

УДК 582.663(470.64)

## ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АМАРАНТА В УСЛОВИЯХ КБР

Шугушева Л.Х.

ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М.Бербекова» Нальчик,  
e-mail: bsk@kbsu.ru, shugusheva61@mail.ru

Впервые дается эколого-биологическая характеристика разным формам, гибридам и видам амаранта при разных агроэкологических условиях среды их обитания предгорной зоны КБР. Установлены закономерности жизнедеятельности амаранта и разработаны способы получения высокого урожая. В работе представлены результаты по динамике роста растений, наступлению фенофаз и их продолжительности, суточному приросту стебля в высоту и продуктивности. Определяющим фактором изменения площади листьев у исследованных 78 образцов является генотипическая характеристика. Между тем, у всех исследованных образцов наиболее благоприятные условия роста и развития создаются при площади питания 70x35 см и внесении в почву минеральных ( $N_{90}P_{90}K_{90}$ ) и, в особенности при сочетании органических удобрений с минеральными ( $N_{45}P_{65}K_{30}$ +навоз 20 т/га). Применение органо-минеральных удобрений под выделенные виды амаранта способствует увеличению концентрации хлорофилла в листьях по фазам роста и развития, в особенности в период образования генеративных органов. В указанных условиях корневого питания, увеличивается в органах растений содержание белкового азота, общей суммы аминокислот, в том числе незаменимых (содержание лизина у амаранта колеблется от 4,73 до 6,17% от общего содержания). Выделены наиболее перспективные образцы амаранта для КБР: А. метельчатый, А. гибридный, А. перуанский розовый, А. багряный, А. высокорослый. Изученные виды, формы и гибриды рода Амарант пригодны для культуры в условиях недостаточного и неустойчивого по влагообеспеченности предгорной зоны Кабардино-Балкарии. Возделывание этой высокоурожайной и высокобелковой культуры в условиях КБР позволит решить проблему кормопроизводства и пищевой промышленности.

**Ключевые слова:** амарант, КБР, продуктивность, лист, хлорофилл, семена, белок, аминокислота

## ECOLOGO-BIOLOGICAL PECULIARITIES OF AMARANT IN CONDITIONS OF KBR

Shugusheva L.H.

Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbecov, Nalchik, e-mail: bsk@kbsu.ru,  
shugusheva61@mail.ru

For the first time ecologico-biological characteristic is given to different forms, hybrids and species of amarant under different agro-ecological conditions of environment of foothills zone of KBR. The laws of vital functions of amarant are established and means of getting high harvest are developed. In the work are displayed the results in the dynamic of growth of plants, occurring phenophasis and their length of day growth of stem in height and productivity. The defining factor of changing the area of the leaves of investigated 78 examples is genotypic characteristic. By the way, the most favourable conditions of growth and development are created when the area of feeding is 70x35 sm and applying fertilizers as mineral fertilizers ( $N_{90}P_{90}K_{90}$ ) and especially when correlate organic fertilizers with mineral ( $N_{45}P_{65}K_{30}$ + manure 20 t/hectar) of investigated examples. Using organomineral fertilizers under extracted species of amarant promotes of increasing the concentration of chlorophyll in the leaves to phases of growth and development. Especially in the period of forming generative organs. In the noted conditions of root feeding the content of protein nitrogen, the common sum of aminoacid including unchangable aminoacid are increasing. The most perspective samples of amarant are extracted for KBR: A. cruentus, A.hybridus, A.peruvian pink, A.paniculatus. Investigated species, forms and hybrids of amarant are suitable for culture in the conditions of insufficient and unstable in dry climate foothills zone of Kabardino-Balkaria. Planting of this high-yield and highprotein culture in the conditions of Kabardino-Balkaria will let solve the problem of feld productivity and food industry.

**Keywords:** amarant, productivity, leaf, chlorophyll, protein, aminoacids

Расширение ассортимента пищевых культур за счет внедрения в производство новых перспективных видов может сделать питание населения более полноценным и разнообразным. Именно к таким растениям относится амарант – новая для нашей страны высокобелковая сбалансированная по незаменимым аминокислотам культура, обладающая высокой биологической продуктивностью, с повышенным содержанием витаминов, минеральных солей [3].

Амарант – однолетнее травянистое растение, относится к роду Амарант (*Amaranthus*), семейства Амарантовые (*Amaranthaceae*).

В мире известно 65 родов и 850 видов амарантовых, распространенных главным образом в тропических и субтропических областях земного шара, но преимущественно в Америке и Африке. На территории Российской Федерации встречается 16–17 видов, из которых 12 видов наиболее распространены как культурные. Род Амарант объединяет кормовые, пищевые, лекарственные, овощные, декоративные и сорные виды [1].

Цель исследования – установить наиболее перспективные образцы амаранта при оптимальных условиях минерального и органо-минерального питания и возможности

их возделывания в Кабардино-Балкарской Республике.

### Материалы и методы исследования

Исследования проводили в условиях предгорной зоны КБР на территории ботанического сада КБГУ. Опыты проводили по схеме:

- 1) без удобрений (контроль);
- 2)  $N_{90}P_{90}K_{90}$ ;
- 3)  $N_{45}P_{65}K_{30}$  + навоз 20 т/га.

Из всех других изученных доз и соотношении элементов питания последние два варианта являются наиболее оптимальными. Опыты проводили в трехкратной повторности. Площадь делянки 120 м<sup>2</sup>. Почвы выщелоченные малогумусные среднесиловые черноземы. Густота посева семян 70х35 см. Срок посева - первая и вторая декада мая. Минеральные удобрения вносили в почву в виде аммиачной селитры, гранулированного суперфосфата, хлористого калия, а органического - в виде навоза. Удобрения закладывали осенью под вспашку.

Динамика роста растений, наступление фазы и их продолжительность, учет суточного прироста стебля в высоту и продуктивности растений проводили по общепринятым методам. Структура листа - по методике А.Т. Мокроносова и Борзенковой (1978) [5], фотосинтетическую деятельность изучали определяя индекс листовой поверхности (ИЛИ), площадь листьев (ПЛИ) методом калиброванной решетки Ф.М. Мауера и высечек (Ничипорович, 1955) [6], интенсивность фотосинтеза (ИФ) с помощью прибора газоанализатора (Извожиков, Неговлов, 1958) и монометрического метода в аппарате Варбурга, чистую продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) - методом А.А. Ничипоровича и др. (1961) [7], содержание хлорофилла а и б в листьях с использованием спектрофотометра СФ-4. Общий азот - микрометодом Кельдаля, белковый - по Барнштейну (Плешков, 1976) [8], содержание свободных и связанных аминокислот - с помощью автоматического анализатора ААА-881 (Чехия) в лаборатории ВНИИ Санкт-Петербургского

университета. Результаты опытов обрабатывали методом математической статистики [3].

### Результаты исследования и их обсуждение

Результаты исследований показывают, что для фотосинтетического аппарата амаранта характерно анатомическое строение Kranz - типа и хлоропласты расположены вокруг сосудистого пучка двумя concentрическими слоями [4]. С таким строением листа и хлоропластами двух типов (клетки обкладки сосудистого пучка и клетки мезофилла столбчатого и губчатого типа) относятся к растениям C<sub>4</sub> группы фотосинтеза (рис. 1).

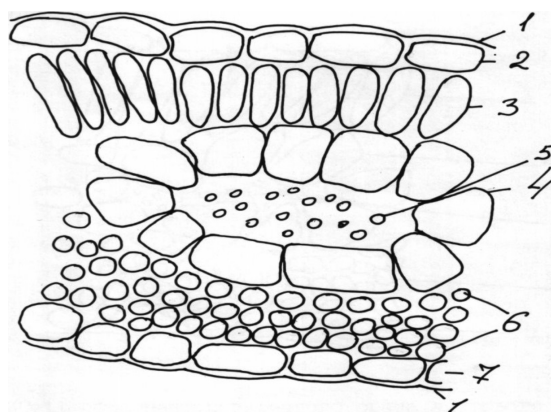


Рис. 1. Фрагмент поперечного среза листового аппарата амаранта метельчатого: 1) кутикула; 2) верхний эпидермис; 3) палисадная ткань; 4) обкладочные клетки; 5) проводящие пучки; 6) губчатая ткань; 7) нижний эпидермис

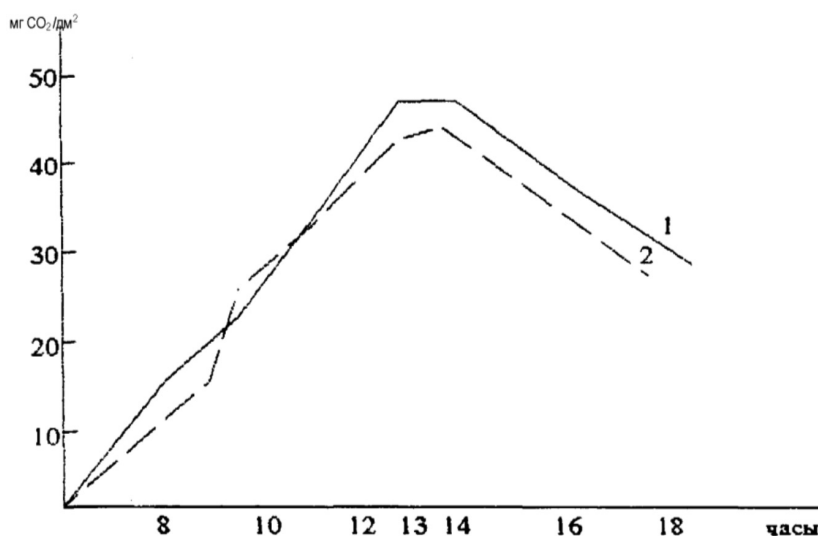


Рис. 2. Дневная динамика интенсивности фотосинтеза амаранта в условиях оптимального корневого питания в фазе цветения (Средние данные за 1988–1992 гг.) 1 – А. метельчатый; 2 – А. гибридный

Влияние различных доз и соотношений удобрений на площадь листьев *A. метельчатого* (1) и *A. гибридного* (2) в фазе созревания семян в условиях предгорной зоны КБР. Среднее за 1988–1991 гг.

Варианты опыта	Общее число листьев на 1 растении		Площадь листьев 1 растения, м <sup>2</sup>		ИЛП, м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>	ИЛП, м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>
	1	2	1	2	1	2
Площадь питания 70x35 см						
Без удобрений (контроль)	287	123	0,72	0,15	3,74	1,18
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	526	207	0,93	0,28	5,46	2,23
N <sub>45</sub> P <sub>65</sub> K <sub>30</sub> + навоз 20 т/га	642	247	1,33	0,34	10,64	2,76

Кооперативный механизм фотосинтеза и низкий уровень фотодыхания обуславливает высокую их фотосинтетическую продуктивность. Кривые дневной динамики фотосинтеза подтверждают отсутствие у амаранта полуденной депрессии фотосинтеза (рис. 2).

Установлено, что наступление фенофаз, интенсивность роста растений и накопление сухого вещества в онтогенезе, суточный прирост срегля в высоту и продолжительность вегетационного периода значительно изменяются в зависимости от индивидуальных особенностей растений и условий их выращивания. При этом у всех исследованных образцов наиболее благоприятные условия роста и развития создаются при площади питания 70x35 см и внесении в почву минеральных и в особенности при сочетании органических удобрений с минеральными. В онтогенезе наибольшая интенсивность роста стебля в высоту и более высокий суточный прирост происходит в фазе бутонизации – цветения. По ростовым признакам образцы амаранта разделены на низкорослые (52–120 см), среднерослые (120–160 см) и высокорослые (161–300 см и более), а по продолжительности вегетационного периода – на раннеспелые (81–90 дней), среднеспелые (90–110 дней) и позднеспелые (150–160 дней), что – вполне подходит климатическим условиям Кабардино-Балкарской Республики.

В зависимости от условий выращивания и образца меняется также облиственность, ПЛ одного растения, ИЛИ и ПЛ в пересчете на 1 га. Так, в благоприятных условиях корневого питания ПЛ одного растения

у *A. метельчатого* колеблется от 0,93 до 1,33 м<sup>2</sup>, а у *A. гибридного* – от 0,28 до 0,34 м<sup>2</sup>. ИЛП – соответственно – 5,46–10,64 и 2,23–2,76 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>, а ПЛ с 1 га – 74,6–106,4 тыс.м<sup>2</sup> и 22,2–27,6 м<sup>2</sup>, тогда как у неудобренных контрольных растений последнее колеблется от 11,7 до 57,4 тыс.м<sup>2</sup>/га. Наибольшее увеличение биомассы надземных органов наблюдается при внесении в почву минеральных (N<sub>45</sub>P<sub>65</sub>K<sub>30</sub>) в сочетании органическими удобрениями (20 т/га) (таблица).

Таким образом, при внесении минеральных и органо-минеральных удобрений значительно увеличивается выход полезного продукта – листовой массы, что значительно улучшает кормовые достоинства выращиваемых видов амаранта. При этом, по рассмотренным выше показателям, наиболее перспективным является амарант метельчатый. В целом повышение плодородия почвы с помощью минеральных и, особенно, органо-минеральных удобрений (N<sub>45</sub>P<sub>65</sub>K<sub>30</sub> + навоз 20 т/га) создает благоприятные условия для получения высокого урожая амаранта с хорошими качествами. Увеличение густоты посева вызывает потерю массы листьев, что является показателем ухудшения кормовой ценности исследуемых культур.

При использовании биомассы надземных органов и семян амаранта важно не только величина урожая, но и качество. По нашим данным, в листьях, стеблях и семенах амаранта наибольшее содержание белкового азота, общей суммы аминокислот, в том числе незаменимых: лизина, валина, гистидина, триптофана, фенилаланина, лейцина, изолейцина, треонина и метионина наблюдается при оптимальных условиях

питания. При этом содержание незаменимой аминокислоты лизина (самой дефицитной аминокислоты для большинства растительных белков) в белках амаранта колеблется от 4,73 до 6,17% от общего содержания белков. Содержание перечисленных незаменимых аминокислот, в том числе и лизина, значительно повышает качество продуктов, получаемых из амаранта. С этим связано преимущество амаранта перед другими кормовыми и пищевыми растениями. Поэтому, наряду с продуктивностью, амарант характеризуется необходимыми качествами урожая.

Толщина листьев и структура мезофилла изменяются в зависимости от условий питания, образцов и расположения листьев по ярусам. Наибольшее число клеток на 1 см<sup>2</sup> листа, хлоропластов в одной клетке и в единице площади листа наблюдается у всех образцов, выращенных при внесении в почву минеральных и органо-минеральных удобрений. В этих условиях значительно повышается и содержание хлорофилла а и б в листьях при оптимальных условиях корневого питания интенсивность фотосинтеза повышается до 44,6 мг СО<sub>2</sub> дм<sup>2</sup>/час и более, а чистая продуктивность фотосинтеза – до 12,5–14,6 г/м<sup>2</sup> сутки. Интенсивность фотосинтеза и чистая продуктивность фотосинтеза, видимо, повышаются за счет роста числа хлоропластов в одной клетке (21 и более) и на единицу листовой поверхности (до 5,38 млн см<sup>2</sup> и более) и активности работы самих хлоропластов.

Сравнительное изучение А. метельчатого и А. гибридного при одинаковых условиях их выращивания показало, что А. метельчатый характеризуется большей облиственностью

и величиной урожая надземной биомассы. В расчете на 1 га посева при оптимальных условиях корневого питания общая надземная биомасса у этого образца достигает от 1215,2–1453 ц/га, а у А. гибридного – 685–719 ц/га. При этом, для получения высокого урожая амаранта с хорошими качествами необходимо вносить в почву по 90 кг действующего вещества азота, фосфора и калия или особенно, органо-минеральное удобрение (N<sub>45</sub>P<sub>65</sub>K<sub>30</sub>+навоз 20 т/га).

На основании результатов исследования можно сделать вывод, что возделывание этой высокоурожайной и высокобелковой культуры в условиях КБР позволит решить проблему кормопроизводства и пищевой промышленности. Работа выполнена в свете научно-технической программы «Амарант», созданной в стране при Ленинградском (Санкт-Петербургском) госуниверситете.

#### Список литературы

1. Жизнь растений. Цветковые растения / Под ред. Тахтаджяна. – М.: Просвещение, 1980. Вып. 6. Т. 5. Ч. 1. – 430 с.
2. Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. – М.: Наука, 1984. – 424 с.
3. Магомедов И.М. Амарант- новая перспективная культура // Земледелие. – 1990. – № 4. – С. 54–61.
4. Магомедов И.М. Фотосинтез и органические кислоты. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1988. – 203 с.
5. Мокроносов А.Т., Борзенкова Р.А. Методика количественной оценки структуры и функциональной активности фотосинтезирующих тканей и органов // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1978. – Т. 61. Вып. 3. – С. 19–33.
6. Ничипорович А.А. Световое и углеродное питание растений (фотосинтез). – М.: Изд-во АН СССР, 1955. – 288 с.
7. Ничипорович А.А. и др. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. – М.: Изд-во РАН СССР, 1961. – 136 с.
8. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений. – М.: Колос, 1985. – 255с.