

УДК 582.951.4

Дьяченко Л. Ф., канд. биол. наук, вед. научн. сотр.¹,**Нецветаев В. П.**, д-р биол. наук, вед. научн. сотр.²,**Топтиков В. А.**, канд. биол. наук, ст. научн. сотр.¹,**Тоцкий В. Н.**, д-р биол. наук, проф., зав. каф.¹¹ Одесский национальный университет, кафедра генетики и молекулярной биологии, ул. Дворянская, 2, Одесса, 65026, Украина² Белгородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, ул. Октябрьская, 58, Белгород, 308001, Россия

РАСПРОСТРАНЕНИЕ АЛЛЕЛЬНЫХ ГЕНОВ ПЕРОКСИДАЗЫ ЯЧМЕНЯ (*HORDEUM VULGARE L.*) НА ТЕРРИТОРИИ СНГ

Электрофоретические спектры пероксидазы исследованных сортов ярового ячменя значительно различаются количеством и подвижностью ее множественных молекулярных форм. Установлены особенности распространения форм пероксидаз по климатическим зонам СНГ, по различным регионам Украины. Показано, что отдельные формы пероксидазы имеют существенные преимущества в разных условиях внешней среды. Частота встречаемости этих форм зависит от таких показателей, как сумма позитивных температур и количество осадков в течение вегетационного периода. Обнаружено сцепление генов четырех быстроподвижных форм пероксидазы.

Ключевые слова: пероксидаза, множественные молекулярные формы ферментов, электрофоретическое разделение, ячмень

Распределение частот аллелей отдельных белков в популяции не является случайным, а зависит от соответствующих климатических и почвенных условий. Например, для ячменя обнаружены достоверные особенности клинального распространения некоторых изозимов эстераз в зависимости от зоны районирования генотипа [1, 2]. Аналогичные данные получены для супероксиддисмутазы [3, 4], гордеинов [5, 6]. Прослеживается связь между определенными аллелями и некоторыми хозяйственно-ценными признаками, в частности ряд аллелей гордеинов коррелирует с уровнем зерновой продуктивности растений ярового ячменя [7] и с зимостойкостью у озимого [8].

Это свидетельствует о существенном научном значении исследований полиморфизма различных белковых систем. Такая информация дает возможность заранее оценивать тот или иной аллель в данной агроклиматической зоне в связи с целенаправленной селекцией. Пероксидаза выбрана по нескольким причинам. Так, она является полиморфным ферментом [9]. Для нее выявлена корреляция между отдельными молекулярными формами и некоторыми ценными хозяйственными признаками [10]. Пероксидаза выполняет регуляторные и защитные функции в растениях и, благодаря

изменчивости своих форм, может составлять основу адаптационного механизма растений к неблагоприятным условиям внешней среды [11].

Целью данной работы явилось исследование особенностей распределения отдельных молекулярных форм пероксидазы в разных климатических зонах выращивания ярового ячменя.

Материал и методы

В данной работе изучено 190 сортов ярового ячменя, которые были районированы в Советском Союзе с 1929 по 1990 гг., включая и ряд местных сортов. Семенной материал получен из коллекции Селекционно-генетического института (г. Одесса), которая в свою очередь пополнялась из фондов Института растениеводства им. Н. И. Вавилова (г. Санкт-Петербург), Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева, Института ботаники Латвии, Центральной лаборатории по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур, селекционных учреждений — оригинаторов сортов.

В качестве исходного материала использовали 5-6-дневные этиолированные проростки. Для получения экстракта растительный материал гомогенизировали на холоду с буфером (0,05 М трис-HCL, 0,1 % дитиотреитол, 0,1 % аскорбиновая кислота, 15 % сахароза, pH 6,8) в соотношении 1 : 0,5 (вес : объем). Для более полной экстракции гомогенат выдерживали не менее 1 ч в холодильнике, а затем центрифугировали 15 мин при 5000 g. На гель наносили 15 мкл экстракта.

Электрофорез пероксидаз проводили по Дэвису [12] в вертикальных пластинах 10 % полиакриламидного геля до выхода бромфенолового синего из геля. Визуализацию ферментов осуществляли в растворе бензидина [13].

В исследованиях учтены территориальные единицы — природно-сельскохозяйственные провинции, на которые был поделен земельный фонд СССР [14]. Расположение и нумерация провинций, где выращивается яровой ячмень, представлены в табл. 1. Карта-схема расположения провинций на территории бывшего СССР приведена в статье А. А. Поморцева и др. [15]. Состав сортов, культивируемых в пределах каждой провинции, определен по каталогам районированных сортов сельскохозяйственных культур Государственной комиссии по сортоиспытанию.

Частоту рекомбинации оценивали по Фишеру, критерием достоверности служил показатель χ^2 [16, 17].

Результаты исследований и их обсуждение

Результаты электрофоретического разделения множественных молекулярных форм пероксидаз в этиолированных проростках некоторых сортов ярового ячменя представлены на рис. 1. Всего у исследованных нами сортов ячменя выявлено тринадцать различающихся электрофоретической подвижностью форм пероксидазы. В отдельных сортах количество изоформ варьировало от пяти (Нутанс 970) до девяти (Онохойский 566).

Таблица 1

Природно-сельскохозяйственные провинции на территории СССР в ареале выращивания ярового ячменя

Провинции		Зона	Сумма температур >10°C	Осадки, мм/год	Влагообеспеченность,*	Средняя температура июля, °C	Количество сортов
№ по реестру	Название						
30	Европейская	<i>Средне-таежная</i>	1400	600	0,60	16,5	23
40	Прибалтийская	<i>Южно-таежно-лесная</i>	1900	650	0,60	17,5	33
42	Белорусская		2400	650	0,53	19,1	30
43	Средне-русская		1900	650	0,53	18,0	35
44	Западно-сибирская		1600	450	0,53	17,5	15
47	Амуро-уссурийская		2300	850	0,53	19,9	17
51	Украинская	<i>Лесостепная</i>	2600	550	0,44	19,4	37
52	Средне-русская		2400	500	0,44	19,3	44
53	Предуральская		2200	500	0,40	19,2	32
54	Западно-сибирская		2000	350	0,38	18,9	23
55	Предалтайская		1850	600	0,43	18,4	16
61	Украинская	<i>Степная</i>	3100	425	0,28	21,8	26
62	Предкавказская		3150	600	0,35	21,7	23
63	Южно-русская		2900	425	0,28	21,1	28
64	Заволжская		2500	350	0,24	20,4	14
65	Казахстанская		1950	400	0,28	18,9	20
66	Предалтайская		1700	300	0,27	17,4	14
67	Восточно-сибирская		2200	275	0,28	19,7	15
71	Южно-украинская	<i>Сухо-степная</i>	3350	300	0,22	22,0	15
72	Маньчско-донская		3150	300	0,20	21,5	20
73	Заволжская		2850	300	0,18	22,1	12
74	Казахстано-алтайская		2450	300	0,18	20,5	13
81	Прикаспийская	<i>Полупустынная</i>	2800	250	0,15	22,5	17
82	Центрально-казахстанская		2400	300	0,15	22,2	10
10	Южно-казахстанская	<i>Предгорная пустынно-степная</i>	3400	300	0,13	23,1	14

Примечание: * — показатель влагообеспеченности (отношение количества осадков за год к испаряемости)

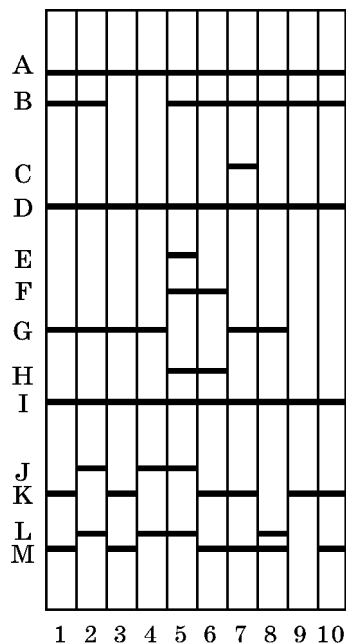


Рис. 1. Множественные молекулярные формы пероксидазы проростков ячменя:

1 — Север 1, 2 — Омский 11464, 3 — Паллидум 45, 4 — Полярный, 5 — Онохойский 566, 6 — Рассвет, 7 — Московский 2, 8 — Данубия Аккермана, 9 — Нутанс 970, 10 — Медикум 8955.

в восточных и западных территориях. Анализ этих результатов показал, что “западные” и “восточные” сорта ярового ячменя характеризуются одинаковой величиной частоты встречаемости почти всех форм пероксидаз, и только двумя аллелями (*B* и *J*) они достоверно различаются. В обоих случаях эти формы чаще выявляются в спектрах пероксидаз сортов, районированных на востоке страны. Так, частота встречаемости аллеля *J* в восточных провинциях почти втрое превышает этот показатель для ячменей, выращиваемых в западных провинциях.

Как свидетельствуют данные, представленные в таблице 4, некоторые аллели пероксидаз имеют определенные геногеографические преимущества: частоты встречаемости их зависят от суммы температур на протяжении вегетационного периода. Так, аллель *C* приблизительно втрое чаще встречается у сортов, районированных в зонах с низкой или средней температурой. Аллель *I* характерен для всех без исключения сортов, выращиваемых в провинциях с высокой температурой. Аллель *J* присутствует у 14 % сор-

Для сравнения молекулярных форм фермента у разных сортов и проведения компьютерного анализа данных по специальной программе [18] каждую из ферментных полос обозначили одной из букв латинского алфавита (рис. 1). Малоподвижная форма (*A*) оказалась самой стабильной и обнаруживалась у всех изученных сортов. Довольно постоянными оказались формы *B*, *D*, *I*, *K*, *M*; они присутствовали у 90-98 % сортов. В противоположность им формы *E*, *F* встречались очень редко, приблизительно у 0,5 % исследованных сортов, например, сорта Ильинецкий 5, Вальтицки 6, Онохойский 566, Рассвет. Остальные изоформы пероксидазы более распространены. Так, изоформа *C* выявлена у 10 %, *H* — у 7 %, *J* — у 4-9 %, *L* — у 15 % сортов.

Для выяснения особенностей распределения тех или иных молекулярных форм пероксидаз при определенных климатических условиях определена частота встречаемости в сортах ячменя каждой отдельной формы фермента. Для наглядности все указанные в таблице 1 провинции, в которых районирован яровой ячмень, по количеству осадков и тепла искусственно разделили так, как это показано в табл. 2.

В таблице 3 представлены данные о распространении отдельных форм пероксидаз

Таблица 2

Распределение провинций по показателям температуры и количества осадков

Сумма температур, >10°C			Количество осадков, мм			
1400- 2200	2300- 2900	2950-3400	850-600	550-500	400-350	350-275
<i>“Западные” провинции</i>						
30	42	61	30	51	61	71
40	51	62	40	52	63	72
43	52	71	42	53	64	81
53	63	72	43			
	64		62			
	61					
<i>“Восточные” провинции</i>						
44	47	10	47	44	10	
54	74	73	55		54	
55	82				65	
65						
66						
67						

Примечание: названия и номера провинций приведены в табл. 1.

Таблица 3

Частота встречаемости (%) отдельных форм пероксидаз ячменя в восточных и западных провинциях СССР

Условное обозначение аллеля пероксидазы*	“Западные” провинции**	“Восточные» провинции”**
A	100	100
B	91±3	97±2
C	10±3	8±3
D	96±2	94±3
E	0	1±1
F	1±1	1±1
G	80±4	75±6
H	6±2	7±3
I	98±1	96±2
J	4±2	12±5
K	90±3	84±5
L	13±3	16±5
M	93±2	86±5

Примечание: * — условные обозначения показаны на рис. 1; ** — размещение провинций приведено в табл. 1, 2.

Частота встречаемости (%) отдельных форм пероксидаз в зависимости от температурных условий среды районирования

Аллель пероксидазы*	Сумма температур выше 10°C		
	1400-2200	2300-2900	2950-3400
A	100	100	100
B	96±2	91±3	94±3
C	13±4	13±3	4±3
D	96±2	96±2	96±3
E	1±1	0	0
F	2±1	2±1	0
G	78±4	77±4	81±5
H	6±2	8±3	5±3
I	95±2	96±2	100
J	15±4	4±2	0
K	79±4	91±3	95±3
L	22±4	10±3	9±4
M	83±4	95±2	94±3

Примечание: * — условные обозначения приведены на рис. 1.

тов, районированных в зонах с низкой температурой, у 4 % сортов в зонах со средней температурой и совсем не встречается среди сортов, которые выращиваются в провинциях с высокой температурой. В последнем случае не выявлена также форма *F*. Подобные результаты получены при анализе географического распространения аллеля *L*. В то же время присутствие аллелей *K*, *M* в сортах ячменя увеличивается параллельно с повышением температуры в зонах районирования сортов (от 79 - 83 % при низких температурах до 94 - 95 % при высоких).

Как свидетельствуют данные таблицы 5, прослеживается определенная закономерность распространения некоторых форм фермента в зависимости от количества осадков. Так, формы *A*, *B*, *D*, *G*, *I* практически с одинаковой частотой встречаются во всех зонах выращивания ярового ячменя. Форма *C* в 3 - 4 раза чаще встречается у сортов, районированных в зонах с количеством осадков 850 - 350 мм/год, по сравнению с засушливыми территориями. Аллель *F* не обнаружен в провинциях с чрезмерной влажностью, зато формы *J*, *L* преимущественно встречаются именно в этих зонах. Аллель *H* почти с одинаковой частотой встречается у сортов, которые выращивают в контрастных по количеству осадков зонах (850 - 600 и 300 - 250 мм/год). Значительно реже (в 2 - 5 раз) эта форма обнаруживается в провинциях со средним количеством осадков (550 - 350 мм/год).

В таблице 6 представлены данные о частоте встречаемости аллелей пероксидаз в сортах ячменя, районированных в Украине. Как видно, у всех сортов отсутствует форма *J*. У сортов из восточной Украины (провинция 61) отсутствуют также формы *C*, *E*, *F*, *L*, а в южно-украинской зоне (провин-

Частота встречаемости (%) отдельных форм пероксидаз в зависимости от количества осадков

Аллель пероксидазы*	Количество осадков, мм/год			
	850-660	550-450	400-350	300-250
A	100	100	100	100
B	93±3	94±3	94±3	93±3
C	10±3	17±5	12±4	4±2
D	94±3	96±3	96±2	95±3
E	0	1±1	0	1±1
F	0	2±2	2±2	2±2
G	78±4	74±6	78±5	81±5
H	10±3	4±3	2±2	9±3
I	95±2	94±3	98±2	99±1
J	14±4	9±4	2±2	6±3
K	79±4	86±5	92±3	92±3
L	23±4	14±5	9±4	11±4
M	84±4	91±4	94±3	91±3

Примечание: * — условные обозначения приведены на рис. 1.

ция 71) дополнительно исчезает форма H, но у 20 % сортов появляется форма L. В связи с этим можно предположить, что именно эта форма (L) может служить показателем засухоустойчивости сорта.

На основании полученных данных можно провести анализ генетического контроля наследования изоформ пероксидазы. Известно, что оценку сцепления двух генетических маркеров можно проводить на самоопылителях в старших поколениях самоопыления, учитывая частоты родительских и рекомбинантных классов [19]. Информативность такого типа скрещивания при тесном сцеплении приближается к анализу F₂ с полной классификацией фенотипических классов [16]. Формально можно допустить, что любой набор сортов ячменя представляет собой потомство одного предкового родителя, который явился и родоначальником существующего полиморфизма по изучаемым аллелям. Это допущение может быть достаточно корректным, если считать, что изучаемые аллели не обладают четко выраженной селекционной и адаптивной ценностью. Однако последнее допущение может касаться не всех локусов, поэтому полученные оценки будут несколько искажены. В то же время такой подход уместен с точки зрения получения, по крайней мере, предварительных данных, касающихся генетики изучаемых признаков. Он был апробирован в работах Ю. М. Сиволапа и др. [17, 20] и дал хорошие результаты. Одним родительским классом можно считать фенотипы с наличием ферментативной активности в данной электрофоретической зоне, встречающиеся с достаточно высокой частотой, другим — с отсутствием таковой. Рекомбинантные фенотипы — соответственно сочетающие родительские признаки и встречающиеся с меньшей частотой.

Частота встречаемости (%) отдельных форм пероксидаз в разных климатических зонах Украины

Аллель пероксидазы*	Провинции		
	51	61	71
A	100	100	100
B	88±6	100	100
C	8±5	0	0
D	100	100	100
E	4±4	0	0
F	4±4	0	0
G	76±8	81±10	80±13
H	8±5	6±6	0
I	96±4	100	100
J	0	0	0
K	96±4	100	100
L	4±4	0	20±13
M	100	100	80±13

Примечание: 51 — западно-украинская зона, влажная и полувлажная, нормально обеспечена теплом, 61 — восточно-украинская зона, полусухая, выше среднего обеспечена теплом, 71 — южно-украинская зона, засушливая, выше среднего обеспечена тепло.

Результаты анализа сортов ярового ячменя показали, что вариабельные формы фермента *Per* C, G, H, J, K, L, M и N контролируются как независимо наследуемыми, так и сцепленными генами. Не показали сцепления гены *Per C*, *Per G*, *Per H* как между собой, так и с остальными пероксидазными маркерами. В то же время локусы *Per J*, *Per K*, *Per L*, *Per M* наследовались сцепленно. Результаты оценки представлены в табл. 7.

В целом, наиболее вероятный порядок расположения изученных локусов на генетической карте может быть таким, как показано на рис. 2.

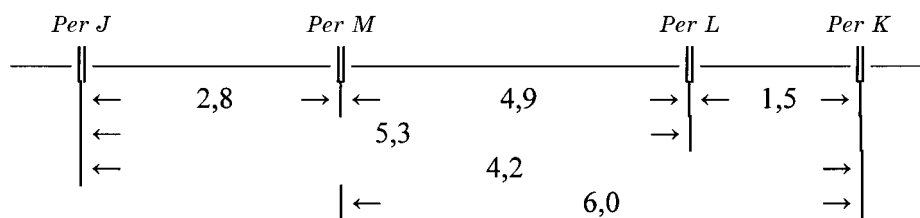


Рис. 2. Расположение пероксидазных генов ячменя относительно друг друга (указан % рекомбинации между локусами)

**Анализ сцепления локусов *Per J*, *Per K*, *Per M*
у ярового ячменя (*H. vulgare*)**

Символы аллелей изоформ пероксидазы		Распределение сортов по наличию изоформ пероксидазы*			Число сортов, n	χ^2	Рекомби- нация, %
A	B		B	b			
Per J	Per K	A a	1 137	18 12	168	120,0	4,2±1,2
Per J	Per L	A a	18 15	1 134	168	110,1	5,3±1,4
Per J	Per M	A a	1 141	18 8	168	133,9	2,8±1,0
Per K	Per L	A a	4 29	134 1	168	148,6	1,5±0,7
Per K	Per M	A a	131 11	7 19	168	103,7	6,0±1,5
Per L	Per M	A a	11 131	22 4	168	113,4	4,9±1,3

Примечание: * — присутствие (A, B) и отсутствие (a, b) данных изоформ пероксидазы в анализируемых сортах

Вышеприведенные данные о клинальных особенностях распределения изоформ пероксидазы подтверждают гипотезу В. Н. Тощого [21 - 24] о формировании под давлением экологических факторов специфических комплексов конкретных аллелей различных генов — адаптивных комплексов генов (АКГ). Совершенно явно наблюдается преимущественное распространение той или иной изоформы фермента в определенной климатической зоне, т.е. происходит отбор и закрепление в сортовом арсенале данного клина молекулярных форм пероксидазы (и аллелей генов энзима), более всего соответствующих условиям данной окружающей среды. Вполне вероятно, что выявленная группа сцепления пероксидазных локусов входит в блок генов (АКГ), определяющий горизонтальную адаптивность ячменя.

Литература

1. Kahler A. L., Allard R. W. Genetics of isozyme variants in barley. 1. Esterases // Crop. Sci. 1970. — № 10. — P. 444-448.
2. Nielsen G., Frydenberg O. The inheritance and distribution of esterase isozymes in barley // Barley Genetics. — Washington, 1976. — № 11. — P. 14-21.
3. Крестинков И. С., Шеремет А. М., Линчевский А. А., Бирюков С. В. Геноеографические особенности распределения изоферментов супероксиддисмутазы, выделенной из корней озимого ячменя // Докл. ВАСХНИЛ. — 1987. — № 4. — С. 10-15.
4. Крестинков И. С., Нецветаев В. П., Бирюков С. В. Генотипическая изменчивость ярового ячменя по супероксиддисмутазной системе, выделенной из корней // Научн.-техн. бюл. ВСГИ. — Одесса, 1986. — № 4 (62). — С. 35-40.

5. Поморцев А. А., Нецветаев В. П., Созинов А. А. Полиморфизм культурного ячменя (*H. vulgare*) по гордеинам // Генетика. — 1985. — Т. 2, № 24. — С. 295-304.
6. Sozinov A. A., Pomortsev A. A., Netsvetaev V. P. Blocks of hordein components as genetics markers // Barley Genetics. — 1987. — V. 5. — P. 887-892.
7. Нецветаев В. П. Влияние генотипа по гордеинкодирующим локусам на урожай ярового ячменя. Тез. докл. VI конф. молодых ученых-ботаников Украины. — Киев, 1979. — С. 138.
8. Поморцев А. А. Компонентный состав гордеина и зимостойкость озимого ячменя. Мат. конф. "Биологич. основы изучения и рационального использования животного и растительного мира". — Рига: Зинатне, 1981. — С. 78.
9. Корочкин Л. И., Седов О. Л., Пудовкин А. И. и др. Генетика изоферментов. — М: Наука, 1977. — 275 с.
10. Андреева В. П. Фермент пероксидаза. — М.: Наука. — 1988. — 127 с.
11. Титов А. Ф. Полиморфизм ферментных систем и устойчивость растений к экстремальным (низким) температурам // Усп. совр. биологии. — 1978. — Т. 85, вып. 1. — С. 63-68.
12. Davis B. J. Disc electrophoresis. 2. Method and application to human serum proteins // Ann. N. J. Acad. Sci. — 1964. — V. 121, № 2. — P. 404-427.
13. Сафонова В. И., Сафонова М. Р. Исследование белков и ферментов растений методом электрофореза в полиакриламидном геле // Биохимические методы в физиологии растений. — М: Наука, 1971. — 113 с.
14. Природно-сельскохозяйственное районирование земельного фонда СССР / Под ред. Егорова В. В. — М.: Колос, 1975. — С. 8-31.
15. Поморцев А. А., Калабушкин Б. А., Ладогина М. П., Бланк М. Л. Геноеография и закономерности распространения аллельных вариантов в трех гордеинкодирующих локусах ярового ячменя на территории бывшего СССР // Генетика. — 1994. — Т. 30, № 6. — С. 806-818.
16. Созинов А. А., Нецветаев В. П., Григорян Э. С., Образцов И. С. Картирование локусов Hrd у ячменя (*Hordeum vulgare* L. emend. Vav. et Bacht.). // Генетика. — 1978. — Т. 14, № 9. — С. 1610-1619.
17. Сиволап Ю. М., Календарь Р. Н., Нецветаев В. П. Использование продуктов полимеразной цепной реакции для картирования генома ячменя (*Hordeum vulgare* L.) // Генетика. — 1997. — Т. 33, № 1. — С. 53-60.
18. Календарь Р. Н. Компьютерные программы для построения эволюционных деревьев на основе электрофореграмм ДНК и белков. Мат. конф. "Молекулярно-генетические маркеры и селекция растений". — Киев, 1994. — С. 25-26.
19. Netsvetaev V. P., Sozinov A. A. Location of a hordein G locus, Hrd G, on chromosome 5 of barley // Barley Genetics Newsletter. — 1984. — V. 14. — P. 4-6.
20. Сиволап Ю. М., Календарь Р. Н., Нецветаев В. П., Чапля А. Е. Маркерный анализ некоторых QTL ячменя с помощью RAPD и изоферментов // Цитология и генетика. — 1997. — Т. 31, № 4. — С. 39-45.
21. Тоцкий В. Н., Гандирук Н. Г., Есеркепова Е. В., Пулянина В. И. Комплекс генов адаптации и адаптивный гетерозис // Экологическая генетика растений, животных, человека. Тез. докл. конф. — Кишинев, 1991. — С. 194-195.
22. Тоцкий В. Н., Хаустова Н. Д., Андриевский А. М., Гандирук Н. Г., Белова Г. И., Есеркепова Е. В. Экспрессивность ген-энзимных систем и показатели жизнеспособности в онтогенезе инбредных линий и дрософилы // Генетика. — 1990. — Т. 26, № 2. — С. 1791-1799.
23. Тоцкий В. Н., Хаустова Н. Д., Стрельцова Н. А. Полиморфизм алкогольдегидрогеназы и генотипическая адаптация к действию селективных факторов // Цитология и генетика. — 1995. — Т. 29, № 6. — С. 54-59.
24. Тоцький В. М. Генетично-біохімічні механізми адаптації природних і штучно створених генотипів // Вісник ОДУ. — 2000. — Т. 5, вип. 1. — С. 299-308.

Дьяченко Л. Ф.¹, Нецветаев В. П.², Топтіков В. А.¹, Тоцький В. М.¹

¹Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова, кафедра генетики та молекулярної біології, вул. Дворянська, 2, Одеса, 65026, Україна

²Белгородський науково-дослідний інститут сільського господарства, вул. Октябрська, 58, Белгород, 309090, Росія

РОЗПОВСЮДЖЕННЯ АЛЕЛЬНИХ ГЕНІВ ПЕРОКСИДАЗИ ЯЧМЕНЮ (*HORDEUM VULGARE L.*) НА ТЕРИТОРІЇ СНД

Резюме

Електрофоретичні спектри пероксидази досліджених сортів ярого ячменю суттєво розрізняються за кількістю та рухливістю її множинних молекулярних форм. Встановлено особливості розповсюдження форм пероксидази по кліматичних зонах СНД та окремих регіонах України. Показано, що окремі форми пероксидази мають значні переваги в певних умовах зовнішнього середовища. Частота стрівальності цих форм залежить від таких показників, як сума позитивних температур та кількість опадів протягом вегетаційного періоду. Виявлено зчеплення генів чотирьох швидкорухливих форм пероксидази.

Ключові слова: пероксидаза, множинні молекулярні форми ферментів, електрофоретичний розподіл, ячмінь

Diachenko L. F.¹, Netsvetaev V. P.², Topnikov V. A.¹, Totsky V. N.¹

¹Odessa National University, Department of Genetic and Molecular Biology, Dvoryanskaya str., 2, Odessa, 65026, Ukraine

²Beselect Co., Seed Station, Oktyabrskaya St., 58, Belgorod, 309090, Russia

THE PECULIARITIES OF BARLEY (*H. VULGARE L.*) PEROXIDASE ALLELE GENE DISTRIBUTION FOR THE EURASIAN REGIONS (THE FORMER USSR)

Summary

The peroxidase electrophoretical spectra of spring barley are differ in quantity and Rf of multiple molecular forms. The frequencies of the different isozymes depended on climatic factors, reflected temperature and precipitation quantity of the provinces of the former USSR.

Key words: peroxidase, multiple molecular forms of enzymes, electrophoretic distribution, barley.