

**ЭЛЕКТРОФОРЕЗ БЕЛКОВ СЕМЯН  
В СОРТОВОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

**Гаврилюк И.П., Губарева Н.К., Смирнова Е.В., Пыженков В.И.**

**Введение.**

Овощные культуры относятся к разным ботаническим семействам и различаются историей окультуривания и селекции. Интенсивное развитие гетерозиготной селекции многих овощных культур сделало весьма актуальным разработку лабораторных экспресс-методов идентификации, регистрации исходного материала и оценки чистоты и однородности родительских форм и гибридов. В связи с этим в последние годы проявились сведения об использовании для этих целей различных типов белков и фрагментов ДНК [11, 14, 15, 17, 18, 21, 23, 25, 26].

В свете этих работ наиболее универсальным и перспективным представляется использование электрофореза запасных белков семян. Однако применимость его к той или иной культуре определяется степенью полиморфизма этих белков у каждой культуры. Например, известно, что полиморфизм запасных белков высок у ряда овощных крестоцветных [9, 10] и салата [12] и крайне низок у томатов.

Цель нашей работы – изучить полиморфизм запасных белков семян распространенных овощных культур – огурца, кабачка, перца и моркови. По этим культурам сведения в литературе фрагментарны и часто противоречивы.

**Материал и методы**

Материалом для исследования служили образцы семян огурца, кабачка, перца и моркови из отдела генетических ресурсов овощных культур ВИР и кафедры селекции Санкт-Петербургского аграрного университета.

За основу выделения и электрофоретического разделения белков был взят стандартный арбитражный метод ISTA для семян гороха [4, 16].

Для выделения белков из семян были испытаны несколько экстрагирующих растворов: 1М NaCl на 0,05 М трис-HCl буфере pH 8,0; 1М NaCl на 0,1М фосфатном буфере pH 7,5 и 0,3 М трис-HCl буфер pH 6,8. Для диссоциации молекул глобулинов до субъединиц использован 1М додецилсульфат натрия, а для восстановления дисульфидных связей применяли β-меркаптоэтанол. Белки огурца

лучше экстрагировались 0,3М трис-HCl буфером рН 6,8. Для остальных культур наилучшие результаты получены при использовании трис-глицинового буфера рН 8,3.

Электрофоретическое разделение белков моркови проводили в пластинах 10% полиакриламидного геля, белки огурца, кабачка и перца разделены в 12,5%-ном геле.

Результаты электрофореза фиксировали фотографированием спектров, а также путем записи состава белковых компонентов спектра. Для обозначения компонентов электрофоретического спектра используются различные приемы. Используется набор белков с известной различной подвижностью или молекулярной массой. Часто используется расчет электрофоретической подвижности компонентов относительно подвижности какого-либо красителя. Иногда в качестве репера для регистрации белков культуры используется белок хорошо известного сорта этой культуры. Например, для гороха использован сорт гороха Рамонский 77 [4], для подсолнечника – сорт Передовик [1]. При электрофоретическом исследовании белков семян бобовых было обнаружено, что белки семян большинства сортов сои идентичны между собой и содержат очень стабильные, интенсивные и легко идентифицируемые компоненты [13]. Три из них удобно использовать как реперные. Один из них в зоне медленных компонентов с подвижностью 10, второй в средней зоне с подвижностью 50 и третий в зоне быстрых компонентов – 90. Установлено, что белки огурца, кабачка, перца и моркови в использованных нами условиях располагаются в тех же зонах электрофоретического спектра, где белки сои. Это позволило использовать белки семян сои с относительной электрофоретической подвижностью 10, 50 и 90 в качестве реперных для нумерации белков всех четырех культур, для чего белки семян сои наносили на гелевые пластины рядом с белками исследуемых культур.

## Результаты и обсуждение.

**Огурец.** Состав запасных белков семян огурца по «соевой» шкале можно записать следующим образом:

25, 31- 34, 44, 46 – 48, 50, 51, 60, 74, 76, 82, 85, 88.

Различия в белках исследованных сортов и гибридов проявлялись как по наличию - отсутствию компонентов, так и по интенсивности одинаковых по подвижности компонентов.

Наиболее стабильные интенсивные компоненты, присутствующие у всех сортов и гибридов - 32, 50, 74. Частота их встречаемости у сортов составляла 95,8 - 100%. К редким компонентам можно отнести 25, с частотой встречаемости 5,1-8,3%, а также 31, 34, 44, 47, 60, которые встречаются с частотой 33-45%. К числу довольно распространенных компонентов относятся 33, 48, 51, 76, 85, 88, с частотой встречаемости 54-79%. Разнообразие между сортами и гибридами наблюдали преимущественно в зонах спектра: 32-34, 44-48, 76-88.

При изучении 12 сортов огурца нами было выявлено 16 различных электрофоретических спектров (табл.1). Сорта Муромский, Декан, Паркис, Умелец, Изящный, Ардиола, Дин-зо-си (2х) однородны по своему составу и могут быть охарактеризованы каждый одним типом спектра. При этом не удалось выявить различий между сортами Паркис и Умелец. У сортов Пирра, Марал, Хитрец, Хардвик, Дин-зо-си (4х) выявлено по два близких друг другу спектра с существенным преобладанием

одного, характерного для сорта. Различия между спектрами в пределах сорта, как правило, незначительны и касаются интенсивности компонентов.

У гибридов Буран-Экстра, Опал, Либелле, Родничок, Зозуля, Майский, Тополек, Лада, Бидретта обнаружено по одному типу спектра. Не удалось выявить различий по типу спектра между гибридами Буран-экстра и Опал. У гибрида Амфир выявлено 2 типа спектра, у гибридов Варяг и Буран 5 и 8, соответственно (табл.1).

**Таблица 1.** Состав и интенсивность в баллах (1-3) компонентов электрофоретических спектров белков семян сортов и гибридов огурца.

Сорта и гибриды F1	Номера компонентов и их интенсивность в баллах																Тип спектра	
	25	31	32	33	34	44	46	47	48	50	51	60	74	76	82	85		88
Муромский 36		2		2			1		2	3			2		2	1	1	1
Декан		2	2	2	2			2	3	3		3		2		2	2	2
Пирра		2	2	2						2	3		2		3	1	3	3
		2		1						2	3		2		3	1	3	4
Паркис		2	2			1				2	3		3		3		3	5
Марал		2	1			1	1			1	2		3		3	1	3	6
		2	1				2			2	2		3		3	1	3	77
Ардиола		2	1					1	1	3	3		3	3	3		3	8
Изящный		1	1	2					3	3		3	3	3		2		9
Хитрец		2	1	1				1		2	3		3	3	3		3	10
		2	1					1		2	3		3	3	3		3	11
Хардвик		1	2			3	1			3	2		1	3		3	3	12
		1	2			3				3				3		3	3	13
Дин-зо-сн 2х		1	2	2		3				2			3			3	3	4
Дин-зо-сн 4х		1	2	2		3				3			3			3	3	15
		1	2	2		3				3			3	1		3	3	16
Умелец*		2	2			1				2	3		3		3		3	5

Буран F1*			1	2	1	2				2			2	1	3	1	3	17
			1	2	1	2			1	2			2		3	1	3	18
			1	2	1	2			1	2			2	1	3	1	3	19
			1	2	1	2			1	2			2		3	1	3	20
			2			2			1	2			2	1	3	1	3	21
			1	1	1	2				2			2	1	3	1	3	22
			1	2	1	2				2			2		3	1	3	23
			2	2		2			1	2			2		3	1	3	24
Буран-экстра F1*		2	1	1		2			2	3		3		3		3	25	
Ампир F1*		2	1						2	3		2			3	3	26	
		1							1	3		3			3	3	27	
Опал F1*		2	1			2			2	3		3		3		3	25	
Варяг F1*		2			1			1	1	3	3		2	1	2	2	1	28
		2	1	2		1	2			1	3			1	2	1	1	29
		1	2	1			2		1	3	3		2	2	2		2	30
		2	2	2	1	1	1			2	2		2	1	2	2	1	31
		2	1	2						2	3		2	2	2	2	1	32
Лиabella F1		2	1	1			2	2	3	3	1	3	3	2		2		33
Родничок F1		2	2	2	2		2	2	3	3	1	3	3	2			2	34
Зозуля F1	1	1	2	2	1		2	2	3	3	1	3	3	2		2		35
Майский F1	1	1	2	2	1		2	2	3	3	1	2	3	2		2		36
Тополек F1		2	1	2			2	1	2	3	1	2	3	2		2		37
Лада F1		2	2	2	1		2	2	3	3	1	3	3	2			2	28
Бидретта F1		2	1	2	1		2	3	3	3	1	3	3	2			2	39

\* - Сорты и гибриды селекции Санкт-Петербургского аграрного университета

Как видно из данных, приведенных в таблице 1, коммерческие сорта и гибриды, как отечественной, так и зарубежной селекции, однородны по типам электрофоретических спектров белков семян. Дикие примитивные формы огурца (Хардвик и Дин-зо-сн) имеют по одному-два биотипа, различающиеся по составу белков семян. Среди гибридов F1, созданных в Санкт—Петербургском Аграрном университете имеются как однородные, так и сложные по составу биотипов гибриды.

Интересно распределение отдельных белковых компонентов в рассмотренных выше трех исследованных группах исходного и селекционного материала. Некоторые белковые компоненты специфичны для отдельных из рассматриваемых групп. Например, компоненты 25 и 60 есть только в коммерческих сортах и гибридах. Компонент 44 отсутствует в этой группе, но хорошо представлен в двух других. Этот интенсивный компонент, фактически, маркирует примитивные формы и гибриды Аграрного университета.

Для сортов и гибридов Аграрного университета специфичен компонент 82, отсутствующий у диких и примитивных форм и очень редко встречающийся у коммерческих. Все это свидетельствует о том, что при создании сортов и гибридов в Аграрном университете был привлечен исходный материал, отличный от традиционно используемого в селекции. В результате сформировалось новое селекционное направление, специфичность генетической конституции которого четко идентифицируется методом белковых маркеров. Следует подчеркнуть, что более существенные различия наблюдаются между сортами, принадлежащим к различным группам селекции. (8).

Одна из задач нашего исследования - поиск подходов к определению степени гибридности семян гибридов F1. Материал для исследования включал гибриды и их родительские формы. Это позволило провести их сравнительный анализ.

Родительские формы гибрида Опал - сорта Паркис и Умелец не различались между собой по составу и интенсивности компонентов запасных белков. Спектр гибрида очень близок к родительским и отличался от них только ослаблением интенсивности 32 и усилением интенсивности компонента 44. У гибрида Опал практически невозможно по запасным белкам семян установить степень гибридности из-за сходства спектров родительских форм.

У гибрида Буран-экстра родительские формы (Паркис и Марал) различались по наличию-отсутствию компонентов 44 и 46: первый присутствует у материнской, второй - у отцовской формы. Интенсивность компонента 32 меньше у отцовского растения. Признаки отцовской формы у гибрида проявились в ослаблении 32-го компонента.

У гибрида F1 Амбир родительские формы различались по 48-му компоненту, присутствующему только у Ардиолы и компоненту 33, присутствующему только в спектре у Хитреца. Гибрид Амбир обладает специфическим компонентным составом запасных белков семян, отличным от родителей. В нем не проявились компоненты 47, 48 и 76, имеющиеся у родителей. Гибрид Амбир может быть идентифицирован по собственному специфическому спектру.

Родительские формы у гибрида Буран (Пирра и Марал) четко различаются по наличию-отсутствию компонентов 33 и 46 по интенсивности компонентов 51 и 74. В отличие от родительских форм у самого гибрида Буран отсутствуют компоненты 46 и 51. В то же время появляются компоненты 34, 48 и 76, отсутствующие у родительских форм, увеличивается интенсивность 44-го компонента.

Родительские формы гибрида Варяг различаются по наличию-отсутствию компонентов 44, 47 и 48 по интенсивности компонентов 32 и 50. В запасных белках гибрида Варяг появляются отсутствующие у родительских форм компоненты 33, 34 и 46.

Таким образом, во всех случаях у гибридов огурца было невозможно определить гибридность семян по представленности маркеров отцовской родительской формы. Однако, практически все гибриды, за исключением неразличимых по белкам семян Буран-экстра и Опал, могут быть идентифицированы по их собственным уникальным типам спектров.

С целью изучения особенности проявления морфологических признаков и хозяйственных свойств у растений одного и того же гибрида, различающихся по спектрам белков был заложен полевой опыт с гибридом Варяг. У этого гибрида выявлено 5 типов электрофоретических спектров с частотой встречаемости 55%, 13%, 6%, 20% и 6%.

Для закладки полевого опыта у 72 сухих семян были отделены верхушки семядолей (до 1/3 семени) и проведен электрофорез выделенных из них белков. По его результатам семена сгруппировали по типам спектров, замачивали во влажной камере и высаживали в торфоперегнойные горшочки. В фазе 3 настоящих листьев растения пересаживали в пленочную теплицу для дальнейших наблюдений. Длительность периода от посева до появления всходов составила 4-5 дней у всех биотипов. Начало цветения было отмечено на 37-46-й дни после посева. Длительность этого периода менее 40 дней отмечена у биотипов с наибольшей частотой встречаемости. По сроку начала плодоношения гибрид F1 Варяг относится к средним: от посева до первого сбора прошло 54-65 дней. В среднем наиболее скороспелыми оказались наиболее многочисленные биотипы. Позднеспелостью отличалась группа растений с типом спектра 32, составляющим всего 6%.

Изучали линейные размеры листа (7-й настоящий лист от основания главного стебля) и площадь листовой пластинки как параметры, характеризующие морфологическую однородность растений. Длина листа колебалась от 170 до 247 мм. Растения позднеспелого биотипа достоверно отличались по этому показателю от остальных. Ширина листа варьировала от 187 мм до 243 мм. Достоверных различий не выявлено. Признаки длина и ширина листа можно отнести к стабильным; их изменчивость составила соответственно 3,2-9,8% и 3,4-10,0%. Площадь листовой пластинки колебалась от 248 до 390 см<sup>2</sup>. Растения позднеспелого биотипа достоверно отличались от остальных.

У Варяг F1 цветки появлялись на главном стебле, начиная уже с 1-2 листа, одиночные или собранные в соцветия по 3-5. На главном стебле встречались как женские, так и мужские цветки. У изученных растений не было отмечено приуроченности того или иного типа цветков к определенной части стебля. На боковых плетях формировались только женские цветки. У позднеспелого биотипа цветки на главном стебле отсутствовали в связи с ранним прекращением его роста. Общее число цветков на главном стебле колебалось от 28 до 39,6. Этот признак характеризовался средним уровнем изменчивости (21,1=32,8%). Различия между сравниваемыми биотипами по общему числу цветков на главном стебле недостоверны. Соотношение женских и мужских цветков на главном стебле в разных группах растений приблизительно одинаково.

Таким образом, по признакам расположения цветков отличается только позднеспелый биотип. Различия между растениями остальных биотипов в характере цветения несущественны.

К учету урожая приступили, когда плоды достигли длины 9-10см, сборы проводили ежедневно. У растений гибрида Варяг нарастание урожая происходит быстро, достигая максимума к 4-й пятидневке, затем отдача урожая постепенно снижается. У растений, относящихся к позднеспелому биотипу, начало плодоношения отмечено на 5 дней позднее, чем у остальных. Продуктивность растений за период плодоношения существенно не различалась.

По морфологическим признакам плода зеленца не выявлено различий между биотипами с разным типом электрофоретического спектра. Всем растениям гибрида Варяг присущи следующие признаки плода: форма овально-цилиндрическая, длина 9,0-11,5 см, диаметр - 2,5-3,3 см, масса 95-118 г., основание гладкое, поверхность слаборебристая, бугорчатая, опушение белое, сложное, поперечный разрез - округлый.

Таким образом, гибрид Варяг однороден по морфологическим и хозяйственно ценным признакам растения и плода-зеленца. Биотип № 32 (табл.1), характеризующийся наименьшим числом компонентов в электрофоретическом спектре белков семян, выделился позднеспелостью и рядом морфологических отличий.

Наша попытка разложить популяцию F1 Варяг на биотипы по хозяйственно ценным признакам не дала ожидаемого результата. Тем не менее, выделен биотип с редким типом спектра (№32) имеющий морфологические отклонения от нормы – остановку роста главного стебля над первым настоящим листом. Его заменил боковой побег. Это, в свою очередь, повлекло за собой снижение продуктивности и более позднее поступление урожая у растений данного биотипа. Мы не имели возможности оценить выделенные биотипы на устойчивость к болезням из-за малой поражаемости растений болезнями в год эксперимента. Погодные условия года не позволили также дать оценку биотипов на устойчивость к низким и высоким температурам. Тем не менее, показано, что у огурца электрофорез белков открывает новые возможности для внутрисортного отбора и выделения биотипов из морфологически однородных популяций. Этому будут способствовать и подобранные условия для электрофореза с сохранением жизнеспособности семян. По нашему мнению, наименее травматичным для огурца является удаление из семени части сухой семядоли. Так же поступают с семенами ржи и пшеницы, где удаляется часть сухого эндосперма [6, 7]. У свеклы и капусты предложено брать для электрофореза одну семядолю проросшего семени [5, 11].

Для огурца как теплолюбивой культуры важна селекция на устойчивость к низким температурам при прорастании [19, 20]. У этой культуры обнаружены сортовые различия по устойчивости к низким температурам. Высказано предположение, что важную роль в обеспечении такой устойчивости могут играть отдельные специфические белки семян [24]. Белки семян, как один из факторов определяющих устойчивость к пониженным температурам при прорастании, рассматривают и другие исследователи. Обнаружены сортовые различия в проявлении этих белков на электрофореграммах. Следовательно, анализ биотипов с различными белковыми спектрами может оказаться перспективным для выделения ценных форм по данному признаку. В связи с тем, что запасные белки семян двудольных растений – глобулины, являются криобелками, они не растворимы при низких положительных температурах. Как показано в работах Геция и Даниельсона [2], температура криопреципитации глобулинов семян совпадает с минимальной температурой прорастания семян и составляет соответственно для вики 2-3° С и 3-4°С, капусты 2-3°С и менее 6°С, огурца 12°С и 8-10°С и т.д. Возможно, что разная термочувствительность запасных глобулинов семян связана с составом их компонентов, выявляемых электрофорезом. Следовательно, знание разнообразия состава белков семян может облегчить селекцию на признак устойчивости огурца к низким температурам при прорастании.

В целом наше исследование показало, что электрофорез восстановленных белков семян огурца в диссоциирующей системе полиакриламидного геля позволяет различать сорта и гибриды этой культуры. Ранее в работах П. Ф. Кононкова с соавторами [3, 17] были испытаны различные методы выделения белков и их электрофоретического разделения для сортовой идентификации огурца и других тыквенных культур. Однако разрешающая способность использованных ими методов позволила различать только виды и группы сортов внутри видов.

**Кабачок.** В белках семян четырех исследованных сортов кабачка обнаружено 20 электрофоретических компонентов: 28, 30, 32-34, 50, 52, 56, 58, 76, 78, 80, 82, 84, 86, 87, 89, 92, 94, 104. Шесть из этих компонентов оказались по подвижности идентичны белкам, встретившимся в семенах огурца. Одиннадцать компонентов имеются у всех сортов кабачка и проявляются с одинаковой интенсивностью. Эти компоненты не включены в табл.2. Остальные 9 компонентов встречаются с различной частотой и разной интенсивностью, образуя 12 типов спектров. Состав и частота встречаемости этих типов спектров являются сортовой характеристикой для исследованных кабачков. Наиболее сложными по составу биотипов оказался сорт Желтоплодный. В нем

обнаружено 9 типов спектра с частотой встречаемости от 3 до 50%. Два из этих биотипов обнаружены у сорта Зебра. У этих сортов преобладает биотип с типом спектра № 1, который составил в Желтоплодном 50% популяции, а у Зебры – 84%. С этими двумя сортами не имеют общих биотипов два сорта селекции ВНИИССОК Белоплодный и Грибовский 37. В то же время между собой они довольно близки. Они имеют общий преобладающий (более 80% у обоих) биотип № 11 и по одному специфичному для каждого из этих сортов второстепенному биотипу (табл.2).

Таким образом, сорта кабачка являются более или менее сложными популяциями и могут быть идентифицированы методом электрофореза белков семян. Состав биотипов у сортов отражает их близость по происхождению.

**Таблица 2.** Типы электрофоретических спектров белков семян и их встречаемость у сортов кабачка.

Тип спектра	Состав белковых компонентов в спектрах и их интенсивность в баллах (1-4)									Частота встречаемости типов спектра у сортов (в %)			
	33	34	76	78	80	82	86	87	89	Желто-плодный	Зебра	Бело-плодн.	Грибовский37
1		3			3		4		3	50	84		
2		3	3		3		4		3	19			
3		3		3		3	4		3	3			
4		3			3	3	4		3	11	16		
5	3	3		3		3	4		3	3			
6		3	3		2	3	4		3	5			
7		3	3				4		3	3			
8		3		3			4		3	3			
9		3	3			4		3	4	3			
10	3		3		3	4	3		4			12	
11		3			3	4	3		4			88	84
12		3	3			4	3		4				16

**Перец.** В белках семи сортов перца обнаружено 35 электрофоретических компонента белка. Среди них три, общих с белками огурца и кабачка. 11 компонентов встретились с одинаковой интенсивностью у всех сортов и не включены в таблицу 3, остальные 24 сформировали 14 типов спектров. Тип спектра 1 (табл.4) обнаружен с частотой от 24 до 88% у всех сортов, созданных в институте овощеводства Молдовы. Сорт Подарок Молдовы наиболее полиморфен. В нем имеется 8 биотипов с разными типами

спектров. К этому сорту близок сорт Ласточка. Сорта Вино-Пух и Богатырь близки по преобладающему биотипу, но различаются по второстепенному. Наиболее однороден сорт Виктория, где всего два биотипа, а преобладающий составляет 88%. Все сорта этой группы селекции могут быть идентифицированы по составу и частоте встречаемости. Резко отличаются от них два сорта селекции ВНИИССОК. Сорт Медаль имеет два специфических для него биотипа, не встретившихся у других сортов. Сорт Здоровье однороден и имеет 100% одного уникального типа спектра.

Следовательно, предлагаемый нами метод разделения белков позволяет идентифицировать сорта перца. Этот метод доступнее и дешевле, чем предлагавшиеся ранее методы изоэлектрофокусирования в ультратонком геле и капиллярный SDS-электрофорез [18, 22].

**Таблица 3.** Состав компонентов и их интенсивность в баллах (1-4) в электрофоретических спектрах белков семян перца.

Компо- ненты	Типы спектров													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
26													2	
27												2	3	2
28												3		3
29	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4
32	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4
36	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4
38	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4
40										3	3	3	3	3
48														
50	1	3			1	1		1	3					
51												1	1	1
53												2	2	2
55										4				
56	4	4	4	4	4	4	4	4	4		4	4	4	4
58	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3
60	1	1	1	1	1		1	1	1			1	1	2
61					1					3	3			
62										2	2			
64	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		2	2	2

70	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		3	3	3
81														2
86	2	2					2		2			2	2	1
104		1				1	2	2	1			3	3	3
107	3	1	3	1	1	1	2	2	1	3	4	3	3	3

**Таблица 4.** Частота встречаемости типов электрофоретических спектров белков (в%) в семенах различных сортов перца.

Сорта	Типы спектров													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Подарок Молдовы	24	14	36	3	6	6	8	3						
Ласточка	27	14	20		27				6		6			
Винни Пух	58	14							28					
Богатырь	58		14		14					14				
Виктория	88									12				
Медаль												43	57	
Здоровье														100

**Морковь.** У шести сортов моркови в спектрах белков найдено 23 компонента. Только один из них совпадает по подвижности с белками других, исследованных нами культур. Все электрофоретические компоненты оказались переменными по

наличию или интенсивности их проявления. Они сформировали 29 типов спектра (табл.5). У изученных сортов обнаружено от 4-х до 8 биотипов, различающихся по спектрам белков семян. Каждый сорт имеет свой, специфический набор биотипов. Только в сорте Шантанэ 2461 выявлено два биотипа, общих с сортами НИИОХ 336, и один, общий с сортом Московская зимняя.

Для анализа степени близости сортов моркови больше информации можно получить, анализируя распределение отдельных компонентов белкового спектра. Как видно из табл. 5, для сорта Лосиноостровская 13 специфичны два довольно интенсивных компонента с подвижностью 33 и 35, имеющиеся у всех биотипов этого сорта. Компоненты 59 и 67 встретились только у сортов Витаминная 6 и Лосиноостровская 13, НИИОХ 336 и Нантская 4.

Результаты анализа белков семян моркови свидетельствуют о возможности надежной идентификации и регистрации сортов этой культуры методом электрофореза.

В целом, для всех четырех овощных культур – огурца, кабачка, перца и моркови метод электрофореза белков семян позволяет идентифицировать сорта, определить степень их близости между собой. Способ нумерации компонентов по «соевой» шкале оказался универсальным и позволил зарегистрировать сорта всех этих культур в форме удобной для компьютерного хранения и обработки данных.

## Литература.

1. Анисимова И.Н. Идентификация генетического и селекционного материала подсолнечника по белкам семян.// Аграрная Россия. 2002, №3, с.52-59.
2. Гаврилюк И.П., Егги Э.Э. Участие запасных глобулинов в процессах жизнедеятельности семян двудольных растений.// Физиология семя. – 1990, с. 165-168.
3. Дегтяренко Л.В., Кононков П.Ф., Одинцова Т.И. Исследования гетерогенности белков семян огурца методом электрофореза. Вестник с\х науки, 1986, №12, с.51-57.
4. Идентификация сортов и регистрация генофонда культурных растений по белкам семян./ Под ред. В.Г.Конарева, СПб, ВИР, 2000, 186 с.
5. Лисицын Е.М. Полиморфизм и антигенные свойства 11S глобулина семян сахарной свеклы// Автореф.дис.на соиск.учен.степ.канд.биол.наук, 1991, Л., с.19.
6. Пенева Т.И., Быкова Т.О. Результаты анализа спектров проламина из разных частей зерновки злаков.// Селекция и семеноводство, 1987, №3, с. 25-27.
7. Писарева Л.А., Губарева Н.К., Комаров В.И. О возможности использования показателя седиментации и электрофореза глиаина в селекционном улучшении качества зерна пшеницы сорта Ленинградка. //тр. По при.бот., ген. иссл., 1984, т.85, с. 83-91.
8. Смирнова Е.В., Гаврилюк И.П., Пыженков В.И. Электрофорез белков семян в идентификации сортов и гибридов огурца. // Тезисы Межд.научно-практической конф. «Семя» 1999, М., с.134

9. Фарбер С.П. 12S глобулины семян в идентификации сортов капусты. // Докл.ВАСХНИЛ, 1994, №5, с. 8-10.
10. Фарбер С.П. Идентификация овощных крестоцветных по запасным белкам семян. // Аграрная Россия. 2000, №№3Ю с.59-62.
11. Фарбер С.П., Кудрякова Н.В. Идентификация, регистрация и оценка сортов, линий и гибридов капусты методами электрофоретического анализа изоферментов и запасных белков.// Метод.указ. Л., 1991, 26с.
12. Якупова И.А. Использование полиморфизма белков семян в качестве систематизирующего признака у салата (*Lactuca L.*)// Бюллетень ВИР, СПб, 2003, с.73-76.
13. Gavrilyuk I.P., Eggi E.E. Globulins as markers in solution of problems of phylogeny distant hybridization and variety identification of legumes. Molecular biological Aspects of Applied Botaty, Genetics and Plant Breeding. Ser.: Theoretical Basis of Plant Breeding. Ed. By V.G.Konarev, 1996. P.115-144.
14. Guerra-Sanz J.M. New watermelon SSR loci from sequence data bases. XXVI Int.Hort.Cong. 2002, p.250.
15. Ignart F., Weeden N.F. Allozyme variation in varieties of *Cucurbita pepa L.*// *Euphytica*. 1984, 33. p.779-785.
16. International Rules for Seed Testing.// *Seed Sci. Technol.*. – 1993.-21-Supplement-p.228.
17. Kononkov P.F., Degtyarenko H.V., Odintsova T.I. Identification of Cucurbitaceae species and varieties by eelectrophoresis of cucurbitin / Biochemical identification of varieties – 1988-p.249-253.
18. Lucchese C., Dinellig., Miggiano A., Lovato A. Identification of pepper(*Capsicum ssp.*) cultivars by field and electrophoresis tests. // *Seed Sci. Technol.*, 1999, p.37-47.
19. Nelson G.C., Sharp. S. Effect of growt regulations in germination of cucumber and cucurbit seeds at suboptimal temperatures. // *Hort Science.*, 1980, 15- p.253-254.
20. Nienhus Y., Lower R., Staub Y. Selection for improved low temperature germination in cccucumber. // *J.Amer. Hort Sci.* – 11983, p.1040-1043.
21. Plummer Y., Pradhan A., Yan G. Comparison of morphological and molecular variation in seeds and seedlings of radish cultivars. / XXVI Int.Hort.Cong.-2002 –p.449.
22. Posh A., Van den Berg B.M., Gorg A. Genetic variability off pepper (*Capsicum annum L.*) seed proteins studied by 2-D-electrophoresis with immobilized pH gradient. // *Electrophoresis.*-1992-13-p.774-777.
23. Saharan C.S., Malik A.S. Identification of varieties of radish (*Raphanus sativus L.*) by isozyme and seeds. – 1991.-4 – p.87-88.
24. Simon E., Minchin A. Mc Menamin M., Smithy. The low temperature limit for germination. // *New Phytol*, - 1976 – 77-p.301-311.
25. Stift G., Lelley T. Development of SSR markers for *Cucurbita pepo* 4. // *Molecular Markers Symposium of the GPZ.* – 2003.- p.140.
26. Xu P., Qu S., Huang B., Lin H., Chi Y. Genetic identification and purity assessments of garlic using RAPD primers. / XXVI INt.Hort.Cong. – 2002.- p.450-451.

---

*Гаврилюк И.П., докт.биол.наук*

*Губарева Н.К., канд.биол.наук, Смирнова Е.В., канд.с.-х..наук*

*Всероссийский НИИ растениеводства им.Н.И.Вавилова*

*Пыженков В.И., докт.биол.наук*

*С.-Петербургский Аграрный университет.*

### Реферат

К статье И.П.Гаврилюк, Н.К.Губаревой, Е.В.Смирновой, В.И.Пыженкова «Электрофорез белков семян в сортовой идентификации овощных культур»

Методом электрофореза изучен полиморфизм белков семян огурца, кабачка, перца и моркови. Установлено, что у этих культур белки достаточно полиморфны, чтобы различать сорта, линии и гибриды. Регистрацию позиций компонентов электрофоретического спектра для всех исследованных культур значительно облегчает использование электрофоретического спектра белков семян сои. У всех исследованных культур выявлена связь состава белков семян с происхождением сорта. На примере огурца показано, что выделение биотипов, различающихся по электрофоретическим спектрам белков семян открывает новые возможности для внутрисортного отбора на хозяйственно-ценные признаки.

Таблица 5. Типы электрофоретических спектров белков семян и частота их встречаемости у сортов моркови

СОРТ	Компоненты и их интенсивность в баллах (1-4)																							Тип спектра	Встречаемость в %	
	28	32	33	35	41	43	44	45	46	48	52	55	56	57	59	60	62	64	66	67	80	82	83			
Витамин. 6		1				3			2					4	3			3	4	3			3	1	58	
		1				3			3					4	3			3	4	3			2	2	16	
		1				3			3				4		3	2		3	4	3			2	3	16	
		1				2			4					4	3			3	4	3			2	4	18	
Лосиноост.13			2	2		3			3					4	3			3	4	3				5	48	
			1	2		3			2					4	3			3	4	2				6	27	
			2	2					4					4	3			3	4	2				7	10	
			2	2		3			3			3		4	3	3		3	4	2				8	10	
			2	2		3		3	2					4	3			3	4	2				9	5	
НИИОХ 336		1				3			2					4			1	3	3				3	10	53	
		1				3			3			4		4			3	3	3		2		2	11	37	
		1			2	3	4		3					3			3	3	3		2		2	12	55	
		1				3			3			3					3	3	3					13	5	
Нантская 4		1				3			3					4			1	4	3				3	14	80	
		1				3			3			3		4			2	4	3					15	10	
	3	2				3			3			2		4			3	4	3				1	16	5	
		2				4	4		3					4				4	3				2	17	5	
Моск.зимняя		1				4			3					4				3	4					18	21	
		1				3			4					4				3	4		4			19	21	
		1			3	3			3					4				3	4		2			20	28	
		1			3	2			2		3			4				3	4				3	21	10	
					4	3		3	1					4				1	4						22	5
								3	2					4				1	4						23	5
		1				3			3				3	4			2	3	4						24	10
Шантанэ2461		1				3			3					4			1	3	4				3	25	36	
		1				3			3			4		4			3	3	3		2		2	26	25	
		1				1			4					4			2	3	4				1	27	8	
		1				3			3	3				2				3	4			3	2	28	6	
		1				3			4	3		3		2			2	3	4			3	2	29	8	

	1			2	3	4		3					3			3	3	3		2		2	12	3
	1				3			3			3					3	3	3					13	8
	1				3			3			3	4				2	3	4					24	6

