(ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ)

АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛОРУССКОЙ ССР

ИНСТИТУТ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ БОТАНИКИ ИМ. В. Ф. КУПРЕВИЧА

На правах рукописи

ДМИТРИЕВА

Софья Александровна

**БИОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ТЕТРАПЛОИДОВ И
АНЕУПЛОИДОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ**

03.00.15 - Генетика

А в т о р е ф е р а т

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук**

Минск - 1975

(ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ)

АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛОРУССКОЙ ССР
ИНСТИТУТ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ БОТАНИКИ им. В. Ф. КУПРЕВИЧА

На правах рукописи

ДМИТРИЕВА
Софья Александровна

БИОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ТЕТРАПЛОИДОВ И
АНЕУПЛОИДОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

03.00.15 - Генетика

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Минск - 1975

(ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ)

Работа выполнена на кафедре генетики и цитологии Белорусского государственного университета им. В.И.Ленина.

Диссертация изложена на 134 страницах машинописного текста и состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части, выводов и списка использованной литературы. Содержит 30 таблиц и 31 рисунок (из них 8 графиков и 23 фотографий). Список литературы включает 270 наименований, в том числе 129 на иностранных языках.

Научный руководитель - академик ВАСХНИЛ и АН БССР, доктор биологических наук, профессор
Н.В.Турбин

Официальные оппоненты - академик АН БССР, член-корреспондент ВАСХНИЛ, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
П.И.Альсмик
кандидат биологических наук
В.К.Савченко

Ведущее научное учреждение - Белорусской научно-исследовательский институт земледелия

Автореферат разослан " 5 " сент 1975 года.

Защита диссертации состоится " 21 " окт 1975 г. в 14.00 часов на заседании Объединенного Совета № 2 Института экспериментальной ботаники им. В.Ф.Купревича АН БССР.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке АН БССР.

Ваши отзывы и замечания просим направлять в двух экземплярах с заверенными подписями по адресу: 220733, г.Минск-72, ул. Академическая, 27, Институт экспериментальной ботаники АН БССР, Ученому секретарю Совета.

Ученый секретарь Совета

(канд.с/х наук
Д.С.Трухановский)

(ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ)

В В Е Д Е Н И Е

Сахарная свекла является одной из культур, в селекции которой использование экспериментальной полиплоидии дало положительные результаты благодаря созданию триплоидных гибридов. Тетраплоидные формы сахарной свеклы в настоящее время не имеют самостоятельного практического значения, а применяются лишь в качестве одной из родительских форм при получении триплоидных гибридов. Однако вопрос о возможности их прямого использования остается открытым.

Основным недостатком искусственных автотетраплоидов, ограничивающим их использование для улучшения культурных растений, являются нарушения генеративного развития, ведущие к снижению семенной фертильности, посевных качеств семян и появлению анеуплоидов в потомстве.

Анеуплоиды, представляющие собой организмы несбалансированные по числу хромосом, являются крайне нежелательной фракцией в популяциях искусственных полиплоидов. Известно, например, что анеуплоиды, содержащиеся в популяциях автотетраплоидной сахарной свеклы, обладают по сравнению с тетраплоидами почти вдвое пониженной продуктивностью и значительно уступают последним по семенной фертильности и посевным качествам семян. Кроме того, их участие в переопылении способствует снижению семенной фертильности и посевных качеств семян тетраплоидов, а также увеличению количества анеуплоидов в популяциях. В целом, это приводит к снижению хозяйственной ценности автотетраплоидов (Rommel, 1963, 1965; Rosemark, 1967; Ахраменко, 1972). При этом отметим, что содержание анеуплоидов в популяциях автотетраплоидной сахарной свеклы по данным большинства авторов составляет 20–35% (Rosemark, 1967, 1968; Butterfass, 1967; Lichter, 1967; Ахраменко, Бормотов, 1970; Неговский, Болелова, 1971), а по некоторым данным достигает даже 40–50% (Rommel, 1963, 1965).

Как известно, анеуплоидия в потомстве искусственных автополиплоидов является следствием нарушений клеточных делений (мейоза, митозов меристем, пред- и постмейотических митозов) (Зайковская, Ярмолюк, 1970; Петрушина, 1971; Бормотов, Семерихина, Купцов, 1974; Зайковская, Ширяева, 1973). В связи с этим с целью создания высокоплодовитых, константных автополиплоидов исследования должны быть направлены на выяснение причин этих нарушений

(ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ)

и их устранение. Однако с точки зрения ближайшей перспективы весьма актуальной является разработка мероприятий по снижению частоты анеуплоидных форм в популяциях. Планируя исследования в этом направлении, мы поставили следующие задачи:

1) выявить наличие взаимосвязей между анеуплоидией и признаками легко доступными для наблюдения, учета и контроля, что позволило бы снижать содержание анеуплоидов путем их последовательного механического удаления из популяций;

2) выявить наличие среди тетраплоидов индивидуальной изменчивости в отношении содержания анеуплоидов в потомстве;

3) выявить наличие взаимосвязей между содержанием анеуплоидов в потомстве и теми или иными признаками, что можно было бы использовать при разработке селекционных мероприятий по повышению плодovitости и константности искусственных автотетраплоидов сахарной свеклы.

С целью решения данных задач тетраплоидные и анеуплоидные растения изучались нами в таких аспектах, как морфология, особенности роста и развития, продуктивность, качество пыльцы и качество семенного материала.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В качестве опытного материала были использованы две автотетраплоидные формы многосемянной сахарной свеклы пятой и шестой генераций после колхицинирования: Рамонская 06 (Р06) и Уладовская 752 (У752). Семена этих форм предоставлены для наших исследований лабораторией экспериментальной полиплоидии Института генетики и цитологии АН БССР.

Экспериментальная работа по теме проводилась на кафедре генетики и цитологии Белгосуниверситета им. В.И.Ленина, а полевые опыты поставлены в учебно-опытном хозяйстве университета "Щемчица".

Числа хромосом в корешках и листочках подсчитывались с помощью модифицированной методики Христиансена (Загрекова, Ахраменко, Бормотов, 1973).

В ходе вегетации проводились фенологические наблюдения. У растений первого года вегетации изучалась динамика формирования листового аппарата. С этой целью в ходе вегетации через каждые 4-6 дней отмечались даты появления новых и отмирания старых листьев, подсчитывалось количество листьев и проводились их за-

(ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ)

меры. В период вегетации высадков отмечались следующие основные фазы развития растений: начало отрастания корнеплодов, начало появления цветоносов, полное развитие цветоносов, начало цветения, конец цветения, созревание. Вместе с тем при проведении фенологических наблюдений отмечалась форма листовых пластинок, интенсивность их окраски, толщина и степень гофрированности, количество стеблей, характер ветвления, степень облиственности побегов. Высота семенных растений определялась в начале цветения и перед уборкой. Уборка семенников проводилась отдельно, по мере их созревания.

Размеры и фертильность пыльцы определялись на временных ацетокарминовых препаратах путем подсчета 200–300 пыльцевых зерен с каждого растения. Пыльцевые зерна измерялись с помощью окуляромикрометра.

При изучении качества семенного материала учитывались следующие показатели: структурный состав клубочков, их размеры, абсолютный вес, вес собственно семени, отношение веса семени к весу околоплодника, завязываемость, всхожесть и энергия прорастания. Размеры клубочков определялись путем фракционирования на ручных ситах с диаметром отверстий 4 и 5 мм. Определение завязываемости и веса собственно семени достигалось посредством искусственного удаления крышечки плода. Посевные качества семян определялись путем проращивания в чашках Петри. Энергия прорастания учитывалась на 7-ой день, а всхожесть — на 10-ый.

Результаты анализа большинства исследуемых нами признаков объединены за 2 года, поскольку у одних и тех же форм в разные годы они между собой достоверно не различались.

Статистическая обработка экспериментальных данных проводилась с помощью методов, изложенных в пособии П.Ф.Рокшного (1967).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

I. Морфология, особенности роста и развития тетраплоидных и анеуплоидных форм

Растения первого года вегетации. Цитологический контроль растений первого года вегетации, проведенный после прореживания посевов, показал, что в популяциях автотетраплоидов P06 и У752 содержание анеуплоидов составляет 31,7 и 28,6% соответственно. Число хромосом у растений исследуемых популяций варьировало от

(ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ)

$2n = 34$ до $2n = 38$. В анеуплоидной фракции 26,4–30,6% растений представлено гипоплоидами ($2n = 34, 35$) и 69,4–73,6 — гиперплоидами ($2n = 37, 38$). Среди анеуплоидов наиболее многочисленными были 37-хромосомные растения. По частоте встречаемости им уступали 35-, затем 38-хромосомные. Анеуплоиды с 34 хромосомами встречались единично (табл. I).

Большинство анеуплоидных форм в первом году вегетации по фенотипу заметно не отличалось от тетраплоидов. Как и тетраплоиды, они обладали округлыми темно-зелеными листовыми пластинками с закругленной верхушкой, отношение длины к ширине у которых приближалось к 1. По длине листовые пластинки в 1,4–1,7 раза превышали черешки. При этом сходство между тетраплоидами и анеуплоидами сохранялось на протяжении всего периода вегетации. Первые листья были небольшими по размеру, с гладкой поверхностью, ровными краями и округлым или клиновидным основанием, а появляющиеся позднее — более крупными, гофрированными, с ровными или зазубренными краями и сердцевидным основанием. Такой габитус является характерным для большинства растений автотетраплоидных популяций. Однако некоторые, преимущественно анеуплоидные, формы отличались на протяжении всего периода вегетации продолговатой, треугольной или трапециевидной формой листовых пластинок, заостренными верхушками листьев, слишком тонкими и светло-зелеными или, наоборот, толстыми и хрупкими листьями. В ряде случаев наблюдались отклонения по длине листовых черешков (слишком короткие или чрезмерно длинные) и по степени гофрированности поверхности листовой пластинки (почти гладкая или сильно гофрированная), которые наиболее четко были выражены у листьев второго и третьего десятков. Вместе с тем такие формы характеризовались, хотя и в разной степени, пониженной жизнеспособностью.

Количество анеуплоидов, уклоняющихся по фенотипу от нормы, колебалось в разные годы от 15 до 20%, причем большинство из них относилось к 37-хромосомным растениям — самому многочисленному классу анеуплоидной фракции. Среди них, исходя из различий в морфологических признаках и жизнеспособности, нами выделено несколько типов в той или иной мере сходных с ранее описанными трисомиями сахарной свеклы ($2n = 18+1$) (Levan, 1942; Filutowicz, 1956; Kaltsikes, Evans, 1967; Бормотов, Загрекова, Шербакова, 1972), что, вероятно, также обусловлено специфическим действием отдельных хромосом. Ниже приводится краткое описание этих типов.

Таблица I

Частота анеуплоидов в автотетраплоидных популяциях сахарной свеклы

Форма	:Общее : количе- : ство про- : анализ. : растений:	Количество растений с числом хромосом ^{x)}					Количество анеуплоидов		
		34	35	36	37	38	общее ^{x)}	: гипотетра- : пloidов ^{xx)}	: гипертетра- : пloidов ^{xx)}
P06	34Г	$\frac{5}{1,5}$	$\frac{28}{8,2}$	$\frac{233}{68,3}$	$\frac{66}{19,4}$	$\frac{9}{2,6}$	$\frac{108}{31,7}$	$\frac{33}{30,6}$	$\frac{75}{69,4}$
У752	31В	$\frac{5}{1,6}$	$\frac{19}{6,0}$	$\frac{227}{71,4}$	$\frac{57}{17,9}$	$\frac{10}{3,1}$	$\frac{91}{28,6}$	$\frac{24}{26,4}$	$\frac{67}{73,6}$

x) в числителе — количество растений; в знаменателе — процент от общего количества растений;

xx) в числителе — количество анеуплоидов, в знаменателе — процент от общего количества анеуплоидов.

(ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ)

1. Растения с удлинёнными овальными листовыми пластинками, длина которых почти в 2 раза превышает ширину. Такие растения по форме листовой пластинки, вероятно, могут соответствовать "хреновидному" типу трисомиков.

2. Растения с треугольно-продолговатыми колеблюще заостренными листьями, что, по-видимому, соответствует "сиренеподобному" типу трисомиков.

3. Растения, характеризующиеся сильной гофрированностью листовой пластинки и волнистостью ее краев, на основании чего они сходны с "гофрированным" типом.

4. Растения с толстыми кожистыми темно-зелеными листьями, поверхность которых почти гладкая или незначительно гофрированная. У одного из трех растений, относящихся к этой группе, листья обладали повышенной хрупкостью, что, вероятно, может соответствовать "ломкому" типу.

5. Растения с очень длинными черешками, в 1,5-2 раза превышающими по длине листовые пластинки. "Длинночерешковый" тип описан также для трисомиков сахарной свеклы.

Однако следует отметить, что нам удалось классифицировать на типы только 17,1% 37-хромосомных растений. Ряд 37-хромосомных анеуплоидов невозможно было с полной уверенностью отнести ни к одному из вышеописанных типов. Иногда у них можно было отметить незначительное сходство с тем или иным типом, в других случаях наблюдалось сочетание признаков различных типов.

Таким образом, анеуплоидия на тетраплоидном уровне (поланеуплоидия) в большинстве случаев не приводит к заметному изменению фенотипа растений, что, по-видимому, свидетельствует о сглаживании эффекта хромосомной несбалансированности вследствие увеличения числа геномов. Одним из факторов, вероятно, также маскирующих фенотипический эффект анеуплоидии, является повышенная гетерозиготность популяций вследствие перекрестного способа опыления и присущего автотетраплоидам более сложного в сравнении с диплоидами характера расщепления и наследования признаков (Дубинин, Шербаков, 1965; Турбин, 1972).

Большинство анеуплоидных форм в сравнении с тетраплоидами обладает слабее развитым листовым аппаратом. Эта особенность приводит к тому, что при прореживании посевов, в результате которого

(ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ)

удаляются наиболее слабые и дефективные формы, снижается и частота анеуплоидов в популяциях. В наших опытах при норме высева семян из расчета 12–15 кг на 1 га содержание анеуплоидов у Р06 снизилось на 6,0%, а у У752 — на 6,4%. Однако, как показали наши наблюдения, даже те анеуплоидные растения, которые при прорезывании были оставлены на опытных делянках в числе наиболее мощных и здоровых, в дальнейшем, в ходе вегетации, были развиты слабее, чем тетраплоиды. Это является следствием их хромосомной несбалансированности и пониженной конкурентоспособности (Lichter, 1967; Vosemark, 1967; Butterfass, 1967; Ахраменко, 1972).

Прежде всего отметим, что анеуплоиды уступали тетраплоидам по размеру листа и составляющих его параметров. Различия между ними по основным параметрам листа на протяжении всего периода вегетации были примерно одинаковыми. Так, площадь отдельных листьев анеуплоидов составляла 70–80% от соответствующего показателя тетраплоидов.

Черешки у анеуплоидов в сравнении с тетраплоидами несколько короче, хотя различия не достоверны. Кроме того, обычно у анеуплоидов черешки более тонкие.

У анеуплоидных форм наблюдалось незначительное увеличение отношения длины листовой пластинки к ширине вследствие того, что у них листовая пластинка в среднем несколько длиннее и уже, чем у тетраплоидов, а отношение длины листовой пластинки к длине листа с черешком сходно с тетраплоидами. Характер изменчивости основных параметров листа показан на рис.1.

Сравнительное изучение динамики формирования листового аппарата выявило, что снижение площади отдельных листьев анеуплоидов обусловлено пониженной интенсивностью ростовых процессов. Так, абсолютный прирост 5-го листа тетраплоидов составил 11,5, 10-го — 12,0, 25-го — 9,0 см²/сутки, а анеуплоидов — 9,4, 10,0 и 7,2 см²/сутки соответственно. По продолжительности периода роста листьев тетраплоиды и анеуплоиды существенно не различались. Вместе с тем анеуплоиды характеризовались пониженной интенсивностью листообразования и ускоренным усыханием листьев. В среднем на анеуплоидном растении за период вегетации образуется на 3,8 листа меньше, а усыхает на 3,4 листа больше, чем на тетраплоидном. Вследствие этого анеуплоиды постоянно уступают тетраплоидам по количеству живых листьев, а следовательно, и по площади

(ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ)

рые обладали наиболее фертильной, крупной и выравненной по размеру пыльцой, характеризовались самой высокой всхожестью семян и заметно пониженным содержанием анеуплоидов в потомстве. И, наконец, отметим, что наиболее тесная взаимосвязь наблюдалась между всхожестью семян и содержанием анеуплоидов ($r = -0,87 \pm 0,14$). Самое высокое их содержание обнаружено в потомстве семенников с низкой всхожестью семян. Ввиду этого следует ожидать, что индивидуальный отбор по всхожести семян будет способствовать снижению частоты анеуплоидов. В результате проведения такого отбора будут удаляться анеуплоиды, для которых характерна низкая всхожесть семян и высокое содержание анеуплоидов в потомстве, и те тетраплоиды, у которых низкая всхожесть семян также сопровождается высоким содержанием анеуплоидов в потомстве. Повышенное содержание анеуплоидов в потомстве семенников с низкой всхожестью семян отмечено и в других исследованиях (Неговский, Болелова, 1971). Однако, несомненно, что с экономической точки зрения более выгодным является проведение отбора по тем или иным признакам в ходе вегетации растений, чем по всхожести семян.

В ы в о д ы

Результаты проведенных нами исследований позволяют сделать следующие выводы:

1. Содержание анеуплоидов ($2n = 36 \pm 1,2$) в популяциях автотетраплоидной сахарной свеклы составляет 29–32%. Среди последних преобладает гипертетраплоидная фракция (69–74%), представленная в основном 37-хромосомными анеуплоидами. Далее по частоте встречаемости следует класс 35-, затем 38-хромосомных растений. 34-хромосомные формы отмечены в единичных случаях.

2. Большинство анеуплоидных форм первого года вегетации по фенотипу не отличается от тетраплоидов. Заметно выраженные отклонения по форме листовой пластинки, степени ее гофрированности, интенсивности окраски, длине черешков отмечены только у 15–20% анеуплоидных растений.

Во втором году вегетации в автотетраплоидных популяциях наблюдается высокая фенотипическая изменчивость, что затрудняет выявление взаимосвязи между анеуплоидией и фенотипом растений. Тем не менее в ряде случаев анеуплоидные формы отличаются от остальных растений популяции по форме листьев, побегов, цветочных кистей, типу ветвления. При этом степень фенотипических

(ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ)

отклонений семенных растений возрастает по мере снижения веса корнеплодов.

3. Наиболее характерным для анеуплоидов является отставание в росте и развитии. В первом году вегетации это проявляется в снижении количества листьев на растении и уменьшении их размеров, что в свою очередь отрицательно сказывается на продуктивности анеуплоидных форм. Во втором году вегетации анеуплоиды по сравнению с тетраплоидами обладают более мелкими розеточными и стеблевыми листьями, тонкими побегами и являются в среднем более низкорослыми. Вместе с тем они отличаются большей продолжительностью основных фаз развития.

4. В автотетраплоидных популяциях наблюдается высокая изменчивость по качеству пыльцы. При этом среди тетраплоидов преобладают растения с высокофертильной и выравненной по размеру пыльцой, а среди анеуплоидов — с низкофертильной и невыравненной.

5. Анеуплоиды уступают тетраплоидам по размеру семян, их абсолютному весу и семянопродуктивности. В наибольшей степени влияние анеуплоидии сказывается на семенной фертильности и посевных качествах семян. Эти показатели у анеуплоидов почти в 2 раза ниже, чем у тетраплоидов.

6. Обусловленные анеуплоидией изменения в признаках следует использовать для снижения содержания анеуплоидов в автотетраплоидных популяциях сахарной свеклы.

7. Среди тетраплоидов выявлена индивидуальная изменчивость в отношении содержания анеуплоидов в потомстве. При этом показано, что наиболее высоким их содержанием характеризуются позднеспелые биотипы в сравнении с ранне- и позднеспелыми. Вместе с тем они значительно уступают последним по качеству пыльцы, семенной фертильности и посевным качествам семян. Эти факты следует учитывать в селекционной работе по повышению плодовитости и константности искусственных автотетраплоидов сахарной свеклы.

По материалам диссертации опубликованы следующие работы:

1. Некоторые особенности анеуплоидных растений сахарной свеклы. В сб. "Генетика и цитология". Минск, 1970.

2. Сравнительно-морфологическое изучение листьев у тетраплоидных и анеуплоидных растений сахарной свеклы. Тезисы III Всесоюзного совещания по полиплоидии. Минск, 1970.

(ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ)

3. Сравнительное изучение формирования листового аппарата у тетраплоидных и ряда анеуплоидных форм сахарной свеклы. Тезисы докладов республиканской межвузовской конференции молодых ученых по естественным наукам. Минск, 1970.

4. Бюморфологические особенности тетраплоидных и анеуплоидных форм сахарной свеклы. Тезисы докладов III делегатского собрания Белорусского республиканского ботанического общества. Минск, 1971.

5. Динамика роста и развития тетраплоидных и анеуплоидных семенных растений сахарной свеклы. Весті АН БССР, сер. біял. навук, № 4, 1974 (на белорусском языке).

6. Качество пыльцы у тетраплоидных и анеуплоидных форм сахарной свеклы. Весті АН БССР, сер. біял. навук, № 3, 1975.

Подписано к печати 28 08 75
Форм. 60x84/16 печ. листов 1,6
Тираж 100 Зак. № 1005 УД АН БССР