

А. А. МУРАДЯН
 БАРХАТЦЫ (*Tagetes L.*) КАК ИСТОЧНИК НАТУРАЛЬНЫХ
 ПИЩЕВЫХ КРАСИТЕЛЕЙ

В различных отраслях пищевой промышленности используются красители. Основным требованием, предъявляемым к пищевым красителям, является нетоксичность и безвредность для организма человека. Издавна для окраски пищевых продуктов использовались натуральные красители, в основном растительного происхождения (за исключением кошенили), которые отвечали этим требованиям. В дальнейшем, с развитием химии, растительные красители были вытеснены из производства более дешевыми и удобными в употреблении синтетическими красителями. Однако исследования как у нас, так и за рубежом показали непригодность многих широко применяемых ранее пищевых красителей ввиду их вредного воздействия на организм, токсичности и канцерогенности (I,4). В нашей стране Госсанинспекцией наложен запрет на большинство синтетических красителей, в связи с чем возникла насущная потребность в натуральных красителях, возрос интерес к изучению красильных растений, как источников пищевых красителей (I4).

В качестве желтого красителя, в основном для окраски маргарина, крема, а также карамели, мармелада и т.д. используется в настоящее время синтетический краситель "тартразин", на который наложены ограничения, и краситель "аннато", получаемый из семян тропического растения *Bixa orellana*. Учитывая необходимость полного отказа от использования в пищевой промышленности синтетических красителей, а также от импорта дорогостоящего сырья — семян *Bixa orellana*, была поставлена задача изыскания отечественного сырья — источника для получения натурального желтого красителя, заменяющего "аннато".

В результате работ, проводимых в нашей стране, предложены красители как из пищевого сырья — моркови, тыквы, томата, так и непищевого — купальница азиатская (*Trollius asiaticus L.*) (IO),

кореопсис крупноцветковый - *Coreopsis grandiflora* L. (8), календула аптечная - *Calendula officinalis* L. (12,13), бархатцы - *Tagetes* L. (9).

В Лаборатории растительных ресурсов Института ботаники АН Армянской ССР в течение ряда лет проводятся поиски красильных растений - источников пищевых красителей. В качестве возможного сырья для получения желтого пищевого красителя были апробированы золотарник (*Solidago virgaurea* L.), жимолость (*Lonicera tatarica* L.), сафлор (*Carthamus tinctoria* L.), календула (*Calendula officinalis* L.), подсолнечник (*Helianthus annuus* L.), рудбекия (*Rudbeckia hybrida hort.*), бессмертник (*Helichrysum bracteatum* (Vent.) Willd.), бархатцы (*Tagetes patula* L. и *T. erecta* L.). Наиболее отвечали нашим требованиям бархатцы (*Tagetes* L.), соцветия которых дают ярко-желтый краситель, содержащий значительное количество красящих веществ и обладающий высокой красящей способностью.

Род *Tagetes* - бархатцы, сем. *Asteraceae*, довольно обширен, включает около 30 видов. Бархатцы в основном используются как декоративные. Декоративное значение имеют три вида - *T. patula*, *T. erecta* и *T. tenuifolia* Car. В настоящее время известно около 40 сортов *T. erecta* и 30 - *T. patula*. В Грузии бархатцы применяют в качестве приправы "хмели" для придания аромата и окраски некоторым блюдам.

Вся надземная часть растения содержит эфирные масла, растение обладает своеобразным пряным запахом, некоторые виды служат источниками эфирных масел (3,6,7). В бархатцах обнаружены также флавоноиды и каротиноиды (2,15-17), благодаря наличию которых они обладают красящими свойствами.

Для изучения красящих свойств бархатцев с целью выбора наиболее перспективных сортов для получения красителя были выписаны семена из различных ботанических садов, а также из отдела озеленения Института ботаники АН Армянской ССР. На опытном участке было высеяно 16 сортов *T. patula* - *Marietta*, *Liliput sunset*, *Petit gold*, *Extra*, *Orangesorigin*, *Wallensija*, *Shrenkrein*, *Gelb*, *Tina*, *Golden harmony*, *Gold-köpfan*, *Nana hortensis*, *Braunbur*, *Picador*, *Flamme*, *Rusty red*, и 12 сортов *T. erecta* - *Gigantea*, *Golddollar*, *Julizonne*, *Orange prinze*, *Manuel*, *Erna*, *Rosa beuty*, *Toreodor*, *Chrysantha gold*, *Smils*, *Gold Licht*, *Flamme*. Посев проводился рядовым способом с расстоянием между рядками 25 см и в рядках растения на расстоянии 15-20 см друг от друга. В зависимости от видовой и сортовой принадлежности бархатцы резко отличаются количеством, формой, размером и интенсивностью окраски соцветий.

В результате определения общего количества красящих веществ в соцветиях, а также ориентировочного определения продуктивности растений путем биометрических измерений (определение веса соцветий, количество соцветий на одном растении и числа кустов на 1м²) были выявлены из числа изученных наиболее перспективные - T.patula, сорта Extra, Wallensija, Gelb, Flamme, Rusty red; T.ereseta, сорта - Golddollar, Flamme, Rosa beauty, Orange prinze, Juliszonne.

В дальнейшем в качестве объекта для изучения был выбран сорт Rusty red, отличающийся высоким содержанием красящих веществ (1,0-1,5%), дающий большой выход сырья.

Изучение качественного состава и количественного содержания красящих веществ в соцветиях бархатцев показало наличие в них - каротиноидов (0,8%), флавоноидов (5,4%) и антоцианов (1,48%). Сумма красящих веществ извлекалась путем экстракции 96° этиловым спиртом при нагревании с обратным холодильником на водяной бане. Общее количество красящих веществ определялось на фотоэлектроколориметре по бихромату калия (II). Для определения количества отдельных пигментов сумму красящих веществ разделили на фракции следующим образом: спиртовой экстракт отогнали под вакуумом до маслянистого остатка, затем обработали последовательно хлороформом, водой и спиртом, которые извлекали соответственно каротиноиды, антоцианы и флавоноиды. Количественное содержание пигментов определяли на фотоэлектроколориметре - каротиноидов по бихромату калия (II), антоцианов по кобальту сернокислому (II), флавоноидов по рутину (5).

В результате исследования выявлено, что отдельные части лепестков резко отличаются содержанием пигментов, как в количественном отношении, так и в качественном. Наибольшее накопление красящих веществ наблюдается в верхнем эпидермисе, где обнаружен весь набор пигментов, причем каротиноидов - 1,2%, флавоноидов - 5,6%, антоцианов - 8,3%, в то время как в нижнем эпидермисе полностью отсутствуют антоцианы, а количество флавоноидов (3,6%) и каротиноидов (0,25%) значительно меньше.

На основании изучения качественного состава красящих веществ бархатцев, испытания различных способов извлечения получены следующие красители с использованием в качестве растворителя хлороформа и спирта.

Краситель I получен путем исчерпывающего экстрагирования порошка воздушно-сухих соцветий бархатцев хлороформом методом настаивания и последующего отгона растворителя; представляет собой густую маслообразную пасту красно-коричневого цвета. Выход краси-

теля составляет 8,06%. Красящим веществом красителя являются каротиноиды, содержание которых составляет в красителе 7,4%, а к весу сырья 0,58%.

Краситель 2 получен также путем экстрагирования хлороформом, экстракция проводилась в аппарате Сокслет с последующим отгоном растворителя; представляет собой густую маслообразную пасту красно-коричневого цвета. По выходу красителя и содержанию каротиноидов почти не отличается от красителя I. Преимущество данного способа — меньший расход растворителя.

Водорастворимые пигменты — флавоноиды и антоцианы — хлороформом не извлекаются и остаются в сырье, из которого может быть получен антоциановый краситель путем экстракции подкисленной водой. Содержание антоцианов невысокое, но использование их можно считать целесообразным, так как используется вторичное сырье (после получения каротиноидного красителя). Вторичное сырье (после извлечения каротиноидов, а также при необходимости и антоцианов) может служить богатым источником флавоноидов — ценных физиологически-активных веществ.

Краситель 3 получен путем исчерпывающего экстрагирования этиловым спиртом при нагревании на водяной бане с обратным холодильником и последующего отгона растворителя под вакуумом; представляет собой пасту красно-коричневого цвета. Выход красителя составляет 60%. Красящими веществами красителя являются каротиноиды, флавоноиды и антоцианы. Общее количество красящих веществ в красителе составляет 1,5–1,7%, содержание каротиноидов 1,0%, флавоноидов — около 7,0%, антоцианов — 1,85% (табл. I). Таким образом, краситель 3 богаче по качественному составу пигментов, в нем содержатся кроме каротиноидов, флавоноиды и антоцианы, обладающие Р-витаминной активностью, вместе с тем он менее концентрирован (по содержанию пигментов), содержит больше балластных веществ.

Для определения продуктивности и проведения фенологических наблюдений над растениями нами на опытном участке высеяны семена бархатцев *T. patula* сорт *Rusty red*. Посев производили в конце мая прямо в грунт рядовым способом по схеме 20х25. На 1 м² выращено 20–25 растений, на каждом из которых развивается в среднем 50–60 цветков. Воздушно-сухой вес цветка 0,22–0,24 г. Таким образом, с 1 м² можно собрать 1000–1500 соцветий, т.е. 220,0–300,0 г воздушно-сухого сырья, с 1 га — 22–30 ц, что при содержании в соцветиях 0,8% каротиноидов составит 18–24 кг каротиноидов. В случае применения различных агротехнических мероприятий — подкормка, удобрение, рыхление и т.п. — можно добиться существенного повышения урожая.

Таблица I

Характеристика красителей из соцветий бархатцев раскидистых
Tagetes patula L., сорт Rusty red

Способ извлечения красителя	Содержание экстрактив- ных веществ в % к воздуш- но-сухому весу сырья	Содержание красящих веществ в %									
		к красителю					к воздушно-сухому весу сырья				
		общее	кол-во	кароти- ноиды	флавоно- иды	антоци- аны	общее	кол-во	кароти- ноиды	флавоно- иды	антоци- аны
Хлороформом, методом на- стаивания	8,06	7,38	7,38				0,58	0,58			
Хлороформом в аппарате Сокслет	8,00	7,55	7,55				0,60	0,60			
Этиловым спиртом	60,00	1,60	1,00	6,8	1,8		1,00	0,60	0,11	0,11	
В сырье содержится 75% лепестков, 25% остатков семян, неокрашенных											

Но даже при указанном выше выходе сырья бархатцы значительно превосходят по выходу красителя на единицу площади имеющиеся в настоящее время источники желтых красителей, в частности календулу и морковь. Для сравнения предлагаем небольшой расчет, представленный в таблице 2. Как видим, по процентному содержанию каротиноидов бархатцы и календула в среднем равны (общее содержание красящих веществ в бархатцах выше - до 1,5%), но по урожайности бархатцы намного превосходят календулу, благодаря чему с единицы площади из них можно получить в 5-6 раз больше каротиноидов, чем из календулы. Морковь же намного беднее по содержанию каротиноидов, причем процесс получения их из моркови значительно сложнее; и к тому же морковь является ценным пищевым продуктом.

Таким образом, бархатцы являются ценным сырьевым источником для получения натуральных красителей; рекомендуется их культивирование для всестороннего использования.

Таблица 2

Выход каротиноидов и характеристика красящей способности моркови, календулы и бархатцев

Растение и используе- мый орган	Урожай, ц/га		Количество кар- отиноидов		Количество окрашен- ного продукта в т при содержании каротино- идов, мг%		
	снрой вес	воздуш- но-су- хой вес	мг%	кг	маргарин (0,8)	крем	
						(2,0)	(3,0)
Морковь (корнеплоды)	200,0		7,0	1,4	175,0	70,0	47,0
Календула (соцветия)	140 20,0	3,5-5,0	800,0	2,8-4,0	350,0- 500,0	140,0 200,0	93,0- 133,0
Бархатцы (соцветия)	100,0- 120,0	20,0- 30,0	800,0	16,0- 24,0	2000,0 3000,0	800,0 1200,0	530,0- 800,0

ЛИТЕРАТУРА

1. Байгушева М.М. Вопросы питания, 27, 2, 1968.
2. Бандикова В.А., Бондаренко Н.В. Научн. докл. высш. шк., биол. науки, I, 1965.
3. Влад П.Ф., Драгалин И.П., Болруг М.В. Изв. АН МолдССР, сер. биол. и хим. наук, 5, 1979.
4. Владимиров Б.Д. Вопросы питания, 17, 5, 1958.
5. Волконская Т.А. Актуальные вопросы ботанического ресурсове-
дения в Сибири. Новосибирск, 1976.
6. Капелев Н.Г. Раст. рес., 7, 4, 1971.
7. Капелев Н.Г. Тр. прикл. бот., ген. и селекц., 54, 2, 1975.
8. Луко Ю.А., Касперская Т.В. Раст. рес., 7, 4, 1971.
9. Медведева Л.Н. Тр. БИН АН СССР, сер. У, 16, 1972.
10. Федоров Ал.А., Никитин А.А. Тр. БИН АН СССР, сер. У, 9, 1961.
11. Харламова О.А., Кафка Б.В. Натуральные пищевые красители. М., 1973.
12. Штейнбок С.Д. Производство и использование витаминов, анти-
биотиков и биологически активных веществ. Краснодар, 1965.
13. Штейнбок С.Д., Никитин А.А. Вестн. АН СССР, 2, 1962.
14. Штенберг А.И. Вопросы питания, 24, 5, 1965.
15. Bannerjee N.E., Sechardi T.R. Proc. Indian Acad. Sci. A., 44, 5,
1956.
16. Czygan F.C., Krüger A. Landwirt. Forsch., vol. 34, N1-2, 1981.
17. Dean J.M. Natural occurring oxygen ring compounds. London,
Butterworths, 1963.

ԹԱԿԱՅԵՆՈՒԿԱԿ /Tagetes L. / ՈՐԴԵՍ ՄԱՆԴԱՅԻՆ
ԲՆԱԿԱՆ ՆԵՐՔԵՐԻ ՄԵԶԲՆԱԴՔՑՈՒՐ

Հողվածում ավալներ են բերվում սննդաբույսերի և բույսերի ծաղիկների բուսական ներկերի ստացման նպատակով թավշածաղկի սորտերի փորձարկման մասին: Մասնաճյուղայինները թույլ են տվել առանձնացնել "Rusty red" սորտը, որը առավել հեռանկարային է դեղին գույնի ներկ ստանալու համար: Գատարվել են գունանյութի քանակական և որակական անալիզներ, մշակվել՝ ստացման եղանակները: Որոշվել է նաև հումքի ստացման արդյունավետությունը և գունանյութի ելքը մեկ միավոր արտադրությունից:

Թավշածաղկի մշակույթը խորհուրդ է արվում օգտագործել որպես դեղին ներկի հումք սննդաբույսերի և բույսերի մեջ: