



УДК 574.3:582.998

## ОСОБЕННОСТИ СЕМЕННОГО РАЗМНОЖЕНИЯ В ПОПУЛЯЦИЯХ *ANTENNARIA DIOICA* (L.) GAERTN. В САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ И НА ПРИЛЕГАЮЩЕЙ ТЕРРИТОРИИ



А.С. Кашин, И.С. Кочанова, Ю.А. Демочко, И.М. Кириллова

Саратовский государственный университет  
E-mail: kashinas@sgu.ru

Показано, что растения *A. dioica* в популяциях Саратовской области, т.е. на юго-восточной границе ареала вида, воспроизводятся семенным путём, исключительно через амфимиксис, в то время как севернее (в Пензенской области), т.е. ближе к центральной части ареала, – через факультативный апомиксис.

**Ключевые слова:** семенная продуктивность, гаметофитный апомиксис, половая структура популяций, *Antennaria dioica*.

**Particularities of Seed Reproduction *Antennaria Dioica* (L.) Gaertn. Populations from Saratov Region and Adjoining Territory**

A.S. Kashin, I.S. Kochanova, Yu.A. Demochko, I.M. Kirillova

It is shown that the plant *A. dioica* populations in the Saratov region, i.e. in the south-eastern border area of the species, are reproduced by seeds exclusively through amfimixis, while the north (in the Penza region), i.e. closer to the central part of the area – through an facultative apomixis.

**Key words:** seed production, gametophytic apomixis, sex structure of populations, *Antennaria dioica*.

На территории европейской части России вид *Antennaria dioica* (L.) Gaertn. широко распространён [1]. По Саратовской области проходит юго-восточная граница его ареала. Вид спорадически встречается лишь в северных и центральных районах Правобережья Саратовской области [2].

В данной работе приводятся результаты исследования семенной продуктивности популяций и особенности семенного воспроизводства растений этого вида на территории области и за её пределами.

### Материалы и методы

Исследования проводили в вегетационный период 2007–2009 гг. в ряде районов Саратовской области и в Кузнецком районе Пензенской области (рис. 1). Исследовали семенную продуктивность растений в популяциях при двух режимах цветения: свободном цветении и беспыльцевом режиме цветения. Для анализа завязываемости се-

мян в условиях беспыльцевого режима до начала цветения соцветия с женскими цветками помещали под пергаментные изоляторы до полного созревания семян.

Структуру мегагаметофита и семязачатка исследовали на микроскопических препаратах, приготовленных с использованием метода просветления семязачатков [3]. Обсуждаются результаты, достоверность различий которых выявлена при  $P \leq 0.05$ .

### Результаты исследований и их обсуждение

Семенная продуктивность *A. dioica* при различных режимах цветения. Как видно из табл. 1, в 2007–2008 гг. при свободном цветении реальная семенная продуктивность растений в популяциях Татищевского, Б.-Карабулакского районов достоверно не различалась и составляла около 40–50% от потенциальной. В популяции из Хвалынского района в 2008 г. реальная семенная продуктивность при свободном цветении достоверно не отличалась от таковой в двух вышеперечисленных районах, однако в 2007 г. была в 1.5 раза выше, чем в остальных исследованных в этот год популяциях ( $67.6 \pm 6.5\%$ ).

В 2009 г. в популяциях семенная продуктивность при свободном цветении была значительно ниже, чем в предыдущие годы. Вероятно, низкая реальная семенная продуктивность *A. dioica* в 2009 г. связана с чрезвычайной аридностью климатических условий в июне–июле. Так, для г. Саратова среднемесячная температура в этот год наблюдения в июне – июле была более чем на  $2.5^\circ\text{C}$  выше среднемноголетней, а количество выпавших осадков составило лишь 3/5 от нормы. При этом в предыдущие годы



Рис. 1. Районы произрастания исследованных популяций *Antennaria dioica*: 1 – Базарно-Карабулакский; 2 – Хвалынский; 3 – Вольский; 4 – Татищевский (Саратовская обл.); 5 – Кузнецкий (Пензенская обл.)

Таблица 1

Семенная продуктивность в популяциях *Antennaria dioica* в 2007–2009 гг.

| Область            | Район исследования | Завязываемость семян (%) при |                              |  |
|--------------------|--------------------|------------------------------|------------------------------|--|
|                    |                    | свободном цветении           | беспыльцевом режиме цветения |  |
| Саратовская        | 2007 г.            |                              |                              |  |
|                    | Хвалынский         | 67.6±6.5                     | 0                            |  |
|                    | Татищевский        | 47.4±6.3                     | 0                            |  |
|                    | Б.-Карабулакский   | 48.5±6.4                     | 0                            |  |
|                    | 2008 г.            |                              |                              |  |
|                    | Хвалынский         | 42.7±6.9                     | 0                            |  |
|                    | Татищевский        | 43.2±4.5                     | 0                            |  |
|                    | Вольский*          | –                            | –                            |  |
|                    | Б.-Карабулакский   | 40.3±6.9                     | 0                            |  |
|                    | 2009 г.            |                              |                              |  |
|                    | Хвалынский**       | –                            | 0                            |  |
|                    | Татищевский        | 18.4±0.7                     | 0                            |  |
| Вольский***        | –                  | –                            |                              |  |
| Б.-Карабулакский** | –                  | 0                            |                              |  |
| Пензенская         | Кузнецкий          | 4.1±0.5                      | 0.7±0.1                      |  |

Примечание. \* растения популяции в данный год на семенную продуктивность не исследовались; \*\* исследована семенная продуктивность только при беспыльцевом режиме цветения; \*\*\* в популяции растения с женскими цветками отсутствовали.

наблюдений в эти месяцы либо среднемесячная температура и количество выпавших осадков были близки к среднегодовым (2007 г.), либо при относительной близости среднемесячной температуры к среднегодовому количеству осадков превышало норму более чем в 1.5–2.0 раза (2008 г.). На то, что именно климатические условия, а не какие-то локальные по проявлению факторы внешней среды, сказывались, прежде всего, на семенной продуктивности *A. dioica*, указывает тот факт, что в конкретный год наблюдения тенденция снижения или повышения реальной семенной продуктивности была во всех популяциях одинаковой, несмотря на значительные расстояния между исследуемыми популяциями. В пользу того что климатические условия именно этих месяцев сказывались на семенной продуктивности растений вида, говорит тот факт, что на территории области и в прилегающих регионах растения *A. dioica* именно



в июне–июле проходят фенофазы цветения, завязываемости и созревания семян.

Интересно, что ни в один из трёх лет исследований ни в одной популяции *A. dioica* на территории Саратовской области не имела места завязываемость семян при беспыльцевом режиме цветения (см. табл. 1). Это указывает на то, что растения данного вида на территории области не воспроизводятся путём гаметофитного апомиксиса.

В популяции *A. dioica*, произрастающей в Кузнецком районе Пензенской области на расстоянии 100 и более км на север и северо-запад от исследованных популяций Саратовской области. В этой популяции семенная продуктивность при беспыльцевом режиме была относительно мала ( $0.7 \pm 0.1\%$ ). Однако, учитывая низкую семенную продуктивность в данной популяции, в этот год наблюдения при свободном режиме цветения ( $4.1 \pm 0.5\%$ ) обоснованно говорить о том, что реальная частота завязываемости семян путём апомиксиса в ней значительно выше, чем семенная продуктивность при беспыльцевом режиме цветения. Она равна

процентному отношению завязываемости семян при цветении в условиях беспыльцевого режима к завязываемости семян при свободном режиме цветения, т.е.  $17.1 \pm 0.5\%$ .

Таким образом, исследование семенной продуктивности в популяциях *A. dioica* при различных режимах цветения показало, что растения данного вида в популяциях Саратовской области, т.е. на юго-восточной границе ареала вида, воспроизводятся семенным путём, исключительно через амфимиксис, в то время как севернее, т.е. ближе к центральной части ареала, – через факультативный апомиксис.

Цитозембриологическое исследование женской генеративной сферы растений *A. dioica*. Цитозембриологическое исследование женской генеративной сферы растений *A. dioica* подтвердило результаты исследования семенной продуктивности при различных режимах цветения. А именно у растений популяций из различных районов Саратовской области, цитозембриологических признаков апомиксиса обнаружено не было (табл. 2).

Таблица 2

Результаты цитозембриологических исследований женской генеративной сферы растений популяций *Antennaria dioica* в 2009 г.

| Район исследований     | Доля семязачатков без признаков апомиксиса | Частота апомиксиса, % |                           |                |
|------------------------|--|-----------------------|---------------------------|----------------|
|                        |  | Всего                 | Преждевременная эмбриония | Аспоспория     |
| Хвальнский             | 100  | 0                     | 0                         | 0              |
| Татищевский            | 100  | 0                     | 0                         | 0              |
| Б.-Карабулакский       | 100  | 0                     | 0                         | 0              |
| Кузнецкий (Пенз. обл.) | $73.9 \pm 7.7$                             | $26.1 \pm 4.7$        | $9.6 \pm 2.4$             | $16.5 \pm 4.5$ |

В то же время у растений популяции, произрастающей в Пензенской области, в которой по семенной продуктивности выявлена частота апомиксиса около 17%, были обнаружены цитозембриологические признаки гаметофитного апомиксиса, к числу которых относятся преждевременная эмбриония (развитие зародыша без оплодотворения) (рис. 3) и присутствие в семязачатке рядом с тетрадой мегаспор или зуспорическими зародышевыми мешками разных стадий формирования клеток, морфологи-

чески подобных аспоспорическим инициалам (рис. 2). Частота апомиксиса, выявленная по цитозембриологическим признакам, у растений данной популяции была на уровне  $26.1 \pm 4.7\%$  (см. табл. 2).

Известно, что начиная со стадии недифференцированного четырехъядерного зародышевого мешка аспоспорические мешки, как правило, морфологически не отличаются от зуспорических. Остатки тетрады к этому времени чаще всего исчезают, а зуспорические зародышевые мешки элимини-

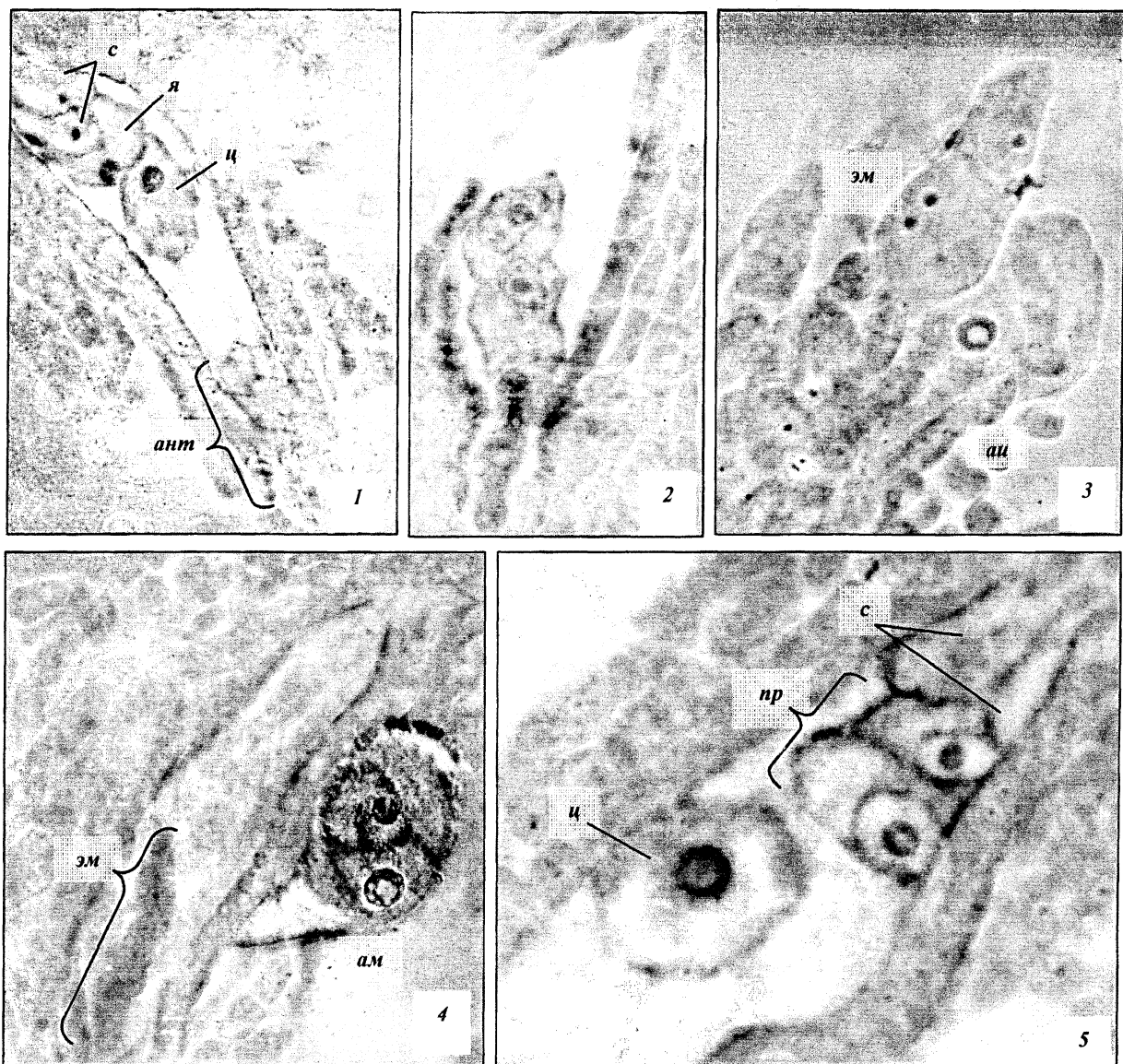


Рис. 2. Цитозембриологические признаки гаметофитного апомиксиса у *Antennaria dioica*: 1 – зрелый эуспорический мегагаметофит; 2 – дегенерирующий эуспорический мегагаметофит; 3 – зрелый эуспорический мегагаметофит и клетка, подобная апоспорической инициали; 4 – дегенерирующий эуспорический мегагаметофит и двухъядерный апоспорический зародышевый мешок; 5 – мегагаметофит с партеногенетическим проэмбрио, сокращения: с – синергиды; я – ядро; ц – центральная клетка; ант – антиподы; эм – эуспорический мегагаметофит; аи – клетка, подобная апоспорической инициали; ам – апоспорический мегагаметофит; пр – проэмбрио

руют [4]. Поэтому установление апоспорической или эуспорической природы присутствующего в семязачатке зародышевого мешка на этих стадиях становится затруднительным. Исходя из этого, обоснованно полагать, что действительная частота апоспории у растений данной популяции выше  $26.1 \pm 4.7\%$ .

Из литературы известно, что в роде *Antennaria* широко распространён автономный

гаметофитный апомиксис в регулярной форме [5–8], в том числе и у *A. dioica*. Однако, как следует из полученных нами результатов, на территории Саратовской области растения вида размножаются только амфимиктично и/или вегетативно. Тот факт, что севернее Саратовской области, т.е. ближе к центру ареала, у растений *A. dioica* обнаружена способность к апомиксису, а в пределах области частота апомиксиса во



всех популяциях равнялась нулю, как и тот факт, что уровень семенной продуктивности в год с аридными условиями резко снижался, могут указывать на то, что на юго-восточной границе ареала именно по причине аридности условий существования растения вида, в целом по ареалу характеризующаяся выраженностью апомиктического пути воспроизводства, переходят на облигатно-амфимиктический путь формирования семян.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 08-04-00319).

#### Список литературы

1. Иконников С.С. Кошачья лапка – *Antennaria Gaertn.* // Флора европейской части СССР: В 12 т. СПб., 1994. Т.7. С.92–94.

2. Березуцкий М.А., Серова Л.А. Кошачья лапка двудомная – *Antennaria dioica* (L.) Gaertn. // Красная книга Саратовской области: Грибы. Лишайники. Растения. Животные. Саратов, 2006. С.224–225.

3. Herr J.M. A new clearing squash technique for the study of ovule development in angiosperms // *Amer. J. Bot.* 1971. Vol.58. P.785–790.

4. Наумова Т.Н. Апомисия // Эмбриология цветковых растений. Терминология и концепции. Т.3. Системы репродукции. СПб., 2000. С.146–151.

5. Хохлов С.С., Зайцева М.И., Куприянов П.Г. Выявление апомиктических форм во флоре цветковых растений СССР. Саратов, 1978. 224 с.

6. Bayer R.J., Stebbins G.L. Distribution of sexual and apomictic populations of *Antennaria parlinii* // *Evolution*. 1983. Vol.37. P.305–319.

7. Bierzychudek P. Patterns in plant parthenogenesis // *Experientia*. 1985. Vol.41. P.1255–1264.

8. Carman J.G. Gametophytic angiosperm apomicts and the occurrence of polyspory and polyembryony among their relatives // *Apomixis Newsletter*. 1995. №8. P.39–53.

УДК 28.4 я 73

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ АНТИОКСИДАНТОВ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ БАКТЕРИЙ ПРИ ДЕЙСТВИИ СТРЕССОВЫХ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Н.Ф. Пермякова, О.В. Нечаева\*, А.Н. Кушнаренко

Саратовский государственный университет

E-mail: francissella@rambler.ru

\* Саратовский государственный медицинский университет

В работе показано влияние синтетического соединения, обладающего антиоксидантной активностью, на повышение выживаемости грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов, подвергнутых стрессовому воздействию различных абиотических факторов.

**Ключевые слова:** антиоксиданты, выживаемость микроорганизмов, стрессовое воздействие.

**Using Syntetically Antyoxidants for Keeping Bacterium Vitality with Stress Abioethics Factors Activity**

N.F. Permyakova, O.V. Nechaeva, A.N. Kushnarenko

The influence of syntetical compound with antioxidative activity on increaseing of vitality gram-positive and gram-negative microorganisms under stressful action of antibiotal factors was shown.

**Key words:** antioxidants, vitality microorganisms, stressful action.

Клетки микроорганизмов, находящиеся как в естественных, так и в лабораторных условиях, подвергаются влиянию различных



абиотических факторов. Такое воздействие приводит к гибели части клеток или изменению их генетического материала. В основном это происходит за счет образования активных форм кислорода (АФК), которые повреждают различные мишени клеток (мембраны, нуклеиновые кислоты и т.п.). В нормально функционирующих клетках содержание продуктов свободнорадикального окисления находится на крайне низком уровне, что свидетельствует о достаточно мощной собственной антиоксидантной защитной системе. У бактерий в качестве антиоксидантов (АО) выступает ряд ферментов: супероксиддисмутаза, каталаза, глутатионредуктаза, пероксидаза, цитохромоксидаза. Однако при действии стрессовых факторов собственные