



УДК 633.16:631.528.6

Г.П. Дудин, Н.А. Жилин
G.P. Dudin, N.A. Zhilin

МУТАЦИОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЯЧМЕНЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ КАРБОНАТА НАТРИЯ И ИЗЛУЧЕНИЯ КРАСНОГО ДИАПАЗОНА

MUTATIONAL VARIABILITY OF BARLEY UNDER THE EFFECT OF SODIUM CARBONATE AND RED EMISSION

Ключевые слова: фотомутагенез, хлорофилльные мутации, морфофизиологические изменения, селекционно-ценные мутанты, яровой ячмень.

Экспериментальный мутагенез – наиболее эффективный способ создания нового сорта. Развитию химического мутагенеза способствовали простота использования, отсутствие специального оборудования, высокая частота мутаций. Были проведены исследования изучения мутационной и модификационной изменчивости ярового ячменя под влиянием излучения красного диапазона, карбоната натрия (Na_2CO_3 использовали с чистотой 99,8% (ГОСТ 83-79) и их совместного действия. В качестве источника лазерного красного света (ЛКС) применяли гелий-неоновый лазер (установка ОКГ-12-1) с длиной волны 632,8 нм. Дальний красный свет (ДКС) с длиной волны 754 ± 10 нм был получен от электрической лампы накаливания через интерференционный светофильтр с применением осветителя ОИ-19. Проведенные исследования показали, что красный свет и карбонат натрия являются мутагенными факторами на культуре ярового ячменя. Во всех вариантах получены наследственные изменения различного спектра. Выделенные раннеспелые мутантные формы, образцы с высоким количеством зерен в колосе и высокой массой 1000 зерен, могут быть ценным исходным материалом для селекции. В опыте получено 40 мутантных форм, представляющих селекционный интерес по признакам скороспелости, продуктивности, большей массе зерна с колоса и другим признакам, а также имеющих ценность для генетиче-

ских исследований. 13 мутантных образцов передано в коллекцию ВИР им. Н.И. Вавилова.

Keywords: photomutagenesis, chlorophyll mutations, morpho-physiological changes, mutants valuable for selective breeding, spring barley.

Experimental mutagenesis is the most effective method of making a new variety. The usability, lack of special equipment and high mutation frequency contribute to chemical mutagenesis development. The effect of red laser emission, sodium carbonate and their joint effect on the mutational and modification variability were studied. The percentage of sodium carbonate (Na_2CO_3) used was 99.8% according to the Natl. Standard (GOST) 83-79. A helium-neon laser was used as a source of laser red light with 632.8 nm wave-length. Far-red light of 754 ± 10 nm wave-length was obtained from an electric incandescent lamp through interference filter with a color light. It was found that red light and sodium carbonate were the mutagenic factors for spring barley. Different hereditary changes were obtained in all experiments. The obtained early-ripe mutant forms, the accessions with large number of kernels per head and thousand-kernel weight may be valuable starting material for selective breeding. Forty mutant forms were obtained during the experiment. They are of selective breeding interest in terms of early ripening, yielding capacity, large grain weight per head and other characters valuable for genetic studies. Thirteen mutant accessions were delivered over to the collection of the Vavilov Institute of Plant Industry (VIR).

Дудин Геннадий Петрович, д.б.н., проф., засл. деятель науки РФ, зав. каф. биологии растений, селекции и семеноводства, микробиологии, Вятская государственная сельскохозяйственная академия. Тел.: (8332) 57-43-37. E-mail: dudin_g_p@vgsha.info.

Жилин Николай Александрович, директор учебно-опытного поля, Вятская государственная сельскохозяйственная академия. E-mail: zhilin.nickolaj@gmail.com.

Dudin Gennadiy Petrovich, Dr. Bio. Sci., Prof., Head, Chair of Plant Biology, Selective Breeding and Seed Production, Microbiology, Vyatka State Agricultural Academy. Ph.: (8332) 57-43-37. E-mail: dudin_g_p@vgsha.info.

Zhilin Nikolay Aleksandrovich, Director, Instructional and experimental field, Vyatka State Agricultural Academy. E-mail: zhilin.nickolaj@gmail.com.

Введение

Увеличение численности населения планеты Земля, сокращение площадей, пригодных для выращивания сельскохозяйственных культур, использование в качестве биотоплива продукции растениеводства – все это требует от селекционеров создания сортов с повышенной урожайностью возделываемых растений [1]. Экспериментальный мутагенез – наиболее эффективный способ создания нового сорта. Развитию химического мутагенеза способствовали простота использования, отсутствие специального оборудования, высокая частота мутаций [2]. В течение последних семи десятилетий в результате искусственного мутагенеза сельскохозяйственных культур получено более 3000 сортов растений 200 видов [3].

Применение лазерного излучения в качестве мутагена впервые проведено на луке-батуне в 1968 г. [4]. В 1976 г. в Вятской ГСХА впервые получены разнообразные мутации при облучении семян ячменя низкоинтенсивным красным лазерным светом [5].

Более 30% сельскохозяйственных земель во всем мире засолены разными солями (Na_2SO_4 , MgSO_4 , CaSO_4 , KCl и Na_2CO_3), но, как правило, доминирует NaCl [6]. В условиях избытка солей меняются интенсивность и направленность обмена веществ, образуются и накапливаются промежуточные продукты обмена, которые не свойственны нормальному организму, повышается содержание некоторых аминокислот, сульфоксидов, перексиданионов, что может приводить к генотоксичности, то есть повреждению ДНК [7]. Токсичность Na^+ обусловлена нарушением важного физиологического процесса как в клетке, так и во всем растении – калийного гомеостаза [8].

Целью исследования является изучение мутационной и модификационной изменчивости ярового ячменя под влиянием излучения красного диапазона, карбоната натрия и их совместного действия.

Объект и методы исследований

Опыт заложен в 2009 г. на опытном поле Вятской ГСХА. Семена обрабатывались в соответствии со схемой опыта по 500 семян (по 125 зерен на делянку при 4-кратной повторности) (табл. 1). В опыте использовали оригинальные семена сорта Биос 1. Карбонат натрия (Na_2CO_3) применяли с чистотой 99,8% (ГОСТ 83-79). В качестве источника лазерного красного света (ЛКС) использовали гелий-неоновый лазер (установка ОКГ-12-1) с длиной волны 632,8 нм. Режим облучения непрерывный, экспозиция 60 мин., плотность мощности луча $0,3 \text{ мВт/см}^2$. Дальний красный свет (ДКС) с длиной волны $754 \pm 10 \text{ нм}$

получали от электрической лампы накаливания через интерференционный светофильтр с применением осветителя ОИ-19. Плотность мощности излучения $0,3 \text{ мВт/см}^2$.

Во втором поколении (M_2) посемейно высеивали семена с главного колоса растений первого поколения. На протяжении всего периода вегетации велась работа по отбору измененных растений по признакам, отличающимся от исходного сорта контроля. Выделяли хлорофилльные мутации, являющиеся тестом по оценке генетической активности действия мутагенных факторов. Типы хлорофилльных мутантов устанавливали согласно классификатору, разработанному Ю. Калам и Т. Орав [9]. Проводили отбор семей с видимыми морфологическими и физиологическими изменениями. Растения с изменениями этикировались и убирались отдельно. Во втором поколении проводили группировку выделенных растений по измененным признакам, определяли частоту изменений ячменя как отношение количества семей с отклонениями к общему количеству проанализированных в варианте семей.

В третьем поколении (M_3) изучали характер наследования измененных признаков у растений, выявленных в M_2 . Частоту мутаций в M_3 определяли по числу семей с мутантными признаками к количеству семей, изучаемых в M_2 . Процент наследственности в M_3 вычислялся как отношение числа семей с мутациями к числу выделенных семей в M_2 .

В четвертом поколении (M_4) проверяли наследование измененных признаков, выделенных в M_3 . Мутантные формы с хозяйственно-полезными признаками оценивали на урожайность по методике контрольного питомника (площадь делянки 1 м^2 , размещение систематическое, повторность трехкратная, норма высева 500 зерен на 1 м^2). Для оценки изменчивости количественных признаков определяли основные статистические характеристики: среднюю арифметическую количественных показателей (\bar{X}), ошибку средней арифметической ($S_{\bar{X}}$), коэффициент вариации ($CV, \%$) и др. Существенность различий между опытными вариантами и контролем устанавливали с помощью критерия Стьюдента (t_{st}), а предельную ошибку разности двух выборочных средних – с помощью критерия наименьшей существенной разности (НСР) [10].

Результаты и обсуждения

Наследование в третьем поколении хлорофилльных мутаций, выделенных в M_2 , носило различный характер и зависело от типа, природы и концентрации мутагенного фактора (табл. 1).

Полная наследственность хлорофилльных изменений наблюдалась в варианте семена, замоченные в воде + ЛКС и ДКС + Na_2CO_3

0,1 н. В варианте 0,01н Na₂CO₃ процент семей, сохранивших хлорофилльные изменения, составил 16,67%, а в варианте ДКС + Na₂CO₃ 0,1н + ЛКС – 10,00%.

Хлорофилльные нарушения, выделенные в контроле и других вариантах, в M₃ не сохранились. В варианте 1 н Na₂CO₃ в третьем поколении вновь были выделены две семьи с мутациями типа *viridovirescens* (бледно-зеленое растение приобретает нормальный зеленый цвет).

В третьем поколении сохранились мутации типа *albina* (белые листья), *albotigrina* (чередующиеся зеленые и белые поперечные полосы), *viridoxantha* (пластинка желтая, верхушка листа зеленая) и *viridis* (светло-зеленая окраска листа), что указывает на изменение ядерных генов рассмотренных признаков. Спектр хлорофилльных мутаций сузился с 21 типа во втором поколении до 4 типов в третьем поколении.

Количество вновь выделенных семей с хлорофилльными мутациями в M₃ значительно ниже, чем во втором поколении.

В семье 2-17-Ха, выделенной в варианте 0,01н Na₂CO₃, в M₂ было обнаружено 6 растений с мутацией типа *albina*, в M₃ отмечено 13 растений с мутацией *albina*. В семье 5-8-Ха (семена, замоч. в воде + ЛКС) в M₂ было две мутации типа *viridoxantha*, при изучении в третьем поколении отмечено 19 растений с данным изменением. В этом же варианте в семье 5-21-Ха во втором поколении отмечены мутации типа *viridis*, которые оказались летальны в условиях 2010 г., в M₃ выделено 19 растений с данным типом мутаций. В варианте ДКС + 0,1н Na₂CO₃ во втором поколении отмечена 1 семья с мутацией типа *albina*. В третьем поколении при изучении

данной семьи выделено 38 растений с летальной мутацией *albina*.

Снижение частоты проявления хлорофилльных мутаций в третьем поколении обусловлено тем, что многие мутации, особенно *albina*, *chlorine*, *lutea* и *xantha*, летальны, они вызваны мутациями ядерных генов. Растения с такими изменениями погибают во втором поколении, не оставляя потомства. Исследования, проведенные в течение вегетационного периода, показали, что жизнеспособные мутации типа *viridis* и *viridoxantha* в течение вегетационного периода часто превращаются в нормальные зеленые растения, что совпадает с результатами ряда исследователей [9]. Хлорофилльные мутации, несмотря на сложность механизма проявления, служат важным звеном для оценки активности мутагена и устойчивости растительного генотипа к мутагенным факторам.

Изучение характера наследования морфологических и физиологических изменений показало, что часть из них имела модификационную природу и в M₃ вернулась к исходному фенотипу. Не наследовались в третьем поколении признаки: промежуточная форма куста, высокая кустистость, двойной и стерильный колос. Высокий процент наследственности обнаружен по признакам: короткий стебель – 53,49, длинный колос – 69,20, череззерница – 57,17, раннеспелость – 53,85, сильная антоциановая окраска – 54,55.

Низкий процент семей, сохранивших измененный признак в M₃, наблюдали у короткого, рыхлого колоса – 4,76 и 28,57% соответственно, у длинных остей – 25,82%. В контрольном варианте мутации не выделены (табл. 2).

Таблица 1

Наследование хлорофилльных мутаций у ячменя в M₃

Вариант	Количество семей с мутациями		Процент семей, сохранивших мутации, в M ₃ (p ± Sp)	Вновь выделено семей в M ₃
	M ₂	M ₃		
1. Контроль (зам. в дис. воде)	1	0	0	-
2. 0,01н Na ₂ CO ₃	6	1	16,67 ± 15,21	-
3. 0,1н Na ₂ CO ₃	4	0	0	-
4. 1н Na ₂ CO ₃	2	0	0	2
5. Семена, замоч. в воде + ЛКС	2	2	100,00 ± 0,00	-
6. Семена, замоч. в воде + ДКС	2	0	0	-
7. 0,1н Na ₂ CO ₃ + ЛКС	1	0	0	-
8. ЛКС + 0,1н Na ₂ CO ₃	2	0	0	-
9. 0,1н Na ₂ CO ₃ + ДКС	1	0	0	-
10. ДКС + 0,1н Na ₂ CO ₃	1	1	100,00 ± 0,00	-
11. ЛКС + 0,1н Na ₂ CO ₃ + ДКС	6	0	0	-
12. ДКС + 0,1н Na ₂ CO ₃ + ЛКС	10	1	10,00 ± 9,49	-

Таблица 2

Частота морфофизиологических мутаций ярового ячменя сорта Биос 1 в третьем поколении

Вариант	Количество изучаемых семей в M ₂	Число семей с изменениями			% семей, сохранивших измененный признак, в M ₃
		M ₂	M ₃		
		n	n	p ± S _p , %	
1. Контроль (зам. в дис. воде)	364	2	0	0	0
2. 0,01н Na ₂ CO ₃	347	53	37	10,66 ± 1,66	69,87 ± 6,31
3. 0,1н Na ₂ CO ₃	337	41	21	6,23 ± 1,32	51,22 ± 7,81
4. 1н Na ₂ CO ₃	302	35	25	8,28 ± 1,59	69,44 ± 7,86
5. Семена, замоч. в воде + ЛКС	314	23	15	4,78 ± 1,20	65,22 ± 9,93
6. Семена, замоч. в воде + ДКС	289	21	15	5,19 ± 1,30	71,43 ± 9,86
7. 0,1н Na ₂ CO ₃ + ЛКС	307	29	15	4,89 ± 1,23	51,72 ± 9,28
8. ЛКС + 0,1н Na ₂ CO ₃	265	32	19	7,17 ± 1,58	59,38 ± 8,68
9. 0,1н Na ₂ CO ₃ + ДКС	300	25	13	4,33 ± 1,18	52,00 ± 9,99
10. ДКС + 0,1н Na ₂ CO ₃	330	15	7	2,12 ± 0,79	46,67 ± 12,88
11. ЛКС + 0,1н Na ₂ CO ₃ + ДКС	309	15	11	3,56 ± 1,05	73,33 ± 11,42
12. ДКС + 0,1н Na ₂ CO ₃ + ЛКС	324	22	12	3,70 ± 1,05	54,55 ± 10,62

Наибольшее число мутантных семей в третьем поколении получено в варианте 0,01н Na₂CO₃ – 10,66%, или 37 семей. При обработке лазерным красным светом перед замачиванием в 0,1н растворе карбоната натрия выделено 19 мутантных семей (7,17%), а при обработке ЛКС после замачивания в 0,1н Na₂CO₃ – 15 семей (4,89%). Однако в блоке вариантов с дальним красным светом наблюдалась обратная закономерность: в варианте 0,1н Na₂CO₃ + ДКС – 4,33% (13 семей), а в варианте ДКС + 0,1н Na₂CO₃ – 2,12% (7 семей).

Высокий процент семей, сохранивших измененный признак в M₃, отмечен в вариантах: ЛКС + 0,1н Na₂CO₃ + ДКС (73,33%), семена, замоч. в воде + ДКС (71,43%), 0,01н Na₂CO₃ (69,87%), 1н Na₂CO₃ (69,44%). Самый низкий

процент наследственности отмечен в варианте ДКС + Na₂CO₃ 0,1н, он составил 46,67. Средний процент материальной и функциональной преемственности в опыте составил 60,44%.

В третьем поколении среди новообразованных преобладали изменения количественных и морфологических изменений ячменя. Отмечены различия в спектральном составе мутаций между вариантами.

Обработка лазерным красным светом до замачивания в растворе карбоната натрия количеств типов мутаций – 8, при обратном сочетании указанных факторов – 6 типов.

В четвертом поколении селекционно-ценные мутанты были высеяны в контрольном питомнике для оценки урожайности растений ячменя (табл. 3).

Таблица 3

Урожайность мутантов ячменя в контрольном питомнике M₄, 2012 г.

Сорт, мутант	Урожайность, г/м ²	Масса 1000 зерен, г	Длина вегетационного периода, дн.
НУР (ст.)	410,90	47,70	80
2-26-0	417,79	60,00*	68
2-37-6	492,86*	46,66*	78
3-45-X	441,79	56,80*	88
4-16-3	473,38*	46,30*	78
5-18-3	485,38*	56,46*	78
6-7-X	478,74*	57,04*	78
6-16-39	486,65*	55,26*	81
8-3-013	445,32	48,06*	69
9-5-3	571,36*	53,56*	75
9-13-0	463,21*	54,00*	71
10-14-2	468,28	55,30*	74
11-9-Xa	456,52	54,36*	83
11-13-Xa	393,05	46,00*	69
11-17-3	438,46	53,82*	75
НСР _{0,95}	52,57	0,98	
НСР _{0,99}	70,86	1,34	

Примечание. * Различия достоверны при P ≥ 0,05; · различия достоверны при P ≥ 0,01.

Максимальную прибавку урожайности к стандарту сорту Нур дал мутантный образец 9-5-3 – 160,46 г/м², также высокая урожайность отмечена у образцов 2-37-6, 5-18-3, 9-13-0. По крупности зерна основная часть мутантов превышала стандартный сорт Нур на 0,36-9,34 г/массу 1000 зерен.

Самое крупное зерно отмечено у образца 2-26-0, у которого масса 1000 зерен составила 60,0 г (в контроле 47,7 г).

Образцы 2-26-0, 8-3-013 и 11-13-Ха имели самый короткий вегетационный период – 68-69 дней, что на 11-12 дней короче, чем у стандарта сорта Нур.

Характеристика мутантов с хозяйственно-полезными признаками. В ходе проведенных исследований выделены 40 мутантных форм, представляющих селекционный интерес по признакам скороспелости, продуктивности, большей массе зерна с колоса и другим признакам.

13 мутантных образцов передано в коллекцию ВИР им. Н.И. Вавилова. Краткая характеристика некоторых мутантных форм следующая:

Мутант 2-26-0 получен при обработке 0,01н раствором карбоната натрия. Разновидность нутанс. Колос двурядный желто-серый, длина 9,73 см, у исходного сорта – 8,53 см. Длина остей выше, чем у исходной формы, и составляет 19,1 см. Имеет достоверное увеличение на 1,38 и 1,27 шт. колосков и зерен соответственно. Созревает на 6 дней раньше контроля. Масса 1000 зерен 64,26 г. Урожайность зерна ячменя 417,79 г/м².

Мутант 2-37-6 выделен при замачивании семян в растворе Na₂CO₃ с концентрацией 0,01н в течение 12 ч. Разновидность нутанс. Колос двурядный, желтый, длина 11,1 см, длина соломины 64,1 см. Отличается высокой продуктивной кустистостью – 3,2, большим количеством зерен в колосе – 27,0 шт., в контроле – 23,0 шт., меньшей длиной остей – 12,5 см (в контроле – 17,2). Масса 1000 зерен 46,66 г. Урожайность зерна ячменя 492,86 г/м².

Мутант 4-16-3 получен при замачивании семян в растворе Na₂CO₃ с концентрацией 1н в течение 12 ч. Разновидность нутанс. Отличается длинным стеблем – 61,2 см, длина колоса 12,8 см, длина остей 19,3 см, количество колосков в колосе 29,4 шт., зерен в колосе – 29,0 шт. Масса 1000 зерен 46,30 г. Урожайность зерна составила 473,38 г/м².

Мутант 9-5-3 получен в варианте 0,1н Na₂CO₃ + ДКС. Разновидность нутанс. Длина колоса 8,1 см, масса зерна с колоса 1,27 г. Масса 1000 семян – 53,56 г. В 2012 г. мутант показал максимальную урожайность – 571,36 г/м².

Мутант 11-13-Ха получен в комплексном варианте ЛКС + Na₂CO₃ 0,1н + ДКС, выделен во втором поколении как мутант, имеющий хлорофилльную мутацию типа albina. Разновидность нутанс. Обладает высокой продуктивной кустистостью (в среднем 3,55 на 1 растение). Длина соломины 60,75 см, колоса – 9,15 см. Масса 1000 семян 46,00 г. Вегетационный период 69 дней. Урожайность зерна 393,05 г/м².

Заключение

Проведенные исследования показали, что красный свет и карбонат натрия являются мутагенными факторами на культуре ярового ячменя. Во всех вариантах получены наследственные изменения различного спектра. Выделены раннеспелые мутантные формы, образцы с высоким количеством зерен в колосе и высокой массой 1000 зерен, могут быть ценным исходным материалом для селекции. В опыте получено 40 мутантных образцов, имеющих ценность для генетических исследований, 13 мутантов передано в коллекцию ВИР им. Н.И. Вавилова.

Библиографический список

1. FAO, 2012. Положение дел в области продовольствия и сельского хозяйства. – [Эл. ресурс] URL: <http://www.fao.org/publications/sofa/2012/ru/>.
2. Sikora P., Chawade A., Larsson M., Olsson J., Olsson O. Mutagenesis as a tool in plant genetics, functional genomics, and breeding // International Journal of Plant Genomics. – 2011. – 314829. Published online Jan. 22, 2012.
3. Ahloowalia B.S., Maluszynski M., Nichterlein K. Global impact of mutation-derived varieties // Euphytica. – 2004. – Vol. 135 (2). – P. 187-204.
4. Рабкин Б.М., Тарасов В.А. Цитогенетическое действие лазерного излучения с длиной волны 6328Å, в проростках *Allium fistulosum* // Докл. АН СССР. – 1968. – Т. 180. – № 6. – С. 1471-1473.
5. Дудин Г.П. Мутационная изменчивость ячменя в M₂ под действием света (λ = 6328E) // Молекулярная и прикладная биофизика сельскохозяйственных растений и применение новейших физико-технических методов в сельском хозяйстве: тез. докл. второго Всесоюз. симпозиума (16-18 ноября 1977 г.). – Кишинёв, 1977. – С. 73.
6. Munns R.A., 2005. Genes and salt tolerance: bringing them together. New Phytologist 167, 645-663.
7. Xiong L., Schumaker K.S., Zhu J.K. Cell signaling during cold, drought, and salt stress // Plant Cell. – 2002. – 14 Suppl. – P. 165-183.
8. Takahashi R., Nishio T., Ichizen N., Takano T. Cloning and functional analysis of the

K⁺ transporter, PhaHAK2, from salt-sensitive and salt-tolerant reed plants // *Biotechnology Lett.* – 2007. – Vol. 29 (3). – P. 501-506.

9. Калам Ю., Орав Т. Хлорофильная мутация. – Таллинн: Валгус, 1974. – 60 с.

10. Моисейченко В.Ф., Трифонова М.Ф., Заверюха А.Х. и др. Основы научных исследований в агрономии. – М.: Колос, 1996. – 336 с.

References

1. FAO, 2012. Polozhenie del v oblasti prodovol'stviya i sel'skogo khozyaistva [El. resurs] URL: <http://www.fao.org/publications/sofa/2012/ru>.

2. Sikora P., Chawade A., Larsson M., Olsson J., Olsson O. Mutagenesis as a tool in plant genetics, functional genomics, and breeding // *International Journal of Plant Genomics.* – 2011. – 314829. Published online Jan. 22, 2012.

3. Ahloowalia B.S., Maluszynski M., Nichterlein K. Global impact of mutation-derived varieties // *Euphytica.* – 2004. – Vol. 135 (2). – P. 187-204.

4. Rabkin B.M., Tarasov V.A. Tsitogeneticheskoe deistvie lazernogo izlucheniya s dlinoi volny 6328 E, v prorostkakh *Allium fistulosum* // *Dokl. AN SSSR.* – 1968. – T. 180. – № 6. – S. 1471-1473.

5. Dudin G.P. Mutatsionnaya izmenchivost' yachmenya v M2 pod deistviem sveta ($\lambda = 6328 \text{ E}$). // *Molekulyarnaya i prikladnaya biofizika sel'skokhozyaistvennykh rastenii i primeneniye noveishikh fiziko-tehnicheskikh metodov v sel'skom khozyaistve: Tezisy dokladov vtorogo Vsesoyuznogo simpoziuma.* 16-18 noyabrya 1977 g. – Kishinev, 1977. – S. 73.

6. Munns R. Genes and salt tolerance: bringing them together // *New Phytol.* – 2005. – Vol. 167 (3). P. 645-663.

7. Xiong L., Schumaker K.S., Zhu J.K. Cell signaling during cold, drought, and salt stress // *Plant Cell.* – 2002. – 14 Suppl. – P. 165-183.

8. Takahashi R., Nishio T., Ichizen N., Takano T. Cloning and functional analysis of the K⁺ transporter, PhaHAK2, from salt-sensitive and salt-tolerant reed plants // *Biotechnology Lett.* – 2007. – Vol. 29 (3). – P. 501-506.

9. Kalam Yu., Orav T. Khlorofil'naya mutatsiya. – Tallinn: Valgus, 1974. – 60 s.

10. Moiseichenko V.F., Trifonova M.F., Zaveryukha A.Kh. i dr. Osnovy nauchnykh issledovaniy v agronomii. – М.: Kolos, 1996. – 336 s.



УДК 631.48(571.54)

С.В. Хутакова, В.И. Убугунова
S.V. Khutakova, V.I. Ubugunova

РАЗНООБРАЗИЕ ПОЧВ ПРИОЗЕРНОГО МЕЖГОРНОГО ПОНИЖЕНИЯ ИВОЛГИНСКО-ОРОНГОЙСКОЙ КОТЛОВИНЫ

SOIL DIVERSITY OF THE LAKESIDE INTERMOUNTAIN TOPOGRAPHIC LOW OF THE IVOLGINSKO-ORONGOYSKAYA BASIN

Ключевые слова: Западное Забайкалье, межгорные котловины, засоленные почвы, аллювиальные почвы, морфологическое строение, физико-химические свойства, стволы, отделы, типы.

Близость грунтовых вод повышенной минерализации, неглубокое залегание засоленных пород юрского возраста, аридный климат территории, особенности рельефа котловин мезозойского типа Западного Забайкалья обусловили формирование различных типов засоленных почв. Представлены результаты изучения разнообразия почв приозерного межгорного понижения Иволгинско-Оронгойской котловины. Описаны морфологические свойства, физико-химическая и химическая характеристика засоленных почв первичного, синлитогенного и постлитогенного ствола почвообразования. При полевых исследованиях использовался метод почвенно-геоморфологических профилей. Химико-аналитическая обработка почвенных образцов осуществлялась по общепринятой методике. Классификационное положение почв оп-

ределялось согласно профилно-гене-тической классификации почв. Установлено, что в приозерных понижениях формируются преимущественно засоленные почвы первичного ствола почвообразования – слоисто-аллювиальные почвы. Синлитогенный ствол почвообразования представлен аллювиальными засоленными почвами, формирующимися на озерно-аллювиальных отложениях. На исследуемой территории мелкими контурами встречаются сильно засоленные почвы постлитогенного ствола – солончаки, на трансаккумулятивных позициях – нередко каштановые солонцеватые почвы. Изученные почвы характеризуются нейтральным сульфатно-натриевым и содово-хлоридным засолением. Почвы, формирующиеся в условиях остаточного грунтового увлажнения, а также почвы прибрежных групп наименее засолены, так как периодически промываются водами озера. Общими свойствами большинства засоленных почв изучаемого района являются щелочная реакция среды, неравномерный гранулометрический состав, часто с большой долей щебня и гальки, невысокая емкость поглощения, большая доля