

УДК 635.49:581.19
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-3-96-98>

Гинс М.С.^{1,2}, Гинс В.К.^{1*},
 Мотылева С.М.³, Байков А.А.¹,
 Гинс Е.М.², Королева А.К.²

¹ Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр овощеводства» 143072, Россия, Московская обл., Одинцовский р-н, п. ВНИССОК, ул. Селекционная, д. 14
 *E-mail: anirr@bk.ru
² ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов» (РУДН), 117198, Россия, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6
³ Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства» 115598, Россия, Москва, ул. Загорьевская, 4

Ключевые слова: *Amaranthus tricolor* L., ГХ-МС, аминокислоты, антиоксиданты.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Гинс М.С., Гинс В.К., Мотылева С.М., Байков А.А., Гинс Е.М., Королева А.К. СОСТАВ И АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ АМИНОКИСЛОТ В ЛИСТЯХ *Amaranthus tricolor* L. сорта Early Splendor. Овощи России. 2019;(3):96-98. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-3-96-98>

Поступила в редакцию: 04.06.2019
Опубликована: 25.06.2019

Gins M.S.^{1,2}, Gins V.K.^{1*}, Motyleva S.M.³,
 Baikov A.A.¹, Gins E.M.², Koroleva A.K.²

¹FSBSI «Federal Scientific Vegetable Center» Selectionnaya st., 14, p. VNISSOK, Odintsovo district, Moscow region, 143072, Russia
 E-mail: anirr@bk.ru
²FSAEI of HE «Peoples' Friendship University of Russia» (RUDN University) Miklukho-Maklaya st., 6, Moscow, 117198, Russia
³FSBSI «All-Russian Horticultural Institute for Breeding, Agrotechnology and Nursery» Zagorevskaya st., 4, Moscow, 115598, Russia

Keywords: *Amaranthus tricolor* L., GC-MS, amino acids, antioxidants.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

For citation: Gins M.S., Gins V.K., Motyleva S.M., Baikov A.A., Gins E.M., Koroleva A.K. COMPOSITION AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF AMINO ACIDS IN LEAVES OF *Amaranthus tricolor* L. cv. Early Splendor. Vegetable crops of Russia. 2019;(3):96-98 (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-3-96-98>

Received: 04.06.2019
Accepted: 25.06.2019

СОСТАВ И АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ АМИНОКИСЛОТ В ЛИСТЯХ *AMARANTHUS TRICOLOR* L. СОРТА EARLY SPLENDOR



Материалом служили свежие листья овощного амаранта (*Amaranthus tricolor* L.) сорта Early Splendor, который выращивали в пленочной теплице (ФНЦО, Московская обл.). С использованием ГХ-МС в экстрактах гетеро- и автотрофных листьев было идентифицировано 8 и 11 аминокислот. Одним из механизмов, обеспечивающих устойчивость к стрессам различной природы, является накопление свободных аминокислот, поэтому величина суммарного содержания антиоксидантов может служить индикатором устойчивости растений. Обнаруженные в листьях амаранта аминокислоты обладают выраженной функциональной активностью в организме человека. Например, тирозин является важнейшим нейромедиатором, стимулирует работу мозга, участвует в контроле за стрессом. В организме человека предшественником тирозина является незаменимая аминокислота фенилаланин, при этом тирозин образуется путем гидроксирования фенильной группы фенилаланина. Отсутствие последнего в пище ведет к дефициту тирозина в организме. Триптофан контролирует защитно-приспособительные функции организма. Аминокислоты валин, лейцин, глутамин, пролин – стимулируют рост полезной кишечной флоры и накопление биомассы. Таким образом, аминокислотный состав определяет пищевую и фармакологическую ценность листовой биомассы амаранта. Это указывает на то, что листья амаранта являются перспективным сырьем для создания функциональных продуктов и фитопрепаратов.

COMPOSITION AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF AMINO ACIDS IN LEAVES OF *AMARANTHUS TRICOLOR* L. CV. EARLY SPLENDOR

Material for research was fresh leaves of *Amaranthus tricolor* L. varieties Early Splendor. They were grown in a greenhouse (Federal Scientific Vegetable Center, Moscow region). Using GC-MS, 8 and 11 amino acids were identified in extracts of hetero- and autotrophic leaves. One of the mechanisms that provide resistance to stresses of various natures is the accumulation of free amino acids; therefore, the total content of antioxidants can serve as an indicator of plant resistance. The amino acids found in amaranth leaves have pronounced functional activity in the human body. For example, tyrosine is the most important neurotransmitter, stimulates the brain, is involved in the control of stress. In humans, the precursor of tyrosine is the essential amino acid phenylalanine, while tyrosine is formed by hydroxylation of the phenyl group of phenylalanine. In this case, the lack of the latter in food leads to a deficiency of tyrosine in the body. Tryptophan controls the body's protective and adaptive functions. Amino acids valine, leucine, glutamine, proline - stimulate the growth of beneficial intestinal flora and biomass accumulation. Thus, the amino acid composition determines the nutritional and pharmacological value of amaranth leaf biomass. This indicates that amaranth leaves are a promising raw material for creating functional products and herbal remedies.

Введение

В жизнедеятельности живых организмов свободные аминокислоты выполняют важные функции, являясь структурными элементами вновь синтезируемых белковых молекул и участвуя в разнообразных реакциях обмена веществ, формировании устойчивости растений к стрессам различной природы и в процессах детоксикации ксенобиотиков [1-2].

Ранее нами было показано, что в листьях овощного амаранта вида *Amaranthus tricolor* L. сорта Валентина содержится полный набор свободных и связанных с белком незаменимых аминокислот, а также большое количество пищевых и биологически активных метаболитов с антиоксидантной активностью, определяющих фармакологическое свойство биологически активной добавки к пище «Фиточая «Амарантил» [3].

Листья амаранта сорта Early Splendor, который также является представителем вида *Amaranthus tricolor* L., различаются между собой по типу питания – автотрофному и гетеротрофному. Изучение состава и антиоксидантных свойств в разнородных листьях является актуальным для оценки их пищевой ценности.

Объекты и методы исследований

Материалом служили свежие листья овощного амаранта (*Amaranthus tricolor* L.) сорта Early Splendor, который выращивали в пленочной теплице (Федеральный научный центр овощеводства, Московская обл.).

Качественный анализ метаболитов выполняли методом газовой хромато-масс-спектрометрии (ГХ/МС) на хроматографе JMS-Q1050GC («JEOL Ltd», Япония). Идентификацию веществ осуществляли по параметрам удерживания и масс-спектрам библиотеки NIST-5 National Institute of Standards and Technology (США) [4]. Все измерения проводили в трех повторностях.

Антиоксидантное действие водных растворов аминокислот характеризовали показателем галловый эквивалент, который определяли амперометрическим методом. Стандарт – галловая кислота. Измерение проводили на приборе «Цвет – Яуза -01-АА» в постоянно токовом режиме при потенциале +1,3 В [5].

Результаты и обсуждение

Для получения информации о составе аминокислот в автотрофных и гетеротрофных листьях амаранта был проведен ГХ-МС анализ экстрактов из вышеуказанных листьев.

В результате анализа состава азотсодержащих соединений в этиловом экстракте гетеротрофных листьев было

идентифицированы: аланин, валин, гомосерин, лейцин, пироглутаминовая кислота, пролин, треонин и цистатион. Среди них обнаружено три незаменимых аминокислоты: валин, лейцин, треонин, а также цистатион, который является промежуточным продуктом при биосинтезе метионина.

В составе этилового экстракта автотрофных листьев амаранта по библиотечным масс-спектрам было идентифицировано 11 аминокислот. Были обнаружены следующие незаменимые аминокислоты: валин, лейцин, изолейцин, треонин, фенилаланин, а также стресс-потекторные аминокислоты, такие как серин, пролин, аспарагиновая кислота, аспарагин, аланин, тирозин.

В ходе эксперимента были получены данные по антиоксидантным свойствам

индивидуальных аминокислот, наличие которых в экстракте из листьев амаранта было подтверждено методом газовой хромато-масс-спектрометрии, указывающее на способность этих соединений окисляться при заданном потенциале. Показано, что все исследованные аминокислоты проявляют антиоксидантную активность, которая зависит от числа и расположения электроактивных групп (-OH, -NH₂, -SH), наличия сопряженных двойных связей, а также от пространственной структуры молекул. Для каждой аминокислоты был определен ее галловый эквивалент, показывающий сколько мг галловой кислоты оказывает такое же действие в модельной системе, как и 1 г исследуемой аминокислоты. Полученные результаты оценки антиоксидантного действия отдельных

Таблица. 1 Антиоксидантное действие аминокислот в эквиваленте галловой кислоты
Table. 1 Antioxidant effect of amino acids in the equivalent of gallic acid

№	Вещество	X, мг / г
1.	L-аргинин гидрохлорид	0,69±0,03
2.	DL-алфа-аланин	0,29±0,01
3.	L-аспарагин	0,36±0,02
4.	L-пролин	0,41±0,02
5.	DL-орнитин моногидрохлорид	1,98±0,10
6.	DL-тирозин	420±20
7.	DL-лейцин	1,42±0,07
8.	DL-валин	0,22±0,01
9.	L-глутамин	1,18±0,06
10.	DL-лизин моногидрохлорид	2,65±0,13
11.	L-гистидин гидрохлорид 1 водный	0,27±0,01
12.	L-глутаминовая кислота	1,68±0,08
13.	DL-серин	0,12±0,01
14.	DL-треонин	2,05±0,10
15.	DL-триптофан	370±20
16.	L-цистеин солянокислый	215±10
17.	DL-метионин	21±1
18.	DL-бета-фенил-альфа-аланин	0,59±0,03
19.	DL-аспарагиновая кислота	0,20±0,01
20.	L-изо-лейцин	0,41±0,02



Рис. 1. Растение амаранта сорта Early Splendor.
Fig. 1. Amaranth plant variety Early Splendor.

аминокислот по электроокислению на стеклоуглеродном электроде в сравнении с галловой кислотой представлены в таблице 1. Высокой величиной галлового эквивалента отличался DL-тирозин, тогда как значение данного показателя для L-глутамина, L-глутаминовой кислоты, DL-лейцина, DL-треонина было выше по сравнению с пролином и изолейцином (табл. 1). Самой низкой величиной галлового эквивалента отличались аминокислоты аланин, аспарагиновая кислота, валин, серин.

Амперометрический метод определения суммарного содержания антиоксидантов может использоваться при исследовании влияния накопления свободных аминокислот на устойчивость к стресс-факторам овощных сортов амаранта [6-7].

Заключение

Полный набор незаменимых аминокислот в листьях амаранта, определяющий высокую пищевую ценность растительного белка, а также фармакологическая ценность идентифицированных кислот – антиоксидантов обуславливает перспективность создания пищевых белковых добавок на основе листовой биомассы и функциональных продуктов – чайных напитков, кондитерских начинок.

Об авторах:

Гинс М.С. – чл.-корр. РАН, доктор биол. наук, зав. лаб. физиологии и биохимии растений, интродукции и функциональных продуктов
<https://orcid.org/0000-0001-5995-2696>

Гинс В.К. – доктор биол. наук, гл.н.с. лаб. физиологии и биохимии растений, интродукции и функциональных продуктов
<https://orcid.org/0000-0002-7053-4345>

Мотылева С.М. – кандидат с.-х. наук, ст.н.с. лаб. физиологии и биохимии

Байков А.А. – ст.н.с. лаб. физиологии и биохимии растений, интродукции и функциональных продуктов
<https://orcid.org/0000-0003-4393-7525>

Гинс Е.М. – магистр, Аграрно-технологический институт

Королева А.К. – магистр, Аграрно-технологический институт

About the authors:

Gins M.S. – Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Biological Sciences, Head of the Laboratory of Plant Physiology and Biochemistry, Introduction and Functional Products
<https://orcid.org/0000-0001-5995-2696>

Gins V.K. – Doctor of Biological Sciences, Chief Researcher of the Laboratory of Plant Physiology and Biochemistry, Introduction and Functional Products
<https://orcid.org/0000-0002-7053-4345>

Motyleva S.M. – PhD of Agricultural Sciences, Senior Researcher of the Laboratory of Physiology and Biochemistry

Baikov A.A. – Senior Researcher, Laboratory of Plant Physiology and Biochemistry, Introductions and Functional Products
<https://orcid.org/0000-0003-4393-7525>

Gins E.M. – Master of Science, Agrarian and Technological Institute

Koroleva A.K. – Master of Science, Agrarian and Technological Institute

Литература

- Rai V. K. Role of amino acids in plant responses to stresses. // *Biologia Plantarum*. 2002. V. 45(4). P. 481-487.
- Filiz E., Cetin D, Akbudak M.A. Aromatic amino acids biosynthesis genes identification and expression analysis under salt and drought stresses in *Solanum lycopersicum* L. // *Scientia Horticulturae*. 2019. V. 250. P. 127-137.
- Гинс М.С., Гинс В.К., Мотылева С.М., Куликов И.М., Медведев С.М., Пивоваров В.Ф., Мертвищева М.Е. Идентификация метаболитов с антиоксидантными свойствами в листьях овощного амаранта (*Amaranthus tricolor* L.) // *Сельскохозяйственная биология*. 2017. Т.52. № 5. С.1030-1040. DOI: 10.15389/agrobiology.2017.5.1030rus
- Robbins R.J. Phenolic acids in foods: an overview of analytical methodology// *J. Agric Food Chem*. 2003. V.51. P.2866-2887.
- Гинс М.С., Гинс В.К., Байков А.А., Пивоваров В.Ф., Козак Н.В., Имамкулова З.А., Куликов И.М., Медведев С.М., Гинс Е.М. Листовая биомасса овощных и ягодных растений – источник антиоксидантов // *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2018. №1. С.39-44.
- Левко Г.Д., Гинс М.С., Здолникова Е.А., Байков А.А., Турушина В.М. Влияние суммарного содержания водорастворимых антиоксидантов в корневищах на зимостойкость сортов ириса садового (*Iris hybrida* L.). // *Овощи России*. 2016. №1 (30). С.76-81. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2016-1-76-81>
- Солдатенко А.В., Добруцкая Е.Г., Байков А.А., Гинс В.К., Гинс М.С. Оценка содержания антиоксидантов у образцов овощных культур контрастных по уровню накопления радионуклидов ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr // *Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования*. 2016. №12. С.140-144.

References

- Rai V. K. Role of amino acids in plant responses to stresses. // *Biologia Plantarum*. 2002. V. 45(4). P.481-487.
- Filiz E., Cetin D, Akbudak M.A. Aromatic amino acids biosynthesis genes identification and expression analysis under salt and drought stresses in *Solanum lycopersicum* L. // *Scientia Horticulturae*. 2019. V. 250. P.127-137.
- Gins M.S., Gins V.K., Motyleva S.M., Kulikov I.M., Medvedev S.M., Pivovarov V.F., Mervishcheva M.E. Identification of metabolites with antioxidant properties in the leaves of vegetable amaranth (*Amaranthus tricolor* L.) // *Agricultural Biology*. 2017. V. 52. № 5. P. 1030-1040. DOI: 10.15389/agrobiology.2017.5.1030eng
- Robbins R.J. Phenolic acids in foods: an overview of analytical methodology// *J. Agric Food Chem*. 2003. V.51. P.2866-2887.
- Gins M.S., Gins V.K., Baikov A.A., Pivovarov V.F., Kozak N.V., Imamkulova Z.A., Kulikov I.M., Medvedev S.M., Gins E.M. The leaf biomass of vegetable and berry plants is a source of antioxidants // *Vestnik of the agricultural science*. 2018. No. 1. P.39-44.
- Levko G.D., Gins M.S., Zdolnikova E.A., Baikov A.A., Turushina V.M. Influence of the total water soluble antioxidant content in storage rhizome on the winter hardiness of garden iris varieties (*Iris hybrida* L.). *Vegetable crops of Russia*. 2016;(1):76-81. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2016-1-76-81>
- Soldatenko A.V., Dobrutskaya E.G., Baikov A.A., Gins V.K., Gins M.S. Estimation of the content of antioxidants in samples of vegetable crops of contrasting levels of accumulation of ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr radionuclides // *New and non-traditional plants and prospects for their use*. 2016. No.12. P.140-144.