

ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ КРАСЯЩЕГО ЭКСТРАКТА ИЗ СОЦВЕТИЙ И ЛИСТЬЕВ АМАРАНТА И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ



Гинс М.С.^{1,2} – доктор биологических наук, профессор, лауреат Государственной премии и премии Правительства РФ

Торрес Миньо К.Х.² – аспирант

Гинс Е.М.² – студент

¹ Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства овощных культур» (ФГБНУ ВНИИССОК)

143080, Россия, Московская обл., Одинцовский р-н, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д.14

E-mail: anirr@bk.ru

² Российский Университет дружбы народов, Аграрный факультет

117198, Россия, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д.8

E-mail: carlosjavier12@yahoo.com

Ключевые слова: амарант, антиоксидант, бетацианиновые пигменты, амарантин, экстракт, гидромодуль.

Натуральные красители растительного происхождения являются естественными компонентами пищевых продуктов: овощей, фруктов, ягод. Их используют для сохранения и улучшения внешнего вида и цвета продуктов питания, а также для повышения пищевой ценности.

Растительные красители в своем составе содержат разнообразные молекулы пигментов (окрашенных соединений: хлорофиллы, каротиноиды, бетацианины, антоцианы и др.), которые обладают широким спектром биологической активности, проявляя антиоксидантные, антибактериальные, антимикотические, иммуномодулирующие и многие другие свойства.

В красноокрашенных листьях рас-

тений амаранта рода *Amaranthus* L. разных видов помимо красящих пигментов хлорофиллов и каротиноидов накапливаются красные пигменты бетацианины, в частности, амарантин, представляющий собой азотосодержащее гетероциклическое соединение красно-фиолетового цвета. Ранее было показано, что листья амаранта некоторых видов могут служить растительным сырьем для получения зеленого, желтого и красного красителя, поскольку содержат большое количество хлорофиллов, каротиноидов, бетацианинов [1,2].

Известно, что помимо получения красителя из листьев амаранта молодые растения полезно использовать в качестве диетического антиоксидантного салата, овощного гарнира ко-

второму блюду, добавки в овощные супы, пироги и др. При этом молодые растения представляют большую пищевую ценность по сравнению с салатами по содержанию биологически активных веществ и антиоксидантов. Выращивать растения можно конвейерным способом. В теплице, начиная с сентября месяца по апрель можно вырастить до 10 урожаев для использования свежих листьев для салатов, а мягкие стебли, сваренные в подсоленной воде, используют аналогично спарже и сушеным овощам. В некоторых африканских странах в пищу используются и соцветия.

Во ВНИИССОК создан новый сорт овощного красноокрашенного амаранта (*Amaranthus tricolor* L., сорт Валентина), внесенный в Государствен-

ный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию на территории РФ. Листья растений сорта Валентина отличались повышенным содержанием пигмента амарантина, что позволило использовать их в качестве сырья для получения красителя Амфикра. Однако, при неоптимальных условиях хранения или повышенных температурах наблюдали нестабильность окраски в кондитерских изделиях, что ограничивало применение красителя в пищевой промышленности.

Для повышения устойчивости окраски бетацианиновых пигментов из красноокрашенных листьев амаранта необходимо разработать способ получения красного красителя с улучшенными технологическими характеристиками или найти новый источник красного красителя.

Особую пищевую ценность листьев амаранта представляет аскорбиновая кислота, которая накапливается в них до 200 мг%, что сравнимо с содержанием аскорбиновой кислоты в плодах перца. При этом следует подчеркнуть, что нетрадиционные продукты часто обогащаются синтетической аскорбиновой кислотой.

В связи с этим целью работы является разработка способа выделения бетацианового красителя из красноокрашенных соцветий амаранта разных видов и исследование стабильности красителя при действии света и неоптимальной температуры.

Материалы и методы

Объектом исследований являлись

цветки соцветий амаранта разных видов и сортов (табл. 1).

Работа выполнена в отделе физиологии и биохимии ВНИИССОК и лаборатории иммунитета Аграрного факультета РУДН. Растения амаранта выращивали на опытных полях института в Одинцовском районе Московской области на делянках размером 3 м².

Содержание амарантина в водных экстрактах определяли с использованием коэффициента молярной экстинкции $5,6 \times 10^4$. Спектральные характеристики красителей изучали, записывая спектры поглощения растворов в области 250-600 нм на спектрофотометре СФ-46. Суммарное содержание антиоксидантов определяли амперометрическим методом [3], количество фенольных соединений определяли согласно [4].

Результаты исследований и обсуждение

В Подмоскowie для краснолистных растений амаранта в осенний период значительным абиотическим фактором являются кратковременные ночные заморозки от -3°C и ниже, которые могут наступать, начиная с 3 сентября, в период, когда еще активно проходит сбор листьев для производства фиточая «Амарантил» и пищевого красителя «Амфикра». В условиях низкотемпературного стресса существенно повреждаются листья амаранта и теряется их красная окраска, тогда как красные соцветия не обесцвечиваются [5].

В опытах использовали соцветия

амаранта, срезанные с растений после ночного заморозка (-5...-7)°C, в результате которого обесцвелились красноокрашенные листья. В то время как соцветия растений сорта Эко 17020 полностью сохранили окраску, соцветия сорта Валентина были повреждены в слабой степени (обесцвечены некоторые места на соцветиях), тогда как у остальных исследованных сортов они были повреждены в большей степени. Следовательно, устойчивость красной окраски соцветий к действию стрессовых низких температур у растений амаранта, относящихся к разным видам, выращенных в полевых условиях, при визуальной оценке была неодинакова.

Для получения красного красителя неповрежденные участки соцветий (цветки) всех исследуемых сортов амаранта механически измельчали и экстрагировали водой с гидромодулем 1:100. При этом учитывали данные, полученные ранее авторами, что эффективным экстрагентом для получения пищевого красителя из листьев амаранта служит вода.

Красноокрашенные экстракты, полученные из цветов соцветий и отделенные фильтрованием от нерастворимых в воде веществ, содержали пигменты – антиоксиданты: амарантин (красный) и фенольные соединения (желтый). Зависимости выхода красящих веществ от соцветий от вида амаранта представлены на рис. 1. Выявлено, что экстракты, полученные из цветков амаранта сортов Эко 17020 и Валентина, содержат максимальное количество амарантина (дли-

1. Сортообразцы амаранта селекции ВНИИССОК и интродуцированные из Эквадора

| Страна | Вид | Сорт |
|---------|---------------------------|-----------|
| Эквадор | <i>A. hypochondriacus</i> | Эко 17020 |
| Россия | <i>A. tricolor</i> L. | Валентина |
| Россия | <i>A. paniculatus</i> | Булава |
| Россия | <i>A. hypochondriacus</i> | Дон Педро |
| Россия | <i>A. caudatus</i> | Факел |

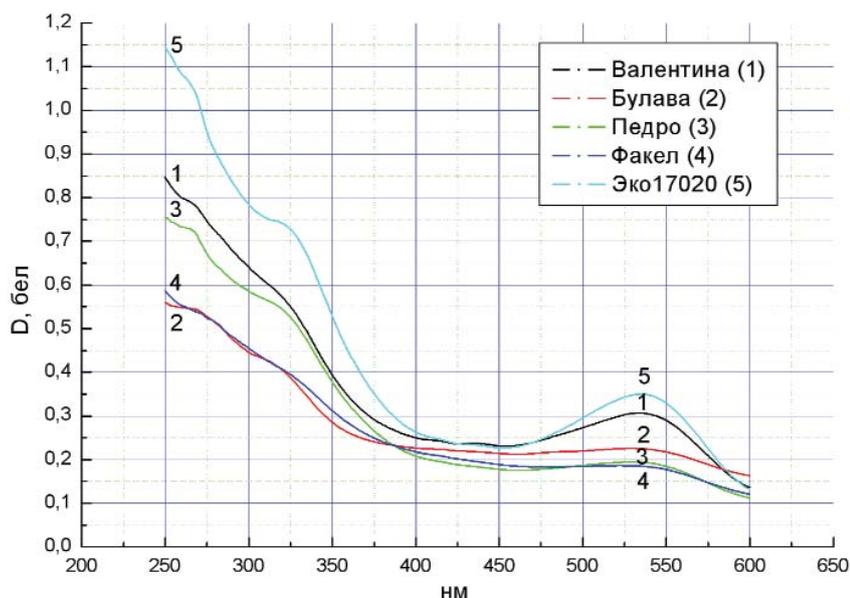


Рис. 1. Зависимости выхода красящих веществ от соцветий от вида амаранта

на волны 540 нм). Интересно отметить, что, у вышеуказанных сортов соответственно, величина плотности поглощения при $\lambda=320\text{nm}$ в УФ области была также выше по сравнению с остальными сортами. Данные, представленные на рисунке, позволяют предположить, что содержание антиоксиданта амарантина в цветках амаранта исследуемых сортов пропорционально величине плотности фенольных соединений, т.е. их содержанию.

Таким образом, предложенная методика позволяет получать красный краситель из соцветий с минимумом

операций: экстракция и фильтрация, используя при этом мягкий режим выделения, исключающий применение высоких температур.

Биологическая и пищевая ценность экстрактов красных красителей, полученных как из листьев, так и соцветий определяется в повышении содержания антиоксидантов, которые оказывают протекторное действие не только на растения, но и на организм человека. Они повышают устойчивость организма к разнообразным вредным воздействиям физической, химической и биологической природы (переохлаждение, перегревание, гипоксия,

токсичность разнообразных химических веществ) оказывают профилактическое влияние при биологическом повреждении организма инфекцией. Поэтому важно сравнить суммарное содержание водорастворимых антиоксидантов в соцветиях исследуемых видов амаранта.

Как следует из таблицы 2, максимальное суммарное содержание водорастворимых низкомолекулярных антиоксидантов обнаружено в цветках соцветий сорта Эко 17020, несколько меньшее в цветках сортов Валентина и Дон Педро и минимальное – у сортов Булава и Факел. При хранении разбавленных экстрактов на свету при комнатной температуре (20°C) в течение недели наблюдали существенное снижение содержания антиоксидантов, особенно у сорта Дон Педро. Выдерживание экстрактов в холодильнике при 4°C в темноте в течение недели выявило небольшое снижение суммарного содержания антиоксидантов из сортов Валентина (9%) и Булава (8%), и более существенное у сорта Эко 17020 (49%).

Следует отметить, что концентрированные экстракты из соцветий сортов Валентина и Эко 17020 сохраняли красную окраску в течение 3 недель. Высокое содержание фенольных соединений, амарантина, аскорбиновой кислоты определяет физиологическую ценность листьев и соцветий,

2. Суммарное содержание антиоксидантов* в соцветиях амаранта разных видов

| № | Образец | $X \pm \Delta X$, мг, экв. галловой к-ты / г сырого образца | | | | |
|----|-----------|--------------------------------------------------------------|-----------|-----|-------------|-----|
| | | свежее | комната | | холодильник | |
| 1. | Валентина | 1,40±0,04 | 0,64±0,02 | 46% | 1,27±0,10 | 91% |
| 2. | Булава | 1,16±0,03 | 0,58±0,02 | 50% | 0,84±0,05 | 72% |
| 3. | Педро | 1,40±0,04 | 0,43±0,01 | 31% | 1,23±0,07 | 88% |
| 4. | Факел | 0,90±0,03 | 0,36±0,01 | 40% | 0,83±0,02 | 92% |
| 5. | Эко 17020 | 1,95±0,06 | 0,82±0,02 | 42% | 1,18±0,07 | 61% |

*В состав показателя суммарное содержание антиоксидантов соцветий амаранта входят: водорастворимые соединения, амарантин, аскорбиновая кислота и фенольные соединения.

3. Содержание амарантина, суммарное содержание низкомолекулярных водорастворимых антиоксидантов (ССА), фенольных соединений (Σ ФС) и содержание аскорбиновой кислоты (АК) в растении амарант

| Орган | Амарантин, мг/г | ССА, мг | Σ ФС% на АСВ | АК, мг% |
|----------|-----------------|----------|---------------------|---------|
| Листья | 1,3-1,9 | 1,8-3,4 | 4,9-5,6 | 145-180 |
| Соцветия | 1,4-2,1 | 1,8-3,1 | 5,0-5,7 | 160-200 |
| Стебель | 0,3-0,5 | 0,43-0,5 | 0,8-0,9 | 30-45 |
| Жилки | 0,45-0,59 | 0,7-0,82 | 0,9-1,1 | 47-55 |
| Черешки | 0,5-0,61 | 0,69-0,8 | 0,8-1,2 | 37-52 |

пригодных для приготовления функциональных продуктов – пищевых красителей, биологически активных добавок, содержащих большое количество антиоксидантов, влияющих на устойчивость иммунной системы организма человека.

На основании полученных результатов по устойчивости окраски красителя при хранении перспективными источниками пищевого красителя могут служить цветки соцветий амаранта сортов Эко 17020 и Валентина. Учитывая, что растения амаранта сорта Эко 17020, интродуцированные из Эквадора в 2014 году, не полностью адаптировались к условиям Московской области, а в его соцветиях не сформировались семена за этот период вегетации, то в настоящее время растения этого сорта не могут служить полноценным сырьем для получения красителя. Работа по введению в культуру сорта Эко 17020 будет продолжена.

У растений сорта Валентина все органы растения содержат пигмент амарантин: листья, соцветия, жилки и черешки листьев, стебель, благодаря которому они имеют красно-фиолетовую окраску. Однако по содержанию антиоксидантов амарантина и фено-

льным соединениям они существенно различаются между собой (табл. 3). Листья и соцветия амаранта аккумулируют максимальное количество красного пигмента и полифенолов, что позволяет их считать перспективным растительным сырьем.

Преимущества предложенного нового источника красного красителя из соцветий растений амаранта сорта Валентина заключается в следующем:

- максимально высокий выход красного пигмента амарантина, сравнимый с листьями;

- масса соцветий в период уборки превышает массу листьев в 1,3-1,6 раз;

- устойчивость соцветий амаранта к кратковременному низкотемпературному стрессу;

- одновременный сбор соцветий со всего участка.

Красящий экстракт представляет собой фармакологический комплекс биологически активных веществ с антиоксидантной активностью, содержащий амарантин, аскорбиновую кислоту и водорастворимые полифенолы.



Литература

1. Кононков П.Ф., Пивоваров В.Ф. и др. Изучение овощных форм амаранта по содержания пигментов в листьях. // Доклады РАСХН, 1995. - №5. - С.20-21.
2. Гинс М.С., Кононков П.Ф. и др. Физико-химические свойства и биологическая активность амарантина из растений *Amaranthus cruentus* L. // Прикладная биохимия и микробиология, 1998. – Т.34. N4. – С.450-454.
3. Yashin A.Y. A flow-injection system with amperometric detection for selective determination of antioxidants in foodstuffs and drinks // Russian Journal of General Chemistry. 2008. -78: 2566-2571.
4. Гинс М.С., Колесников М.П. и др. «Методика анализа фенольных соединений в овощных культурах». М. Росинформгротех. 2010.- 45 с.
5. Кононков П.Ф., Гинс М.С., Гинс В.К., Рахимов В.М. «Технология выращивания и переработки листовой массы амаранта как сырья для пищевой промышленности». М., РУДН. -2008.-195 с.