

УДК 635.34:631.527.7

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ПОЛУЧЕНИЕ ТЕТРАПЛОИДНЫХ ФОРМ КОРМОВОЙ КАПУСТЫ И КОЛЬРАБИ И ИХ УЛУЧШЕНИЕ

П. П. ВАВИЛОВ, Г. А. БАЛЫШЕВА, Л. Н. БАЛЫШЕВ
(Кафедра растениеводства)

Интенсификация полевого кормопроизводства предполагает использование перспективных кормовых растений, в частности семейства капустных (*Brassicaceae* Vens.). К сожалению, состояние селекции этих культур в настоящее время не соответствует их возрастающему значению. Нет еще отечественных сортов кормовой кольраби, работа по созданию новых сортов кормовой капусты ведется в очень малом объеме [2, 18].

Исследованиями наших и зарубежных ученых убедительно доказана перспективность использования методов экспериментальной полиплоидии в селекции капустных [3, 4, 7, 8, 15, 16, 22, 28 и др.].

Для массового получения полиплоидных форм у различных разновидностей *Brassica oleracea* L. наиболее часто применяются колхицин и его производные, которыми обрабатывают семена, проростки или вегетирующие растения 1-го и 2-го годов жизни [9, 12—15, 21, 23, 29—31]. Анализ данных перечисленных работ не позволяет назвать наиболее эффективные способы воздействия мутагенов, их концентрации и экспозиции, поскольку авторы за редким исключением не считали необходимым проводить систематические наблюдения, ограничиваясь получением тетраплоидных форм при минимальном числе вариантов обработки, используемых на других видах растений, что не всегда оправдано.

Довольно противоречивы выводы о хозяйственно полезных свойствах полученных тетраплоидов [1, 10, 11, 15, 17, 19, 23—25, 27, 30—32].

Сведения о создании первого тетраплоидного сорта кормовой капусты Св. Тема мы встречаем лишь в одной работе [5].

Цель, задачи, условия и методика исследований, исходный материал

Главной целью наших исследований было создать методами полиплоидии более урожайные и высококачественные формы кормовой капусты и кольраби. В связи с этим решались следующие задачи:

1 — определить наиболее эффективные способы массового получения тетраплоидов и выделения их из колхицинированного материала;

2 — уточнить параметры анатомо-морфологических различий между ди-, три- и тетраплоидами для использования их в качестве косвенных признаков плоидности;

3 — выделить тетраплоидные формы и создать на их основе исходный материал, оценить его в сравнении с диплоидными аналогами по морфологии и утилитарным показателям.

Получение тетраплоидных форм проводили с 1967 по 1973 г., а изучение их и селекцию — с 1971 по 1981 г. на опытном поле учхоза имени Калинина Мичуринского района Тамбовской области на черноземных слабовыщелоченных среднесуглинистых почвах с pH 6—6,5. Метеорологические условия в годы исследований отличались разнообразием, что способствовало наиболее полному выявлению возможностей изучаемых сортов и форм.

Применяли следующие способы колхицинирования: первый — обработка водными растворами алкалоида (0,05; 0,1 %) проросших семян с корешками длиной 2—4 мм в течение 3 и 6 ч; второй — нанесение агаро-колхицинового желе на точки роста растений 1-го года вегетации трехкратно с суточными интервалами в фазах семядолей — начала появления настоящих листьев и 2-й пары листьев (концентрация колхицина 0,15 и 0,5 %, агара — 0,7 %). В контроле семена обрабатывали дистиллированной водой, сеянцы — агаровым желе без колхицина.

Размеры устьичного аппарата листьев определяли в зафиксированном и обезвоженном этиловым спиртом или уксусным алкогolem материале. Для анализа брали эпидермис с нижней стороны листа и окрашивали 5 % водным раствором I в KI. При использовании высечек из пожелтевших листьев эпидермис не снимали. Замеры длины и ширины устьиц, пылевых зерен, а также толщины однолетних листьев проводили с помощью микроскопа и микрометра. Для подсчета макропор на пыльце ее помещали на предметное стекло в каплю концентрированной серной кислоты. Хромосомы в метафазе митоза подсчитывали для

отбора начиная с С₁. Применяли временные препараты, окрашенные ацетоорсеином, из верхушек молодых этиолированных листочков или кончиков корешков пророщенных семян. Препараты просматривали под микроскопом МБИ-3 (увеличение 10×90, масляная иммерсия).

Сорта и формы размножали на изолированных площадках в посевах озимой ржи. Семенную продуктивность ди- и тетраплоидов оценивали по 20 растениям. Посевные качества семян определяли по ГОСТ 12038—66, 12040—66 и 12042—66. Посев проводили вручную семенами в ранневесенние сроки. Предшественник — ячмень. Обработка почвы традиционная для Черноземной зоны под ранние культуры. Густота стояния растений перед уборкой 66—70 тыс. на 1 га. Повторность 4-кратная, размещение вариантов рендомизированное, учетная площадь делянок 10—25 м². Уборка сплошная, ручную.

Не менее четырех раз за вегетацию у 15 растений измеряли высоту, диаметр стеблеплодов, длину черешков; подсчитывали число зеленых и отмерших листьев, опреде-

ляли длину и ширину листовых пластинок и по их размерам высчитывали площадь 1 листа и 1 растения. Перед уборкой в сырой массе стеблеплодов и листьев определяли содержание каротина ускоренным методом Мурри, сухих веществ — по общепринятой методике; азота в сухой массе — феноловым методом в модификации Кудярова; фосфора — по Курмису; калия и кальция — на пламенном фотометре; клетчатки — по Кишнеру и Ганеку; жира — по Рушковскому; золы — по общепринятой методике. Содержание хлорофилла измеряли, сравнивая его спиртовые экстракты из высечек, взятых на однолетних листьях, со стандартной шкалой Гетри при помощи фотоэлектроколориметра.

Результаты измерений обрабатывали статистически с использованием ЭВМ «Наири» [8].

В работе были использованы сорта кормовой капусты Мозговая зеленая вологодская (СССР) и Синий гигант (Голландия); кормовой кольраби Гигант (VA-60, ЧССР) и Голиаф синий (Голландия).

Результаты и их обсуждение

За годы исследований было высеяно 4760 семян кормовой капусты и кольраби, колхицинированных в фазе проростков, и высажено 690 сеянцев этих культур, обработанных колхицином в агаре. Отмечено, что корешки у проросших семян не должны превышать 2—4 мм; при большей длине затрудняется ручной посев и снижается всхожесть из-за травмирования при посеве.

Растения из обработанных колхицином семян выделялись утолщенными гипокотиллями, более крупными темно-зелеными семядолями, слабой корневой системой, значительная часть их погибала. Растения из обработанных семян обычно отставали в развитии от контрольных; кроме того, среди них наблюдалась заметная разница в сроках наступления фаз развития. У проростков, обработанных растворами колхицина более высоких концентраций при длительных экспозициях, значительно снижались полевая всхожесть (на 4,6—64,9% у кормовой капусты и на 12,4—42,4% у кормовой кольраби). При увеличении концентрации алкалоида и особенно времени обработки наблюдалась значительная гибель всходов (22,1—37,5% у кормовой капусты и 16,3—18,4% у кольраби); снижалось количество выживших растений. Проростки кормовой капусты оказались более чувствительными к воздействию повышенных концентраций колхицина и увеличению времени обработки.

При нанесении колхицина в агаре на верхушечные точки роста сеянцев наблюдалась деформация листьев, появившихся после обработки. Сохранность растений при этом способе обработки была очень высокая, по-видимому, вследствие того, что корневая система алкалоидом не повреждалась.

По деформациям подсемядольного колена, семядольных и настоящих листьев, обусловленным различными темпами роста разноплоидных тканей, нами выделялись измененные растения среди выживших. Основным критерием оценки различных вариантов обработки служило отношение числа таких растений к числу обработанных проростков или сеянцев.

Из табл. 1 следует, что пригодны оба способа обработки. Колхицинирование проросших семян, по нашему мнению, более целесообразно при достаточном количестве исходного материала, а сеянцев — при ограниченном. Варианты обработки проросших семян кормовой капусты 0,1% раствором алкалоида в течение 6 ч и сеянцев кормовой ка-

Эффективность различных способов колхицирования
(отношение числа выживших измененных растений к числу обработанных проростков, семян), 1967—1972 гг

Культура	Обработка проростков				Обработка семян	
	0,05 %, 3 ч	0,1 %, 3 ч	0,05 %, 6 ч	0,1 %, 6 ч	0,15 %, 2-я пара листьев	0,5 %, семядоли — начало появления настоящих листьев
Кормовая капуста	36,6	71,0	37,9	13,0	5,0	57,2
Кормовая кольраби	71,0	76,6	74,5	39,2	8,6	78,5

пусты и кольраби 0,15 % колхицином в агаре в фазе второй пары настоящих листьев не заслуживают внимания как малоэффективные.

Химерность растений с видимыми после обработки изменениями в S_0 определяет необходимость проведения дальнейших отборов по косвенным признакам плоидности. Анализ устьичного аппарата у тетраплоидных растений показал, что размеры устьиц и их число на единице площади листа существенно зависят от возраста и местоположения тканей, а число хлоропластов в замыкающих клетках является более стабильным показателем. Различия по перечисленным характеристикам ди-, три- и тетраплоидов 1-го и 2-го годов жизни в основном достоверны и могут быть использованы для предварительного отбора полиплоидных растений. Предпочтительнее отбор по числу хлоропластов в замыкающих клетках устьиц (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика устьичного аппарата ди-, три- и тетраплоидов
1-го и 2-го годов жизни ($n = 30$, увеличение 15×40), 1972 г.

Плоидность	1-й год жизни				2-й год жизни			
	Размеры устьиц, мкм		число устьиц в поле зрения микро-скопа, шт.	число хлоропластов в замыкающих клетках, шт.	Размеры устьиц, мкм		число устьиц в поле зрения микро-скопа, шт.	число хлоропластов в замыкающих клетках, шт.
	длина	ширина			длина	ширина		
Кормовая капуста								
2п	25,2	20,8	6,3	10,0	18,8	16,9	11,9	11,2
4п	31,8	23,5	4,2	18,2	31,6	22,7	4,4	20,4
3п	27,8	21,9	4,8	14,4	22,7	19,1	9,6	15,4
Существенность различий между:								
2п и 4п	×××	×××	×××	×××	×××	×××	×××	×××
2п и 3п	××	×	×××	×××	×××	××	××	×××
4п и 3п	×××	×××		×××	×××	×××	×××	×××
Кормовая кольраби								
2п	25,7	19,9	6,3	11,3	23,4	17,8	8,8	10,9
4п	29,3	22,6	4,2	19,1	31,7	22,1	5,4	21,3
3п	26,5	21,4	5,1	15,5	25,7	20,6	8,2	14,9
Существенность различий между:								
2п и 4п	×××	×××	×××	×××	×××	×××	×××	×××
2п и 3п				×××	×	×××		×××
4п и 3п	××		×	×××	×××	×	×××	×××

Примечание. Здесь и в табл. 3× — различия существенны на уровне значимости 5 %, ×× — 1 и ××× — 0,1 %. В остальных таблицах то же обозначено звездочками.

В начале цветения отбор полиплоидов продолжили по характеристикам пыльцевых зерен. Установлено, что выявленные различия мало зависят от размеров цветков и достоверно определяются плоидностью. Пыльца триплоидных растений отличалась меньшей выравненностью, чем ди- и тетраплоидных (табл. 3).

Таблица 3

Характеристика пыльцевых зерен ди-, три- и тетраплоидных растений (n = 50, увеличение 15×40), 1971 г.

Плоидность	Размеры пыльцевых зерен кормовой капусты, мкм			число микропор на экзине, шт.	Размеры пыльцевых зерен кормовой кольраби, мкм			число микропор на экзине, шт.
	в воде		в H ₂ SO ₄ , диаметр		в воде		в H ₂ SO ₄ , диаметр	
	длина	ширина			длина	ширина		
2n	34,5	25,3	22,3	3	35,4	25,7	21,2	3
4n	40,9	31,1	27,9	3—4	41,1	30,3	28,0	3—4
3n	32,7	26,9	24,0	3—4	39,1	32,3	24,6	3—4
Существенность различий между:								
2n и 4n	×××	×××	×××	—	×××	×××	×××	—
2n и 3n		×	××	—	×××	×××	×××	—
4n и 3n	×××	×××	×××	—	××	×××	×××	—

У семенного поколения, полученного после обработки, изучали такие показатели, как сбор семян с 1 растения, всхожесть, масса 1000 семян и выравненность, определяемая глазомерно. Всего было проверено 46 семей кормовой капусты и 106 — кормовой кольраби. Среди этого материала провели отбор семей с массой 1000 семян более 5 г и семей с невыравненными по размерам семенами. У кормовой капусты их выделили 24, у кольраби — 45 (табл. 4).

Таблица 4

Результаты отбора полиплоидных семей (шт.) в C₀ по массе 1000 семян и их выравненности, 1970 г.

Плоидность семян	Кормовая капуста Мозговая зеленая вологодская			Кормовая кольраби Гигант		
	по массе 1000 семян 5 г	по выравненности	по обоим показателям	по массе 1000 семян 5 г	по выравненности	по обоим показателям
Всего семей	12	12	22	22	23	37
В т. ч.:						
2n	4	0	4	6	2	7
2n, 3n	7	3	9	7	8	14
2n, 3n, 4n	1	7	7	8	12	14
3n, 4n	0	2	2	1	1	2

Подсчет числа хромосом в C₁ показал, что самые мелкие семена из невыравненных семей в основном диплоидные; среди них были также триплоидные, тетраплоидные отсутствовали. Это свидетельствует о необходимости удаления из анизоплоидных семей, представленных одновременно мелкими и крупными семенами, мелких семян до посева C₁, а также возможности предварительного отбора полиплоидов после получения первого семенного поколения по признакам семян.

Прямой подсчет числа хромосом в C₁ 1-го года жизни позволил выделить среди растений, отобранных по косвенным признакам плоидности, у кормовой капусты 50 % тетраплоидов, а у кормовой кольраби — 44. Таким образом были получены тетраплоидные формы от 2 сортов кормовой капусты и 2 сортов кольраби.

Анализируя S_0 кольраби 2-го года жизни, мы обнаружили заметное увеличение в нем числа фасцированных растений, обусловленное, по-видимому, действием колхицина. Среди тетраплоидов и химер тетраплоидного типа они составляли 7,8 %, а среди диплоидов — 2,3 %. Поскольку многие фасцианты отличались компактной формой куста, более дружным цветением и созреванием, была предпринята попытка выяснить возможность наследования этого явления. Во втором семенном поколении диплоидных фасциантов обнаружено 20 % фасцированных растений, а в контроле — только 0,6 %. Учитывая, что семенная продуктивность и урожайность стеблеплодов таких форм оказались на уровне контрольного сорта Гигант, фасциации, индуцированные воздействием колхицина, могут представлять интерес для селекционеров, занимающихся выделением форм, пригодных для семеноводства.

Фаза полных всходов в годы испытания наступала у кормовой капусты и кольраби независимо от пloidности через 6—12 дней после посева. До появления 4—6 настоящих листьев тетраплоидные формы этих культур были мощнее, что проявлялось в увеличенной сырой массе растений и объясняется, по нашему мнению, стартовым эффектом, связанным с большими размерами тетраплоидных семян. Начиная с фазы всходов тетраплоиды отличались от диплоидов крупными и утолщенными семядолями, их настоящие листья тоже имели утолщенные пластинки. Жилки первого порядка на них отклонялись под большим углом от центральной, чем на диплоидных листьях. С толщиной листовых пластинок связана в основном и темно-зеленая окраска тетраплоидных листьев, поскольку содержание хлорофилла, которое приходится на единицу листовой поверхности, у них выше (табл. 5).

Таблица 5

Содержание хлорофилла в листьях ди- и тетраплоидов 1-го года жизни (5-й лист), 1973 г.

Объект изучения	Кормовая капуста Мозговая зеленая вологодская		Кормовая кольраби Гигант	
	2п	4п	2п	4п
В сырой массе, %	0,42	0,47	0,49	0,48
В сухой массе, %	3,85	4,12	3,92	3,53
На 1 см ² листа, мг	0,16	0,19	0,18	0,19

Кроме того, тетраплоиды кормовой капусты содержали больше хлорофилла в сырой массе листьев.

Черешки листьев у тетраплоидов капусты и кольраби были длиннее и толще, чем у диплоидных аналогов, а диаметр их стеблеплодов, наоборот, меньше. Высота растений кормовой капусты также уменьшалась из-за укорачивания стеблеплодов, а кольраби — увеличивалась за счет большей длины черешков.

Полиплоидия привела к изменению формы листовых пластинок, в основном к увеличению их ширины, что определило возрастание площади отдельных листьев. Первые настоящие листья у ди- и тетраплоидов образуются через равные промежутки времени, а появление следующих у тетраплоидов замедляется. В 1971—1973 гг. на образование 10 листьев со времени посева у них уходило на 5—10 дней больше, чем у диплоидов. Всего за вегетацию диплоидные растения образуют больше листьев, но они менее долговечны (табл. 6).

Увеличение площади отдельных листьев тетраплоидов капусты и кольраби не компенсировало уменьшения их числа на растениях. В связи с этим по общей площади листьев тетраплоиды уступали диплоидам (табл. 7). В засушливых условиях вегетационного периода 1972 г. у тетраплоидов кормовой капусты была меньше не только листовая поверхность одного растения, но и площадь одного листа, что

Число листьев (шт./растение) у ди- и тетраплоидов за вегетацию, 1971—1973 гг.

Год	Кормовая капуста Мозговая зеленая вологодская		Кормовая кольраби Гигант	
	2п	4п	2п	4п
1971	21,4	17,5	24,3	17,8
	<u>9,3</u>	<u>6,6</u>	<u>9,5</u>	<u>7,5</u>
1972	20,4	15,6	22,9	14,7
	<u>6,5</u>	<u>4,7</u>	<u>6,3</u>	<u>4,9</u>
1973	27,4	17,1	32,6	22,4
	<u>12,2</u>	<u>7,6</u>	<u>11,2</u>	<u>7,9</u>

Примечания. 1. В числителе — образовалось всего за вегетацию; в знаменателе — отмерших. 2. Различия между 2п и 4п существенны во всех случаях на 1 % уровне значимости.

свидетельствует о более слабой засухоустойчивости этой формы по сравнению с ее диплоидным аналогом и тетраплоидной кольраби.

Тетраплоидные формы кормовой капусты и кольраби, не подвергавшиеся отборам на повышение урожайности сырой и сухой массы, в большинстве случаев существенно уступали исходным сортам по этим показателям, но различия по сырой и сухой массе листьев были менее значительными (табл. 8). Следовательно, основная разница в урожайности ди- и тетраплоидов создавалась за счет стеблеплодов, которые у последних уменьшились по диаметру и высоте. Что же касается листьев, то снижение их числа у тетраплоидных форм компенсировалось большими размерами черешков, листовых пластинок, толщиной и долговечностью.

В селекционном плане для тетраплоидной кормовой капусты следует считать перспективными отборы по числу листьев и длине стеблеплодов. Представляет интерес и отбор на повышенное содержание сухих веществ, поскольку по этому показателю обнаружались сортовые

различия, связанные, по нашему мнению, в значительной мере со случайным характером отбора при формировании тетраплоидных популяций в S_0 .

По содержанию сырого протеина перед уборкой в листьях и стеблеплодах тетраплоидные растения кормовой капусты. Мозговая зеленая вологодская уступали диплоидным, по сорту Синий гигант в большинстве случаев наблюдалась обратная картина (табл. 9). У кормовой кольраби Гигант больше азотистых веществ было у тетраплоидной формы и меньше — у исходного сорта, а у сорта Голиаф синий в содержании сырого протеина отмечены значительные колебания по годам, что свидетельствует о зависимости этого показателя не только от плоидности, разновидности и сорта, но и от условий вегетации. Различия в содержании жира, клетчатки, золы и БЭВ, как и сырого протеина, тоже были неоднозначными. По содержанию зольных элементов ди- и тетраплоиды различались незначительно (на 0,1—0,2 %). В листьях тетраплоид-

Таблица 7

Максимальная площадь листьев (см^2 в среднем на 1 растение при $n = 20$) 1 растения (числитель) и 1 листа (знаменатель) ди- и тетраплоидов, 1971—1973 гг.

Год	Кормовая капуста Мозговая зеленая вологодская		Кормовая кольраби Гигант	
	2п	4п	2п	4п
1971	3301	2624	3145	2497
	<u>280</u>	<u>292</u>	<u>204</u>	<u>242</u>
1972	3478	2083	2288	2143
	<u>270</u>	<u>197</u>	<u>151</u>	<u>219</u>
1973	7664	5380	5916	5163
	<u>467</u>	<u>566</u>	<u>330</u>	<u>425</u>

Продуктивность ди- и тетраплоидных растений, 1971—1973, 1975—1981 гг.

Пок азатель	Кормовая капуста				Кормовая кольраби			
	Мозговая зеленая вологодская		Синий гигант		Гигант		Голиаф синий	
	2п	4п	2п	4п	2п	4п	2п	4п
Сырая масса, ц/га	796	646*	452	438	925	796	620	516*
Сухая масса, ц/га	93,7	75,5*	74,8	64,8*	90,8	83,7*	67,8	61,7*
Содержание сухих веществ	11,8	11,8	16,5	14,8	9,8	10,5	10,9	12,0
Облиственность, %	35,8	40,6	32,7	31,7	23,4	28,0	29,7	33,1

Примечание. Синий гигант и Голиаф синий в среднем за 1975—1981 гг.

дов было несколько больше фосфора, в стеблеплодах — калия, в отдельных случаях растения этих форм были богаче кальцием.

В стеблеплодах тетраплоидной кормовой капусты и кольраби, по нашим данным, содержалось аскорбиновой кислоты на 11—13 мг%, а каротина в листьях — на 0,32—0,56 мг% больше, чем в аналогичных органах диплоидов.

Полнплоидия привела к существенному увеличению высоты семенных растений кормовой капусты и кольраби, уменьшению их ветвистости, числа плодов на растениях и семян в стручках. Большие размеры и масса 1000 семян тетраплоидов не компенсировали недоборы урожая семян, обусловленные снижением ряда основных показателей (табл. 10, 11).

Снижение у тетраплоидных семян энергии, всхожести и силы начального роста, выраженной в процентах, надо рассматривать как влияние полиплоидии и стараться изменить селекционным путем. Сила начального роста, выраженная массой 100 проростков, у тетраплоидов больше, поскольку их семена крупнее и, видимо, содержат больше питательных веществ.

С целью выяснения возможностей селекции в тетраплоидных популяциях мы провели трехкратный массовый улучшенный отбор на 1-м и 2-м годах жизни начиная с S_3 у кормовой капусты сорта Мозговая зеленая вологодская по таким признакам, как длина стеблеплода, число листьев, их размеры, содержание сухих веществ и семенная продуктивность. Результаты испытания 1979—1981 гг. свидетельствуют о том, что «сырые» тетраплоиды являются ценным исходным материалом (табл. 12).

Селекция обеспечила повышение сырой массы у растений 1-го года жизни в среднем за 3 года по сравнению с S_6 тетраплоидной популяции, не подвергавшейся отборам, и растениями исходного сорта соответственно на 161 и 66 ц/га, сухой массы — на 23,1 и 14,7 ц/га. Увеличение сборов сухой массы было связано с возрастанием массы листьев, стеблеплодов и повышением содержания сухого вещества в стеблеплодах. В то же время семенная продуктивность изменилась не так значительно. Для ее увеличения, видимо, необходимы более длительное время и использование других методов.

Заключение

Для массового получения тетраплоидных форм кормовой капусты и кольраби целесообразно при недостатке исходного материала применять трехкратную с суточными интервалами обработку верхушечных точек роста растений 1-го года жизни в фазе семядолей — начала появления настоящих листьев 0,5 % раствором колхицина в агаре (0,7 %). При достаточном количестве семян эффективен способ, при котором их замачивают после проращивания (длина корешков 2—

Химический состав сухого вещества (% к абсолютно сухой массе) стеблеплодов (числитель) и листьев (знаменатель) ди- и тетраплоидных растений

Год, форма	Сырой протеин	Жир	Клетчатка	БЭВ	Зола	P	K	Ca
Кормовая капуста Мозговая зеленая вологодская								
1971								
2п	$\frac{9,1}{18,0}$	$\frac{2,0}{5,5}$	$\frac{15,1}{14,6}$	$\frac{64,3}{48,9}$	$\frac{9,5}{13,0}$	$\frac{0,6}{0,4}$	$\frac{2,2}{1,1}$	$\frac{0,3}{1,7}$
4п	$\frac{7,7}{15,3}$	$\frac{2,4}{5,8}$	$\frac{14,4}{12,2}$	$\frac{66,0}{54,3}$	$\frac{9,5}{12,4}$	$\frac{0,6}{0,5}$	$\frac{2,2}{1,0}$	$\frac{0,4}{1,9}$
1972								
2п	$\frac{8,8}{16,1}$	$\frac{2,4}{8,5}$	$\frac{21,2}{15,5}$	$\frac{48,3}{37,3}$	$\frac{10,5}{13,0}$	$\frac{0,7}{0,5}$	$\frac{2,2}{1,6}$	$\frac{0,4}{2,1}$
4п	$\frac{6,7}{14,8}$	$\frac{2,2}{7,0}$	$\frac{18,2}{15,0}$	$\frac{6,66}{50,8}$	$\frac{9,3}{12,4}$	$\frac{0,7}{0,6}$	$\frac{2,4}{1,2}$	$\frac{0,3}{2,0}$
Кормовая кольраби Гигант								
1971								
2п	$\frac{9,6}{10,8}$	$\frac{1,8}{5,3}$	$\frac{12,0}{12,4}$	$\frac{69,6}{58,5}$	$\frac{7,0}{13,0}$	$\frac{0,6}{0,3}$	$\frac{1,8}{1,4}$	$\frac{0,3}{1,8}$
4п	$\frac{12,3}{11,6}$	$\frac{11,7}{4,5}$	$\frac{12,1}{13,5}$	$\frac{66,8}{57,9}$	$\frac{7,1}{12,5}$	$\frac{0,7}{0,5}$	$\frac{2,0}{1,5}$	$\frac{0,5}{2,1}$
1972								
2п	$\frac{13,4}{9,4}$	$\frac{3,4}{6,0}$	$\frac{18,7}{15,3}$	$\frac{56,4}{57,2}$	$\frac{8,1}{12,1}$	$\frac{0,6}{0,3}$	$\frac{2,8}{1,0}$	$\frac{0,5}{2,3}$
4п	$\frac{14,1}{10,1}$	$\frac{2,5}{6,1}$	$\frac{22,0}{17,2}$	$\frac{53,0}{54,1}$	$\frac{8,4}{12,5}$	$\frac{0,7}{0,5}$	$\frac{2,9}{1,2}$	$\frac{0,6}{2,4}$
Кормовая капуста Синий гигант								
1975								
2п	$\frac{5,7}{11,5}$	$\frac{2,5}{6,8}$	$\frac{25,3}{18,9}$	$\frac{59,7}{51,8}$	$\frac{6,8}{11,0}$	$\frac{0,8}{0,4}$	$\frac{3,3}{2,9}$	$\frac{1,1}{1,7}$
4п	$\frac{6,5}{15,7}$	$\frac{0,8}{3,0}$	$\frac{26,8}{16,7}$	$\frac{57,8}{52,9}$	$\frac{8,1}{11,7}$	$\frac{0,8}{0,4}$	$\frac{4,4}{2,9}$	$\frac{1,1}{1,7}$
1976								
2п	$\frac{9,2}{9,8}$	$\frac{7,2}{5,6}$	$\frac{24,2}{20,0}$	$\frac{50,2}{52,7}$	$\frac{9,2}{12,4}$	$\frac{0,9}{0,7}$	$\frac{1,6}{2,9}$	$\frac{1,0}{3,0}$
4п	$\frac{10,5}{8,1}$	$\frac{4,9}{5,7}$	$\frac{21,1}{29,0}$	$\frac{54,9}{44,6}$	$\frac{8,6}{12,6}$	$\frac{0,9}{0,8}$	$\frac{2,2}{2,5}$	$\frac{1,0}{3,0}$
Кормовая кольраби Голиаф синий								
1975								
2п	$\frac{16,5}{17,8}$	$\frac{2,6}{3,8}$	$\frac{18,1}{22,9}$	$\frac{54,1}{43,2}$	$\frac{8,7}{12,3}$	$\frac{1,0}{0,6}$	$\frac{2,0}{2,0}$	$\frac{0,6}{1,6}$
4п	$\frac{14,5}{25,5}$	$\frac{2,6}{4,4}$	$\frac{18,3}{24,0}$	$\frac{55,4}{31,5}$	$\frac{9,2}{12,3}$	$\frac{1,0}{0,7}$	$\frac{2,2}{1,8}$	$\frac{0,6}{1,6}$
1976								
2п	$\frac{13,1}{10,5}$	$\frac{6,5}{7,9}$	$\frac{17,6}{18,5}$	$\frac{53,0}{50,6}$	$\frac{9,8}{12,5}$	$\frac{1,0}{0,5}$	$\frac{2,5}{2,2}$	$\frac{0,7}{3,0}$
4п	$\frac{12,4}{8,8}$	$\frac{3,5}{6,5}$	$\frac{19,5}{25,8}$	$\frac{50,6}{44,8}$	$\frac{14,1}{14,1}$	$\frac{0,9}{0,7}$	$\frac{2,5}{2,4}$	$\frac{0,7}{3,0}$

4 мм) в водном растворе колхицина при концентрации препарата 0,05 % и экспозиции 3—6 ч или соответственно 0,1 % и 3 ч. Более устойчивые к колхицину проростки кормовой кольраби можно обрабатывать также, применяя алкалоид в концентрации 0,1 % в течение 6 ч. Выделение тетраплоидов из колхицинированного материала в ранних поколениях следует проводить по комплексу косвенных анатомо-мор-

Таблица 10

Высота и характер ветвления ди- и тетраплоидных растений (n = 20), 1972 г.

Показатель	Кормовая капуста Мозговая зеленая вологодская		Кормовая кольраби Гигант	
	2n	4n	2n	4n
Высота, см	54,0	98,6***	83,6	107,2***
Число боковых побегов, шт.:				
1-го порядка	11,7	8,7**	16,6	11,8**
2-го »	16,3	5,0***	34,4	3,4***
3-го »	0,8	0,0***	1,0	0,0***

Таблица 11

Характеристика семенной продуктивности ди- и тетраплоидов (n = 20), 1972 г.

Показатель	Кормовая капуста Мозговая зеленая вологодская		Кормовая кольраби Гигант	
	2n	4n	2n	4n
Число стручков на растении, шт.	248,3	173,9***	427,6	231,4***
Длина стручка, см	7,2	6,1*	7,0	6,8*
Число семян в стручке, шт.	20,0	9,5***	14,2	8,5**
Сбор семян с 1 растения; шт.	4966	1649***	6064	1976**
г	14,9	11,5*	18,2	11,9**

Таблица 12

Результаты отбора из тетраплоидной популяции кормовой капусты сорта Мозговая зеленая вологодская, 1979—1981 гг.

Форма, поколение	Сырая масса, ц/га	Сухая масса, ц/га	Облиственность, %	Содержание сухих веществ, %	
				в листьях	в стеблеплодах
1979 г.					
2n (st ₁)	723	95,9	31,7	14,7	12,6
C ₆ -4n (st ₂)	618	64,6	35,4	11,3	10,0
Отбор из C ₃ -4n	611	86,4	36,5	13,8	14,3
НСР ₀₅	40,3	6,0	—	—	—
1980 г.					
2n	803	82,6	35,2	11,0	9,9
C ₆ -4n	680	71,9	38,0	11,0	10,3
Отбор из C ₃ -4n	974	109,4	40,0	11,2	11,6
НСР ₀₅	39,4	4,2	—	—	—
1981 г.					
2n	594	56,4	39,7	9,6	10,8
C ₆ -4n	535	73,7	44,1	12,0	11,1
Отбор C ₃ -4n	731	82,0	41,7	11,9	12,2
НСР ₀₅	39,2	4,9	—	—	—
В среднем за 1979—1981 гг.					
2n	706	78,5	35,3	11,7	10,8
C ₆ -4n	611	70,1	38,8	12,0	11,1
Отбор из C ₃ -4n	772	93,2	39,3	11,9	12,2

фологических признаков плоидности: форме и толщине первых листьев, числу хлоропластов в замыкающих клетках устьиц, размерам пыльцевых зерен и числу микропор на их экзине. В первом после обработки колхицином семенном поколении (C_0) для предварительного отбора можно применять такие показатели, как масса 1000 семян и их выравненность, определяемая глазомерно.

Экспериментально полученные тетраплоидные формы кормовой капусты и кольраби следует рассматривать как исходный материал, обладающий отдельными положительными признаками. Для того чтобы добиться повышения продуктивности этих форм, следует применять другие методы селекции и в первую очередь — отбор по комплексу морфологических и хозяйственно-полезных признаков начиная с ранних поколений (C_3).

ЛИТЕРАТУРА

1. Бондарь Л. М. Влияние плоидности на развитие цветка и функцию нектарника редиса и капусты. — Сб. науч. тр. НИИ биологии и биофизики при Томском ун-те им. Куйбышева, 1972, т. 2, с. 149—153.
2. Боос Г. В. Кормовая капуста, Л.: Колос, 1979.
3. Вавилов П. П., Балышев Л. Н., Корябки Н. А., Балышева Г. А. Сравнение ди-, три- и тетраплоидных форм редьки масличной по продуктивности и некоторым показателям качества урожая. — Изв. ТСХА, 1978, вып. 3, с. 80—88.
4. Вълкова З. Сравнительная стопанска характеристика на диплоидни и полиплоидни репички. — Генетика, селекция, 1971, № 4, с. 257—265.
5. Гроссман Л. Г. Селекционная работа Сваляфского семеноводческого общества в 1971—1980 гг. — Сельск. хоз-во за рубежом, 1971, № 5, с. 28—32.
6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979.
7. Лутков А. Н., Раджабли Е. П. Основные направления использования полиплоидии в селекции. — С.-х. биология, 1968, № 2, т. 3, с. 163—175.
8. Окерберг Э. Использование гетерозиса в растениеводстве скандинавских стран. — В сб.: Гетерозис. Теория и практика. Л., Колос, 1968, с. 115—127.
9. Приходько Н. И. Экспериментальное получение тетраплоидов у капусты и моркови. — Сб. тр. аспирантов и молодых науч. сотрудников. Л.: ВНИИ растениеводства, 1969, с. 414—419.
10. Приходько Н. И. Некоторые особенности тетраплоидной кочанной капусты. — Бюл. ВНИИ растениеводства, 1970, вып. 15, с. 34—37.
11. Приходько Н. И. Семенная продуктивность автотетраплоидов капусты и моркови. — Бюл. ВНИИ растениеводства, вып. 27, 1972, с. 32—35.
12. Приходько Н. И. Эффект полиплоидии у капусты и моркови. — Автореф. канд. дис. Л., 1973.
13. Рудь В. Д. Экспериментальная полиплоидия в селекции овощных культур. — Картофель и овощи, № 9, 1967, с. 26—28.
14. Рудь В. Д. Удвоение хромосомного комплекса у представителей Brassica — Цитология и генетика, 1969, т. 3, № 2, с. 142—146.
15. Рудь В. Д. Экспериментальная полиплоидия растений из родов Brassica L. и Raphanus L. — Автореф. канд. дис. Новосибирск, 1973.
16. Рудь В. Д. Зависимость изменчивости морфологических признаков и показателей продуктивности реципрокных гибридов капусты Brassica capitata Litz. × Brassica subspontanea Litz. от числа геномов и направления скрещивания. — IV Всесоюз. совещ. по полиплоидии, Киев: Наукова думка, 1975, с. 102—103.
17. Рудь В. Д., Хапунова Н. Ф., Быковская Ю. Ф. Анатомо-морфологические особенности тетраплоидной и триплоидной кочанной капусты. — Изв. Сиб. отд. АН СССР, сер. биол. наук. Новосибирск: Наука, 1969, вып. 2, № 10, с. 82—88.
18. Русанов Б. Г. Кольраби — высокоурожайная кормовая культура. М.: Россельхозиздат, 1966.
19. Щавинская С. А. Тетраплоидная капуста, полученная путем регенерации. — Тр. по прикл. бот., ген. и сел.; сер. 2, 1937, № 7, с. 13—36.
20. Bagg C. G., Newcomer E. N. — J. of Agric. Research, 1943, vol. 67, N 8, p. 329—335.
21. Blakeslee A. F., Avery A. G. — The J. of Heredity, 1937, vol. 28, N 12, p. 393—411.
22. Fabig F. — Der Züchter, 1963, Bd 33, N 2, S. 78—81.
23. Frydrych J. — Bul. Vyzkumm. Ustav. Zelinar., Olomouc, 1959, N 3, S. 17—23.
24. Frydrych J. — Vědecke práce Vyzkumního ustavu Zelinářského v Olomouci, 1967, N 4, S. 69—75.
25. Frydrych J. — Genetica a šlechtění, N 4, 1968, S. 63—68.
26. Frydrych J. — Vyzkumn. ustav zelinar., Olomouc, 1970—1971, N 14/15, S. 51—59.
27. Howard H. — Genetiks, 1939, vol. 38, p. 325—340.
28. Josefsson A. — Sveriges utsädesförenings Tidskrift Agr., 1958, N 1—2, p. 45—51.
29. Kaźubowska-Mazkiewicz H. — Genetica polonica, 1961, N 2, S. 39—151.
30. Kuźdowicz A., Bardzinski S. — Biul. IHAR, 1966, N 3—4, s. 41—45.
31. Newcomer E. N. — Amer. Naturalist., 1941, 75, p. 620.
32. Schwanitz F. — Züchter, Bd 21, 1951, S. 30—36.

Статья поступила 28 июля 1983 г.

SUMMARY

Investigations were carried out in 1967—1981 on the experimental field of the Kalinin training farm, Michurinsky district, Tambov Region. Methods of commercial production of tetraploids of collard and kohlrabi and obtaining them from colchicized

material were determined more precisely tetraploids of two collard and two kohlrabi varieties were obtained; their morphological and economic characteristics were studied. Starting from S_3 a three-fold mass selection according to economically valuable characteristics was carried out, allowing to obtain tetraploid population of collard variety Volgodskaya Mozgovaya Green with higher yielding capacity.