

ХРОМОСОМНАЯ ЛОКАЛИЗАЦИЯ ГЕНОВ КОНТРОЛИРУЮЩИХ РЕАКЦИЮ МОНОСОМНЫХ РАСТЕНИЙ НА ДЕЙСТВИЕ ХЛОРИСТОГО КАДМИЯ

Шулембаева К.К., Чунетова Ж.Ж., Омирбекова Н.Ж.

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы 050038; факс: (3272) 47-26-76;

e-mail: Kulzia@kazsu.kz

Проведен моносомный анализ реакции сорта Казахстанская 126 на действие CdCl_2 по фазам развития и по ряду количественных признаков. Выявлено различие между эффектом моносомного состояния растений и реакцией этого состояния на действие CdCl_2 у сорта Казахстанская 126. Под действием CdCl_2 установлено, что в хромосомах 5А и 3А локализованы гены, контролирующие раннее появление всходов, в хромосомах 2А, 6А – ускорение кущения, а в хромосомах 3А и 6D локализованы гены, определяющие замедление кущения. За ускорение стадий трубкования, колошения и восковой спелости отвечают хромосомы 2А, 5А, 6А и 3В.

Моносомные линии позволяют выявить критические хромосомы и провести локализацию генов, определяющих хозяйственно-ценные признаки пшеницы [1-4]. При помощи новой серии моносомных линий сорта Казахстанская 126 нами были локализованы гены, контролирующие ряд качественных и количественных признаков пшеницы: элементы продуктивности, тип развития, окраска зерна, устойчивость к болезням (бурая и желтая ржавчина, твердая головня) и др. В данной работе представлены результаты локализации генов, определяющих реакцию 21 моносомной линий на действие соли тяжелого металла - CdCl_2 .

Известно, что использование солей тяжелых металлов, в частности хлористого кадмия расширяет спектр изменчивости качественных и количественных признаков растений [5-7]. Проведенное нами исследование в этом направлении показало, что CdCl_2 оказывает морфологическое изменение в растениях пшеницы. В дальнейших исследованиях отобраны измененные формы с положительными признаками, которые стойко наследовались $M_1 - M_5$ [8,9].

В связи с этим представлялось интересным провести хромосомную локализацию генов, контролирующих реакцию изменения признаков моносомных линий сорта Казахстанская 126 на действие хлористого кадмия, так как сведения по исследованию хромосомной локализации генов при влиянии тяжелых металлов в литературе практически не встречаются.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом исследований послужили контрольные и опытные варианты серии моносомных линий сорта Казахстанская 126, обработанные 0,01% водным раствором хлористого кадмия. Полевые эксперименты проводили на полях Республиканского научно-производственного Центра “Земледелие и растениеводство”.

Моносомные растения идентифицировали по подсчету хромосом в метафазе 1 мейоза и наличию унивалента, а также на основании нарушений хромосом в анафазе 1 и наличию микроядер в тетраде.

Математическую обработку данных проводили путем нахождения средней арифметической и ее ошибки по анализируемым количественным признакам и определению достоверности разности.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Сравнительный анализ опытных и контрольных вариантов 21 моносомной линий сорта Казахстанская 126 показал различие между моносомными растениями по всхожести, кущению, колошению и восковой спелости, высоте растений, длине главного колоса.

Всходы. Изучение реакции моносомных линий сорта Казахстанская 126 на действие CdCl_2 показало, что за раннее появление всходов ответственны гены, локализованные в хромосомах 2A, 3D (ускоряет на 5 дней), 5A и 3A (на 7 дней), 4A и 4D (на 3 дня).

Кущение. Гены хромосом - 2A и 6A ускоряют стадии кущения на 5 дней, а хромосомы 3A и 6D замедляют эту фазу развития на 5-6 дней по сравнению с контролем. Хромосома 3B ускоряет фазу трубкования и колошения на 3 дня, а хромосомы 2A, 5A, 6A и 3B - колошение и восковую спелость на 7 дней.

В таблице 1 представлен сравнительный анализ элементов продуктивности растений контрольных и опытных вариантов моносомных линий сорта Казахстанская 126, обработанных CdCl_2 . Анализ по количественным признакам проводили по высоте растений, длине колоса, продуктивной кустистости, числу зерен и массе зерна с главного колоса.

Высота растений. В опытном варианте уменьшение высоты растения наблюдали по хромосомам 3B на 23,5 см, 7B на 8,9 см, 4B на 4 см, по 2A на 41,5 см.

Увеличение высоты растения - по хромосомам 1A на 19,5 см, 2B на 13,0 см, 7D на 13,0 см, 6A на 15,5 см и 4D на 15,5 см по сравнению с контролем. Значительное снижение высоты растения по хромосоме 2A, а увеличение высоты по хромосоме 1A вероятно связаны с тем, что именно в этих хромосомах локализованы гены, контролирующие реакцию моносомных линий на действие CdCl_2 . Известно, что моносомное состояние растений имеет либо положительный, либо отрицательный эффект. Из результатов наших исследований видно, что моносомные растения реагируют на действие хлористого кадмия независимо от эффекта моносомии.

Длина колоса. Действие CdCl_2 достоверно удлиняет колос моносомных линий по хромосоме 1A на 4,1 см по сравнению с контролем, а достоверно укорачивают колос гены хромосом 2A на 2,1 см, 4B на 2 см и 3D на 1,2 см.

Продуктивная кустистость. Под действием CdCl_2 продуктивная кустистость сорта Казахстанская 126 достоверно увеличивается у моносомных линий по хромосомам 1A, 6A, 7A, 3B и 7B на 12,9; 13,5; 13; 8; 8,5 стеблей соответственно. Уменьшение этого признака контролируются генами хромосом 2A на 17,5 стеблей, 3A на 6,5 стеблей, 2D на 2 стеблей по сравнению с контрольными моносомными линиями и исходным сортом.

Число зерен с одного растения. Сравнительный статистический анализ среднего числа зерен с одного растения показал, что почти все хромосомы, кроме 4A, 1B, 2B, 2D (таблица 2), достоверно уменьшают число зерен. Однако масса зерна с одного растения показала обратные результаты. У всех моносомных линий по массе зерна достоверного отличия между опытными и контрольными вариантами не наблюдалось. Отсюда видно, что под влиянием CdCl_2 увеличение числа зерен не приводило к увеличению массы зерна. Возможно, это связано с тем, что CdCl_2 подавляет полноценное формирование зерна. Положительная реакция растений на действие CdCl_2 по хромосомам 1A, 3B, 4D, 6D и 7D и отрицательная реакция растений по хромосомам 2A и 4A позволяют локализовать гены, контролирующие массу зерна с одного растения в этих хромосомах.

Таким образом, проведенный моносомный анализ реакции сорта Казахстанская 126 на действие CdCl_2 показал: в хромосомах 5A и 3A локализованы гены, контролирующие раннее появление всходов, в хромосомах 2A, 6A – ускорение кущения, а в хромосомах 3A и

6D локализованы гены, определяющие замедление кущения растения. За ускорение стадий трубкования, колошения и восковой спелости отвечают хромосомы 2A, 5A, 6A и 3B.

Работа поддержана грантом фонда науки Министерства образования и науки Республики Казахстан: «Использование экспериментального мутагенеза и хромосомной инженерии для создания высокопродуктивных форм пшеницы», № Госрегистрации 0103PK00416.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Sears E.R. The aneuploids of common wheat // Univ. Mis. Agric. Exp. Stat. Res. Bull., 1954.- Vol. 572,- P.1-59.
2. Майстренко О.И. Создание серии моносомных линий у мягкой пшеницы *Triticum aestivum* и их использование в генетических исследованиях // в кн.: Цитогенетика пшеницы и ее гибридов.- М.: Наука. 1971.- С.104-110.
3. Майстренко О.И., Лайкова Л.И., Арбузова В.С., Ефремова Т.Т., Попова О.М., Мельник В.М. Хромосомная локализация генов S1, S2 и S3 сферококкоидных мутаций мягкой пшеницы // Проблемы эволюционной, селекции и интродукции. Материалы научных чтений, посвященных 100-летию профессора В.П.Чехова. Томск, 1997 - С.37-39.
4. Гончаров Н.П. Локализация генов у мягкой пшеницы.- Новосибирск: 1992. -150с.
5. Ваулина Э.Н., Аникеева И.Д., Коган И.Г. Влияние ионов кадмия на деление клеток корневой меристемы *Crepis capillaris* (L)Waller // Цитология и генетика.1978.12. № 6. С. 497-5003.
6. Рыскаль Г.В. Цитогенетическое действие химических мутагенов на пшеницу и анализ некоторых макромутантов // Цитогенетика зерновых культур. Таллин 1990. С.113-118.
7. Мельничук А.П. Влияние ионов кадмия на клеточное деление и рост растений. Киев: Наука. Думка, 1990. С.148.
8. Чунетова Ж.Ж., Нысанбаева К.Н., Аскарлова Н.А., Омирбекова Н.Ж. Влияние солей тяжелых металлов на активность деления клеток в первичных корешках пшеницы сорта Казахстанская 126 // Межд конф. «Генетика в XXI веке; современное состояние и перспективы развития». (Москва, 6-12 июня 2004г): Тез.докл. Москва, 2004. С. 325
9. Chunetoba Ch, Ch., Schulembaeba K.K. «Ukrainian-U.K workshop on plant biotechnology, biotech approaches to engineering plant growth 14-16 march 2004 alta» // EWAC NEWSletters. Ukraine 2004 P. 11.

Таблица 1. Реакция роста и развития моносомных растений на действие CdCl_2

Хромосома	Сроки посева	Дата появления				
		Всходов	Кущение	Трубкавание	Колошение	Восковая спелость
1	2	3	4	5	6	7
1А контроль	14.10.03	28.10.03	5.04.04	13.05.04	3.07.04	27.07.04
CdCl_2		28.10.03	5.04.04	13.05.04	3.07.04	27.04.04
2А контроль	14.10.03	28.10.03	15.04.04	13.05.04	3.07.04	27.07.04
CdCl_2		23.10.03	10.04.04	10.05.04	27.06.04	20.07.04
3А контроль	14.10.03	1.11.03	10.04.04	10.05.04	30.06.04	20.07.04
CdCl_2		26.10.03	15.04.04	13.05.04	3.07.04	25.07.04
4А контроль	14.10.03	28.10.03	15.04.04.	10.05.04	30.06.04	22.07.04
CdCl_2		25.10.03	15.04.04	13.05.04	3.07.04	27.07.04
5А контроль	14.10.03	1.11.03	15.04.04.	13.05.04	3.07.04	27.07.04
CdCl_2		25.10.03	15.04.04	10.05.04	27.06.04	20.07.04
6А контроль	14.10.03	26.01.03	15.04.04	13.05.04	6.07.04	30.07.04
CdCl_2		26.10.03	10.04.04	10.05.04	30.06.04	23.07.04
7А контроль	14.10.03	28.10.03	5.04.04	10.05.04	5.07.04	30.07.04
CdCl_2		26.10.03	15.04.04	13.05.04	3.07.04	27.07.04
1В контроль	14.10.03	28.10.03	15.04.04	13.05.04	5.07.04	30.07.04
CdCl_2		26.10.03	15.04.04	13.05.04	3.07.04	27.07.04
2В контроль	14.10.03	28.10.03	15.04.04.	10.05.04	30.06.04	22.07.04
CdCl_2		26.10.03	15.04.04	13.05.04	3.07.04	27.07.04
3В контроль	14.10.03	1.10.03	15.04.04	13.05.04	3.07.03	27.07.04

Продолжение таблицы 15

1	2	3	4	5	6	7
CdCl_2		26.10.03	15.04.04	10.05.04	27.06.06	20.07.04
4В контроль	14.10.03	28.10.03	15.04.04	13.05.04	5.07.04	30.07.04
CdCl_2		1.10.03	15.04.04	13.05.04	5.07.04	30.07.04
5В контроль	14.10.03	28.10.03	10.04.04	10.05.06	1.07.04	24.07.04
CdCl_2		26.10.03	15.04.04	10.05.04	27.06.06	20.07.04
6В контроль	14.10.03	28.10.03	15.04.04	10.05.04	2.07.04	27.07.04
CdCl_2		28.10.03	15.04.04	10.05.06	5.07.04	30.07.04
7В контроль		28.10.03	10.04.04	10.05.06	1.07.04	24.07.04
CdCl_2	14.10.03	28.10.03	15.04.04	13.05.06	3.07.04	27.07.04
1D контроль	14.10.03	28.10.03	15.04.04	13.05.04	3.07.04	27.07.04
CdCl_2		28.10.03	15.04.04	13.05.04	3.07.04	27.07.04
2D контроль	14.10.03	28.10.03	15.04.04	10.05.04	2.07.04	27.07.04
CdCl_2		28.10.03	15.04.04	13.05.04	3.07.04	27.07.04
3D контроль	14.10.03	28.10.03	15.04.04.	10.05.04	3.07.04	27.07.04
CdCl_2		23.10.03	18.04.04	13.05.04	3.07.04	27.07.04
4D контроль	14.10.03	28.10.03	15.04.04	13.05.04	3.07.04	27.07.04
CdCl_2		25.10.03	15.04.04	13.05.04	3.07.04	27.07.04

5D контроль	14.10.03	28.10.03	15.04.04.	13.05.04	3.07.04	27.07.04
CdCl ₂		28.10.03	15.04.04	13.05.04	3.07.04	27.07.04
6D контроль	14.10.03	28.10.03	9.04.04	10.05.04	3.07.04	27.07.04
CdCl ₂		28.10.03	15.04.04	10.05.04	3.07.04	27.07.04
7D контроль	14.10.03	28.10.03	15.04.04.	15.05.04	3.07.04	27.07.04
CdCl ₂		28.10.03	15.04.04	15.05.04	3.07.04	27.07.04

Таблица 2. Сравнительный анализ элементов продуктивности растений контрольных и опытных вариантов моносомных линий, обработанных CdCl_2

№ п/п	Моносомные линии сорта Казахстанская 126	Высота растений (см)	Длина колоса (см)	Кустистость (шт)	Среднее число зерен с одного растения (шт)	Масса зерна одного растен (гр)
		$X \pm m$	$X \pm m$	$X \pm m$	$X \pm m$	$X \pm m$
1	2	3	4	5	6	7
1	1А Контр 1А CdCl_2	$108,4 \pm 1,7$ $127,9^{***} \pm 3,0$	$10,0 \pm 0,9$ $14,1^{***} \pm 0,6$	$6,9 \pm 0,7$ $19,8^{***} \pm 1,8$	$125,0 \pm 0,8$ $229,6^{***} \pm 2,0$	$0,06 \pm 0,8$ $0,26 \pm 1,0$
2	2А Контр 2А CdCl_2	$126,0 \pm 0,5$ $84,5^{***} \pm 1,5$	$11,5 \pm 0,5$ $9,4^* \pm 0,3$	$23,0 \pm 0,8$ $5,5^{***} \pm 0,5$	$177,0 \pm 0,6$ $43,0^{***} \pm 2,3$	$0,28 \pm 0,4$ $0,05 \pm 0,8$
3	3А Контр 3А CdCl_2	$105,5 \pm 0,8$ $111,5 \pm 6,7$	$12,7 \pm 0,5$ $13,1 \pm 0,9$	$13,5 \pm 1,2$ $7,0^{**} \pm 2,2$	$64,0 \pm 0,6$ $68,0^{***} \pm 0,9$	$0,07 \pm 0,5$ $0,13 \pm 0,3$
4	4А Контр 4А CdCl_2	$114,4 \pm 0,5$ $114,0 \pm 0,6$	$12,3 \pm 0,7$ $13,0 \pm 1,8$	$18,0 \pm 1,2$ $7,0^{***} \pm 0,8$	$259,0 \pm 0,7$ $256,6 \pm 3,0$	$0,39 \pm 0,2$ $0,27 \pm 0,1$
5	5А Контр 5А CdCl_2	$125,0 \pm 0,8$ $124,5 \pm 0,4$	$11,6 \pm 0,4$ $12,0 \pm 0,4$	$24,5 \pm 1,2$ $24,0 \pm 1,2$	$345,0 \pm 0,8$ $375,4^{***} \pm 1,3$	$0,49 \pm 0,4$ $0,49 \pm 1,0$
6	6А Контр 6А CdCl_2	$84,0 \pm 0,1$ $99,5^{***} \pm 0,5$	$11,0 \pm 0,1$ $11,0 \pm 1,0$	$6,0 \pm 0,1$ $19,5^{***} \pm 0,5$	$279,0 \pm 0,6$ $285,0^{***} \pm 1,2$	$0,39 \pm 0,3$ $0,34 \pm 1,0$
7	7А Контр 7 А CdCl_2	$110,0 \pm 0,7$ $103,6 \pm 4,2$	$12,7 \pm 0,3$ $12,3 \pm 0,1$	$17,5 \pm 1,0$ $30,5^{***} \pm 2,5$	$282,0 \pm 0,5$ $369,5^{***} \pm 2,3$	$0,28 \pm 0,4$ $0,48 \pm 2,0$
8	1В Контр 1В CdCl_2	$110,0 \pm 0,1$ $110,0 \pm 0,6$	$12,8 \pm 0,5$ $14,0 \pm 1,2$	$16,0 \pm 1,5$ $14,0 \pm 0,9$	$259,0 \pm 0,7$ $256,6 \pm 3,0$	$0,50 \pm 0,6$ $0,49 \pm 0,1$
9	2В Контр 2В CdCl_2	$103,0 \pm 0,4$ $116,0^{***} \pm 3,0$	$12,5 \pm 0,5$ $13,0 \pm 0,1$	$11,5 \pm 0,8$ $16,5 \pm 3,4$	$261,3 \pm 0,7$ $256,6 \pm 3$	$0,47 \pm 0,2$ $0,50 \pm 0,6$
10	3В Контр 3В CdCl_2	$122,0 \pm 0,7$ $98,5^{***} \pm 0,5$	$12,7 \pm 0,7$ $12,0 \pm 1,0$	$12,0 \pm 0,2$ $20,0^{***} \pm 2,2$	$158,0 \pm 0,8$ $259,0^{***} \pm 0,7$	$0,50 \pm 0,1$ $1,55^{***} \pm 0,3$
11	4В Контр 4В CdCl_2	$120,0 \pm 0,5$ $116,0^{***} \pm 1,0$	$13,0 \pm 0,6$ $11,0^* \pm 0,7$	$22,0 \pm 1,8$ $27,0 \pm 3,6$	$271,0 \pm 0,5$ $283,0^{***} \pm 0,5$	$0,82 \pm 0,1$ $0,43^{***} \pm 0,1$

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7
12	5В Контр 5В CdCl_2	$110,0 \pm 0,7$ $103,6 \pm 4,2$	$12,7 \pm 0,3$ $12,3 \pm 0,1$	$17,5 \pm 1$ $30,5^{***} \pm 1,7$	$187,0 \pm 0,6$ $204,0^{***} \pm 3,0$	$0,390 \pm 0,3$ $0,470 \pm 2,8$
13	6В Контр 6В CdCl_2	$113,0 \pm 0,9$ $115,5 \pm 1,7$	$11,9 \pm 0,7$ $11,8 \pm 0,5$	$29,0 \pm 0,9$ $25,5 \pm 3,2$	$385,0 \pm 0,5$ $359,0^{***} \pm 2,0$	$0,500 \pm 0,6$ $0,490 \pm 0,1$
14	7В Контр 7В CdCl_2	$120,0 \pm 0,8$ $111,1^{***} \pm 0,5$	$11,8 \pm 0,2$ $12,2 \pm 0,7$	$11,0 \pm 0,1$ $19,5^{***} \pm 0,5$	$279,0 \pm 0,6$ $194,6^{***} \pm 1,0$	$0,390 \pm 0,3$ $0,810 \pm 1,2$
15	1D Контр 1D CdCl_2	$120,0 \pm 0,2$ $111,7 \pm 3,2$	$13,5 \pm 0,9$ $12,8 \pm 0,5$	$18,0 \pm 0,6$ $15,2 \pm 2,8$	$283,0 \pm 0,5$ $261,3^{***} \pm 2,0$	$0,430 \pm 0,2$ $0,470 \pm 0,3$
16	2D Контр 2D CdCl_2	$116,0 \pm 0,1$ $114,0^{***} \pm 0,2$	$12,0 \pm 0,5$ $13,0 \pm 0,6$	$23,0 \pm 0,6$ $21,0^{**} \pm 0,2$	$258,0 \pm 0,7$ $257,0 \pm 3,0$	$0,470 \pm 0,2$ $0,500 \pm 0,6$
17	3D Контр 3D CdCl_2	$121,0 \pm 1,0$ $115,1 \pm 3$	$12,7 \pm 0,2$ $11,5^* \pm 0,6$	$16,3 \pm 3$ $14,5 \pm 1,9$	$235,0 \pm 0,8$ $179,0^{***} \pm 0,6$	$0,362 \pm 0,4$ $0,235 \pm 0,3$
18	4D Контр	$84,0 \pm 0,1$	$11,0 \pm 0,1$	$6,0 \pm 0,1$	$83,3 \pm 0,9$	$0,110 \pm 0,7$

	4D CdCl ₂	99,5*** ± 0,5	11,0 ± 1,0	19,5*** ± 0,5	187,0*** ± 3,0	0,250 ± 2
19	5D Контр	125 ± 0,8	11,6±0,4	24,5 ± 1,2	271 ± 0,5	0,38 ± 0,2
	5D CdCl ₂	124,5 ± 0,4	12 ± 0,4	24 ± 1,2	273** ± 0,5	0,28 ± 0,4
20	6D Контр	110 ± 0,6	12,8 ± 0,5	16 ± 0,5	277,3 ± 0,4	0,293 ± 0,1
	6D CdCl ₂	110 ± 0,6	14 ± 1, 2	14 ± 1,2	359*** ± 2	0,590** ± 0,1
21	7D Контр	103 ± 0,4	12,5 ± 0,5	11,5 ± 0,8	173,3 ± 0,7	0,223 ± 0,7
	7D CdCl ₂	116*** ± 3	13 ± 0,1	16,5 ± 3,4	221*** ± 3	0,261 ± 3,5

