

УДК 633.16:631.41

О.Б. МАРЕНЮК, В.Д. БУГАЙОВ

*Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН**м. Вінниця, пр. Юності, 16, 21100, Україна**E-mail: bugayov1949@yandex.ru*

ОЦІНКА КОЛЕКЦІЙНИХ ЗРАЗКІВ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО НА АЛЮМОСТІЙКІСТЬ

Досліджено 73 зразки ячменю ярого різного еколого-географічного походження на стійкість до іонів алюмінію з використанням кореневого тесту на ранніх етапах розвитку рослин. Як додаткову ознаку використовували довжину проростка. За величиною індексу довжини кореня (ІДК) та довжини паростка (ІДП) сорти були розподілені на 4 умовних групи для кожної концентрації. Виявлено зразки з високим рівнем стійкості при концентраціях 0,74 мМ (рН 4,4), 1,5 мМ (рН 3,99) та 2,26 мМ (рН 3,84) іонів алюмінію на ранніх етапах розвитку. Подібні результати отримані і за довжиною проростка. Встановлено, що токсичні іони алюмінію в ювенільний період мають більший вплив на міру розвитку коріння, ніж проростку. Виявлено, що концентрація іонів алюмінію 1,5 мМ (рН 3,99) є найбільш оптимальною для диференціації зразків ячменю ярого. За результатами спільного тестування виділено сорти Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН – Сапфір (UA0805309), Оберіг (UA0800952); Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН – Екзотик (UA0804751); Биом (UA0805269) (Російська Федерація) і Гонор (UA0804432) (Білорусь), які можуть бути використані в якості вихідного матеріалу для селекції ячменю ярого в умовах підвищеної кислотності ґрунту.

Ключові слова: ячмінь ярий, селекція, сорт, джерело, іони алюмінію, кислотність ґрунту, стійкість.

ВСТУП

Ячмінь звичайний (ярий) (*Hordeum vulgare* L.) – універсальна культура за поширенням і використанням у сільськогосподарському виробництві. В останній час одним з основних факторів, що стримує підвищення врожайності цієї культури виступає підвищена кислотність ґрунтів. Адже за своїми біологічними особливостями рослини нормально розвиваються на ґрунтах з реакцією близькою до нейтральної. Одним з чинників токсичної дії на рослини в таких умовах є іони алюмінію [1, 2].

Зовнішні ознаки перш за все проявляються на коренях рослину зміні характеру їх росту, в зменшенні або припиненні росту основного кореня з подальшим утворенням на ньому плям [3, 4, 5]; потовщенні коренів; утворенні бічних коренів, ріст яких також уповільнюється [6]. Коріння під дією Al^{3+} стає дуже ламке і ослизнюється [7]; набуває жовтуватого або бурого забарвлення і сильно пригнічується [8, 9]; зменшується загальна маса коріння, їх довжина, галуження і опушення [10, 11].

Токсичні іони алюмінію впливають на процеси росту та продуктивність на всіх фазах онтогенезу рослин ячменю, але в ювенільний період більший вплив мають на ступінь розвитку коріння, ніж паростку. Високостійкі генотипи ячменю на початкових етапах розвитку можуть суттєво відрізнятися за продуктивністю на більш пізніх фазах онтогенезу [12].

В Україні за результатами агрохімічної паспортизації орних земель виявлено 3,7 млн. га (17%) кислих ґрунтів, з них такі ґрунти на Поліссі займають 37%, а в зоні Лісостепу – 25%. Відмічається стійка динаміка до збільшення площ підкислених ґрунтів [13, 14]. Такий

стан сільськогосподарських земель свідчить про необхідність розвитку селекційних технологій з едафічної селекції і створення сортів ячменю, які в умовах підвищеної кислотності ґрунту будуть давати високі та стабільні врожаї.

Вирішенням цієї проблеми займаються науковці з різних країн світу [15]. За результатами аналізу генеалогії кислотостійких сортів ячменю виявлені сорти-донори цієї ознаки, серед них відомі Московський 121 (Росія) і Pirkka (Фінляндія) [16, 17].

Оцінка вихідного матеріалу в селекції на алюмоустійкість потребує сучасних і ефективних методів оцінки рослин. Серед них лабораторний є більш швидким, точним і менш затратним у порівнянні з вегетаційним і польовим [18].

Метою досліджень було визначення стійкості зразків ячменю ярогорізного еколого-географічного походження до підвищеного вмісту іонів алюмінію на ранніх етапах розвитку рослин, а також виділення за цією ознакою перспективного вихідного матеріалу для селекції в умовах підвищеної кислотності ґрунтів.

МАТЕРІАЛИ, УМОВИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

В якості матеріалу для досліджень використано 73 колекційні зразки ячменю ярого різного еколого-географічного походження із колекційних фондів Національного центру генетичних ресурсів рослин України та Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН України.

Оцінку алюмоустійкості проводили в лабораторних умовах на ранніх етапах розвитку рослин з використанням кореневого тесту [19], що дозволило виявити стійкість сортів до іонів алюмінію за відношенням середньої довжини корінця при високій і низькій концентрації стресового фактору, яке визначалось індексом довжини корінця (ІДК). Більшість досліджень з лабораторних методів визначення алюмоустійкості для ячменю свідчить про доцільність розрахунку даного показника в стресових умовах при рН 3,8-4,3 [2, 18, 20, 21]. Довжину найдовшого зародкового корінця з 25 семиденних проростків, вирощених в розчинах з вмістом 0,74 (рН 4,4), 1,5 (рН 3,99) та 2,26 мМ (рН 3,84) іонів алюмінію у вигляді трихлористого алюмінію ($AlCl_3$), який відповідає вимогам ГОСТ 3759-75 [22], співвідносили з такою ж ознакою контрольного варіанту (дистильована вода). Даний показник виражали у відсотках і визначали за формулою

$$ІДК = ДКС / ДКК * 100,$$

де ІДК – індекс довжини корінця; ДКС – довжина корінця проростка, що вирощувався в умовах стресового фактору; ДКК – довжина корінця паростка контрольного варіанту.

Умови пророщування дотримано згідно стандарту визначення лабораторної схожості та проростання насіння [23]. Додатково в якості тесту використовували довжину проростка досліджуваних рослин (ІДП), який розраховували за формулою:

$$ІДП = ДПС / ДПК * 100,$$

де ІДП – індекс довжини проростка; ДПС – довжина проростку, вирощеного при концентрації стресового фактору; ДПК – довжина паростку контрольного варіанту.

За контроль брали показники довжини відповідно найдовшого корінця і первинного листка семиденних проростків, вирощених в контрольних умовах (дистильована вода). Достовірність різниці між показниками різних сортів оцінювали шляхом її порівняння з середньою помилкою [24].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За результатами лабораторних досліджень, значення довжини корінця було для кожного зразка індивідуальним і становило від 8,49 до 13,85 см.

Показники ІДК варіювали від 69,7 до 94,3% (табл.1). Виявлено 5 сортів, які практично не реагували на концентрацію 0,74 мМ іонів алюмінію (ІДК>90%). До них належать наступні: Биом (Російська Федерація); Гонор (Білорусь); Лука, Святогор і Екзотик (Україна) (табл.2).

Таблиця 1

Розподіл зразків ячменю ярого за індексом довжини кореня та індексом довжини проростка (концентрація Al^{3+} – 0,74 мМ), шт.

Кількість зразків, шт.					Частка зразків з ІДК>90, %	Кількість зразків, шт.				Частка зразків ІДП>100,%	
всього	з індексом довжини кореня, %					Кількість зразків	з індексом довжини паростка, %				
	69,7-70	71-80	81-90	91-94,3			<80	80-90	91-100		>100
73	2	28	38	5	6,9±0,45	73	7	15	32	19	26,0±0,97

При концентрації 1,5 мМ іонів алюмінію показники ІДК варіювали від 38,3 до 77,8% (табл.3). Виявлено 4 високостійкі зразки з ІДК – >70%: Оберіг, Подільський 14, Сапфір (Україна) і Гонор (Білорусь) (табл.2).

Таблиця 2

Зразки ячменю ярого з високими показниками індексу довжини кореня за пророщування на розчинах з різним вмістом іонів алюмінію

Сорт	Номер Національного каталогу	Індекс довжини кореня (ІДК), % $x \pm S$		
		0,74 мМ Al^{3+}	1,5 мМ Al^{3+}	2,24 мМ Al^{3+}
Оберіг	UA0800952	89,7±2,3	77,8±2,9	50,1±2,6
Биом	UA0805269	92,2±3,0	64,1±2,4	49,2±2,1
Гонор	UA0804432	92,9±3,5	74,1±3,3	56,3±3,0
Лука	UA0805237	92,7±1,7	55,9±2,6	37,0±2,3
Святогор	UA0805236	91,9±2,1	67,4±3,7	40,7±3,8
Екзотик	UA0804751	94,3±2,5	66,4±2,2	45,6±3,1
Подільський 14	UA0803847	78,0±3,4	70,8±3,1	36,1±2,1
Сапфір	UA0805309	88,8±2,5	71,9±2,3	49,5±4,7

Таблиця 3

Розподіл зразків ячменю ярого за індексом довжини кореня та індексом довжини проростка (концентрація Al^{3+} – 1,5 мМ), шт.

Кількість зразків, шт.					Частка зразків з ІДК>70, %	Кількість зразків, шт.				Частка зразків з ІДП>90, %	
всього	з індексом довжини кореня, %					Кількість зразків	з індексом довжини паростка, %				
	38,3-50	51-60	61-70	>70			<70	71-80	81-90		>90
73	13	30	26	4	5,8±2,1	73	6	17	29	21	28,8±1,7

При концентрації 2,26 мМ Al^{3+} показники ІДК варіювали від 23,4 до 56,3% (табл.4).

Таблиця 4

Розподіл зразків ячменю ярого за індексом довжини кореня та індексом довжини паростка (концентрація Al^{3+} – 2,26 мМ) , шт.

Кількість зразків, шт.					Частка зразків з ІДК>50,%	Кількість зразків, шт.				Частка зразків з ІДП>80,%	
ВСЬОГО	з індексом довжини кореня, %					ВСЬОГО	з індексом довжини паростка, %				
	23,4 -30	31-40	41-50	51-56,3			<60	60-70	71-80		>80
73	10	45	16	2	2,7±5,85	73	19	31	16	7	9,6±4,27

Високу стійкість до іонів алюмінію виявлено у двох зразків з ІДК >50%. Це сорти Оберіг (Україна) і Гонор (Білорусь) (див. табл.2).

При вивченні рослин ячменю за реакцією паростка на іони алюмінію виявлено, що при найнижчій концентрації (0,74 мМ) у 11 зразків спостерігається вища стійкість (ІДП – >100%): Армакс, Фенікс, Аматор, Володар, Бескид, Аграрій, Лука, Екстерн(Україна); Биом, Сибирский авангард (Російська Федерація); Бурштин (Білорусь) (табл.5).

Відмічено вищу стійкість (ІДП – >90%) до іонів алюмінію при концентрації розчину 1,5 мМ Al^{3+} у 14 зразків. Це сорти: Аматор, Адамей, Лука, Екстерн, Оксамитовий, Барвистий, Сяйво, Мирон, Статок(Україна); Омський 89, Азарт, Сибирский авангард, Кузнецкий (Російська Федерація); Бурштин(Білорусь).

Таблиця 5

Зразки ячменю ярого з високими показниками індексу довжини проростка за пророщування на розчинах з різним вмістом іонів алюмінію

Сорт	Номер Національного каталогу	Індекс довжини проростка (ІДП),% \pm S		
		0,74 мМ Al^{3+}	1,5 мМ Al^{3+}	2,24 мМ Al^{3+}
1	2	3	4	5
Сапфір	UA0805309	101,9±3,9	88,0±2,9	69,9±2,5
Армакс	UA0805304	104,2±2,6	80,4±3,1	60,7±3,2
Екстрим	UA0805242	100,3±2,1	75,6±2,2	59,4±3,7
Фенікс	UA0804871	104,9±2,5	88,5±2,9	66,4±2,6
Аматор	UA0805306	104,6±4,3	101,2±4,6	89,6±2,4
Адамей	UA0800939	101,4±3,2	97,4±2,4	83,3±2,6
Володар	UA0805307	103,2±2,9	89,6±3,5	67,8±2,4
Бескид	UA0800996	109,2±5,4	89,6±2,1	66,9±2,9
Аграрій	UA0805300	104,7±3,6	92,6±2,7	74,4±2,8
Лука	UA0805237	114,8±5,8	121,3±5,3	108,5±4,9
Естерн	UA0800580	109,2±4,4	95,1±2,2	69,7±3,1
Оксамитовий	UA0800584	102,5±3,4	106,0±5,4	74,6±3,4
Лад	UA0805264	101,9±3,1	75,1±2,7	55,1±2,2
Биом	UA0805269	113,6±4,3	76,5±3,0	60,7±4,0
Сонет	UA0805112	100,0±2,2	91,2±2,1	75,0±3,3
Бурштин	UA0805001	108,0±5,2	98,8±3,1	78,2±3,2
Frida	UA0804130	100,2±2,3	88,3±3,7	87,1±3,9
Нутанс 39	UA0805276	100,1±3,9	79,0±2,6	55,4±2,4
Екзотик	UA0804751	96,1±2,1	91,3±2,4	80,9±4,2

Таблиця 5 (продовження)

1	2	3	4	5
Сибирський авангард	UA0805149	104,5±2,7	97,4±2,5	59,7±3,7
Л 49	UA0805267	95,0±4,7	91,3±3,1	60,3±3,1
Барвистий	UA0805308	94,1±2,9	101,7±4,0	61,4±2,3
Сяйво	UA0805238	89,2±2,1	95,7±3,3	68,6±2,6
Аграрій	UA0805300	104,7±3,2	92,6±3,5	74,4±4,1
Мирон	UA0805241	99,5±4,9	94,4±2,6	75,7±3,2
Ілот	UA0805233	89,7±2,3	92,1±4,0	58,5±2,5
Статок	UA0801152	99,9±2,2	113,6±5,8	71,0±2,1
Вереск	UA0805290	90,8±2,6	86,5±4,8	77,8±2,9
Омський 89	UA0805151	96,0±3,0	96,9±3,5	69,8±3,3
Азарт	UA0805152	93,2±3,8	97,4±2,7	70,5±4,6
Кузнецкий	UA0805294	91,4±2,4	93,3±2,2	66,1±2,5
Astoria	UA0804950	96,2±4,3	92,8±3,1	71,3±2,6
Гонор	UA0804432	98,0±3,7	90,5±2,6	73,4±3,1
Слобідський	UA0800938	95,3±2,6	78,3±2,1	80,8±5,2
Убаган	UA0805278	92,6±2,1	88,8±2,5	81,8±2,9

При високій концентрації (2,26 мМ Al^{3+}) вища стійкість (ІДП – >80%) виявлена лише у чотирьох зразків. До групи високостійких віднесено сорти: Аматор, Адамей, Лука (Україна); Frida (Швеція).

ВИСНОВКИ

Встановлено, що токсичні іони алюмінію в ювенільний період більший вплив мають на міру розвитку коріння, ніж проростку. Концентрація іонів алюмінію 1,5 мМ (рН 3,99) є найбільш оптимальною для диференціації зразків ячменю ярого. За результатами тестування реакції кореня і проростка на алюмоустійкість виявлені високостійкі сорти ячменю ярого до даного чинника на ранніх етапах розвитку рослин. Це сорти Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН– Сапфір, Оберіг; Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН – Екзотик(UA0804751); Биом(UA0805269) (Російська Федерація) і Гонор(UA0804432) (Білорусь). Виділені сорти рекомендуються для використання як вихідний матеріал для селекції в умовах підвищеної кислотності ґрунтів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Климашевский Э.Л. Генетический аспект минерального питания растений. – М.: Агропромиздат, 1991. – 415 с.
2. Яковлева О.В., Капешинский А.М., Ковалева О.Н. Устойчивость культурного и дикого ячменя к действию токсичных ионов алюминия. Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса // Труды по прикл. бот., ген. и сел. – 2009. – Т. 165. – С.56-59.
3. Ганжа Б.А. К вопросу о действии Al -ионов и H -ионов. // Почвоведение. – 1941. – №1. – С.23-38.
4. Aniol A. The aluminum tolerance in wheat //Plant breeding: theories, achievements and problems //Dotnuva Akademija Lithuania (14-16 July, 1999). – P.14-22.
5. McMeilly T. A rapid method for screening barley for aluminum tolerance //Euphytica. – 1982 – V.31. – P. 237-239.
6. Мещеряков А.М. Влияние кислотности и алюминия на рост растений // Труды ВИУА. –1937. – Вып.16. – Т.4. – С.166-182.
7. Roy A.K., Sharma A., Talukder G. Some aspect aluminum-toxic for plants // Botanical revier. – 1988. – V. 54. – №2. – P.145-178.

8. Reid D.A. Fleming A.L., Foy C.D. A method for determining aluminum response of barley in nutrient solutions in comparison to response in Al-toxic soil // *Agronomy Journal*. – 1971. – V.63. – P. 600-603.
9. Reid D.A. Jons G.D., Armiger W.H., Foy C.D., Koch E.J., Smarlmng P.M. Different aluminum tolerance winter barley varieties and selection in associated greenhouse and field experiments // *Agronomy Journal*. – 1969. – V. 61. – P. 218-222.
10. Родина Н.А. Солодянкина М.М. Влияние ионов алюминия на начальный рост корневой системы ярового ячменя // *Научные проблемы создания новых сортов с.-х. культур, адаптированных к современным условиям производства. Материалы научной сессии (21-22 июля 1998 г.)* – СПб., 1998. – С. 38-39.
11. Фроловская Т.П. Влияние подвижных форм алюминия на урожай и качество с.-х. растений // *Влияние свойств почв и удобрений на качество растений*. – М.: МГУ, 1966. – С.157-167.
12. Яковлева О.В. Капешинский А.М. Толерантность ячменя к токсичным ионам алюминия в условиях почвенной культуры // *Труды по прикл. бот., ген. и сел.* – 2011. – Т.168. – С.54-64.
13. Концепція агрохімічного забезпечення землеробства України на період до 2015 року. – Харків:КП Міськдрук, 2009. – 37 с.
14. Національна доповідь про стан родючості ґрунтів України за ред. Балюка С.А., Медведєва В.В., Тараріко О.Г. та ін. – К., 2010. – С.16-22.
15. Жученко А.А. Проблемы адаптации в селекции, сортоиспытании и семеноводстве сельскохозяйственных культур // *Генетические основы селекции с.-х. культур*. – М., 1995. – С.3-19.
16. Груздева Е.В. Математическое моделирование физиологических откликов реакций ячменя на комплексный эдафический стресс. Дисс. на соиск. уч. ст. канд. биол. наук. – СПб.: ВИР, 1999. – 150 с.
17. Косарева И.А. Кошкин В.А. Развитие физиологических исследований в ВИР // *Труды по прикл. бот., ген. и сел.* – СПб.: ВИР, 2007. – Т.164. – С.350-360.
18. Щенникова И.Н. Лисицын Е.М. Внутривидовая вариабельность генетического контроля алюмоустойчивости ячменя и овса // *Структурные и функциональные отклонения от нормального роста и развития растений под воздействием факторов среды. Материалы международной конференции*. – Петрозаводск, 2011. – С. 287-290.
19. Лисицын Е.М. Методика лабораторной оценки алюмоустойчивости зерновых культур // *Доклады РАСХН*, 2003. – №3. – С.5-7.
20. Щенникова И.Н. Щуплецова О.Н., Бутакова О.И. Оценка сортов ярового ячменя на кислостойчивость (Al³⁺). Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса // *Труды по прикл. бот., ген. и сел.* – СПб.: ВИР, 2009. –Т. 165. – С. 179-182.
21. Лисицын Е.М., Щенникова И.Н. Изменение потенциала алюмоустойчивости гибридов ячменя под влиянием материнского сорта // *Доклады РАСХН*, 2009. – №6. – С.10-12.
22. Реактивы. Алюминий хлористый 6-водный. Технические условия. ГОСТ 3759-75. – [Чинний від 1976.07.01]. – М.: ИПК Издательство стандартов. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: http://www.infosait.ru/Pages_gost/35023.htm
23. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості ДСТУ 4138-2002. – [Чинний від 2004.01.01]. – Київ.: ДержспоживстандартУкраїни. – 2003. – 170с.
24. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). // – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

REFERENCE

1. Klimashevsky EL. Genetic aspects of mineral nutrition of plants. М.: Агропромиздат, 1991: 415.

2. Yakovleva OV, Kapeshinsky AM, Kovalev ON. Sustainability of cultural and wild barley to the action of toxic aluminum ions. Genetic resources of rye, barley and oats . Trudy po prykl. bot., hen. y sel. 2009. 165: 56-59.
3. Ganja BA, Concerning the effect of Al ions and H ions. Pochvovedenye. 1941. 1: 23-38.
4. Aniol A. The alummium tolerance in wheat. Plant breeding: theories, achievements and problems. Dotnuva Akademija Lithuania (14-16 July, 1999): 14-22.
5. McMeilly T. A rapid method for screening barley for aluminum tolerance. Euphytica. 1982. 31: 237-239.
6. Mescheryakov AM, Effect of pH and aluminum on the growth of plants. Trudy VIUA. 1937. 16. 4: 166-182.
7. Roy A.K., Sharma A., Talukder G. Some aspect alummum-toxic for plants. Botanical revier. 1988. 54. 2: 145-178.
8. Reid D.A. Fleming A.L., Foy C.D. A method for determining aluminum response of barley in nutrient solutions in comparison to response in Al-toxic soil. Agronomy Journal. 1971. 63: 600-603.
9. Reid D.A. Jons G.D., Armiger W.H., Foy C.D., Koch E.J., Smarlmng P.M. Different aluminum tolerance winter barley varieties and selection in associated greenhouse and field experiments // Agronomy Journal. 1969. 61: 218-222.
10. Rodina HA, Solodyankina MM. Influence of aluminum ions in the initial growth of the root system of spring barley. Nauchnye problemy sozdaniya novykh sortov s.-kh. kul'tur, adaptirovannykh k sovremennym uslovyam proizvodstva. Materyaly nauchnoy sessyy. 21-22 yulya 1998. SPb. 1998: 38-39.
11. Frolovskaya TP, Influence of mobile forms of aluminum on yield and quality of agricultural plant. Vlyyanye svoystv pochv y udobrenyy na kachestvo rastenyy. M.: MHU, 1966: 157-167.
12. Yakovleva OV, Kapeshinsky AM. Barley tolerance to toxic aluminum ions in the soil culture conditions. Trudy po prykl. bot., hen. y sel. 2011. 168: 54-64.
13. The concept of providing agrochemical agriculture in Ukraine until 2015. Kharkiv: CP Miskdruk, 2009: 37.
14. National report on the status of soil fertility Ukraine ed. Baluk SA, Medvedev VV, OH Tarariko and others. K. 2010: 16-22.
15. Zhuchenko A.A. Adaptation problems in breeding, variety testing and seed production of crops. Henetycheskye osnovy selektsyy s.-kh. kul'tur. M. 1995: 3-19.
16. Gruzdeva EV. Mathematical modeling of physiological responses to the complex reactions of barley edaphic stress. Diss. on comp. sc. deg. cand. biol. sciences. SPb.: VIR, 1999: 150.
17. Kosarev IA, Koshkin VA, Development of physiological research in VIR. Trudy po prykl. bot., hen. y sel. SPb.: VIR, 2007. 164. 350-360.
18. Щенникова И.Н. Лисицын Е.М. Внутривидовая вариабельность генетического контроля алюмоустойчивости ячменя и овса. Структурные и функциональные отклонения от нормального роста и развития растений под воздействием факторов среды. Материалы международной конференции. – Петрозаводск, 2011. – С. 287-290.
19. Lisitsyn EM. Laboratory testing methods of alumoresistance crops. Doklady RASKhN, 2003. 3. : 5-7.
20. Shchennikova IN, Schupletsova ON, Butakova OI. Evaluation of spring barley varieties for acid-fast (Al³⁺). Genetic resources of rye, barley and oats. Trudy po prykl. bot., hen. y sel. 2009. 165: 179-182.
21. Lisitsyn EM, Shchennikova IN. The potential change alumoresistance barley hybrids under the influence of the parent varieties // Doklady RASKhN. 2009. 6: 10-12.
22. Reagents. Aluminum chloride 6-aqueous. Technical conditions. GOST 3759-75. [1976.07.01]. M.: Publishing IEC standards. [Electron. resource]. - Mode of access: http://www.infosait.ru/Pages_gost/35023.htm

23. Seeds of crops. Methods for determination of quality DSTU 4138-2002. - [2004.01.01]. Kyiv .: Derzhspozhivstandart Ukrainy. 2003: 170.
24. Dospikhov VA. The technique of field experience (with the basics of statistical processing of the results of research). M .: Agropromizdat, 1985: 351.

А.Б. Маренюк, В.Д. Бугаев

Институт кормов и сельского хозяйства Подолья НААН,

г. Винница, пр. Юности, 16, 21100, Україна

E-mail: bugayov1949@yandex.ru

ОЦЕНКА КОЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ЯЧМЕНЯ ЯРОВОГО НА АЛЮМОУСТОЙЧИВОСТЬ

Цель. Определить устойчивость образцов генофонда ячменя ярового к содержанию ионов алюминия в лабораторных условиях на ранних этапах развития растений и выделить исходный материал для селекции в условиях повышенной кислотности почв.

Результаты и обсуждение. Выявлено 5 сортов, которые практически не реагировали на концентрацию ионов алюминия 0,74 мМ: индекс длины корня (ИДК) превышает 90%: Лука, Святогор и Экзотик (Украина), Биом (Россия); Гонор (Беларусь);. При концентрации 1,5 мМ ионов алюминия выявлены 4 высокоустойчивых образца с ИДК>70% - Оберіг, Подольский 14 Сапфир (Украина) и Гонор (Беларусь). ИДК варьировали от 38,3 до 77,8%. При концентрации 2,26 мМ Al^{3+} высоко устойчивыми к ионам алюминия было 2 образца с ИДК> 50%:Оберіг (Украина) и Гонор (Беларусь); ИДК варьировали от 23,4 до 56,3%. По реакции ростка на ионы алюминия при низкой концентрации (0,74 мМ) самая высокая устойчивость: индекс длины проростка (ИДР) превышает 100% наблюдалась у 19 образцов: Сапфир, Армакс, Экстрим, Феникс и др. (Украина); Биом, Сонет, Сибирский авангард (Россия); Бурштын (Беларусь); Frida (Швеция); Нутанс 39 (Казахстан). Наивысшая устойчивость (ИДР > 90%) при концентрации раствора 1,5 мМ Al^{3+} отмечена у 21 образца: Экзотик, Амата, Адамейи др. (Украина); Сонет, Вереск, Омский 89 и др. (Россия); Astoria (Франция); Гонор и Бурштын (Беларусь). При высокой концентрации (2,26 мМ Al^{3+}) самая высокая устойчивость (ИДР > 80%) выявлена у 7 образцов:Амата, Адамей, Лука, Экзотик, Слобідський (Украина); Убаган (Казахстан) и Frida (Швеция).

Выводы.Токсичные ионы алюминия в ювенильный период оказывают большее влияние на степень развития корней, чем ростка. Концентрация ионов алюминия 1,5 мМ (рН 3,99) является наиболее оптимальной для дифференциации образцов ячменя ярового. По результатам общего тестирования реакции корня и ростка на алюмоустойчивость обнаружены высокоустойчивые сорта ячменя ярового к данному фактору на ранних этапах развития растений: сорта Украины - Сапфир, Оберіг, Экзотик; России – Биом; Беларуси - Гонор. Выделенные сорта рекомендуется использовать в качестве исходного материала для селекции в условиях повышенной кислотности почв.

Ключевые слова: ячмень яровой, селекция, сорт, ионы алюминия, кислотность почвы, устойчивость.

O.B. Mareniuk, V.D. Buhaiov

Institute of Feeds and Agriculture of Podillya NAAS,

Vinnitsa, Yunosti prospect, 16, 21100, Ukraine

E-mail: bugayov1949@yandex.ru

EVALUATION OF COLLECTION SAMPLES OF SPRING BARLEY ON RESISTANCE TO ALUMINUM

Goal. Determination of the resistance of spring barley samples of different eco-geographical origin to the content of aluminium on this basis perspective starting material for breeding in conditions of high soil acidity.

Results and discussion. We identified five varieties, which almost did not react on the concentration of 0,74 mM of aluminum ions: index of root length (IDC) is more than 90%. These include the following classes: Biome (Russian Federation); Ambition (Belarus); Luka, Svjatogor and Exotic (Ukraine). At a concentration of 1.5 mM of aluminum ions were detected 4 highly resistant samples with IDC \rightarrow 70% - Oberig, Podolsky 14 Sapphire (Ukraine) and Gonor (Belarus). Indicators IDC varied from 38,3 to 77.8%. At a concentration of 2,26 mM Al³⁺ + high resistance to aluminum ions were found in 2 samples with IDC $>$ 50%. These varieties are Oberig (Ukraine) and Gonor (Belarus). Indicators of IDC ranged from 23.4 to 56.3%.

When studying the reaction of barley plants germs on aluminum ions was found that at low concentrations (0.74 mM) in 19 samples have the highest resistance (IDR \rightarrow 100%) in the following varieties: Sapphire, Armax, Extreme, Phoenix, Amator, Adamei, Volodar, Beskid, Agrarii, Luka, Extern, Oksamitovy, Lad (Ukraine); Biome, Sonnet, Siberian avant-garde (Russian Federation); Bursztyn (Belarus); Frida (Sweden); Nutans 39 (Kazakhstan). Is noted the highest resistance (IDR \rightarrow 90%) to aluminum ions at a concentration of 1.5 mM of the solution Al³⁺ + in 21 samples. This varieties are - Exotic, Amator, Adam, L49, Picturesque, Luka, Oksamitovy, Syayvo, Agrarian, Extern, Myron, Ilot, Statok (Ukraine); Sonnet, Heather, Omsk 89, Excitement, Siberian avantgard, Kuznetskii (Russia); Astoria (France); Honor and Bursztyn (Belarus). At high concentrations (2.26 mM Al³⁺ +) the highest resistance (IDR \rightarrow 80%) was found in only 7 samples. The group classified as highly resistant varieties are: Amator, Adam, Luka, Exotic, Slobidsky (Ukraine); Ubagan (Kazakhstan) and Frida (Sweden).

Conclusions. It is established that the toxic aluminum ions in the juvenile period have a greater impact on the degree of development of roots, than a germ. Is revealed that the concentration of aluminum ions 1.5 mM (pH 3,99) is the best for the differentiation of samples of spring barley. According to the results of testing the total reaction of roots and shoots on alu resistance were found highly resistant varieties of spring barley to this factor during the early stages of plant development. This varieties of Institute of Feed and Agriculture of Podillya NAAS - Sapphire Obereg; Institute of Plant Breeding named after V. YaYuriev NAAS - Exotic; Biome (Russian Federation) and Gonor (Belarus). These varieties could be used as a initial material for breeding in increased soil acidity conditions.

Key words: *spring barley, selection, variety, aluminum ions, the acidity of the soil, stability.*