

ИЗОФЕРМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ ЭСТЕРАЗ ЗРЕЛЫХ СЕМЯН РЕДЬКИ ПОСЕВНОЙ (*RAPHANUS SATIVUS* L.)

Анжела РУДАКОВА¹, Сергей РУДАКОВ¹,
Анна АРТЕМЬЕВА², Юрий ЧЕСНОКОВ³

¹Молдавский государственный университет,

²ФГБНУ Федеральный исследовательский центр
Всероссийский институт генетических ресурсов растений
имени Н.И. Вавилова, С.-Петербург, Россия

³ФГБНУ Агрофизический научно-исследовательский
институт, С.-Петербург, Россия

В современной генетико-селекционной работе для быстрого анализа селекционного материала в качестве биохимических маркеров определения хозяйственно ценных характеристик используются спектры изоформ ферментов [1,2]. Эстеразы растений (ЕС 3.1.1.X) представляют собой эффективные биохимические маркеры, т.к. участвуют во многих важнейших процессах жизнедеятельности растений [3]. Нами изучен полиморфизм изоферментного комплекса эстераз зрелых семян редьки *Raphanus sativus* L. из коллекции ВИР (С.-Петербург, Россия) для характеристики разнообразия генетического материала культуры и селекции на получение наиболее перспективных форм по устойчивости и продуктивности.

Комплексы изоформ эстераз были получены из зрелых семян *R. sativus* (25 образцов), из коллекции ВИР (С.-Петербург, Россия), исследованы методом нативного электрофореза. По окончании электрофореза гель обрабатывали реактивом на неспецифическую эстеразу [4]. Зимограммы сканировали (Epson Expression 10000XL GE Healthcare, USA) и анализировали с использованием программы Phoretix 1D Advansed.

Полиморфный спектр эстераз (см. рис.) исследованных генотипов *R. sativus* представлен значительным разнообразием изоформ (10 зон). Обнаруженные в спектрах зоны изоферментов по относительному содержанию и молекулярной массе можно разделить на два блока. Зоны изоформ блока А (4 зоны *a*, рис.), с молекулярными массами в пределах 48,0-56,9кД, весьма незначитель-

ны по содержанию и, следовательно, недостаточно важны в биохимическом аспекте. Полиморфизм генотипов *R.sativus* определяется в основном зонами изоформ блока *B* (зоны 1-6, рис., табл.1,2), с молекулярными массами 32,1-45,3кД, составляющих основу спектра эстераз. В связи с этим, в анализе полиморфизма по изоформам эстераз были рассмотрены только зоны 1-6 блока *B*.

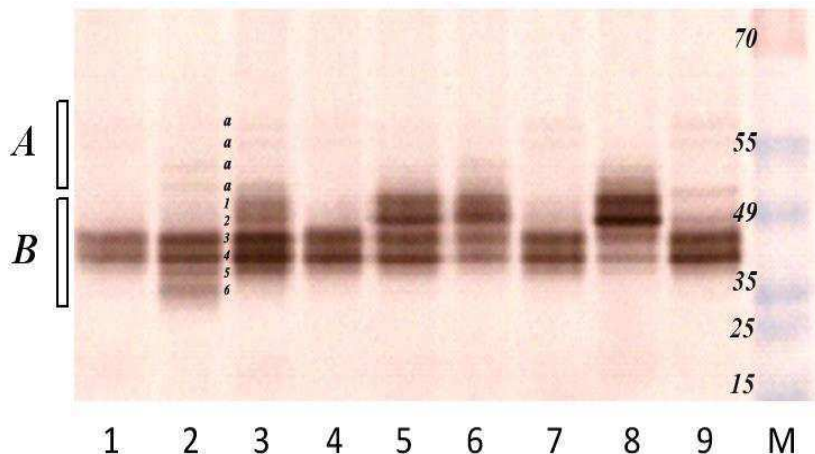


Рисунок. Электрофоретические профили изоформ эстераз генотипов редьки посевной *R.sativus* (образцы 1-9 из 25 исследованных генотипов). Цифры внизу – номера образцов, М – молекулярные маркеры PageRuler, ThermoScientific; слева указаны блоки *A*, *B* зон; между треками слева – номера зон изоформ, справа – молекулярные массы, кД.

По составу зон *B1-6* изоформ эстеразы исследованны 25 образцов генотипов редьки посевной образуют 6 электрофоретических зимотипов (табл.1, Гр. 1-6). Во всех зимотипах присутствуют зоны 3 и 4 (39,7 и 37,1 кД, соответственно), т.е. исследованные зимотипы *R. sativus* мономорфны по этим изоформам и отличаются лишь их относительным содержанием. Изоформа эстеразы зоны 6 (32,1кД) обнаружена лишь в одном генотипе (частота встречаемости 4%). В наибольшей степени разнообразие зимотипов *R. sativus* по изоформам эстераз определяют полиморфные зоны 1 (45,3 кД), 2 (42,9кД) и 5 (35,0кД) с частотой встречаемости 76, 88 и 72%, соответственно.

Таблица 1

Распределение эстеразных зон среди зимотипов
редьки посевной *R. sativus*

Зимотип	Зона 1 45,3 кД	Зона 2 42,9 кД	Зона 3 39,7 кД	Зона 4 37,1 кД	Зона 5 35,0 кД	Зона 6 32,1 кД
Гр.1	+	+	+	+	+	-
Гр.2	+	+	+	+	-	-
Гр.3	-	+	+	+	+	-
Гр.4	-	-	+	+	+	+
Гр.5	-	-	+	+	+	-
Гр.6	-	-	+	+	-	-
Всего в 25 образцах	19	22	25	25	18	1
Частота зоны (%)	76	88	100	100	72	4

В таблице 2 приведены данные о распространенности каждого из обнаруженных зимотипов. Для большей части образцов (13 генотипов) характерен зимотип Гр.1 (52%), наиболее разнообразный по составу изоформ (5 зон). Зимотипы Гр.2, Гр.3 и Гр.4 достаточно полиморфны по составу (по 4 зоны изоформ), но зимотип Гр.4 является редким по распространенности (4%, 1 генотип). Тем не менее, из редких зимотипов Гр.4-Гр.6, представленных каждый по одному генотипу (по 4%), зимотип Гр.4 выделяется наличием эстеразной изоформы зоны 6, отсутствующей в остальных зимотипах.

Таблица 2

Зимотипы редьки посевной *R. sativus* по составу изоформ эстераз

Зимотип	Зоны эстераз	Номера генотипов	Всего генотипов	Частота зимотипа, %
Гр.1	1,2,3,4,5	3,5,6,8,10,11,12,13,14,16,17,23,24	13	52
Гр.2	1,2,3,4	18,19,20,21,22,25	6	24
Гр.3	2,3,4,5	7,9,15	3	12
Гр.4	3,4,5,6	2	1	4
Гр.5	3,4,5	4	1	4
Гр.6	3,4	1	1	4

Наиболее перспективными для генетического анализа представляются генотипы, обладающие зимотипами Гр.1-4. Полученные данные о спектрах полиморфности по изоформам эстеразы зрелых семян редьки посевной *R. sativus* будут использованы в совместной работе с ВИР и Агрофизическим институтом (С.-Пе-

тербург, Россия) для дальнейшего генетического анализа и определения наиболее перспективных форм по продуктивности и устойчивости к различным факторам среды.

Литература:

1. ЧЕШОКОВ, Ю.В. *Молекулярно-генетические маркеры и их использование в предселекционных исследованиях*. СПб: АФИ. 2013. 116 с. ISBN 978-5-905200-16-8.
2. РУДАКОВА, А.С., РУДАКОВ, С.В., АРТЕМЬЕВА, А.М., КУРИНА, А.Б., КОЧЕРИНА, Н.В., ЧЕШОКОВ, Ю. Изучение полиморфизма эстеразного состава зрелых семян редиса (*Raphanus sativus var. sativus*). В: *Овощи России*, 2017, № 5 (38), с.4-9. ISSN 2072-9146.
3. REJON, J.D., ZIENKIEWICZ, A., RODRIGUEZ-GARCIA, M.I., CASTRO, A.J. Profiling and functional classification of esterases in olive (*Olea europaea*) pollen during germination. In: *Annals of Botany*, 2012, v.110, no.5, p. 1035-1045.
4. MEON, S. Protein, esterase and peroxidase patterns of phytophthora isolates from Cocoa in Malaysia. In: *J. Islamic Acad. Sci.*, 1988, v. 1, no.2, p.154-158.