

УДК 635.21:631.527(470.40/.43)

ВЫЯВЛЕНИЕ БИОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, СВЯЗАННЫХ С УРОЖАЙНОСТЬЮ И КАЧЕСТВОМ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

© 2014 А.Л.Бакунов, Н.Н.Дмитриева, А.В. Милехин, С.Л. Рубцов

ФГБНУ Самарский НИИСХ, п.Безенчук, Самарская обл.

Поступила в редакцию 15.12.2014

У сортов картофеля различных групп спелости с использованием кластерного анализа и метода главных компонент изучены биоморфологические параметры, коррелирующие с высокой урожайностью и качеством продукции. С целью оптимизации селекционного процесса выявлены группы тесно связанных признаков, которые при подборе родительских пар могут быть выражены как один. Выделены три главных компонента, оказывающие наиболее существенное влияние на изменчивость изученных параметров. Показано, что сходные результаты получены при применении как кластерного анализа, так и метода главных компонент.

Ключевые слова: картофель, сорт, урожайность, главные компоненты

Введение

Получение новых сортов картофеля, адаптированных к местным агроклиматическим условиям, возможно только при широком изучении существующих сортов по комплексу хозяйственно-ценных признаков и выявлении среди них потенциальных родительских форм. При выведении новых сортов у родительских пар необходимо учитывать биоморфологические показатели, коррелирующие с высокой урожайностью и качеством клубней. В современном сорте картофеля должно быть скомбинировано около 40 хозяйственно-ценных признаков, однако при подборе родительских пар возможно выявить группы признаков, тесно связанные между собой, которые могут быть выражены как один. При этом часть избыточных признаков отсеивается, что ведёт к оптимизации селекционного процесса.

Материал и методика

С целью изучения сортов картофеля различных групп спелости отечественной и зарубежной селекции ежегодно в Самарском НИИСХ закладывается питомник экологического испытания.

В 2000-2006 годах в питомнике были оценены 65 сортов отечественной и зарубежной селекции, в том числе 12 раннеспелых, 31 среднеран-

Бакунов Алексей Львович, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник.

E-mail: samniish@mail.ru

Дмитриева Надежда Николаевна, старший научный сотрудник. E-mail: samniish@mail.ru

Милехин Алексей Викторович, кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель директора по научной работе.

E-mail: samniish@mail.ru

Рубцов Сергей Леонидович, научный сотрудник.

них, 13 среднеспелых, 9 среднепоздних. Анализ проводился по 11 признакам. Кроме урожайности и полевой устойчивости к вирусным и грибным заболеваниям, сорта оценивались по крахмалистости, сроку созревания, развитию ботвы и средней массе товарного клубня.

Посадка и уборка осуществлялись вручную, посадка – в предварительно нарезанные борозды. Предшественник – чёрный пар. Картофель выращивался без орошения. Почва опытного участка: чернозём террасовый, обыкновенный, малогумусный, среднеспелый, тяжелосуглинистый. Проводились следующие работы по уходу за растениями: осенняя обработка пара гербицидом сплошного действия, глубокая культивация и обработка роторным культиватором, довсходовое боронование, две междурядные обработки с окучиванием, обработки посадок гербицидами и инсектицидами.

Коллекция сортов высаживалась на двухрядковых делянках по 50 клубней в четырёх повторностях (всего 200 клубней каждого сорта). В период вегетации проводились учёты и наблюдения согласно Методическим указаниям по экологическому сортоиспытанию картофеля (1982). Математическая обработка результатов проводилась по Доспехову (1985), методами рангового и кластерного анализов (Лакин, 1973) и методом главных компонент (Харман, 1972).

Результаты и обсуждение

На основе анализа данных за 2000-2004 годы установлено, что максимальной урожайностью за этот период характеризовались сорта отечественной селекции Юбилей Жукова, Ильинский, Корона, Удача, сорта селекции Германии Ароза, Рубин и сорт голландской селекции Ку-

рода. У этих же сортов отмечена и максимальная полевая вирусоустойчивость. Взаимосвязь физиологических и морфологических признаков и степень влияния каждого из них на важнейшую сортовую характеристику – урожайность – была проанализирована путём вычисления матрицы парных коэффициентов корреляции.

В табл. 1 представлена сравнительная характеристика коллекции сортов картофеля по продуктивности, полевой устойчивости к вирусным и грибковым заболеваниям, раннеспелости, развитию ботвы и массе товарного клубня. При этом цифрами обозначены следующие признаки (среднее за 2000-2004 годы): 1 – урожайность

Таблица 1. Характеристика сортов картофеля по комплексу хозяйственно-ценных признаков. Самарский НИИСХ, 2000-2004 гг.

Сорт	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Аринда	142,3	6	30	4	31	19	13,5	18	3,5	23,5	22,5
Арника	205,8	27	20	38,5	4,5	15	13,5	18	40,5	23,5	22,5
Ароза	273,8	44	37	41	31	3,5	33	6	24	23,5	22,5
Аспия	142,9	6	38,5	42,5	31	32	33	39,5	9,5	23,5	22,5
Атланта	136,4	6	13,5	7	31	39	4,5	18	3,5	5,5	22,5
Белоснежка	158,8	21	38,5	40	44	39	4,5	18	24	42,5	22,5
Белоярский ранний	118,9	1	1	16	4,5	22	33	45	40,5	5,5	22,5
Бобр	171,5	27	30	19,5	31	39	13,5	36	9,5	23,5	22,5
Бронницкий	130,5	15	3,5	23,5	4,5	9,5	8,5	2	9,5	35,5	22,5
Брянский деликатес	157,7	40	44	42,5	31	39	33	18	9,5	35,5	22,5
Голубизна	201,9	33	44	7	31	25	33	43	3,5	35,5	22,5
Десница	235,4	36,5	15	11,5	16,5	39	19,5	18	24	5,5	22,5
Дориса	126,1	18,5	7	11,5	31	19	33	18	9,5	23,5	22,5
Елизавета	196,4	33	30	1,5	31	25	13,5	43	24	12,5	22,5
Жуковский ранний	214,7	24	13,5	19,5	1	9,5	45	18	40,5	23,5	22,5
Зарево	138,1	30	3,5	3	31	29	33	43	3,5	5,5	3
Зекура	179,3	11,5	30	31,5	31	9,5	33	18	24	5,5	22,5
Зов	209,3	6	30	7	12,5	2	1	36	40,5	35,5	22,5
Ильинский	253,7	33	16	31,5	31	9,5	22,5	36	24	42	22,5
Калинка	163,8	17	30	14	31	45	43	18	24	5,5	22,5
Каратоп	164,4	2	3,5	1,5	4,5	1	33	2	40,5	5,5	3
Корона	252,6	36,5	20	38,5	31	29	7	30,5	24	42	42,5
Космос	120,2	11,5	30	7	31	16	19,5	18	24	23,5	42,5
Курода	228,5	43	41	31,5	31	29	44	18	24	42	42,5
Лагона	178,9	33	11,5	15	31	39	33	39,5	40,5	23,5	2,5
Лорх	167,6	6	7	11,5	16,5	9,5	2	18	3,5	12,5	3
Лотос	152,5	27	7	23,5	4,5	39	13,5	18	40,5	23,5	22,5
Лютеция	157,5	15	20	31,5	10	39	33	18	40,5	23,5	22,5
Маранка	164,8	11,5	9,5	19,5	12,5	9,5	33	18	3,5	5,5	22,5
Невский	207,2	18,5	30	17	31	39	4,5	18	24	42	22,5
Олимп	185,6	21	30	44,5	31	19	33	18	24	23,5	22,5
Памир	218,9	27	30	31,5	8,5	9,5	19,5	18	24	12,5	3
Пост 86	182,8	15	20	11,5	8,5	29	19,5	18	24	5,5	3
Ресурс	238,2	38,5	41	23,5	31	19	13,5	36	9,5	23,5	42,5
Розара	212,8	27	20	31,5	31	9,5	33	4,5	24	23,5	22,5
Романо	183,7	6	41	19,5	12,5	9,5	33	18	24	12,5	22,5
Рубин	235,3	38,5	23	31,5	16,5	23	33	4,5	24	23,5	22,5
Самарский	152,3	11,5	9,5	31,5	12,5	3,5	13,5	32,5	24	23,5	22,5
Сантэ	182,8	23	30	23,5	45	33	8,5	30,5	24	35,5	22,5
Симбирянин	148,6	21	30	31,5	31	39	4,5	32,5	24	5,5	22,5
Удача	229,5	41,5	30	31,5	31	25	22,5	36	40,5	35,5	42,5
Фелокс	130,5	6	3,5	7	4,5	9,5	33	2	40,5	23,5	22,5
Эрнестольц	170,3	21	11,5	31,5	31	19	33	18	24	23,5	22,5
Эффект	184,1	33	17	31,5	16,5	29	13,5	18	24	42	22,5
Юбилей Жукова	266,0	41,5	44	44,5	31	39	33	41	24	42	42,5

(ц/га); 2 – вирусоустойчивость; 3 – устойчивость к фитофторозу по листьям; 4 – устойчивость к макроспориозу по листьям; 5 – устойчивость к фитофторозу по клубням; 6 – устойчивость к сухой гнили по клубням; 7 – устойчивость к различным видам парши по клубням; 8 – устойчивость к ризоктониозу; 9 – срок созревания; 10 – развитие ботвы; 11 – масса товарного клубня. В пунктах 2-11 варьирующие признаки оценивались в баллах, поэтому для вычисления коэффициентов корреляции значения каждого признака были заменены соответствующими рангами (Лакин, 1973). При этом увеличение ранга соответствует увеличению у сорта устойчивости к заболеваниям, либо увеличению выраженности признака (раннеспелости, развития ботвы, размера клубня).

Установлено, что в условиях Самарского НИИСХ урожайность сорта в наибольшей степени обусловлена его полевой устойчивостью к вирусным заболеваниям; коэффициент корреляции между этими признаками составил 0,64**. Кроме того, достоверно значимые средние корреляционные связи выявлены между урожайностью и устойчивостью по листьям к фитофторозу и макроспориозу; между продуктивностью и морфологическими признаками – развитием ботвы и массой клубня (таблица 2). Достаточно низкий коэффициент корреляции между урожайностью и массой клубня свидетельствует о том, что урожайность изученных сортов была больше обусловлена количеством клубней на один куст.

Выраженность морфологических признаков, в свою очередь, в достаточно большой степени зависит от поражаемости растения вирусами, макроспориозом и фитофторозом как по листьям, так и по клубням; морфологические признаки также тесно связаны между собой, то есть масса клубня зависит от степени развития ботвы ($r = 0,63^{**}$). Не установлено достоверной корреляционной зависимости между

раннеспелостью и другими признаками, кроме её слабой положительной связи с размером клубня ($r = 0,36^*$). Это говорит о том, что в условиях Среднего Поволжья вирусными и грибковыми заболеваниями могут в равной степени поражаться сорта, относящиеся к различным группам спелости. Следовательно, хотя все выделенные по урожайности сорта относятся к среднеранней группе, их преимущество обусловлено в первую очередь высокой устойчивостью к вирусной и грибковой инфекции. Достоверная связь между раннеспелостью и массой клубня указывает на несколько большую роль этого компонента в формировании общей урожайности у раннеспелых и среднеранних сортов в сравнении с сортами других групп спелости.

Анализ матрицы коэффициентов корреляции также показал, что устойчивость сорта картофеля к вирусным заболеваниям в ряде случаев может указывать и на его устойчивость к фитофторозу по листьям, макроспориозу и фитофторозу по клубням. Так, коэффициенты корреляции между вирусоустойчивостью и этими признаками составили соответственно 0,33**, 0,44** и 0,42**. Сильнее связаны между собой поражаемость фитофторозом листьев и клубней ($r = 0,58^*$). Однако других связей между заболеваниями, поражающими надземную часть растения, и заболеваниями, поражающими клубни, не выявлено, как не выявлено связи между заболеваниями клубней и урожайностью. Связано это, вероятно, с тем, что грибковые заболевания поражают клубни уже после формирования основной части урожая. Вместе с тем имеется достоверная положительная средняя корреляционная связь между поражаемостью клубней фитофторозом и сухой гнилью ($r = 0,47^{**}$); фитофторозом и ризоктониозом ($r = 0,44^{**}$), то есть, если клубень поражён одним из этих заболеваний, то создаются благоприятные условия для поражения другими.

При подборе исходного материала для селек-

Таблица 2. Матрица коэффициентов корреляции признаков сортов картофеля, 2000-2004 гг.

Признаки	1											
1	/											
2	0,64**	/										
3	0,43**	0,33**	/									
4	0,37*	0,44**	0,39**	/								
5	0,20	0,42**	0,58**	0,27	/							
6	-0,08	0,29	0,27	0,12	0,47**	/						
7	0,08	0,20	0,08	0,15	0,06	-0,03	/					
8	0,14	0,22	0,28	0,04	0,44**	0,36*	0,0	/				
9	0,25	0,08	-0,08	0,19	-0,18	0,01	0,24	0,07	/			
10	0,38*	0,45**	0,39**	0,46**	0,39**	0,16	-0,07	0,19	0,18	/		
11	0,42**	0,51**	0,54**	0,47**	0,55**	0,38*	0,28	0,44	0,36*	0,63**	/	

*Значимо на 5% уровне **Значимо на 1% уровне

ции картофеля необходимо оценивать потенциальные родительские формы по большому количеству признаков. Применение метода кластерного анализа позволило выявить тесно связанные между собой признаки и представить их как один признак. В случае с приведённым набором сортов и признаков таковыми являются:

- урожайность – вирусоустойчивость. Сорт, в течение нескольких лет имеющий высокие показатели урожайности, с большой долей вероятности имеет высокую полевую вирусоустойчивость.

- устойчивость к фитофторозу по листьям – устойчивость к фитофторозу по клубням. Эти признаки могут быть объединены в один – общая устойчивость к фитофторозу.

- развитие ботвы – масса товарного клубня.

В 2005-2006 годах проведён анализ сортов картофеля по 12 хозяйственно-ценным признакам методом главных компонент. Применение метода позволило найти нескоррелированные между собой главные компоненты и коэффициенты нагрузки, отражающие вклад каждой главной компоненты в выраженность признака. Выделены три главных компоненты, на долю которых приходится 53,6% общего варьирования (табл. 3).

Наиболее значительное различие между сортами выявлено по первой главной компоненте – 21,11%. В неё с максимальными нагрузками входят следующие признаки: урожайность, вирусоустойчивость, устойчивость к фитофторозу по листьям и к макроспориозу. Первая компонента позволяет выделить признаки, непосредственно связанные с формированием урожайности.

На долю второй компоненты приходилось 13,6% варьирования признаков. Она оказывала максимальное влияние на срок созревания, крахмалистость и поражённость клубней паршой.

Третья компонента объединяла 13,85% обще-

го варьирования признаков; в неё с максимальными нагрузками входили размер товарного клубня, развитие ботвы и поражённость растений картофеля ризоктониозом (табл. 3).

Таким образом, анализ главных компонент позволил выделить у изученных сортов группы тесно связанных признаков. Так, установлено, что в условиях Самарского НИИСХ урожайность сорта в наибольшей степени обусловлена его полевой устойчивостью к вирусным заболеваниям, макроспориозу и фитофторозу по листьям (компонента 1). Это хорошо согласуется с результатами изучения сортов картофеля методом кластерного анализа в 2000-2004 годах, когда также была выявлена тесная взаимосвязь указанных признаков, особенно урожайности и полевой вирусоустойчивости.

Вторая компонента характеризует тесную связь между сроком созревания, крахмалистостью и поражённостью клубней паршой. Действительно, результаты биохимических анализов за ряд лет свидетельствуют о более высокой крахмалистости среднеспелых и среднепоздних сортов и гибридов. Кроме того, из литературных данных известно, что в большинстве случаев высокая крахмалистость связана с поздним созреванием. Из анализа второй главной компоненты также следует, что раннеспелые сорта в условиях Самарского НИИСХ больше подвержены поражению различными видами парши. Таким образом, при селекции на повышенную крахмалистость в качестве одного из компонентов скрещивания можно рекомендовать среднеспелые или среднепоздние формы, устойчивые к парше.

Анализ третьей главной компоненты указывает на связь между морфологическими признаками: размером товарного клубня и развитием надземной массы растения, то есть масса клуб-

Таблица 3. Значение веса главных компонент признаков сортов картофеля, 2005-2006 гг.

Признак	Коэффициенты нагрузки компонент		
	1	2	3
Урожайность	-0,830	-0,205	-0,095
Крахмалистость	0,082	0,708	-0,294
Вирусоустойчивость	-0,797	-0,123	-0,015
Фитофтороз по листьям	-0,647	-0,123	-0,242
Фитофтороз по клубням	-0,401	-0,137	0,008
Макроспориоз	-0,764	0,038	0,044
Парша	-0,334	-0,540	-0,317
Ризоктониоз	0,221	-0,358	-0,582
Сухая гниль	-0,475	0,105	0,134
Срок созревания	-0,072	-0,775	0,216
Размер клубня	-0,433	-0,090	-0,689
Развитие ботвы	-0,247	0,011	-0,725
Дисперсия	3,133	1,632	1,662
Доля влияния компоненты, %	21,110	13,599	13,848
Накопление дисперсии	26,110	39,709	53,557

ня у изученного набора сортов зависела от степени развития ботвы, в то же время крупноклубнёвые сорта с развитой вегетативной массой сильнее поражались ризоктониозом. Достоверная средняя положительная взаимосвязь между этими признаками установлена также и в исследованиях 2000-2004 гг., когда коэффициент корреляции между надземной массой и массой клубня бы равен 0,63; а между массой клубня и поражаемостью ризоктониозом – 0,44.

Закключение

Сравнительная характеристика применения двух методов показала большое сходство полученных результатов. Установлено, что вирусоустойчивость является основным лимитирующим фактором продуктивности для изученного набора сортов в местных агроэкологических условиях. Выявлено три группы

тесно связанных признаков; при подборе родительских пар из данного сортимента в каждом случае можно руководствоваться лишь одним из признаков:

- урожайность, вирусоустойчивость, устойчивость к фитофторозу по листьям и к макроспориозу;
- срок созревания, крахмалистость, устойчивость к видам парши;
- развитие ботвы, масса товарного клубня, устойчивость к ризоктониозу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические указания по экологическому сортоиспытанию картофеля, М.: ВНИИКХ. 1982.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос. 1985.
3. Лакин Г. Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1973. 343 с.
4. Харман Г. Современный факторный анализ. М.: Статистика. 1972.

REVEALING OF THE BIOMORPHOLOGICAL PARAMETERS CONNECTED TO PRODUCTIVITY AND QUALITY OF THE POTATO TUBERS IN CONDITIONS OF THE SAMARA REGION

© 2014 A.L. Bakunov, N.N. Dmitrieva, A.V. Milyokhin, S.L. Rubtsov

Samara Research Scientific Institute of Agriculture, Bezenchuk, Samara Region

Biomorphological parameters correlating with high productivity and quality of production were studied by evaluating of potato varieties of various groups of ripeness by using the method of cluster analysis and the method of principal components. Groups of closely connected attributes which at selection of parental pairs can be expressed as one attribute are revealed. Three components having the most essential influence on the variability of parameters under study were found out. It was shown that similar results are received both with application of the cluster analysis, and at use of a principal component analysis.

Key words: potato, varieties, productivity, principal components

Bakunov Alexey, PhD, Senior Scientist.

E-mail: samniish@mail.ru

Dmitrieva Nadezhda, Senior Researcher.

E-mail: samniish@mail.ru

Alexey Milyokhin, PhD, Deputy Director.

E-mail: samniish@mail.ru

Sergey Rubtsov, Researcher.