

СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР

Известия ТСХА, выпуск 3, 1983 год

УДК 633.16:631.528.2

ПОЛУЧЕНИЕ И ХОЗЯЙСТВЕННО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕТРАПЛОИДНЫХ ФОРМ ЯЧМЕНЯ

Н. А. КОРЯБИН

(Кафедра генетики, селекции и семеноводства полевых культур)

Полиплоидизация редко применяется в селекции ячменя, хотя у него небольшое число хромосом ($2n=14$), и, следовательно, по этому показателю он отвечает требованиям к объектам полиплоидизации [11].

Среди диких ячменей есть тетраплоидные и гексаплоидные виды, обладающие уникальными хозяйственно-ценными признаками [5].

Исследователи, получавшие аутотетраплоиды ячменя, наблюдали снижение фертильности и урожайности [3, 4, 6—9, 12]. Многие авторы считают возможным повысить фертильность в старших поколениях [6, 7, 10].

Среди положительных качеств тетраплоидов ячменя отмечается повышенное содержание белка и лизина, устойчивость к полеганию [6, 12].

Получение тетраплоидов ячменя затруднено из-за отрицательной реакции ячменя на полиплоидизацию (указанные выше авторы, работавшие в основном с разновидностями *lutans* и *medicum*, получали единичные тетраплоидные растения). К тому же до сих пор не разработаны методики создания тетраплоидов и их выделения по косвенным признакам, особенно в S_0 .

Целью наших исследований являлось уточнить методы получения тетраплоидов ячменя с помощью колхицина и методику отбора тетраплоидов по косвенным признакам, а также изучить полученные тетраплоиды по ряду хозяйственно-биологических признаков в сравнении с исходными формами.

Программа и методика исследований

Получение тетраплоидов начато в 1979 г. на селекционно-генетической станции им. П. И. Лисицына. Были использованы следующие разновидности ячменя: *lutans* (сорта Московский 121, Вальтички, Надя, Эльгина, Мами, Луч, Кристалл 71, КМ 1192, Винницкий 7, Нуганс 244), *persicum* (сорт Персикум 64), *nudum* (сорта Нудум 155, Голозерный мутант), *pallidum* (сорта Паллидум 43, Полярный 14, Белогорский), *erectum* (сорт Комбайнер), *medicum* (сорт Медикум 46), *nigrinudum*, *abyssinicum*, *coeleste*, *trifurcatum*, *horsfordianum* (образцы кафедры генетики, селекции и семеноводства полевых культур).

Для установления оптимальных вариантов обработки колхицином проросшие семена сортов Московский 121, Полярный 14, Нудум 155 замачивали в 0,05 % растворе колхицина в течение 12, 24, 36 и 48 ч; в 0,1 % растворе — 6 и 12 ч при температуре $20^{\circ} \pm 2^{\circ}$. Поскольку корешки ячменя весьма чувствительны к воздействию колхицина [1, 4], семена раскладывали вверх корешками в отверстия диска (из органического стекла), помещенного в чашку Петри, в ко-

торую затем наливали раствор колхицина. В дальнейшем корешки растут вниз, и многие попадают в колхицин. В каждом варианте обрабатывали по 200 семян, высевали их в теплице.

Сухие семена сортов Белогорский и Винницкий 7 замачивали в 0,05 и 0,1 % растворах колхицина в течение 12, 24 и 48 ч, промывали 0,5 ч в воде и высевали в теплице по 100 семян в каждом варианте.

У 10 сортов ячменя 0,5 % раствор колхицина наносили с помощью медицинского шприца на точки роста сеянцев (по 100 шт. каждого сорта). Семена заделывали на глубину 0,5 см и при появлении всходов 5-кратно с интервалом через сутки делали уколы колхицина в основание coleoptilya. За колхицинированным материалом проводили фенологические наблюдения.

Для получения тетраплоидов других изучавшихся в опыте сортов и разновидностей мы замачивали проросшие семена в 0,05 % растворе колхицина в течение 1 сут.

В 1979—1982 гг. обрабатывали приемы выделения тетраплоидов по косвенным признакам плоидности: размеру пылевых

зерен, характеристикам устьичного аппарата, морфологическим изменениям колоса.

Пыльцевые зерна помещали в воду или концентрированную серную кислоту и рассматривали с помощью микроскопа, оборудованного окуляр-микрометром.

Для изучения устьиц кусочки желтых листьев фиксировали в уксусном спирте, окрашивали 5% I в KI и просматривали под микроскопом в капле 45% уксусной кислоты нижней стороной листа.

Тетраплоиды (C₂—C₄) испытывали в 1980—1982 гг. на опытном поле Селекционно-генетической станции. Почвы дерново-подзолистые суглинистые, pH 6—6,5. 1980 и 1982 годы характеризовались обильем осадков, 1981 год был засушливым и жарким. В 1980 г. посев произведен по схеме 5×30 см, а в 1981 и 1982 гг. — 5×15 см (ширина деланки 1 м).

Продуктивность, кустистость, высоту растений и озерненность определяли на 50 растениях, взятых подряд.

Результаты и их обсуждение

При замачивании проросших семян в колхицине тетраплоидные колосья ячменя были обнаружены только при применении 0,05% раствора колхицина в течение 1—1,5 сут. При экспозиции 1 сут выделено наибольшее количество тетраплоидов: 9 шт. у сорта Нудум 155, 7 шт. — у Московского 121 и 6 шт. у Полярного 14.

Обработка сухих семян дала худшие результаты. Одно тетраплоидное растение сорта Белогорский получено при использовании 0,05% раствора колхицина в течение 2 сут, два тетраплоидных растения — у сорта Винницкий 7 при обработке 0,1% раствором колхицина и экспозиции 12 ч, одно — при той же концентрации и экспозиции 24 ч.

При нанесении колхицина на точки роста с помощью медицинского шприца не было получено ни одного тетраплоида. Данный метод чрезвычайно трудоемок, связан с большим расходом колхицина.

У некоторых сортов и форм ячменя тетраплоиды образуются не легко, например у крупносемянных и позднеспелых форм. Мы получили по одному тетраплоидному растению у сортов Луч и КМ 1192, но в C₂ они не выколосились и погибли. Трудно получить тетраплоиды у сортов Эльгина, Абава, Нутанс 244, Викинг.

Отбирали тетраплоиды в C₀ вначале по изменениям первого настоящего листа (он деформирован), а в фазы колошение — цветение —

Таблица 1

Диаметр пыльцевых зерен (мкм) диплоидов (числитель) и тетраплоидов (знаменатель) ячменя

Разновидность (сорт)	1980 г., C ₂		1981 г., C ₂		1982 г., C ₄	
	$\bar{x} \pm s_x$	t _{факт}	$\bar{x} \pm s_x$	t _{факт}	$\bar{x} \pm s_x$	t _{факт}
Nutans (Московский 121)	55,2±0,73	1,6	54,2±0,69	2,1	47,7±1,54	7,5
	58,8±2,15		56,8±1,03		52,9±0,56	
Medicum (Медикум 46)	55,1±0,65	12,8	52,7±0,43	2,8	41,7±0,81	2,3
	64,9±0,43		55,6±0,30		46,4±1,84	
Nudum (Нудум 155)	48,9±0,82	3,6	43,4±0,32	5,5	45,8±0,73	3,9
	53,0±0,75		49,2±0,38		53,1±1,29	
Erectum (Комбайнер)	56,9±0,65	1,9	58,1±1,03	1,6	57,8±0,72	1,8
	58,8±0,20		60,7±1,16		59,6±0,91	
Nigrinudum	57,8±0,62	1,1	56,9±1,15	2,3	43,4±0,65	1,1
	58,9±0,86		61,7±1,67		44,3±0,52	
Abyssinicum	50,0±0,72	0,5	59,2±0,73	1,1	42,4±0,50	7,1
	55,4±0,90		60,3±0,64		51,3±0,99	
Pallidum (Полярный 14)	54,7±0,89	6,6	47,9±0,59	2,2	41,3±0,34	12,9
	62,6±0,77		49,6±0,31		45,7±0,52	
Coelestie	53,1±0,86	0,8	54,7±0,90	2,2	46,1±1,33	1,5
	54,0±0,73		58,5±1,46		47,7±0,38	

Примечание. При измерении 100 пыльцевых зерен t₀₅ 2,1, t₀₁ 2,6, t₀₀₁ 3,4.

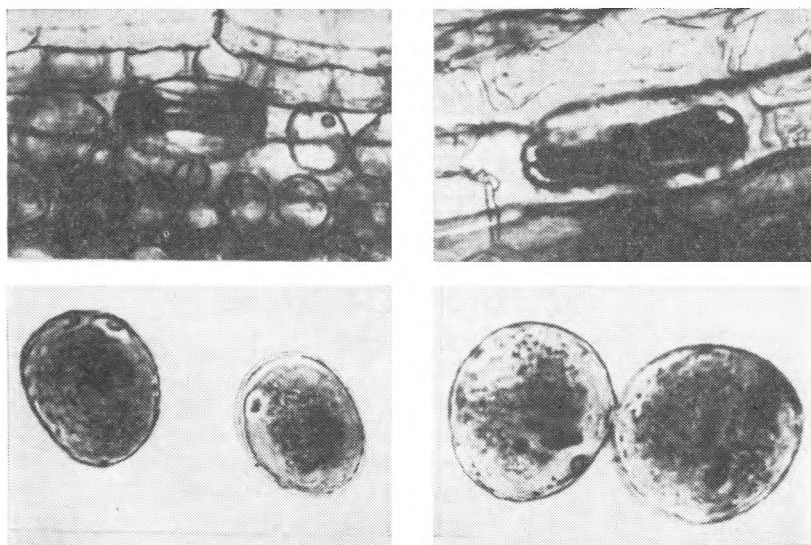


Рис. 1. Хлоропласты (вверху) и пыльцевые зерна, окрашенные уксусно-кислым кармином, диплоидов (слева) и тетраплоидов ячменя.

по морфологическим изменениям колоса и цветка. Колос у тетраплоидов более рыхлый, с крупными колосками, лучше развитыми пыльниками, крупной пылью.

Отбор тетраплоидов по размеру пыльцевых зерен без учета комплекса признаков будет неточен, так как диплоиды по этому показателю часто близки к тетраплоидам (табл. 1, рис. 1). У тетраплоидов разновидностей *medicum*, *nudum* и *pallidum* диаметр пыльцы был достоверно больше, чем у исходных форм, у остальных разновидностей отмечалась тенденция к увеличению размера диплоидной пыльцы по

Т а б л и ц а 2

Размер устьиц (мкм) диплоидов (числитель) и тетраплоидов (знаменатель) ячменя (N=100)

Разновидность (сорт)	Длина			Ширина		
	C ₂	C ₃	C ₄	C ₂	C ₃	C ₄
Nutans (Московский 121)	59,7±0,5	59,1±0,9	53,7±0,5	12,8±0,1	10,4±0,3	11,6±0,3
	72,9±0,9	74,4±0,7	63,3±0,6	13,9±0,1	14,5±0,2	15,3±0,2
Medicum (Медикум 46)	54,1±0,7	54,5±0,6	52,2±0,3	12,7±0,1	10,1±0,3	11,5±0,2
	80,1±0,9	74,1±0,6	75,5±0,7	13,9±0,1	14,3±0,2	14,2±0,2
Nudum (Нудум 155)	63,2±0,7	58,2±0,4	64,4±0,6	13,0±0,1	26,6±0,2	14,5±0,1
	77,4±0,7	80,3±0,6	75,8±1,0	15,7±0,1	36,3±0,5	17,2±0,3
Erectum (Комбайнер)	58,1±0,5	54,8±0,6	56,5±0,3	12,8±0,1	10,8±0,3	9,6±0,2
	80,3±0,8	80,9±0,5	61,9±0,5	14,6±0,2	34,3±0,4	12,9±0,3
Nigrinum	65,3±0,6	57,9±0,5	49,8±0,6	13,1±0,1	25,4±0,3	13,6±0,3
	80,2±0,7	85,3±0,5	81,3±0,9	15,4±0,2	35,7±0,2	17,7±0,2
Abyssinicum	61,2±0,6	60,4±0,3	62,4±0,5	11,8±0,2	25,5±0,3	10,7±0,3
	85,9±0,9	80,4±0,7	79,6±0,6	13,4±0,1	36,8±0,5	15,5±0,1
Pallidum (Полярный 14)	56,9±0,8	60,6±0,6	61,3±0,6	12,8±0,1	32,3±0,3	12,1±0,3
	65,9±1,0	85,1±0,5	78,1±0,7	13,5±0,1	47,1±0,4	14,7±0,2
Coeleste	52,2±0,6	55,7±0,5	46,1±0,3	12,5±0,1	30,7±0,2	13,1±0,2
	82,6±0,8	77,9±0,4	71,2±0,5	12,9±0,2	37,6±0,4	17,8±0,2

Примечание. $t_{\text{факт}} \geq t_{\text{теор}}$.

Таблица 3

Некоторые показатели габитуса диплоидов (числитель) и тетраплоидов (знаменатель) ячменя

Разновидность (сорт)	Высота, см			Кустистость, шт.					
	C ₂	C ₃	C ₄	общая			продуктивная		
				C ₂	C ₃	C ₄	C ₂	C ₃	C ₄
Nutans (Московский 121)	115	76	97	12,0	5,5	5,3	8,2	2,7	3,4
	75	67	73	18,2	5,7	5,8	7,6	1,6	2,5
Medicum (Медикум 46)	112	81	99	15,1	5,3	5,1	7,9	2,4	3,9
	95	77	94	17,6	5,9	5,8	7,3	2,1	2,6
Nudum (Нудум 155)	95	80	85	16,4	4,9	3,9	7,9	3,4	2,8
	80	72	74	13,3	6,1	6,8	7,4	2,4	3,1
Erectum (Комбайнер)	120	83	89	9,5	4,7	4,8	8,3	2,7	2,3
	95	58	72	10,2	3,0	5,9	6,7	1,1	2,0
Nigrinudum	121	92	100	13,3	4,1	4,1	7,4	3,2	3,6
	108	76	91	14,1	3,4	5,3	6,5	2,0	2,6
Abyssinicum	110	73	96	14,2	5,7	5,6	9,3	4,5	3,3
	90	65	75	13,4	4,4	6,5	6,5	1,6	2,9
Pallidum (Полярный 14)	108	68	105	9,1	5,4	3,9	4,3	3,6	2,9
	67	61	98	9,2	6,0	5,4	4,1	1,5	2,0
Coeleste	125	86	99	9,5	2,2	3,9	5,4	1,8	3,3
	85	74	87	10,1	3,6	5,2	5,2	1,2	2,1

Таблица 4

Озерненность колоса диплоидов (числитель) и тетраплоидов (знаменатель) ячменя

Разновидность (сорт)	Число колосков в колосе, шт.						Озерненность, %		
	общее			продуктивных			C ₂	C ₃	C ₄
	C ₂	C ₃	C ₄	C ₂	C ₃	C ₄			
Nutans (Московский 121)	23,4	21,7	23,3	25,0	20,4	21,6	85,3	94,0	92,0
	25,5	23,9	22,0	15,1	9,9	17,1	59,5	36,8	77,7
Medicum (Медикум 46)	28,5	19,7	22,8	21,7	17,0	21,9	76,1	86,3	96,2
	24,5	22,2	20,7	11,8	15,0	19,0	48,2	67,6	91,1
Nudum (Нудум 155)	21,6	17,7	16,1	18,2	15,5	14,4	84,2	87,0	89,4
	18,0	15,4	12,3	8,5	7,5	7,4	47,3	48,7	60,2
Erectum (Комбайнер)	30,5	21,8	21,4	28,1	20,0	18,2	92,1	92,7	85,0
	24,7	24,0	22,2	10,5	9,0	8,3	42,8	37,5	37,4
Nigrinudum	22,1	16,3	18,7	20,4	18,2	14,3	92,3	88,8	76,5
	20,5	15,1	16,2	9,2	5,2	8,3	56,4	34,4	51,2
Abyssinicum	21,3	14,8	17,6	18,4	12,9	14,8	86,4	87,2	84,1
	23,3	17,3	15,7	14,4	7,9	12,3	62,2	45,7	78,3
Pallidum (Полярный 14)	70,5	44,2	43,5	66,4	37,4	40,1	94,2	84,6	92,2
	65,8	22,0	44,4	44,4	11,0	36,8	67,5	50,0	82,9
Coeleste	72,7	53,6	48,4	67,7	52,2	42,5	93,1	93,4	87,8
	59,0	49,7	25,6	40,2	14,7	18,5	68,1	29,6	69,5

сравнению с гаплоидной, но статистически доказать превосходство тетраплоидов над диплоидами по этому показателю не удалось. У диплоидной и гаплоидной пыльцы ячменя на экзине находится по одной микропоре.

Для уменьшения затрат на получение тетраплоидов в C₁ поколении мы не проводили подсчета числа хромосом, а высевали отдельно потомство каждого колоса и отбирали тетраплоиды по размеру устьиц

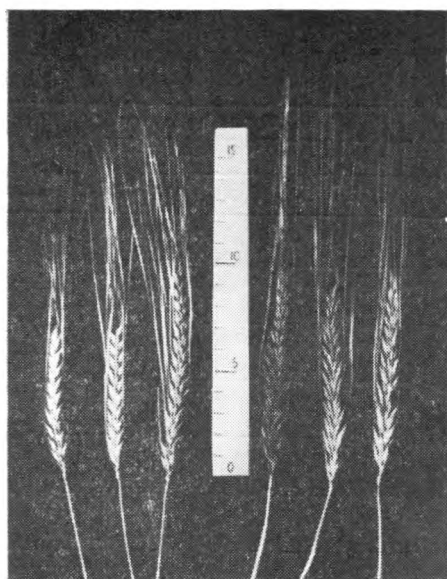


Рис. 2. Колосья диплоидов (слева) и тетраплоидов ячменя сорта Московский 121.

(табл. 2, рис. 1). Размеры устьиц тетраплоидов больше, чем диплоидов, особенно их длина, у первых на единицу листовой поверхности приходится в 1,5—2 раза меньше устьиц.

Количество хлоропластов в замыкающих клетках устьиц у тетраплоидов оказалось в 1,5—2 раза больше, чем у диплоидов, и во многих устьицах хлоропласты расположены в два ряда, чего не наблюдалось у диплоидов.

Подсчет числа хромосом мы проводили в C_2 , проращивая для этого часть семян, выделенных в C_1 .

В результате нашей работы получены тетраплоиды сортов Московский 121, Надя, Мама, Вальтички, Кристалл 71, Нудум 155, Полярный 14, Белогорский, Винницкий 7, Комбайнер, Нутанс 244, Персикум 64 и разновидностей *abyssinicum*, *coeleste*, *nigrinudum*, *trifurcatum*.

Испытания тетраплоидных форм начаты в 1980 г. (C_2). Всходы у тетраплоидов появляются позже, чем у исходных родительских форм, на 0,5—1 день, и в это время они имеют более крупные темно-зеленые листья.

Период всходы — выход в трубку у тетраплоидов очень продолжителен. У тетраформы сорта Московский 121 он больше на 2—3 недели, чем у диплоидов. Это может привести к значительному поражению растений тлями и другими насекомыми, которых привлекает обилие молодых листьев.

Прохождение последующих фаз развития у тетраплоидов менее растянуто.

Таблица 5

Продуктивность и масса 1000 зерен диплоидов (числитель) и тетраплоидов (знаменатель) ячменя

Разновидность (сорт)	Масса зерна с растения, г			Масса 1000 зерен, г		
	C_2	C_3	C_4	C_2	C_3	C_4
Nutans (Московский 121)	11,5	2,7	3,8	57,8	49,3	51,9
	5,7	0,9	1,9	50,1	56,5	46,1
	9,4	1,8	4,1	55,1	44,4	48,1
Medicum (Медикум 46)	4,4	1,0	2,8	52,4	45,6	59,2
	8,7	3,5	2,4	62,1	65,9	58,1
	3,5	1,2	1,3	56,2	65,7	51,3
Erectum (Комбайнер)	14,3	3,1	2,2	63,3	57,0	52,1
	4,0	0,5	0,8	56,3	56,5	52,5
	7,6	2,9	2,3	60,4	50,1	45,0
Nigrinudum	3,6	0,5	1,0	60,2	45,0	48,0
	11,4	3,3	2,9	67,8	58,0	60,0
	5,6	0,7	2,0	52,4	56,9	56,1
Abyssinicum	14,2	6,0	4,2	50,6	44,7	35,9
	10,3	0,8	2,3	47,3	45,5	32,1
	14,5	3,6	3,7	40,2	37,8	26,1
Coeleste	10,4	0,6	1,2	40,3	32,7	30,0

Все полученные тетраплоиды оказались позднеспелыми. Обладая хорошей общей кустистостью, они по продуктивной кустистости уступали диплоидам (табл. 3).

Более частое расположение листьев, толстые и короткие стебли обеспечивают тетраплоидам устойчивость к полеганию. За эти годы наблюдалось слабое полегание только у тетраформ сортов Нудум 155, Персикум 64, разновидностей *nigrinidum* и *trifurcatum*. Остальные формы не полегали. У исходных форм наблюдалась средняя и сильная полегаемость.

По длине колоса тетраплоиды превосходили диплоиды. Многие из них не уступали исходным формам по общему количеству образованных колосков в колосе, но отличались большей череззерницей (табл. 4, рис. 2).

Урожайность тетраплоидных форм значительно ниже, чем у диплоидов, за счет снижения продуктивной кустистости и большей череззерницы (табл. 5).

У тетраплоидов крупное зерно, но оно плохо выполнено, что приводит в большинстве случаев к уменьшению массы 1000 зерен (табл. 5, рис. 3).

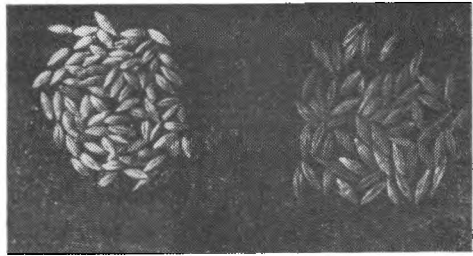


Рис. 3. Зерно диплоидов (слева) и тетраплоидов ячменя сорта Московский 121.

Выводы

1. Для получения тетраплоидов ячменя наилучшие результаты дает обработка проросших семян 0,05 % раствором колхицина в течение 1—1,5 сут.

2. В C_0 отбор тетраплоидов возможен по косвенным признакам плоидности — морфологическим изменениям колоса и цветка, размеру пыльца. В C_1 тетраплоиды можно распознавать по устьичному аппарату.

3. Из-за меньшей продуктивной кустистости и пониженной фертильности тетраплоиды уступают исходным формам по урожайности.

4. Тетраплоиды ячменя отличаются позднеспелостью, устойчивостью к полеганию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Буйдин В. В. К вопросу получения полиплоидов у ячменя с помощью аценафтена и его производных. — Цитология и генетика, 1977, т. II, № 4, с. 318—325. — 2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1973. — 3. Карпеченко Г. Д. Новые тетраплоидные ячмени — пленчатый и голозерный. — Докл. АН СССР, 1938, т. 21, № 1—2, с. 759—762. — 4. Карпеченко Г. Д. Тетраплоидные шестирядные ячмени, полученные обработкой колхицином. — Докл. АН СССР, 1940, новая серия, т. 37, № 1, с. 48—52. — 5. Кобылянский В. Д. Дикие виды ячменя. — Автореф. канд. дис. Л., 1964. — 6. Манзюк В. Т., Барсуков П. Н. Изучение тетраплоидных форм ячменя. — Цитология и генетика, 1970, т. 4, № 5, с. 402—407. — 7. Шевцов А. И., Дави-

денко Н. С. Причины пониженной плодovitости аутотетраплоидов ячменя и пути ее повышения. — Генетика, 1974, т. 10, № 6, с. 7—13. — 8. Fridt W. Zeitschrift für Pflanzenzüchtung. 1978, Bd 81, N 2, S. 118—139. 1979, Bd 82, № 4, S. 311—319. — 9. Kao K. N., Reinbergs E., Harvey B. L. — Crop. Sci., 1970, vol. 10, N 5, p. 491—492. — 10. Kao K. N., Harvey B. L., Larter E. N., Reinbergs E. — Can. J. Plant Sci., 1971, vol. 51, N 1, p. 21—24. — 11. Levan A. — Hereditas, 1939, vol. 25, N 1, p. 109—131. — 12. Mogileva V. I., Pechkova M. — Genetika a Slechtění. 1978, T. 4, N 14, S. 275—280.

Статья поступила 24 декабря 1982 г.

SUMMARY

To obtain tetraploid forms of barley with the help of colchicine its optimum concentration and exposition are determined. Methods of distinguishing tetraploids through indirect features are made more precise. Their late ripening, good general stooling and reduced productive one, lower fertility, yielding capacity and lodging-resistance are marked.