. агроном. конф. - Казань, 1991. - С.105-108.

28. Чернов И.А. и др. Развитие зародыша, эндосперма и семенной кожуры у *Amaranthus cruentus* (Amaranthaceae) в условиях интродукции //Бот. журнал. - 1992, - Т. 77, №3. - С.31-36.

29. Бреус И.П., Чернов И.А. Влияние азота, фосфора, калия и реакция почвенной среды на рост и продуктивность амаранта //Агрохимия. - 1992. - N 7. - С.85-94.

30. Бреус И.П., Чернов И.А. Эффективность форм азотных удобрений при возделывании амаранта //Агрохимия. - 1992. - N 11. - С. 16-23.

31. Чернов И.А. и др. О возможности использования медленнодействующих азотных удобрений при возделывании амаранта //Доклады ВАСХНИЛ. - 1992. - N 8. - С.24-28.

32. Чернов И.А. и др. Использование КФУ при возделывании амаранта //Докл. РАСХН. - 1992. - N 8. - С.10-13.

33. Чернов И.А. и др. Агрэкология развития амаранта багряного на дерново-подзолистой почве при разных способах посева. - М., 1992.

- Бс. - Деп. в ВИНТИ, N 4235 - В.92.

34. Чернов И.А. и др. Взаимозависимость накопления урожая в зеленой массе амаранта багряного и развития его корневой системы в связи с различной густотой посева на разных типах почвы. - М., 1992. - 8с. - Деп. в ВИНТИ, N 4352 - В.

35. Чернов И.А. и др. Физиология развития корневой системы амаранта багряного на почвах разного типа и плотности //Агрофитоценозы и экологические пути повышения их стабильности и продуктивности. - Ижевск, 1992. - С.13-16.

36. Чернов И.А. и др. Концентрат из амаранта //Комбикормовая промышленность. - 1992. - N 2. - С.45-47.

37. Чернов И.А. Интродукция перспективных видов рода *Amaranthus*, устойчивых к низким температурам, в условиях республики Татарстан //Амарант: агроэкология, переработка, использование: Тез. докл. II и III Всерос. науч. конф. - Казань, 1993. - с.25-26.

38. Чернов И.А. и др. Потери питательных элементов из почв вследствие вымывания при внесении разных форм азотных удобрений //Доклады РАСХН. - 1993. - N 5. - С.11-14.

39. Чернов И.А. Экофизиологические аспекты интродукции *Amaranthus cruentus* L. в северных районах возделывания //Материалы VIII Всерос. симпозиума по новым кормовым растениям: Тез. докл. - Сыктывкар, 1993. - С.177-178.

40. Чернов И.А. и др. Об использовании амаранта в качестве сырья для получения высококачественных белковых добавок //Производство кормов и белковых добавок кормового и пищевого назначения: Межвуз. науч. тр. - Ростов-на-Дону, 1993. - С.119-124.

41. Чернов И.А. и др. Белковые концентраты из амаранта //Комбикормовая промышленность. - 1993. - N 1. - С.34-36.

42. Чернов И.А. и др. Эмбриология и анатомология *Amaranthus mangazzianus* (Amaranthaceae) //Бот. журнал. - 1994. - N 10. - С.37-45.

43. Чернов И.А. и др. Минеральное питание и продуктивность амаранта в условиях засоления //Агрохимия. - 1994. - N 1. - С.51-63.

44. Чернов И.А. и др. Оценка солеустойчивости амаранта багряного //Доклады РАСХН. - 1994. - N 2. - С.12-14.

45. Чернов И.А. и др. Исследование распределения воды в стебле амаранта методом ЯМР-микротомографии //Физиология и биохимия культурных растений. - 1994. - Т. 26, N 5. - С. 505-509.

46. Tchernov I.A. et al. Influence of Ca and Mg ions different concentrations of metabolism and gross productivity cereals //VI Congress of the Federation of European societies of plant physiology 4-10 Sept. 1988. - Split (Jugoslavia), 1988 - P.605.

47. Tchernov I.A. Light induced PH changes uptake and accumulation CO₂ in cells of aquatic macrophytes //VI Congress of the Federation of European societies of plant physiology 4-10 Sept. 1988. - Split (Jugoslavia), 1988 - P.270.

48. Tchernov I.A. Salachova G.B. Microsporogenesis and the development of male gametophyte in *Amaranthus cruentus* (Amaranthaceae) //Abst. XI International symposium Embriology and seed reproduction. - L., 1990. - P.142

49. Tchernov I.A. et al. Peculiarities of water transport by the cells of *Amaranthus cruentus* //Stadia Biophysica. - 1990. - V.136, - N 2-3. - P.221-222.

50. Tchernov I.A. et al. The influence of souring on productivity and some indices of *Amaranth* chemical composition //Amaranth as a food, forage and medicinal culture: Abst. of papers of international symposium 19-23 august 1992.- Olomouc-Nitra (Czechoslovakia), 1992. - P.31.

51. Tchernov I.A. et al. Blossoming peculiarities of *Amaranthus cruentus* and *Amaranthus mantegazzianus* in Tatarstan region climatic conditions //Amaranth as a food, forage and medicinal culture: Abst. of papers of international symposium 19-23 august 1992.- Olomouc-Nitra (Czechoslovakia) 1992. -P.6.

52. Tchernov I.A., Salachova G.B. Microsporogenesis and the development of male gametophyte in *Amaranthus cruentus* (Amaranthaceae) //Proceedings of the XI International symposium embryology and seed reproduction. - L., 1992. - P.475-477.

53. Tchernov I.A. et al. Study of plant saltresistance mechanism using NMR micro imaging //International Symposium on physiology, biochemistry and genetics of plant saltresistance: Abst. - Tashkent, 1992. - P.51.

54. Tchernov I.A. et al. The role of *Amaranthus cruentus* L. stem in water storage //Amaranth as a food, forage and medicinal culture: Abst. of papers of international symposium 19-23 august 1992. - Olomouc-Nitra (Czechoslovakia), 1992. - P.23.

55. Tchernov I.A. et al. Physiology of root system development of purple Amaranth on soils of different types and tightness //Amaranth as a food, forage and medicinal culture: Abst. of papers of international simposium 19-23 august 1992.- Olomouc-Nitra (Czechoslovakia), 1992. - P.28.
56. Tchernov I.A. et al. Physiological basis of Amaranth high productivity //Amaranth as a food, forage and medicinal culture: Abst. of papers of international symposium 19-23 august 1992. - Olomouc-Nitra (Czechoslovakia), 1992 - P.27.
57. Tchernov I.A., Oziganova G.O. The influence of Amaranth seed inoculation by azotobacter on plant productivity // Amaranth as a food, forage and medicinal culture: Abst. of papers of international simposium 19-23 august 1992.- Olomouc-Nitra (Czechoslovakia), 1992. - P.32-33.
58. Tchernov I.A. et al. Microimaging and water distribution in *Amaranthus cruentus* L. //Bruker Report. - 1993. - V.54, N.12. - P.18-19.
59. Tchernov I.A. et al. Utilizacion de la microflora fijadora de nitrogeno asociada, para el incremento del rendimiento de los Amarantos //Amaranto. Novedades e Informaciones (R.Argentina). - 1993, N.13. - P.2-5.
60. Tchernov I.A. et al. The cultivated and amino acid composition of the protein of *Amaranthus cruentus* L. leaves //Fourth international conference on leaf protein research: Abst. - Palmerston North (New Zealand), 1993. - P. 37-39.
61. Tchernov I.A. Effect agricultural and ecological factors on the features of morphogenesis and reproductive development of amaranth cultivated for production of concentrates and medicines //Amaranthus: biology, agrotechnology and utilization: Abst. of symposium. - Tashkent, 1993. - P.13
62. Tchernov I.A. et al. Effect of soil density on the development of amaranth (*A.cruentus* L.) in Tatarstan conditions //Amaranthus: biology, agrotechnology and utilization: Abst. of symposium. - Tashkent, 1993. - P.12
63. Tchernov I.A. et al. Investigation of phytopatogens of amaranth by means of tissue culture metod //Amaranthus: biology, agrotechnology and utilization: Abst. of symposium. - Tashkent, 1993. - P.11

64. Tchernov I.A. et al. The role of Amaranth in the maintenance of climatic stability of the biosphere //Symposium on Community Ecology and Conservation Biology: Abst. - Bern (Switzerland), 1994. - P.7-16.

65. Tchernov I.A. et al. Estudio de las perdidos de elementos nutritivos en las aguas de los lisismitros bajo tres de suelos en un ensayo con amaranto (*Amaranthus cruentus* L.) //Amarantos. Novedades e Informaciones (Argentina). - 1994. - N 16. - P. 4-6.

66. Tchernov I.A. et al. Influencia del encalado sobre el desarrollo de amaranto (*Amaranthus cruentus* L.) en la region del medio Volga, Rusia //Amarantos. Novedades e Informaciones (Argentina). - 1994. - N 17. - P. 4-6.

67. Tchernov I.A. et al. Particularidades en la migration de los metales pesados en la biomasa de plantas de amaranto (*Amaranthus cruentus* L.) en suelos contaminados par la actividad humana //Amarantos. Novedades Informaciones (Argentina). - 1994. - N 17. - P. 3-6.

Патенти:

1. Чернов И.А. и др. Патент 1805870 СССР, М. Кл. А 23К 1/00. Способ переработки растительного сырья (СССР). - 8с.

2. Чернов И.А. и др. Патент 1698338, кл. С 05Д 3102, G 01 N 31/00. Способ определения агрохимической активности известковых удобрений. - 6 с.

447300

AB 32.160

AB 32.160