

МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ РАСТЕНИЙ *AMARANTHUS RETROFLEXUS* L. В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МЕСТА ПРОИЗРАСТАНИЯ

Г.Х. Бабаева*, А.Г. Гадимов, И.Т. Пирисев, М.А. Аннагиева, Ф.Э. Алескерова

Институт Ботаники, Министерство Науки и Образования, Бадамдарское шоссе 40,

AZ1004, Баку, Азербайджан

E-mail: gulnarababaeva112@gmail.com

Исследовано накопление сухой биомассы и форм азота в корневых и надземных органах дикорастущего амаранта (*Amaranthus retroflexus* L.). Образцы растений были взяты из Кюрдамирского (опытный участок), Бардинского и Тертерского районов Азербайджана. Показано, что накопление сухой биомассы в корнях уменьшалось на 86% в Барде, и на 70% в Тертерском районе, а в надземных органах уменьшалось на 85% и 52%, соответственно, относительно контроля. Анализ полученных данных по распределению белкового азота, показал, что его содержание в корневых и надземных органах растений, в Тертерском и Бардинском районах снижалось по сравнению с образцами взятых из Кюрдамирского района. В тоже время надо отметить, что содержание белкового азота в Бардинском районе было больше, чем у растений взятых из Тертерского района. Считается, что увеличение количества белкового азота в корнях может быть показателем выживаемости растения как составной части механизма адаптации к неблагоприятным условиям среды произрастания.

Ключевые слова: амарант, сухой вес, содержание воды, формы азота

ВВЕДЕНИЕ

Одной из экологических проблем современности является охрана и естественное использование земли, являющейся частью экосистемы [Fedulov et al., 2015]. Понимание того, как растения воспринимают окружающую среду и реагируют на нее, имеет решающее значение для обеспечения будущей продуктивности сельскохозяйственных культур. Поэтому в настоящее время все больший научный и практический интерес вызывают проблемы адаптации растений. Решение проблемы деградированных почв является одной из актуальных задач и в Азербайджане.

В последние годы значительно возрос интерес к нетрадиционным сельскохозяйственным культурам [Magomedov and Chirkova, 2015]. Высокий адаптивный потенциал, которым они зачастую располагают, делает их перспективными в качестве компонентов агрофитоценозов. К числу таких объектов относятся многие растения из рода *Amaranthus* L. [Askarov and Yulchieva, 2021] обладают

высокой вегетативной и семенной продуктивностью. Водопотребность в 3 раза меньше, чем у бобовых, и в 2 раза меньше, чем у злаков. Белки обладают высокой пищевой ценностью, а количество лизина в их составе достигает 6%. Они имеют свойство очень легко приспособливаться к новому месту обитания. Агроэкологическая оценка устойчивости амаранта к засолению возможна только при комплексных исследованиях, что включает сопоставление продуктивности различных видов амаранта, характера распределения засоляющих ионов в его органах, изменения режима минерального питания и поглощения азота в условиях засоления почвенной среды [Yusifov et al., 2017]. Комплексная оценка солеустойчивости амаранта позволяет выявить предельно допустимые концентрации соли в почвах, при которых целесообразно выращивание данного вида амаранта на зеленый корм [Shcherban, 2020]. Во многих странах мира амарант ценится как лечебная и диетическая культура и служит сырьем для получения стероидных лекарств,

а также производства биодобавок; является сырьем для переработки на пищевые и промышленные цели. Кроме того, амарант является источником антиоксидантов: амарантина, каротиноидов, аскорбиновой кислоты. Он обладает высокой биологической продуктивностью, экологической пластичностью и исключительным адаптивным потенциалом, обеспечивающим широкое распространение этой культуры в различных условиях. Обладая такими ценными качествами, амарант входит в число растений наиболее перспективных для интродукции на новых территориях. Значительная площадь сельскохозяйственных угодий в Азербайджане находится в зоне рискованного земледелия. Сельскохозяйственные растения, возделываемые в этой зоне, часто подвергаются воздействию вредных эко факторов и приспособление растения к особым условиям среды обеспечивается физиологическими механизмами [Ivanishchev, 2019]. Безусловно, изменение условий окружающей среды оказывает влияние на растения. В этих условиях продуктивность сельскохозяйственных растений в основном определяется их устойчивостью к негативным факторам внешней среды в конкретном регионе.

Целью работы явилось исследование морфофизиологических показателей, таких как рост, накопление биомассы, содержание воды, а также изучение различных форм азота в корневых и надземных органах дикорастущего амаранта произрастающего в разных климатоэкологических, географических районах Азербайджана.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Образцы растений были взяты из Кюрдамирского (контроль), Бардинского и Тертерского районов Азербайджана. Морфометрические показатели сухой и влажной биомассы, количество листьев, толщина, площадь поверхности листа, длина стебля, длина корня, изменения водного режима в растениях, определяли по общепринятым в физиологии растений классическим ме-

тодам [Lyaskovsky, 1963], а также изучали различные формы азота в корневых и надземных органах дикорастущего амаранта. Содержание общего, белкового и небелкового азота в растворе золы, полученной сжиганием растительного материала с помощью $H_2SO_4 + H_2O_2$, с дальнейшим колориметрированием на фотоэлектроколориметре [Kokko et al., 1993; Nacimamedov et al. 2016].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Определение химического состава растений и показателей качества продукции один из путей позволяющий идентифицировать неблагоприятные экологические условия произрастания как культурной, так и естественной растительности. Поэтому, в образцах растений, взятых из Кюрдамирского (контроль), Бардинского и Тертерского районов изучали уровень содержания воды в корневых и надземных органах растений. Кюрдамирский район расположен на Ширванской равнине Азербайджана и характеризуется сухим субтропическим климатом. Теплая погода в Кюрдамире позволяет собирать урожай несколько раз в год. Это создает благоприятные условия для сельского хозяйства. В качестве контрольного варианта взято растение амарант, из Кюрдамирского района, с учетом того, что оно обеспечено относительно нормальными экологическими условиями, так как находится на специальном опытном участке.

Визуально наблюдаемые нами фенотипические изменения в растениях также являются, по всей видимости, результатом абиотического стресса. Листья контрольных растений по общей площади, превосходили на 15% в Бардинском районе и 26% в Тертерском районе. Высота стебля при этом увеличилась по сравнению с контролем (Кюрдамир) на 155% в Бардинском районе и на 272% в Тертерском районе. Изучение длины корня на одно растение показало, что она увеличилась в Бардинском районе на 138% и на 154% в Тертерском районе по сравнению с контролем (Таб 1).

Содержание сухого вещества является важнейшим показателем оценки качества дикорастущего растения амаранта, по сравнению с контролем в надземных органах снижался на 38% в Барде.

Таблица 1. Изучение изменения показателей сухой биомассы в надземных и подземных органах дикорастущего растения амаранта, взятых из различных районов Азербайджана

Территории	Кюрдамирский район	Бардинский район		Тертерский район	
Органы	Сухой вес в г	Сухой вес в г	% от контроля	Сухой вес в г	% от контроля
Цветок	16,7	0,3	1,8	6,3	38
Лист	13,5	4,5	33	5,5	40
Стебель	20,5	2,7	13	12,6	61
Надземная часть	50,65	7,43	15	24,4	48
Корень	9,2	1,3	14	2,7	30

растительного материала. Его определение в растительных объектах тождественно степени оводненности, которая в свою очередь в определенной мере зависит от особенностей водного режима [Artemyeva and Belyaeva, 2020]. Показано, что накопление сухой биомассы в корнях уменьшалось на 86% в Барде, и на 70% в Тертерском районе, а в надземных органах уменьшалось на 85% и 52% соответственно относительно контроля. Исследования проводились в течении одного и того же вегетационного периода.

В результате изучения количества воды в корневых и надземных органах растения амаранта, установлено, что по сравнению с контролем оно уменьшилось в обоих органах в зависимости от региона, но наибольшее уменьшение было в корнях (Таб. 2).

Азотный обмен играет регуляторную роль в жизнедеятельности растительного организма, являясь одним из важнейших физиологического-биохимических процессов, определяющих рост, развитие, метаболизм, формирование продуктивности и устойчивости растений в меняющихся условиях среды [Allagulova, 2021]. Определяли количество общего, белкового и небелкового азота в корнях и надземных органах амаранта (Таб 3).

Анализ полученных данных по распределению белкового азота, показал, что содержание белкового азота у растений в корневых и надземных органах образцов дикорасту-

щего амаранта, по сравнению с контролем в надземных органах снижался на 38% в Барде, а в Тертерском районе, на 42%. В корнях общее количество азота уменьшилось на 2% в растениях из Тертерского района и на 19% в растениях из Бардинского района. Анализ небелкового азота показал, что его количество в надземных органах уменьшилось на 22 % в образцах растений Бардинского района и увеличилось на 9 % в образцах, взятым из Тартерского района, по сравнению с контролем. В корнях количество небелкового азота, было выше в Тартере на 53 % в Барде на 27 %. Анализ белкового азота, являющегося основным показателем биосинтетических процессов [Yulchieva et al., 2022] и устойчивого развития организма, показал, что в растениях обоих регионов имело место количественное снижение в наземных органах по сравнению с контролем. Количество белкового азота также было ниже контрольного уровня, но если сравнить растения Бардинского района с Тертерским, то надо отметить, что содержание белкового азота на 11% в корнях растения было больше, чем в корнях растений амаранта, выращенных в Тертерском районе. Процесс азотного обмена в растениях имеет большое теоретическое и практическое значение. Увеличение количества белкового азота в корнях, появление уже приспособительной стратегии к среде обитания можно считать защитной реакцией, направленной на выживание растений в неблагоприятных условиях внешней среды.

Таблица 2. Изучение изменения количества воды в корневых и надземных органах дикорастущего растения амаранта в различных районах Азербайджана

Территории	Кюрдамирский район		Бардинский район		Тертерский район	
	Органы	Содержание воды в г	Содержание воды в г	В % от контроля	Содержание воды в г	В % от контроля
Цветок	38,5	0,9	2,3	10,6	27	
Лист	47,7	10,7	22	19,8	41	
Стебель	81,6	14,7	18	53,2	65	
Надземная часть	168	26,3	15	83,6	50	
Корень	28,2	4,8	17	7	25	

Таблица 3. Распределение различных форм азота (мг/г, сухое растение) в корневых и надземных органах дикорастущего амаранта, отобранных из различных районов Азербайджана

Формы азота	Органы	Кюрдемирский р-н	Бардинский р-н	Тертерский р-н
Общий	Стебель	165	102	95
	Корень	43	35	42
Небелковый	Стебель	32	25	35
	Корень	15	19	23
Белковый	Стебель	133	77	60
	Корень	28	16	19
Белковый азот в % от контроля	Стебель	100	58	45
	Корень	100	57	68
Белковый азот в % от общего азота	Стебель	81	75	63
	Корень	65	46	45

ЛИТЕРАТУРА

Allagulova C.R. (2021) Main pathways of nitric oxide formation in plants. Materials of the VII All-Russian Conference with International participation, Ufa, October 4-7:105-109 [Аллагулова Ч.Р. (2021) Основные пути образования оксида азота в растениях. Материалы VII Всероссийской конференции с международным участием, г. Уфа, 4-7 октября:105-109].

Artemyeva E.P., Belyaeva P.A (2020) Morphometric characteristics of amaranth caudate plants in a temperate continental climate. II International scientific-practical conference “Modern approaches and methods in plant protection” Section “Research of plant resistance to biotic and abiotic environmental factors”, p. 132-133 [Артемьева Е.П., Беляева П. А. (2020) Морфометрическая характеристика растений амаранта хвостатого в условиях умеренно континентального климата. II Международная

научно-практическая конференция «Современные подходы и методы в защите растений» Секция «Исследование устойчивости растений к биотическим и абиотическим факторам окружающей среды», с. 132-133.]

Askarov I.R., Yulchieva N.T. (2021) Amaranth is a natural resource rich in biologically active compounds. Scientific journal “Universum” chemistry and biology. Moscow, 11(89), 53-57. [Аскarov И.Р., Юлчиева Н.Т. (2021) Амарант - природный ресурс, богатый биологически активными соединениями. Научный журнал “Universum” химия и биология. Москва, 11(89):53-57.].

Fedulov Yu.P., Kotlyarov V.V., Dotsenko K.A. (2015) Plant resistance to adverse environmental factors. “Kuban State Agrarian University” Textbook Krasnodar Kub GAU [Федулов Ю.П., Котляров В.В., Доценко К.А. (2015) Устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды. Кубан-

- ский государственный аграрный университет. Учебное пособие Краснодар Куб ГАУ].
- Hacimammadov I.M., Talai J.M., Kosayev E.M. Analysis methods of soil, plants, and fertilizers. "Muallim", 2016. 130 pp. [Hacıməmmədov İ.M., Təlai C.M., Kosayev E.M. Torpaq, bitki, və gübrələrin analiz üsulları. "Müəllim" nəşriyyatı-2016. 130.]
- Ivanishchev V.V (2019) On the mechanisms of salt tolerance of plants and the specifics of the influence of salinity. Izvestiya TulGu. Natural Sciences, 4:76-88. [Иванищев В.В (2019) О механизмах солеустойчивости растений и специфике влияния засоления. Известия Тул Гу. Естественные науки, 4: 76-88.]
- Kokko E.G., Volkmar K.M., Gowen B.E., Entz T. (1993). Determination of total root surface area, in soil core samples by image analysis. Soil and Tillage Research. 26: 33-43. [https://doi.org/10.1016/0167-1987\(93\)90084-3](https://doi.org/10.1016/0167-1987(93)90084-3)
- Lyaskovsky G.M. (1963) On the issue of determining nitrogenous substances in plants by the colorimetric method. Scientific works of the Kharkov Agricultural Institute. (Kiev) 42: 104-114 [Лясковский Г.М. (1963) К вопросу определения азотистых веществ в растении колориметрическим методом. Научные труды Харьковского сельхоз. института (Киев) 42: 104-114.]
- Magomedov I.M., Chirkova T.V. (2015) Amaranth - past, present and future achievements of modern natural science. 1-7: S. 1108-1113 [Магомедов И.М., Чиркова Т.В. (2015) Амарант – прошлое, настоящее и будущее Успехи современного естествознания. 1-7: 1108-1113.]
- Shcherban A.B. (2020) Physiological, biochemical and genetic bases of amaranth (*Amaranthus L.*) breeding for food and feed purposes. Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding. 181(4): 213-221 [Щербань А.Б. (2020) Физиолого-биохимические и генетические основы селекции амаранта (*Amaranthus L.*) для пищевых и кормовых целей. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 181(4): 213-221.]
- Yulchieva N.T., Tukhtaboev N.Kh., Tajiddinova N.Yu., Yuldashev Sh.U. Biologically active compounds in the composition of some local amaranth varieties and their significance (2022) Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 1(2): 281-292 [Юлчиева Н.Т., Тухтабоев Н.Х., Таджиддинова Н.Ю., Юлдашев Ш.У. (2022). Биологически активные соединения в составе некоторых местных сортов амаранта и их значение. Журнал химии товаров и народной медицины, 1 (2): 281-292.]
- Yusifov N.M., Dashdemirov K.Sh., Amirov Sh. A., Alizade L.R. (2017) Productivity and protein nutritional value of different forms of amaranth adapted to the conditions of Azerbaijan. National Association of Scientists (NAS). 5(32): 39-40 [Юсифов Н.М., Дашибемиров К.Ш., Амиров Ш.А., Ализаде Л.Р (2017) Продуктивность и белковая питательность разных форм амаранта адаптированных в условиях Азербайджана. Национальная ассоциация ученых (НАУ). 5(32): 39-40.]

Morphophysiological reactions of *Amaranthus retroflexus* L. plant depending on the place of growing

G.Kh. Babayeva, A.H. Gadimov, I.T. Piriev,
M.A. Annagieva, F.E. Aleskerova

Institute of Botany, Ministry of Science and Education, Badamdar highway 40, AZ1004, Baku, Azerbaijan

The accumulation of dry biomass and forms of nitrogen in the root and above-ground organs of wild-growing amaranth (*Amaranthus retroflexus* L.) was studied. Plant samples were taken from the Kurdamir (experimental plot), Barda and Tartar regions of Azerbaijan. It was shown that the accumulation of dry biomass in the roots decreased by 86% in Barda, and by 70% in the Tartar region, and in aboveground organs it decreased by 85% and 52%, respectively, relative to the control. The analysis of the obtained data on the distribution of protein nitrogen showed that its content in the root and aboveground organs of plants, in the Tartar and Barda regions decreased compared to the samples taken from the Kurdamir region. At the same time, it should be noted that the content of protein nitrogen in the Barda region was higher than in plants taken from the Tartar region. It is believed that an increase in the amount of protein nitrogen in the roots can be an indicator of plant survival as an integral part of the mechanism of adaptation to adverse environmental conditions.

Keywords: amaranth, dry weight, water content, nitrogen forms

***Amaranthus retroflexus* L. bitkisinin böyümə yerindən asılı olaraq morfofizioloji reaksiyaları**

G.X. Babayeva, Ə.H. Qədimov, İ.T. Piriyev,
M.Ə. Ənnəqiyeva, F.E. Ələskərova

Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi Botanika İnstitutu, Badamdar yolu 40, AZ1004, Bakı, Azərbaycan

Yabanı halda bitən amaranth (*Amaranthus retroflexus* L.) bitkisinin kök və yerüstü orqanlarında quru biokütənin və azot formalarının toplanması tədqiq edilmişdir. Bitki nümunələri Azərbaycanın Kürdəmir (təcrübə sahəsi), Bərdə və Tərtər rayonları ərazisindən toplanmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, nəzarətə nisbətən quru biokütənin köklərdə toplanması Bərdədən toplanmış nümunələrdə 86%, Tərtərdən toplanmış nümunələrdə 70%, yerüstü orqanlarda isə müvafiq olaraq 85 və 52% azalmışdır. Bitkilərin kök və yerüstü orqanlarında zülal azotunun paylanması üzrə əldə edilmiş məlumatların təhlili göstərmişdir ki, Kürdəmir rayonundan götürülmüş nümunələrlə müqayisədə Tərtər və Bərdə rayonlarında azalmışdır. Eyni zamanda qeyd edilməlidir ki, Bərdə rayonunda zülal azotunun miqdarı Tərtər rayonundan götürülmüş bitkilərlə müqayisədə daha çox olub. Köklərdə zülal azotunun miqdarının artması bitkinin yetişdiyi mühitin qeyri əlverişli şəraitinə uyğunlaşma mexanizminin tərkib hissəsi olaraq sağ qalmasının göstəricisi ola bilər.

Açar sözlər: amaranth, quru çəki, su tərkibi, azot formaları