

И. С. МЕЛКУМЯН, А. Р. ЗАРЯН

## АНТОЦИАНЫ ЦВЕТКОВ ТЮЛЬПАНА

Разнообразие окраски цветков зависит от структуры содержащихся в них антоцианов и присутствия других веществ, которые находятся в клеточном соке (флавонов, каротиноидов и др.).

Впервые антоцианы тюльпана исследованы Вильштеттером и Болтоном [11], установившими в ало-красных сортах *Tulipa gesneriana* L. наличие цианина и каротиноидов. В дальнейшем Робинсон с соавторами [7] нашли в различных сортах тюльпана производные всех трех антоцианов—цианидина, пеларгонидина и дельфинидина. Более поздние работы ряда авторов [3, 8, 10] посвящены изучению отдельных сортов и идентификации выделенных антоцианов. Из сорта тюльпана *Queen of the Night* выделен антоциан, идентифицированный как дельфинидин-рамноглюкозид [3, 8]; из сорта *Eclipse*—цианидин-рамноглюкозид [10]; при изучении сортов *Smiling Queen* и *Pride of Haarlem* обнаружены в первом—хризантемин, антирринин, каллистевин, пеларгонидин-3—рамноглюкозид, во втором—дельфинидин-3—рамноглюкозид [5]. Шибата с сотр. [9], исследуя голландские тюльпаны, культивируемые в Японии, обнаружили в различных сортах до 6 антоцианов—производных дельфинидина, пеларгонидина и цианидина.

Окраска цветков тюльпана очень богата и разнообразна—от белого и желтого до алого, пурпурного, темного, почти черного цвета. Насыщенность цветовой гаммы побудила нас провести качественное изучение антоцианов 43 коллекционных сортов *Tulipa gesneriana* L., полученных из Голландии и выращиваемых в Ереванском и Севанском ботанических садах АН АрмССР.

По морфологическим признакам изученные сорта тюльпана принадлежат к различным группам. Сортовая принадлежность тюльпанов, подвергнутых анализу, и их группировка приведены в табл. 1.

Для исследования качественного разнообразия антоциановых пигментов цветков тюльпана нами была применена бумажная хроматография—наиболее приемлемый метод разделения и идентификации антоцианов. Использована бумага марки Ленинградская «М» плотностью 85.

В качестве подвижной фазы для изучения антоцианов применялись системы: А—п-бутанол-уксусная кислота—вода (4 : 1 : 5) и В—п-бутанол—2 NHCl (в обоих случаях—верхняя фаза); для антоцианидинов—

Таблица 1

## Группы и сорта исследованных тюльпанов

| Группа                 | Название сорта                                                                                                                        |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Дарвиновские тюльпаны  | Aristocrat, Bartigon, Insurpassable, Campfire, La tulipe Noire, Prunus, Queen of Night, Rose Copland, Scarlet Sensation, William Pitt |
| Дарвиновские—гибридные | Diplomate, Franklin Roosevelt, Gudoschnik, Jewel of Spring, Oxford, Parade, Red Matador, Spring Song                                  |
| Лилейные               | Aladin, Captain Fryatt, China Pink, Mariette                                                                                          |
| Попугайные             | Black Parrot, Blue Parrot, Karel Doorman, Red Champion, Red Parrot                                                                    |
| Триумф                 | Bruno Walter, Crater, Edith Eddy, Kansas, Paris, Korneforos, Lustige Witwe                                                            |
| Бредер                 | Georges Grappe                                                                                                                        |
| Мендель                | Olga, Piquante                                                                                                                        |
| Коттедж                | Smiling Queen                                                                                                                         |
| Павлинные              | Jac. P. Thyse                                                                                                                         |
| Махровые ранние        | Bonanza                                                                                                                               |
| Махровые поздние       | Uncle Tom                                                                                                                             |

системы: С—п-бутанол-уксусная кислота—вода (10:3:3) и D-муравьиная кислота—3NHCl (1:1).

Антоцианы из цветков извлекались обычным методом (1% метанольным раствором HCl). Антоцианидины были получены путем гидролиза и извлечения изоамиловым спиртом [5].

Хроматографический анализ показал, что в тюльпанах содержится до 5 антоцианов, и состав их меняется в зависимости от сортовой принадлежности, от однокомпонентного сорта (China Pink) до многокомпонентного (Uncle Tom). Значения Rf и окраска пятен антоцианов в видимом и ультрафиолетовом свете приведены в табл. 2.

Таблица 2

## Значение Rf и окраска пятен антоцианов тюльпана

| Компоненты | Значение Rf в системах |      | Окраска          |                        |
|------------|------------------------|------|------------------|------------------------|
|            | А                      | В    | видимый свет     | УФ                     |
| Пятно 1    | 0,15—0,17              | 0,21 | лиловая          | лиловая                |
| 2          | 0,27                   | 0,30 | фуксиновая       | малиновая              |
| 3          | 0,33                   | 0,40 | оранжево-красная | темно-оранжево-красная |
| 4          | 0,40                   | 0,56 | фуксиновая       | темная                 |
| 5          | 0,48                   | 0,70 | оранжево-красная | темно-оранжево-красная |

Расположение пятен антоцианов на хроматограммах (система В) показано на рис. 1.

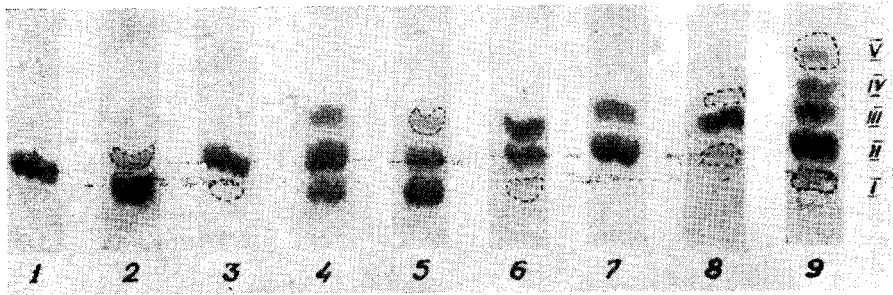


Рис. 1. Хроматограммы антоциановых пигментов цветков тюльпана: 1. China Pink, 2. Blue Parrot, 3. Karel Doorman, 4. Captain Fryatt, 5. Black Parrot, 6. Red Parrot, 7. Aladin, 8. Rose Copland, 9. Uncle Tom. Пигменты: I — дельфин, II — цианин, III — калистефин, IV и V — неидентифицированные производные цианидина и пеларгонидина.

Хроматография антоцианидинов в системах С и D также показала наличие 5 пятен, значения  $R_f$  которых и окраска приведены в табл. 3.

Таблица 3  
Значения  $R_f$  и окраска пятен антоцианидинов тюльпана

| Компоненты |   | Значение $R_f$ в системах |           | Окраска          |                  |
|------------|---|---------------------------|-----------|------------------|------------------|
|            |   | С                         | Д         | видимый свет     | УФ               |
| Пятно      | 1 | 0,30                      | 0,12      | лиловая          | розово-лиловая   |
|            | 2 | 0,50                      | 0,20      | фуксиновая       | розовая          |
|            | 3 | 0,70                      | 0,32      | оранжево-красная | красная          |
|            | 4 | 0,76                      | 0,49—0,50 | фуксиновая       | темно-розовая    |
|            | 5 | 0,84                      | 0,63—0,66 | оранжево-красная | оранжево-красная |

Для выяснения природы полученных антоцианов пятна из хроматограмм элюировались смесью вода—метанол—уксусная кислота (25:70:5) и перехромотографировались. Повторно элюируя их 1% метанольным раствором HCl, определяли спектр поглощения на СФ-4.

Таблица 4  
Спектр поглощения (максимум) антоцианов

| Компоненты | $\lambda_{\text{max}}$ в 1% HCl метанол (в мμ) | По данным Харборна [4] | Идентифицированы                   |
|------------|------------------------------------------------|------------------------|------------------------------------|
| Пятно 1    | 532                                            | 534                    | дельфинидин—3,5—диглюкозид-дельфин |
| 2          | 520                                            | 522                    | цианидин—3,5—диглюкозид-цианин     |
| 3          | 505                                            | 506                    | пеларгонидин—3—глюкозид-калистефин |

Данные о составе антоциановых пигментов в цветках различных сортов тюльпана в условиях Ереванского и Севанского садов приведены в табл. 5 и 6.

Таблица 5

Состав антоцианов в цветках различных сортов тюльпана в условиях Ереванского ботанического сада (высота н. ур. м. 1250 м)

| Сорта           | Окраска цветков                                 | Дельфин | Цианин | Калистефин | Неидентифицированные производные |               |
|-----------------|-------------------------------------------------|---------|--------|------------|----------------------------------|---------------|
|                 |                                                 |         |        |            | цианидина                        | пеларгонидина |
| Gudoschnik      | желтая с красным пятном                         | ++      | ++     | ++         | +                                | ++            |
| London          | крово-красная с алым оттенком                   | +       | ++     | +++        | +                                | +++           |
| Lustige Witwe   | фиолетово-красная с белой каймой                | ++      | +++    | +          | ++                               | ++            |
| Bonanza         | карминная с желтой каймой                       | —       | +++    | ++         | ++                               | +             |
| Oxford          | красная с пурпурно-красным налетом—желтое пятно | —       | ++     | +++        | +                                | +++           |
| Georges Grappe  | бледно-розово-лиловая                           | +++     | ++     | ++         | ++                               | —             |
| Spring Song     | ярко-красная с налетом сомо                     | +       | +++    | +++        | —                                | —             |
| Bartigon        | малиново-красная                                | +++     | +++    | ++         | —                                | —             |
| Black Parrot    | пурпурно-черная                                 | +++     | +++    | ++         | —                                | —             |
| Campfire        | темно-алая                                      | +       | +++    | +++        | —                                | —             |
| La tulipe Noire | очень темная, черная                            | +++     | +++    | ++         | —                                | —             |
| Red Parrot      | малиново-красная                                | +       | +++    | +++        | —                                | —             |
| Red Pitt        | ярко-красная                                    | +       | +++    | +++        | —                                | —             |
| Aladin          | алая с желтой каймой                            | —       | +++    | +++        | —                                | —             |
| Aristocrat      | темно-фиолетово-розовая                         | —       | +++    | ++         | —                                | —             |
| Jewel of Spring | серовато-желтая с красными крапинками           | —       | +++    | —          | —                                | ++            |
| Karel Doorman   | вишнево-красная с желтой каймой                 | +       | +++    | —          | —                                | —             |
| Red Champion    | ярко-малиновая с румяно-красным оттенком        | —       | +++    | +++        | —                                | —             |
| Kansas          | белая                                           | —       | —      | —          | —                                | —             |

Примечание: +++ — преобладающий пигмент, ++ — значительное количество, + — мало, — отсутствует.

Как видим, наиболее распространенным пигментом в цветках тюльпана в обоих пунктах исследования является цианидин (100%), наименее — дельфинидин, а пеларгонидин занимает среднее положение.

Большинство сортов имеет сочетание двух пигментов — цианидин + пеларгонидин, что обуславливает окраску красных и темно-красных сортов, а сочетание дельфинидин + цианидин — окраску темных сортов.

Таблица 6

Состав антоцианов в цветках различных сортов тюльпана в условиях Севанского ботанического сада (высота н. ур. м. 1935 м)

| Сорта              | Окраска цветков                          | Дельфин | Циннин | Каллистефин | Неидентифицированные производные |               |
|--------------------|------------------------------------------|---------|--------|-------------|----------------------------------|---------------|
|                    |                                          |         |        |             | цианидина                        | пеларгонидина |
| Paris              | оранжево-красная с желтой каймой по краю | —       | ++     | +++         | —                                | —             |
| Franklin Roosevelt | ярко-красная                             | —       | ++     | +++         | —                                | ++            |
| Jac. P. Thyse      | ярко-красная                             | +       | +      | ++          | —                                | ++            |
| Piquante           | карминная с белой каймой                 | —       | +++    | ++          | +                                | +             |
| Scarlet Sensation  | красная                                  | +       | ++     | +++         | —                                | —             |
| Olga               | фиолетово-красная с белой каймой         | —       | ++     | ++          | +                                | +             |
| Bruno Valter       | бронзово-золотисто-коричневая            | —       | ++     | ++          | —                                | —             |
| Red Matador        | ярко-красная                             | —       | ++     | ++          | —                                | —             |
| Smiling Queen      | атласно-розовая с серебристой каймой     | —       | ++     | ++          | —                                | —             |
| Korneforos         | ярко-красная                             | —       | ++     | +++         | —                                | +             |

Таблица 7

Качественный состав антоцианов в цветках различных сортов тюльпана в условиях ботанических садов Еревана и Севана

| Сорта          | Антоцианы |       |        |       |             |       |             |       |               |       |
|----------------|-----------|-------|--------|-------|-------------|-------|-------------|-------|---------------|-------|
|                | дельфин   |       | циннин |       | каллистефин |       | производные |       |               |       |
|                | Ереван    | Севан | Ереван | Севан | Ереван      | Севан | цианидина   |       | пеларгонидина |       |
|                |           |       |        |       |             |       | Ереван      | Севан | Ереван        | Севан |
| Uncle Tom      | +         | —     | +++    | +++   | ++          | ++    | ++          | —     | ++            | +     |
| Blue Parrot    | +++       | ++    | +++    | ++    | —           | —     | —           | —     | —             | —     |
| Captain Fryatt | +++       | ++    | +++    | +++   | ++          | ++    | —           | —     | —             | —     |
| China Pink     | —         | —     | +++    | ++    | —           | —     | —           | —     | —             | —     |
| Crater         | +         | —     | +++    | +++   | +++         | +++   | +           | —     | +++           | ++    |
| Diplomate      | —         | —     | +++    | +++   | +++         | +++   | —           | —     | +++           | +++   |
| Edith Eddy     | +         | —     | +++    | ++    | +           | +     | +++         | —     | ++            | —     |
| Insurpassable  | +++       | ++    | ++     | ++    | +           | +     | —           | —     | —             | —     |
| Mariette       | —         | —     | +++    | +     | —           | —     | —           | —     | —             | —     |
| Parade         | ++        | —     | +++    | +     | +++         | +++   | —           | —     | +++           | —     |
| Prunus         | —         | —     | +++    | +     | +++         | +++   | —           | —     | —             | —     |
| Queen of Night | +++       | +++   | +++    | +++   | +           | ++    | —           | —     | —             | —     |
| Rose Copland   | ++        | —     | +++    | ++    | +++         | ++    | —           | —     | —             | —     |
| William Pitt   | +         | —     | +++    | ++    | +++         | ++    | —           | —     | —             | —     |

Для выяснения влияния высоты местности на качественный состав антоцианов нами исследовано 14 сортов тюльпана из Ереванского и Севанского ботанических садов (табл. 7).

Сравнительный анализ данных показывает, что с увеличением высоты местопроизрастания количество сортов, содержащих производные дельфинидина, уменьшается, а содержащих производное пеларгонидина—увеличивается. То же можно сказать вообще относительно изменения качественного состава антоцианов в связи с изменением местопроизрастания (табл. 8).

Т а б л и ц а 8

Изменение качественного состава антоцианов цветков тюльпана в связи с высотой местопроизрастания

| Количество исследованных сортов | Ереван    | Севан      |
|---------------------------------|-----------|------------|
| В с е г о                       | 33        | 24         |
| Из них — содержащих дельфинидин | 22 (67%)  | 6 (25%)    |
| цианидин                        | 33 (100%) | 24 (100%)  |
| пеларгонидин                    | 28 (84%)  | 21 (87,5%) |

Полученные данные объясняют более яркую окраску некоторых сортов в Севане по сравнению с окраской тех же сортов в Ереване. Таковы, например, сорта Crater, Parade, Uncle Tom, у которых в условиях Севана не обнаруживается дельфинидин, а окраска цветов намного ярче.

Таким образом, результаты нашего исследования говорят об изменении антоциановых производных не только в зональном аспекте (6,2), но также о влиянии высотного фактора на накопление антоциановых пигментов.

Ботанический институт  
АН АрмССР

Поступило 11.VII 1968 г.

Ի. Ս. ՄԵԼՔՈՒՄՅԱՆ, Ա. Ռ. ՋԱՐՅԱՆ

### ՎԱՐԴՍԱԿԱՍՁԻ ԾԱՂԿԻ ԱՆՏՈՑԻԱՆՆԵՐԸ

#### Ա մ փ ո փ ո լ մ

Աշխատության մեջ ցույց են տրված Հոլանդիայից ստացված և Երևանի ու Սևանի բուսաբանական այգիներում աճեցված վարդակակաչի (*Tulipa gesneriana* L.) 43 սորտերի անտոցիանների որակական կազմի ուսումնասիրության արդյունքները:

Անալիզներից պարզվել է, որ վարդակակաչի ծաղիկները պարունակում են մինչև 5 անտոցիան, որոնց քանակական կազմը փոփոխվում է ըստ սորտերի: Անտոցիաններից երեքը իդենտիֆիկացված են որպես դելֆին, ցիանին և կալ-

խտեֆին: Հաստատված է աճման վայրի բացարձակ բարձրության ազդեցությունը անտոցիանների որակական կազմի վրա: Բարձրության մեծացմանը զուգընթաց պելարգոնիդինի ածանցյալներ պարունակող սորտերի քանակը աճում է, իսկ դելֆինիդինի ածանցյալներ պարունակող սորտերինը, ընդհակառակը, պակասում:

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Самородова-Бианки Г. Б. Физ. раст. т. II, в. 3, 1964.
2. Beale G. H., Price J. R. a. Sturgess V. C. Proc. of the Royal Soc., Ser. B, v. 130, № 858, 1941.
3. Halevy A. H. a. Asen S. Plant Physiology, v. 34. 5, 1959.
4. Harborne J. B. Biochem. J. v. 70. 1, 1958.
5. Harborne J. B. J. Chromatog., v. 1, 6, 1958.
6. Lawrence W. J., Price J. R., Robinson C. M. a. Robinson R. Phil. trans. Roy., Soc., ser. B, v. 230, 1941.
7. Robinson G. M. a. Robinson R. Biochem. J., 25, 1931.
8. Shibata M. Bot. Mag., 69, 1956.
9. Shibata M. a. Ishikura N. Japan. Journ. Bot., 17 (2), 1960.
10. Shibata M. a. Sakai E. Bot. Mag., 71, 1958.
11. Willstätter R. u. Bolton E. K, Lib. Ann. Chem., b. 412. 1917.