

УДК 653.723.630\*164

**ЯВЛЕНИЕ МИКСОПЛОИДИИ У АНЕУПЛОИДНЫХ ФОРМ  
RIBES NIGRUM L.**

**Любовь Алексеевна Фролова**

кандидат биологических наук, доцент

Ljubafr@rambler.ru

**Юлия Александровна Федулова**

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

uliafed@mail.ru

**Надежда Антоновна Чикина**

Студент

nadezda.sh.200@mail.ru

**Николай Юрьевич Шапко**

магистр

shapko.n@bk.ru

**Арина Сергеевна Анискина**

Студент

teresinaarina9@mailcom

Мичуринский государственный аграрный университет

Мичуринск, Россия

**Аннотация.** В статье рассматриваются закономерности формообразованного процесса в потомстве от скрещивания разнохромосомных форм смородины чёрной

**Ключевые слова:** ход митоза, модальное число хромосом, анеуплоиды, миксоплоиды.

Явление миксоплоидии довольно часто встречается у полиплоидных форм растений, в том числе и у колхиплоидов в роде *Ribes* L. Большинство исследователей к причинам, вызывающим возникновение клеток с уменьшенным или увеличенным против нормы числом хромосом, относят нарушение правильного хода митоза, а также зависимости митотической нестабильности от генотипов скрещиваемых форм [1,2,3,4,5].

Цель – изучение митотической нестабильности в семенном потомстве *Ribes nigrum* L., полученного от свободного опыления разнохромосомных полиплоидных форм смородины черной.

Цитологический анализ митоза в корневой и стеблевой меристеме, подсчет числа хромосом в соматических тканях, проводили на временных давленных препаратах [6].

Цитологическое изучение 48 семян, от свободного опыления колхиплоидов  $Co(2n=4x=32)$ , позволило выделить 20(44,4%) митотически нестабильных растения (миксоплоиды), в соматических тканях которых встречаются клетки, отклоняющиеся от модального (основного для данной формы) числа хромосом. Отобранные миксоплоиды были представлены 1(5,0%) диплоидом, 2(10,0%) триплоидами, 15(75,0%) тетраплоидами и 2(10,0%) анеуплоидами (табл.1).

Таблица 1

Результаты цитологического анализа полиплоидных форм *Ribes nigrum* L.

в условиях их свободного опыления

Форма	Число изученных миксоплоидов	Диплоиды $2n=2x=16$	Триплоиды $2n=3x=24$	Тетраплоиды $2n=4x=32$	Анеуплоиды $2n=4x-1$
Колхитетраплоиды $Co(2n=4x=32)$	20(100%)	1(5,0%)	2(10,0%)	15(75,0%)	2(10,0%)
Автотетраплоиды $C1(2n=4x=32)$	10(100%)	1(10,0%)	1(10,0%)	7(70,0%)	1(10,0%)
Автотриплоиды $(2n=3x=24)$	11(100%)	6(54,5%)	1(9,1%)	3(27,3%)	1(9,1%)

В результате цитологического изучения 45 растений, полученных в условиях свободного опыления автотетраплоидов второго поколения  $C1(2n=4x=32)$  было отобрано, в среднем по группе, 10(20,83%) миксоплоидов. Из них: 7(70,0%) тетраплоидов, 1(10,0%) триплоид, 1(10,0%) диплоид (10,0%) и 1(10,0%) анеуплоид.

Присутствие миксоплоидных растений среди автотетраплоидов свидетельствует о том, что клетки с отклоняющимся числом хромосом, возникшие у колхиплоидов в результате действия колхицина, не только сохраняются в ряду клеточных поколений, но и могут передаваться от поколения к поколению растений (табл.1.,рис.1,2).

Однако, если сравнить количество миксоплоидов, выделенных в семенном потомстве колхиплоидов  $S_0(44,4\%)$  с процентным содержанием миксоплоидов, отобранных в потомстве от свободного опыления тетраплоидов второго поколения  $C1(20,83\%)$ , то окажется, что количество их значительно меньше (рис.1,2).

Очевидно, в ходе отбора у тетраплоидов смородины черной более жизнеспособными являются те гаметы, которые не несут в своих хромосомах мутагенное действие колхицина, т.е. более сбалансированные в хромосомном и генном отношениях. По-видимому, в большинстве случаев именно такие гаметы, сливаясь, образуют зиготы, которые дают начало стабильным тетраплоидным растениям.

Цитологический анализ 75 семян из семенного потомства автотриплоидных форм, полученного от свободного опыления, было выделено 11(14,67%) миксоплоидных растений. В результате подсчета числа хромосом у данных семян было выделено: 6(54,5%) диплоидов, 1 (9,1%) триплоидов, 3 (27,3%) тетраплоидов и 1 (9,1%) анеуплоид (табл.1, рис.3).

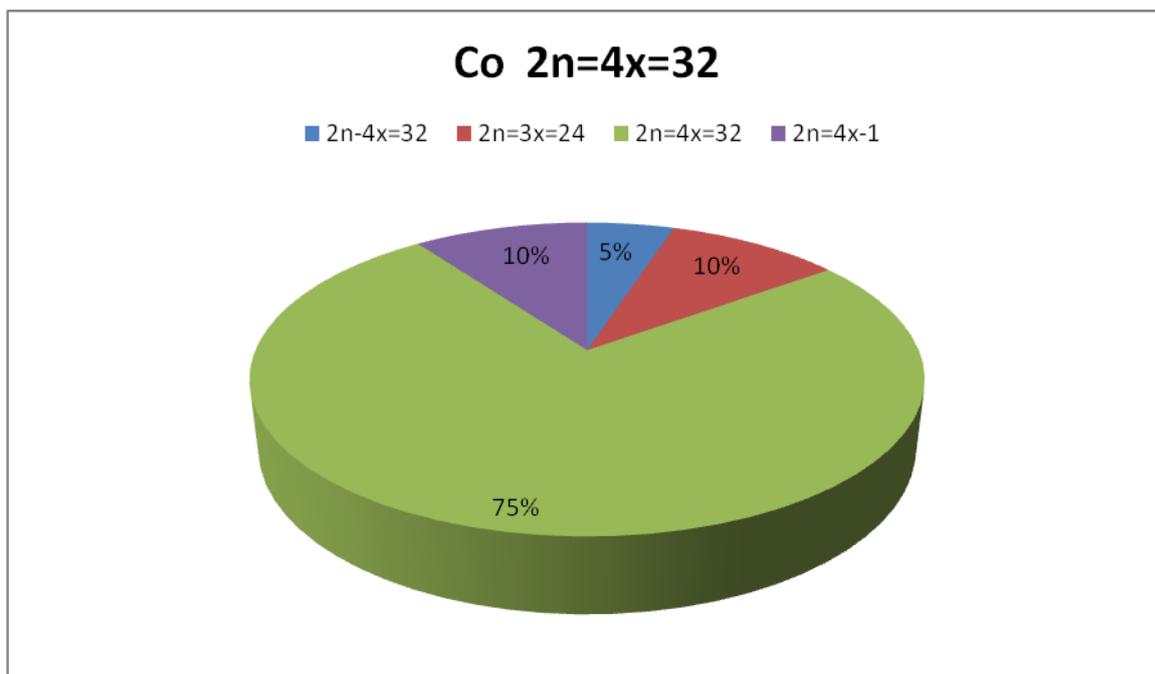


Рисунок 1 – Цитологическая характеристика семенного потомства колхиплоидов Co 2n=4x=32

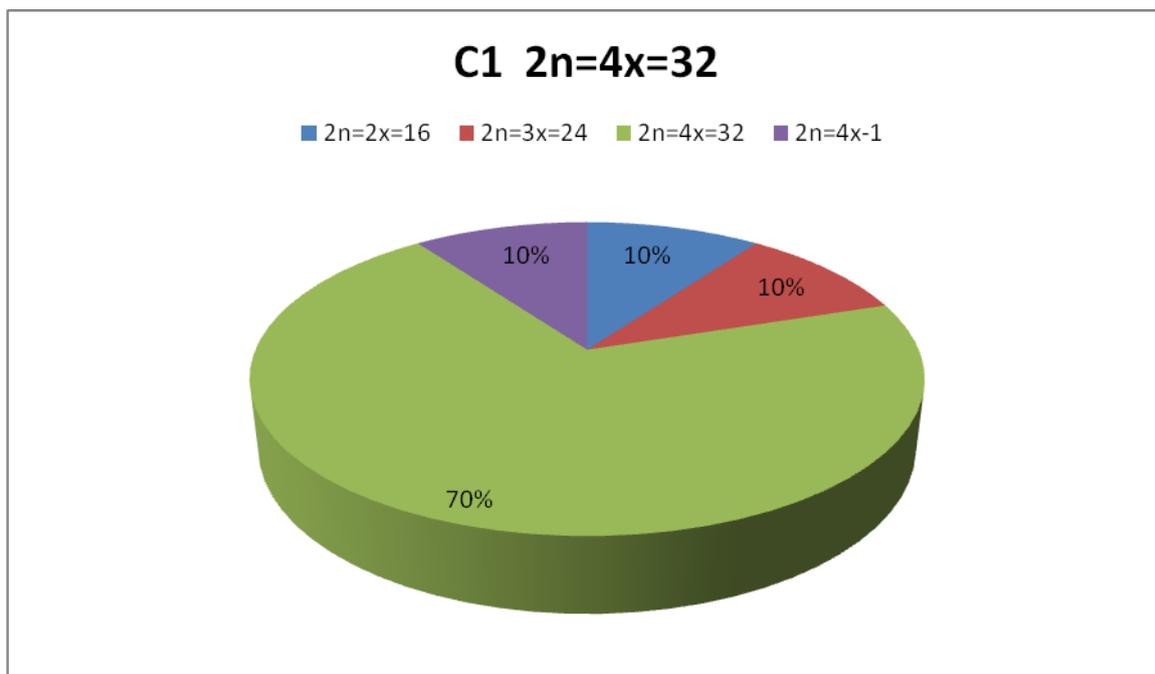


Рисунок 2 – Цитологическая характеристика семенного потомства автотетраплоидов C1 2n=4x=32

Детальное изучение 24 миксоплоидных растений позволило выделить среди них три группы сеянцев с различным модальным числом хромосом  $2n=16, 2n=24, 2n=32$

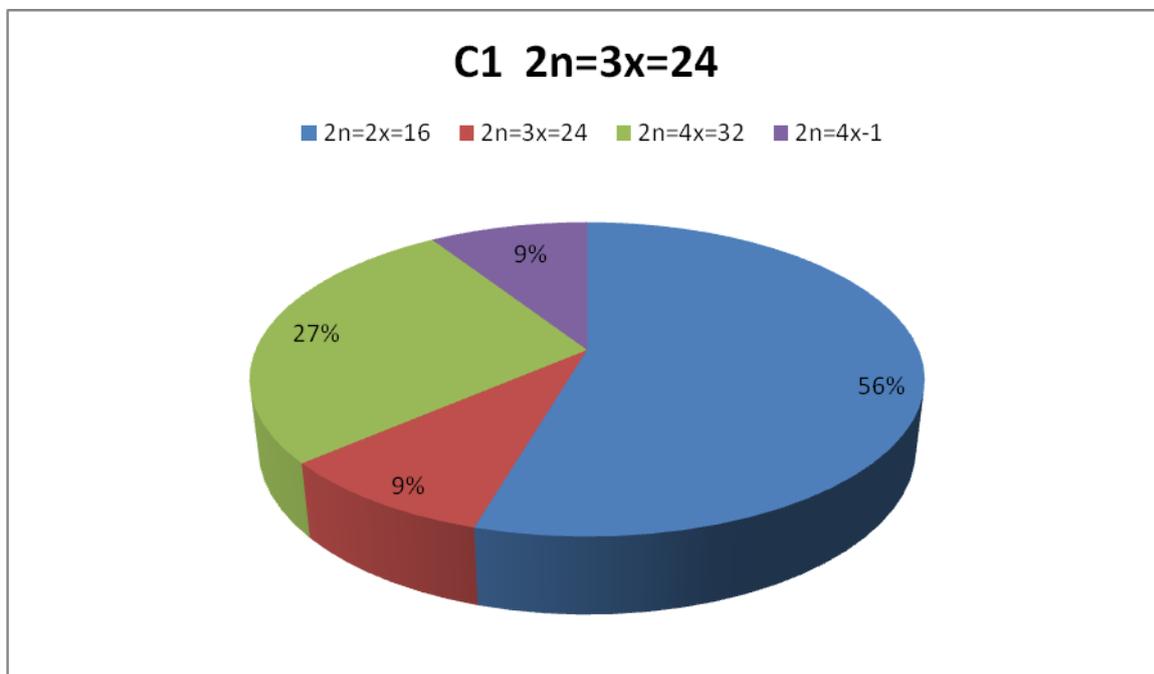


Рисунок 3 – Цитологическая характеристика семенного потомства автотриплоидов C1  $2n=3x=24$

Изучение чисел хромосом корневой и стеблевой меристемы у диплоидных растений с модальным числом хромосом равным 16 обнаружило присутствие в их тканях анеуплоидных и в редких случаях тетраплоидных клеток ( $2n=32$ ). Среди анеуплоидных наблюдали только клетки с увеличенным (гиперклетки) против нормы числом хромосом ( $2n=33, 34$  и т.д.).

В меристеме триплоидных сеянцев так же, как и у диплоидов были обнаружены анеуплоидные гиперклетки, но с небольшим отклонением от модального числа хромосом ( $2n=24$ ). Гиперанеуплоидные клетки имели числа хромосом от  $2n=25$  до  $2n=28$ , т. е. от  $2n=3x+1$  до  $2n=3x+4$ .

В меристеме тетраплоидных растений помимо клеток с модальным числом хромосом ( $2n=32$ ) встречались анеуплоидные, ди- и триплоидные клетки ( $2n=16, 24$ ). Среди анеуплоидных значительно чаще наблюдали клетки с

увеличенным (гиперклетки) и в отдельных случаях с уменьшенным (гипоклетки) против нормы числом хромосом.

Таким образом, в результате изучения митотической нестабильности в семенных потомствах три- и тетраплоидов смородины черной в условиях их свободного опыления было установлено:

- 1) митотическая нестабильность передается в ряду клеточных поколений
- 2) возникновение миксоплоидов связано с различного рода отклонениями в ходе митоза от нормы;
- 3) количество миксоплоидов, обнаруженное среди семян, полученных от свободного опыления автотетраплоидов C1 (20,00%) значительно ниже, чем в потомстве колхиплоида C0 (44,40%), что связано, по-видимому с жестким отбором гамет. У автотетраплоидов наиболее жизнеспособными являются такие гаметы, которые не несут в своих хромосомах мутагенное последствие колхицина.

#### Список литературы:

1. Darlington C.D. Meiosis in diploid and tetraploid *Primula sinensis* // J.Genetics. 1931. vol. 24. N.I. P. 65-96
2. Фролова Л. А. Изучение концентрации аллельных форм гена I в популяциях человека на примере г. Мичуринска // Тамбов на карте Генеральной: социально-экономический, социокультурный, образовательный, духовно-нравственный аспекты развития региона: Сборник материалов Всероссийской научной конференции. Мичуринск. 20 мая 2016 года / Под общ. ред. В.Я. Никульшина. Мичуринск: Мичуринский государственный аграрный университет. 2016. EDN YNVEEW.
3. Фролова Л.А. Использование интерактивных методов в образовательном процессе // Современные педагогические технологии в организации образовательного пространства региона: сборник материалов Областной научно-практической конференции (24 апреля 2018 г.) / Под общей редакцией Е.С. Симбирских. Мичуринск: Изд-во ООО «БиС». 2018.

4. Фролова Л.А., Демочкина С.С., Костырина Т.В. Закономерности формообразовательного процесса в потомстве от скрещивания разнохромосомных форм смородины чёрной // Наука и образование. 2018. Т.1. № 3-4.

5. Фролова Л.А., Петрищева Л.П., Попенко Н.В., Клишина М.Н. Цитологический анализ семян от свободного опыления автотриплоидных форм смородины черной // Наука и Образование. 2019. Т.1. №2-3

6. Фролова Л.А., Лучникова С.В. Подсчет числа хромосом у плодовых растений // Флора и фауна Черноземья: Сб. науч. статей. вып. 6. Тамбов: ТГУ. 2004.

**UDC 653.723.630\*164**

**THE PHENOMENON OF MIXOPLOIDY IN ANEUPLOID FORMS  
RIBES NIGRUM L.**

**Lyubov A. Frolova**

candidate of biological sciences, associate professor

Ljubafr@rambler.ru

**Yulia A. Fedulova**

candidate of agricultural sciences, associate professor

Yulia\_fed@mail.ru

**Nadezhda A/. Chikina**

student

nadezda.sh.200@mail.ru

**Nikolai Y. Shapko**

master

shapko.n@bk.ru

**Arina S. Aniskina**

student

teresinaarina9@mailcom

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

**Annotation.** The article discusses the patterns of the formation process in the offspring from crossing different chromosomal forms of black currant

**Keywords:** Progress of mitosis, modal number of chromosomes, aneuploids, mixoploids.

Статья поступила в редакцию 03.05.2024; одобрена после рецензирования 13.06.2024; принята к публикации 27.06.2024.

The article was submitted 03.05.2024; approved after reviewing 13.06.2024; accepted for publication 27.06.2024.