

УДК 635.342:632.4

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ГИБРИДОВ КАПУСТЫ К БОЛЕЗНЯМ ПРИ ХРАНЕНИИ

Ф.С. ДЖАЛИЛОВ, Г.Ф. МОНАХОС, П.А. СЕМЕНОВ

(Кафедра фитопатологии,
Селекционная станция ТСХА им. Н.Н. Тимофеева)

Изучали устойчивость сортов и гибридов отечественной и зарубежной селекции к серой гнили и альтернариозу в периоды вегетации растений и хранения кочанов при естественном и искусственном заражении. Предложен эффективный метод оценки устойчивости к серой гнили. Показано, что при селекции устойчивых сортов и гибридов для дифференциации генотипов по устойчивости к альтернариозу можно использовать искусственное заражение листовых дисков в период вегетации, а по устойчивости к серой гнили — показатели содержания сухого вещества в кроющих кочан листьях перед уборкой. Выявлено, что максимальную устойчивость к этим заболеваниям проявляют гибриды Галлакп и Монарх.

Основной причиной значительных потерь урожая капусты в период хранения является развитие болезней. К наиболее вредоносным из них относятся серая гниль и альтернариоз. О широком распространении и большой вредоносности этих заболеваний во время хранения капусты имеются сведения в отечественной и зарубежной литературе [1, 2, 5—7]. Отсутствие разрешенных в нашей стране для применения на продовольственной капусте фунгицидов для борьбы с болезнями выдвигают на первый план задачу создания устойчивых к данным патогенам гибридов. Успешное

решение поставленной задачи в значительной степени облегчается, если разработаны методы оценки устойчивости селекционного материала с использованием искусственного заражения, известна динамика изменения устойчивости в период хранения, а также при использовании косвенных методов оценки устойчивости.

В задачу нашей работы входили разработка надежных методов оценки устойчивости и оценка с помощью этих методов коллекции районированных и перспективных F_1 гибридов белокочанной капусты.

Методика

Материалом для опытов служили F_1 гибриды белокачанной капусты отечественной и зарубежной селекции, а также перспективные гибриды Селекционной станции ТСХА им. Н.Н. Тимофеева.

Чистые культуры возбудителей серой гнили гриба *Botrytis cinerea* Pers. и альтернариоза — *Alternaria brassicicola* Wiltst., выделенные нами из пораженных листьев капусты, поддерживали на картофельно-глокозном агаре (КГА).

Для проведения искусственного заражения из листьев капусты вырезали диски диаметром 15 мм с помощью пробкового сверла. Испытывали следующие способы подготовки растительной ткани к инокуляции: без обработки, прогревание дисков в стерильной горячей воде при температуре 50° С в течение 20 мин [5], повреждение центра диска прикосновением раскаленной иглой диаметром 2 мм. После сравнительного испытания использовали лишь последний способ.

Диски раскладывали в 24-луночные планшеты для культуры клеток (*Linbro, Costar*). На дно каждой лунки был предварительно помещен диск увлажненной фильтровальной бумаги. На место повреждения в центре диска наносили 2 мкл суспензии конидий *B. cinerea* или *A. brassicicola* с концентрацией 10^6 спор/мл. Планшеты накрывали крышками, помещали в полиэтиленовый пакет и выдерживали в термостате при температуре 22° С. Учеты проводили на 7-й день, при этом измеряли диаметр некротической ткани и устанавливали наличие спо-

роношения. Содержание в листьях сухого вещества определяли общепринятым способом [3].

Полученные результаты измерений подвергали статистической обработке методами дисперсионного и корреляционного анализа с помощью программы «STRAZ».

Результаты

Способ подготовки дисков к инокуляции оказывал существенное влияние на дифференциацию гибридов капусты по признаку устойчивости. В эксперименте использовали контрастные по устойчивости F_1 Галлаксы (с высокой устойчивостью к серой гнили) и F_1 Экстра (с низкой устойчивостью). Нагревание дисков в горячей воде в течение 20 мин при 50° С перед инокуляцией патогеном приводило к быстрому развитию некрозов, однако при этом отсутствовали статистически доказуемые различия в поражении 2 изучаемых гибридов (табл. 1). Вероятно, при такой обработке снимались естественные механизмы устойчивости и поэтому гибриды сильно поражались.

В контрольном варианте без предварительной обработки ткани дисков невозможно было добиться четкой дифференциации гибридов по устойчивости из-за малого диаметра поражения и медленных темпов развития бо-лезни.

Наилучшие результаты показал метод, при котором травмировали центр диска с помощью прикосновения раскаленной иглой перед инокуляцией. Он позволял выявить достоверные различия в размерах некротической зоны

Влияние способа инокуляции на поражение дисков капусты *V. cinerea* (диаметр некротической зоны, мм, 1998 г.)

Вариант (фактор В)	Гибрид (фактор А)		Средние по фактору В, $НСР_{05} = 2,2$
	Экстра	Галлакси	
Без травмирования	1,9	1,2	1,6
Прогревание дисков в воде 20 мин при 50°С	10,0	10,4	10,2
Травмирование центра диска	9,1	1,8	5,5
Средние по фактору А. $НСР_{05} = 2,2$	7,0	4,5	

$НСР_{05}$ для частных различий = 3,2

$НСР_{05}$ для взаимодействия АВ = 2,2.

уже на 7-й день после инокуляции. Так, гибрид капусты F_1 Экстра, который во время хранения в производственных условиях был менее устойчивым к серой гнили, чем F_1 Галлакси, и при этой методике искусственного заражения гораздо сильнее поражался грибом *V. cinerea* (см. табл. 1). К достоинствам этого метода относится то, что при его использовании естественный защитный барьер растительной ткани снимался только в небольшой (диаметром 2 мм) зоне, оставалась ткань вокруг места повреждения, способная нормально функционировать и проявлять обусловленную генотипом растения защитную реакцию.

Для использования данного метода оценки устойчивости необходимо было также уточнить сравнительную восприимчивость к заражению различных сторон листовой пластинки. В естественных условиях проникновение патогена в кочан происходит преимущественно через адаксиальную сторону листа. Полученные данные показали, что при заражении листьев через адаксиальную поверхность диа-

метр поражения как серой гнилью, так и альтернариозом был выше, чем через абаксиальную, однако дисперсионный анализ не позволил доказать существенность этих различий (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Влияние стороны листа капусты на устойчивость к болезням хранения (F_1 Леннокс, 1997 г.)

Сторона листа	Диаметр некроза на 7-й день, мм	
	<i>Botrytis cinerea</i>	<i>Alternaria brassicicola</i>

Адаксиальная	7,1	8,1
Абаксиальная	5,8	7,8

$F_{\phi} < F_{05}$ $F_{\phi} < F_{05}$

Изучение онтогенетической устойчивости листьев капусты к серой гнили

В процессе хранения кочаны приходится периодически перебирать и зачищать загнивающие листья. Поэтому важно знать, как изменяется устойчивость листьев в зависимости от их

местоположения в кочане. Кроме того это следует учитывать при оценке материала в процессе селекции. Анализ диаметра некроза показывает, что в целом по изученным генотипам восприимчивость к серой гнили у онтогенетически более молодых листьев увеличивается, причем внешние листья кочана поражаются в 2,5—2,8 раза меньше, чем внутренние. Необходимо отметить, что у всех генотипов устойчивость листьев в

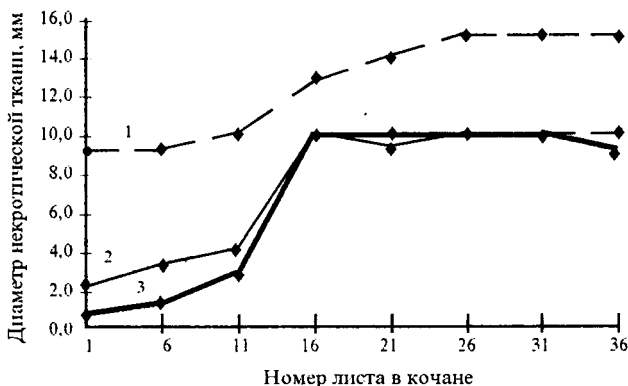
кочане сначала снижается постепенно (до 10-го листа), а затем в зоне 11—16 листа — резко (табл. 3, рисунок). Важным является и то, что максимальные различия по устойчивости к серой гнили между генотипами наблюдались при инокуляции внешних листьев. Поэтому при отборе проб для дифференциации генотипов следует использовать листья одинакового местоположения в кочане в зоне с 1-го по 10-й.

Таблица 3

Онтогенетическая устойчивость листьев кочана к серой гнили при искусственном заражении (диаметр некроза на 7-й день, мм, декабрь 1997 г.)

Гибрид (фактор А)	Ярус листа (фактор В)								Средние по фактору А НСР ₀₅ = 0,55
	1	6	11	16	21	26	31	36	
Экстра	9,00	9,00	10,00	12,75	13,75	15,00	15,00	15,00	12,44
Галлакси	2,00	3,00	3,75	10,00	9,25	10,00	10,00	10,00	7,25
Монарх	1,25	1,50	2,75	10,00	10,00	10,00	10,00	9,25	6,84
Средние по фактору В.	4,08	4,50	5,50	10,92	11,00	11,67	11,67	11,42	

НСР₀₅ = 0,34



Влияние местоположения листа в кочане на степень поражения серой гнилью у гибридов белокачанной капусты (1 — Экстра, 2 — Галлакси, 3 — Монарх).

Сравнение степени поражения различных генотипов указывает на существенные различия между ними. Кочаны гибрида Экстра поражались значительно сильнее, чем у гибридов Галлакси и Монарх. Вместе с тем не выявлено различий между двумя последними гибридами. Поэтому их следует рекомендовать для длительного хранения.

Испытание устойчивости селекционного материала капусты к альтернариозу и серой гнили

В результате проведенных опытов было выявлено, что сроки инокуляции в период вегетации растений (от фазы интенсивного роста листовой розетки до формирования кочана) не оказывают существенного влияния на ранжирование изучаемых гибридов по признаку устойчивости к альтернариозу (табл. 4). Наиболее устойчивыми к альтернариозу были гибриды Галлакси, Монарх и Колобок. Очень высокую вос-

приимчивость к этому заболеванию проявил гибрид Крюмон, причем диаметр некротической зоны после инокуляции как в период вегетации, так и во время хранения был у него в 1,4—1,6 раза больше, чем у гибридов Колобок, Монарх и Галлакси. Сравнение результатов оценки, полученных в различные периоды вегетации инокуляцией листьев розетки и в хранилище после 2 месяцев хранения инокуляцией кроющих листьев кочана, указывает на высокий уровень корреляционной зависимости между ними ($r = 0,893—0,985$). Такая зависимость позволяет рекомендовать проведение предварительной оценки устойчивости селекционного материала к альтернариозу по результатам инокуляции в период вегетации и отбор перспективных генотипов, что дает возможность значительно сократить объем трудоемкой работы, необходимой для закладки образцов на хранение и оценки в зимний период.

Таблица 4

Устойчивость капусты белокочанной к альтернариозу, 1997 г.

Гибрид	Диаметр некротической зоны, мм			
	июль 1	август 2	сентябрь 3	декабрь 4
Леннокс	10,1	12,1	11,2	11,8
Аэрбус	9,7	9,7	9,4	10,3
Колобок	8,8	9,8	8,9	9,8
Галлакси	11,2	8,7	9,8	9,7
Альбатрос	13,2	10,8	10,1	11,3
Крюмон	15,0	14,9	14,3	13,9
Монарх	8,8	8,8	9,0	9,7
	$r_{1,4} = 0,893$	$r_{2,4} = 0,986$	$r_{3,4} = 0,963$	

Попытка инокуляции листьев розетки оцениваемых генотипов в период вегетации грибом *B. cinerea* не позволила добиться успешных заражений.

Имеются сведения о высокой корреляции между содержанием сухого вещества в кочанах разных сортов и их лежкостью и устойчивостью к болезням хранения, т.е. при высоком содержании клетчатки и пигментов в тканях кроющие кочан листья более устойчивы к патогенам [2, 4].

Полученные данные (табл. 5) указывают на значительные различия между гибридами по содержанию сухого вещества. Наименьшим этот показатель был у сорта Зимовка 1474. Среди гибридов высоким содержанием сухого вещества выделились Цв9×Рн0, Ви3×Би10, Галлакси и Экстра. Причем они превосходили по количеству сухого вещества сорт Зимовка 1474 в 1,3—1,5 раза. Выявлена высокая обрат-

ная корреляционная зависимость между содержанием сухого вещества в 10-м и 15-м листьях кочана и диаметром некротической зоны от заражения возбудителем серой гнили. Среди изученных генотипов наиболее восприимчивым оказался сорт Зимовка 1474. Очень высокой устойчивостью обладали гибриды Галлакси и Цв×Рн0. Остальные гибриды занимали промежуточное положение по данному показателю и слабо различались между собой.

Интересно отметить, что содержание сухого вещества у большинства гибридов возрастает от 10-го к 15-му листу, а устойчивость, наоборот, снижается. Это можно объяснить тем, что у внутренних листьев содержание сухого вещества возрастает за счет большей доли сахаров, в то время как доля клетчатки снижается. Этим же можно объяснить сравнительно высокую

Таблица 5

Устойчивость сортообразцов белокочанной капусты к серой гнили в зависимости от содержания сухого вещества в листьях кочана, 1997 г.

F ₁ гибрид	Номер листа (нумерация от поверхности кочана)			
	10-й лист		15-й лист	
	сухое вещество, % (1)	диаметр некротической зоны, мм (2)	сухое вещество, % (3)	диаметр некротической зоны, мм (4)
Экстра	8,1	11,3	9,2	11,4
Галлакси	7,9	8,5	9,1	9,3
Зимовка	5,9	15	6,9	15
Ер7 x Рн0	8,5	10,4	8,2	13,9
Цв9 x Рн0	9,4	8	9,4	11,5
Нац2 x Цв9	7,8	11,8	7,7	13,2
Ви3 x Би10	8,8	11,2	9,2	12,7
	$r_{1,2} = -0,821$	$r_{1,3} = 0,828$	$r_{1,4} = -0,460$	
	$r_{2,3} = -0,801$	$r_{2,4} = 0,786$	$r_{3,4} = -0,781$	

восприимчивость гибрида Экстра, несмотря на высокое содержание сухого вещества.

Данные результаты позволяют предложить определение сухого вещества в поверхностных листьях кочана для косвенной оценки устойчивости капусты к серой гнили в период хранения.

Выводы

1. Метод инокуляции с предварительным травмированием центра листового диска позволяет выявить генетически обусловленную устойчивость к серой гнили и рекомендуется как наиболее эффективный в селекционной работе.

2. Максимальные различия между генотипами по устойчивости к серой гнили наблюдались при инокуляции внешних листьев кочана, поэтому при отборе проб для оценки селекционного материала следует использовать листья одинакового местоположения в кочане с 1-го по 10-й.

3. Высокая корреляционная зависимость между содержанием сухого вещества в кроющих листьях и устойчивостью к серой гнили позволяет отбирать устойчивые генотипы по результатам анализа перед уборкой.

4. Высокая степень связи между устойчивостью генотипов к альтернариозу в период вегетации

и после непродолжительного хранения делает возможным отбор устойчивых растений по результатам заражения листовых дисков в период вегетации.

5. Комплексная оценка сортов и гибридов отечественной и зарубежной селекции позволяет рекомендовать для длительного хранения гибриды Галлакси и Монарх как наиболее устойчивые к серой гнили и альтернариозу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антонов Ю.П., Воробьева З.Д., Белик Т.А. Борьба с серой гнилью (капусты). — Защита растений, 1981, № 10, с. 29. — 2. Куневич Л.Р. Методы защиты капусты от болезни при длительном хранении. Минск, 1985. — 3. Полегаев В.И. Методы оценки качества плодов и овощей. М.: ТСХА, 1988. — 4. Полегаев В.И. Совершенствование технологии выращивания маточников кочанной капусты. — Изв. ТСХА, 1991, вып. 4, с. 84—98. — 5. Leifert C., Sigee D.C., Stanley R., Knight C., Epton H.A.S. — Phytoparasitica, 1992, vol. 20, p. 143—148. — 6. Yoder O.C., Whalen M.L. — Canadian Journal of Botany, 1975, vol. 53, N 8, p. 691—699. — 7. Yoder O.C., Whalen M.L. — Canadian Journal of Botany, 1975, vol. 53, N 18, p. 1972—1977.

Статья поступила 24 декабря 1998 г.

SUMMARY

Resistance of varieties and hybrids of native and foreign selection to gray mold and early blight during plant vegetation and storing cabbage heads with natural and artificial contamination was studied. An efficient method of evaluating resistance to gray mold is suggested. It is shown that in selecting resistant varieties and hybrids to differentiate genotypes by resistance to early blight it is possible to use artificial contamination of leaf discs during vegetation, and to differentiate them by resistance to gray mold — indices of dry matter content in leaves covering the head before harvesting may be used. It has been found that the highest resistance to these diseases was exhibited by hybrids Galaxy and Monarch.