

УДК 635.25/26:631.523.12

## МОРФОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ХРОМОСОМ ЧЕТЫРЕХ ВИДОВ РОДА ALLIUM L.

Е. М. ТАРАСОВА, К. А. НЬЕТО

(Кафедра селекции и семеноводства овощных и плодовых культур)

Расширение видового ассортимента возделываемых луков и вовлечение в селекцию диких многолетних видов, являющихся богатым потенциальным источником ценных признаков, требует всестороннего изучения этих видов, в том числе кариологического.

В настоящей работе проведен детальный кариотипический анализ четырех многолетних луков — косога *A. obliquum* L., слизуна *A. putans* L., батуна *A. fistulosum* L. (русская разновидность) и лука алтайского *A. altaicum* Pall., представляющих интерес для селекции и овощеводства.

В качестве экспериментального материала были использованы проростки указанных луков. Анализ хромосомных наборов проводили метафазным методом на неокрашенных давленных препаратах в системе фазового контраста микроскопа МБИ-15. Техника приготовления метафазных пластинок и получения морфометрических характеристик хромосом — относительной длины  $l$  (%) и плечевого индекса  $M$  описаны ранее [7]. Данные обрабатывали статистически с использованием критериев Стьюдента, Колмогорова—Смирнова и методов количественной идентификации хромосом.

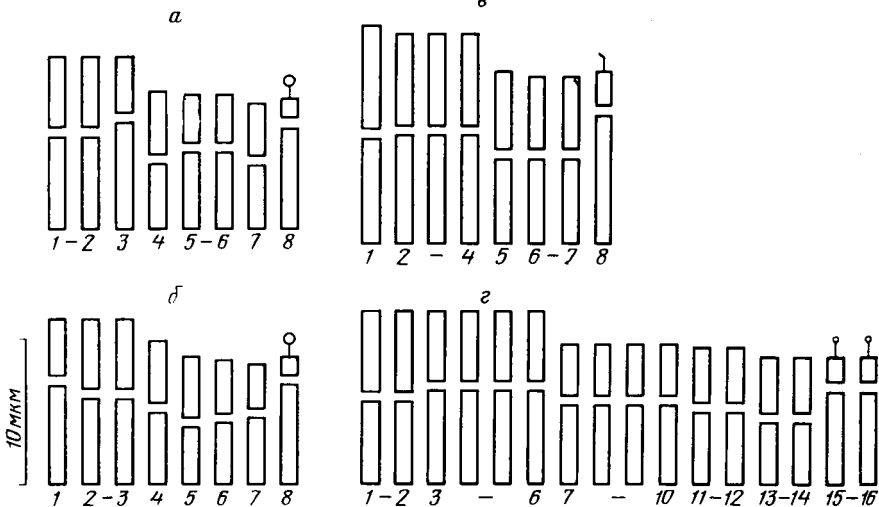
Изученные луки оказались диплоидами с соматическим числом хромосом  $2n=16$ .

Исключение составил *A. putans* L. — тетраплоид с соматическим числом хромосом  $2n=32$ . Все кариотипы включали хорошо идентифицируемые спутничные хромосомы. В хромосомных наборах диплоидов содержалось по одной паре спутничных хромосом, у тетраплоида их было 4. Все спутничные хромосомы изученных луков являлись типичными акроцентриками со спутниками на коротких плечах. У остальных хромосом строение мета- и субметацентрическое. По классификации Е. Баталья [11], спутники у *A. fistulosum* L. и *A. altaicum* Pall. обозначены нами, как макроспутники, диаметр которых превышал половину диаметра хромосомы, а у *A. putans* L. и *A. obliquum* L., — как едва заметные микроспутники (рисунок).

Как видно из табл. 1, в пределах пары видов *A. fistulosum* L. и *A. altaicum* Pall. спутничные хромосомы статистически значимо не различаются ни по плечевому индексу  $M$ , ни по относительной длине

$$l (t_M^- = 1,87, t_l^- = 0).$$

Идентификация хромосом, не имеющих маркеров, проводилась принятыми в настоящее время методами поликариограмм и последовательного анализа распределений хромосом в зависимости от их относительных



Идиограммы *A. fistulosum* L. (а); *A. altaicum* Pall. (б); *A. obliquum* L. (в); *A. putans* L. (г). Для в у хромосомы 8—микроспутник.

## Морфометрическая характеристика кариотипов

| Кариотипическая группа                                  | Число хромосом | $\bar{M} \pm m$ | $\bar{L} \pm m$ |            |
|---|----------------|-----------------|-----------------|------------|
|   |                |                 | %               | мкм        |
| A. altaicum Pall., 30 клеток, $\bar{L} = 148 \pm 5$ мкм |                |                 |                 |            |
| 1. Большие субметацентрики                              | 2              | 1,79±0,01       | 7,41±0,06       | 10,94±0,09 |
| 2. » метацентрики и субметацентрики                     | 4              | 1,27±0,07       | 7,30±0,04       | 10,80±0,06 |
| 3. Средние субметацентрики                              | 2              | 1,29±0,01       | 6,07±0,03       | 8,98±0,04  |
| 4. Малые метацентрики                                   | 2              | 1,03±0,00       | 5,62±0,05       | 8,32±0,07  |
| 5. » субметацентрики                                    | 2              | 1,30±0,02       | 5,36±0,06       | 7,93±0,09  |
| 6. » »  | 2              | 1,73±0,02       | 5,08±0,05       | 7,52±0,07  |
| 7. Спутничные хромосомы                                 | 2              | 5,90±0,13       | 5,39±0,04       | 7,98±0,06  |
| $K=2n=16=2(2L_{m+s}+1L_s+1S_s+1M_m+2M_s+1M_a)$          |                |                 |                 |            |
| A. fistulosum L., 30 клеток, $\bar{L} = 147 \pm 5$ мкм  |                |                 |                 |            |
| 1. Большие метацентрики и субметацентрики               | 4              | 1,25±0,01       | 7,31±0,04       | 10,74±0,06 |
| 2. Большие субметацентрики                              | 2              | 1,72±0,01       | 7,35±0,04       | 10,80±0,06 |
| 3. Малые метацентрики                                   | 2              | 1,00±0,00       | 5,71±0,05       | 8,39±0,08  |
| 4. » субметацентрики                                    | 4              | 1,52±0,02       | 5,56±0,05       | 8,17±0,07  |
| 5. » метацентрики                                       | 2              | 1,14±0,01       | 5,22±0,08       | 7,67±0,12  |
| 6. Спутничные хромосомы                                 | 2              | 5,60±0,09       | 5,36±0,04       | 7,87±0,06  |
| $K=2n=16=2(2L_{m+s}+1L_s+2M_m+2M_s+1M_a)$               |                |                 |                 |            |
| A. obliquum L., 20 клеток, $\bar{L} = 193 \pm 6$ мкм    |                |                 |                 |            |
| 1. Большие метацентрики                                 | 2              | 1,01±0,00       | 7,18±0,10       | 13,86±0,19 |
| 2. Средние субметацентрики                              | 6              | 1,21±0,01       | 6,93±0,05       | 13,37±0,10 |
| 3. Малые метацентрики                                   | 2              | 1,01±0,00       | 5,52±0,07       | 10,66±0,13 |
| 4. » субметацентрики                                    | 4              | 1,21±0,01       | 5,45±0,04       | 10,52±0,08 |
| 5. Спутничные хромосомы                                 | 2              | 3,63±0,15       | 5,46±0,09       | 10,54±0,17 |
| $K=2n=16=2(1L_m+3S_s+1M_m+2M_s+1M_a)$                   |                |                 |                 |            |
| A. nutans L., 10 клеток, $\bar{L} = 290 \pm 8$ мкм      |                |                 |                 |            |
| 1. Большие метацентрики                                 | 4              | 1,00±0,00       | 3,63±0,04       | 10,53±0,11 |
| 2. » субметацентрики                                    | 8              | 1,23±0,01       | 3,64±0,03       | 10,56±0,09 |
| Малые субметацентрики:                                  |                |                 |                 |            |
| 3. с $M \geq 1,35$                                      | 8              | 1,55±0,02       | 2,93±0,04       | 8,50±0,11  |
| 4. с $M \leq 1,35$                                      | 4              | 1,22±0,01       | 2,85±0,03       | 8,26±0,09  |
| 5. Малые метацентрики                                   | 4              | 1,00±0,00       | 2,71±0,03       | 7,86±0,09  |
| 6. Спутничные хромосомы                                 | 4              | 3,42±0,09       | 2,67±0,03       | 7,74±0,09  |
| $K=2n=32=2(2L_m+4L_s+6M_s+2M_m+2M_a)$                   |                |                 |                 |            |

характеристик. Таким образом, были систематизированы кариотипы изученных четырех видов (табл. 1), составлены формулы кариотипов и построены идиограммы (рисунок). Оказалось, что у *A. fistulosum* L. и *A. altaicum* Pall. кариотипы весьма схожи. Последнее обнаружилось при сравнении рисунка их поликардиограмм, характера распределений хромосом, не имеющих маркеров, по относительной длине и плечевому индексу ( $\lambda_M^2 = 1,03$ ,  $\lambda_I^2 = 0,52$ ), длине их кариотипов ( $t_L = 0,14$ ), а также при сопоставлении идиограмм и формул кариотипов. Напомним, что у данных луков спутничные хромосомы статистически значимо не различались по всем использованным в работе показателям. В связи с этим нам казалось целесообразным сравнить более подробно их кариотипы. За исключением группы из шести хромосом, состоящей у *A. altaicum* Pall. из 2 средних и 4 малых субметацентриков, а у *A. fistulosum* L. — из 2 малых метацентриков и 4 малых субметацентриков, хромосомы

обоих видов, не имеющие маркеров, разделялись на 3 кариотипические группы — большие субметацентрики (2 хромосомы), большие мета- и субметацентрики (4 хромосомы) и малые метацентрики (2 хромосомы). Оценка различий между кариотипическими группами проводилась по критериям Стьюдента  $t$  (для групп, состоящих из одной пары гомологов) и Колмогорова — Смирнова  $\lambda^2$  (для групп, включающих в себя более 2 хромосом). Оказалось, что все выделенные кариотипические группы у данных луков статистически значимо не различаются ни по относительной длине, ни по плечевому индексу (табл. 2).

Из литературных данных известно, что виды *A. obliquum* L., *A. fistulosum* L. и *A. altaicum* Pall. представлены в природе только 16-хромосомными формами [2, 8, 12, 13 и др.], в то время как для *A. nutans* L. характерно наличие разновидностей с соматическим числом хромосом:  $2n$  равно 16, 24, 32, 48, 64, а также 30, 44, 40 (0—1B), 56, 108 [7, 13, 14, 15 и др.]. В нашем исследовании была изучена 32-хромосомная форма *A. пу-*

Сравнение кариотипов *A. fistulosum* L. и *A. altaicum* Pall.

| Кариотипическая группа                     | Число хромосом в группе | $\lambda_M^2$ | $t_M$ | $\lambda_L^2$ | $t_L$ |
|--|-------------------------|---------------|-------|---------------|-------|
| Большие субметацентрики 1—2                | 2                       |               | 0,64  |               | 0,91  |
| Большие метацентрики и субметацентрики 2—1 | 4                       | 0,53          |       | 0,53          |       |
| Малые метацентрики 4—3                     | 2                       |               | 0,71  |               | 0,91  |
| Спутничные хромосомы 7—6                   | 2                       |               | 1,87  |               | 0,00  |
| Остальные хромосомы 3, 5, 6—4, 5           | 6                       | 1,68          |       | 0,55          |       |
| $t_{05}=1,96, \lambda_{05}^2=1,84$         |                         |               |       |               |       |

tans L. Так как число хромосом в каждой кариотипической группе оказалось кратным 4, можно предположить, что изученный образец имеет автополиплоидное происхождение. Аналогичные данные были получены нами при исследовании другой 32-хромосомной формы *A. nutans* L. [7]. Однако это предположение основано только на статистическом анализе кариотипа. Требуется дополнительное исследование поведения хромосом в мейозе, а также, возможно, применение особых цитогенетических методов в целях выявления специфических хромосомных маркеров, в частности, использование дифференциального окрашивания хромосом по Гимза, флуорохромами или предфиксационной обработки клеток в условиях пониженных температур. Сведений такого рода для *A. nutans* L. в литературе нет. Что касается *A. fistulosum* L. и *A. altaicum* Pall., известные работы, в которых предприняты попытки дифференциального анализа их кариотипов [9, 10, 16]. В частности, К. Воца [16] отмечает, что реакция на конститутивный гетерохроматин и картина хромосомной дифференциации у среднеазиатских образцов *A. fistulosum* L. и *A. altaicum* Pall. одинаковые, а терминальное расположение гетерохроматинных районов у всех хромосом не обусловлено проксимальной локализацией хиазм. Результаты изучения дифференциально окрашенных хромосом *A. fistulosum* L. и *A. altaicum* Pall. находятся в согласии с нашими данными, полученными при сравнении кариотипов лука алтайского и русской разновидности батун методом статистического анализа хромосом. Основной итог этого сравнения — установление идентичности кариотипов этих видов, проявившейся как в морфологии спутничных хромосом, так и в средних значениях относительных характеристик соответствующих хромосомных групп. Аналогичные данные были получены нами ранее при анализе кариотипов *A. altaicum* Pall. и китайской разновидности *A. fistulosum* L. [8].

По данным Я. И. Проханова [5], родина многолетних луков *A. fistulosum* L. и *A. altaicum* Pall. Китай и Сибирь. *A. fistulosum* L. — культурный вид, включающий три основные группы на уровне подвида — русскую, японскую и китайскую. *A. altaicum* Pall. продолжает оставаться в диком состоянии. Несмотря на различие некоторых морфологических и биологических характеристик, позволяющее описывать их в качестве самостоятельных видов, они имеют мно-

гочисленные общие признаки [3] и принадлежат к одной секции *Phyllodolon* Sabish (Prokh.). К основным различиям батун и лука алтайского относится способность последнего образовывать запасающую луковицу, обладающую относительным периодом покоя. Это свидетельствует о том, что лук алтайский не является диким родоначальником *A. fistulosum* L., который, как предполагает Я. И. Проханов [5], произрастал в Китае, но к настоящему времени в дикой природе не сохранился. Тем не менее, отрицая, что *A. altaicum* Pall. — родоначальник *A. fistulosum* L., Я. И. Проханов не исключает возможности существования общего для *A. altaicum* Pall. и *A. fistulosum* L. родителя, стоящего ближе к *A. altaicum* Pall. Вместе с тем А. Декандоль [1] считал лук алтайский диким родоначальником батун. Э. Л. Регель [6] вообще не разделяет эти два вида. Более поздняя классификация предлагает возведение *A. altaicum* Pall. в ранг подвида *A. fistulosum* L. [4].

Таким образом, единого мнения относительно систематического положения *A. altaicum* Pall. и степени филогенетической связи его с *A. fistulosum* L. в настоящее время нет. Результаты нашего анализа кариотипов этих двух видов, а также данные [8, 16] указывают на близость хромосомных наборов *A. altaicum* Pall. и *A. fistulosum* L., что свидетельствует о необходимости пересмотра вопроса их филогенетических отношений.

#### Выводы

1. Методами статистического анализа хромосом получена детальная характеристика кариотипов *A. obliquum* L., *A. nutans* L., *A. altaicum* Pall. и *A. fistulosum* L., на основании которой составлены формулы кариотипов и построены идиограммы.

2. Сравнение морфометрических характеристик выделенных кариотипических групп у *A. altaicum* Pall. и *A. fistulosum* L. не показало статистически значимых различий ни по одному из использованных в работе параметров, что может быть связано либо с общностью происхождения этих видов, либо с их чрезвычайно близким родством.

3. Отсутствие значимых различий в кариотипах *A. altaicum* Pall. и *A. fistulosum* L. позволяет рассматривать эти виды как потенциально совместимые при межвидовой гибридизации, от которых возможно получение фертильного потомства.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Декандоль А. Местопроисхождение возделываемых растений /Пер. с франц., под ред. Хр. Гоби. Спб, 1885.—
2. Иванов М. А. Кариологическое исследование алтайского лука *A. altaicum* Pall.—Тр. Вост.-Сиб. гос. ун-та, 1942, вып. 2, № 3, с. 128—140.—3. Казакова А. А. Лук. Л.: Колос, 1970.—4. Казакова А. А. Наиболее распространенные виды лука, их происхождение и внутривидовая классификация.—Тр. по прикл. бот., ген. и селек., 1971, т. 45, вып. 1, с. 19—24.—5. Проханов Я. И. К познанию культурных луков и чеснока Китая и Японии.—Тр. по прикл. бот., ген. и селек., 1930, т. 24, с. 123—188.—6. Регель Э. Л. Туркестанская флора, обработанная Э. Регелем по материалам, собранным О. А. Федченко.—Изв. Импер. общ-ва любителей естествознания, антропологии и этнографии. Спб., 1876, т. 26, вып. 2, с. 1—164.—7. Тарасова Е. М. Кариотипическая характеристика некоторых полдиплоидных видов рода *Allium* L.—Вестн. с.-х. науки, 1973, № 2, с. 80—82.—8. Тарасова Е. М. Кариологические признаки некоторых диплоидных видов рода *Allium* L.—Бюл. ВИРа, 1973, вып. 31, с. 66—72.—9. Тарасова Е. М. Хромосомы растений и их идентификация.—Докл. ТСХА, 1979, вып. 256, с. 174—179.—10. Шапова А. И., Кравцова Л. А. Сравнительное изучение кариотипов лука, различающихся по суммарной длине хромосомного набора.—Изв. Сиб. отд. АН СССР, сер. биол., 1974, вып. 3, с. 3, с. 74—77.—11. Battaglia E.—Phytomorphology, 1955, vol. 5, p. 171—184.—12. Kato Y.—Jap. J. Gen., 1956, vol. 31, N 1, p. 9—15.—13. Levan A.—Hereditas, 1931, Bd 15, N 3, S. 347—456.—14. Levan A.—Hereditas, 1936, Bd 22, N. 1—2, S. 1—28.—15. Shopova M.—Chromosoma, 1966, vol. 19, N 2, p. 149—158.—16. Vosa C.—Heredity, 1976, vol. 36, N 3, p. 383—392.

*Статья поступила 5 апреля 1983 г.*

## SUMMARY

On the basis of morphometric chromosomes analysis the article gives a detailed characteristic of karyotypes of the four perennial onion species — *A. nutans* L., *A. obliquum* L., *A. fistulosum* L., *A. altaicum* Pall., which are of interest for vegetable growing and selection. A comparative analysis of karyotypes showed that of the four species studied the species *A. altaicum* Pall. and *A. fistulosum* L. did not differ statistically in all indices used in the work. On the hand, this indicated definite phylogenetic closeness of the latter, which is essential for more precise systematization of the given species. On the other hand, it allows to consider them as potentially compatible in crossing, which can give fertile progeny.