

УДК 635.63:632.26:632.4.01/08:632.938.1

© 2013 В. Л. Черненко, О. В. Сергиенко,
Л. Д. Солодовник, С. В. Бондаренко

Институт овощеводства и бахчеводства НААН

ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОСВЯЗИ ОСНОВНЫХ КАЧЕСТВЕННЫХ И КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ С ВРЕДНОСНОСТЬЮ ПЕРОНОСПОРОЗА У ОГУРЦА КОРНИШОННОГО ТИПА

Проведен анализ общей изменчивости селекционного материала огурца корнишонного типа по комплексу признаков, формирующих основные показатели урожайности этой овощной культуры в открытом грунте. Изучена взаимосвязь между 28 базовыми количественными и качественными признаками огурца и параметрами вредоносности пероноспороза. Отобраны перспективные селекционные линии, которые на фоне высокого проявления ряда важных хозяйственных признаков гармонично сочетают в своих генотипах стабильно высокую полевую устойчивость к пероноспорозу.

Ключевые слова: огурцы корнишонного типа, пероноспороз, устойчивость, сорта, гибриды, образцы, корреляционная связь.

Введение. Огурец (*Cucumis sativus* L.) — однолетнее травянистое растение, является одной из основных овощных культур открытого и защищенного грунта, занимает в Украине около 20–25 % от общей площади посевов овощных культур [1].

Основной причиной, ежегодно существенно лимитирующей количественные показатели урожайности огурца при промышленном его выращивании, является распространение в его посевах ложной мучнистой росы, или пероноспороза (*Pseudoperonospora cubensis* (Berk. & M.A.Curtis) Rostovtsev) [5, 7].

В Украине, особенно на протяжении последних двадцати лет, динамика развития этой болезни периодически регистрируется в большинстве регионов его промышленного выращивания по типу очень сильного развития или эпифитотии. По отечественным литературным данным [11], которые подтверждаются нашим экспериментальными результатами, недобор товарного урожая огурца в поле только из-за этой болезни может достигать в отдельные годы уровня 50–80 % [2].

В условиях, которые сложились на сегодня в нашей стране, важным этапом в селекции огурца стоит задача создания сложных гибридов и сортов на основе специально отобраных по признаку устойчивости, урожайности и технологичным качествам родительских линий. Селекционную ценность при этом имеют родительские формы, которые максимально объединяют в своем генотипе такие признаки и, самое важное, способность передавать этот комплекс на фоне высокого гетерозисного эффекта при скрещиваниях доминантно [15]. При этом селекцию огурца на устойчивость к наиболее распространённым патогенам рекомендовано вести ступенчато, т.е. путем постепенного введения в селекционный материал этого признака по аналогии со стихийным характером его формированием в природных условиях [3, 7, 8].

Учитывая сложность экологической ситуации в нашей стране, а также чрезвычайно широкое использование населением плодов огурца в свежем виде, для консервирования и

соления, применение химических препаратов в период массового плодоношения этой овощной культуры законодательно ограничено. Исходя из особенностей формирования структуры природных популяций основных патогенов огурца в открытом грунте, его селекцию рекомендуют проводить на полевую (полигенную, неспецифическую, горизонтальную) устойчивость к пероноспорозу и ряду других возбудителей [7].

Постановка проблемы. Изучение мирового генетического потенциала культуры огурца с использованием комплексного подхода при определении стабильных источников разнообразных признаков, вовлечение их в гибридизацию с дальнейшим использованием методов аналитической селекции позволяет создать разнообразный исходный материал и плодотворно использовать его в селекции этой овощной культуры на гетерозис [7, 8].

Цель, объекты, материалы и методы исследований. Целью наших исследований были оценка и совместный отбор из планомерно стабилизируемых селекционером растительных популяций исходного материала (линий старших поколений), в которых на фоне высокой полевой устойчивости к пероноспорозу максимально возможно должны сочетаться разнообразные морфологические и хозяйственно-ценные признаки.

Объектом исследований служил селекционный материал огурца корнишонного типа из питомников предварительного и конкурсного сортоиспытания (всего 27 образцов) с комплексом разнообразных признаков (30 шт.).

Морфологическую и хозяйственную характеристику исследуемого селекционного материала огурца определяли согласно «Методики проведения экспертизы сортів на відмінність, однорідність і стабільність (ВОС)» [10], химическую оценку качества плодов огурца (содержание сухого вещества, сахаров, нитратов) — согласно «Методам биохимических исследований растений» [6].

Изучение селекционных образцов огурца корнишонного типа на устойчивость к пероноспорозу проводили на естественном инфекционном фоне этой болезни в 2011–2013 гг.

В качестве восприимчивого к поражению пероноспорозом стандарта сравнения мы использовали сорт Нежинский местный (Украина), в качестве стандартов разного уровня устойчивости к этой болезни — образцы Феникс 640 (РФ), Джерело (Украина), Аякс F₁ (Нидерланды).

Основным элементом фитопатологических учетов были показатели степени поражения и пораженность (%) исследуемых образцов. Для оценки устойчивости образцов использовали следующую учетную шкалу [7, 13]:

балл 0 — у растений визуальных симптомов поражения пероноспорозом не отмечено (высокоустойчивый образец, балл 9 шкалы СЭВ);

балл 0,1 — болезнью поражено от 0,1 до 10 % листового аппарата (устойчивый, балл 7);

балл 1 — от 10,1 до 35 % (средне устойчивый, балл 5);

балл 2 — от 35,1 до 50 % (восприимчивый, балл 3);

балл 3 — от 50,1 до 100 % (высоко восприимчивый, балл 1).

В дальнейшем все полученные экспериментальные данные были обработаны методами вариационного и корреляционного анализов [4].

Шкала, использованная нами при анализе корреляционных зависимостей между парами признаками, была следующей [14]: значение от 0 до 0,19 — связь между признаками очень слабая; от 0,2 до 0,39 — слабая; от 0,40 до 0,59 — средняя; от 0,60 до 0,79 — сильная; от 0,80 до 1,0 — очень сильная, линейная или прямая. При этом для нас основной интерес представляли пары признаков с теснотой взаимосвязи не ниже уровня сильной и очень сильной (от 0,60 до 1,0).

Мы считаем, что именно такая градуировка корреляционной шкалы оценки тесноты взаимосвязи, в отличие от шкалы, предложенной Б. А. Доспехым [4] при анализе *в основном результатов именно технологических опытов* (курсив наш. — В. Ч.), более эффективно нивелирует фактор средовой изменчивости и более объективно раскрывает особенности генетического каркаса взаимосвязей между признаками в селекционных и генетических исследованиях. По нашему мнению, именно такой подход позволяет более эффективно и системно проанализировать специфические особенности генетического каркаса взаимосвязей между комплексом важных признаков, полученных экспериментально в результате многолетних селекционных, генетических и иммунологических исследований этой культуры.

Результаты исследований и их обсуждение. Изучение разнообразия исходного (линейного) материала огурца корнишонного типа по уровню полевой (полигенной) устойчивости к пероноспорозу на фоне проявления других ценных признаков проводилось в условиях природного инфекционного фона этой болезни. При этом мы, в первую очередь, исходили из рекомендаций белорусских авторов [7, 8] о том, что дифференциацию сортов огурца по устойчивости к пероноспорозу в условиях естественного фона целесообразно проводить при слабой и умеренной инфекционной нагрузке, учитывая, что все известные на сегодня сорта и гибриды пока еще не способны продолжительно выдерживать высокую инфекционную нагрузку.

Массовое распространение пероноспороза в условиях открытого грунта и резкий рост интенсивности поражения образцов восприимчивой группы по годам исследований стабильно фиксировались нами в I – II декадах июля, что всегда совпадало с фазой начала массового плодоношения растений огурца в поле.

Согласно полученным иммунологическим характеристикам, многолетняя выборка из исследованных селекционных линий разных поколений (23 шт.) и указанных выше образцов-стандартов (4) была разделена нами на две условные группы (50 : 50): устойчивые (балл 7, 5) и восприимчивые (балл 3, 1 шкалы СЭВ соответственно).

Результаты сравнительной оценки изменчивости всей генеральной совокупности образцов по годам и выделенных нами из этого материала иммунологических групп по комплексу признаков, непосредственно формирующих показатели урожайности огурца в полевых условиях, приведены в табл. 1.

1. Сведенные результаты многолетней оценки генеральной совокупности и двух подгрупп огурца корнишонного типа по комплексу базовых хозяйственно-ценных признаков (2011–2013 гг.)

Признаки	Генеральная совокупность образцов (377 шт.)		Подгруппы	
			устойчивая (баллы 7, 5)	восприимчивая (баллы 3, 1)
	CV, %	Lim $v_{\min} \div v_{\max}$	Lim $v_{\min} \div v_{\max}$	Lim $v_{\min} \div v_{\max}$
Пероноспороз, степень поражения, %	49	2,5 ÷ 79,2	2,5 ÷ 34,1	44,0 ÷ 79,2
Пероноспороз, интенсивность распространения болезни, %	29	10,0 ÷ 100,0	10,0 ÷ 64,4	50,0 ÷ 100,0
Общая урожайность, т/га	39	3,8 ÷ 44,6	20,0 ÷ 44,6	3,8 ÷ 11,9
Урожайность за первую декаду плодоношения, т/га	48	2,6 ÷ 12,4	7,8 ÷ 12,4	2,6 ÷ 6,0
Период массового плодоношения, сутки	29	15,0 ÷ 45,0	34,0 ÷ 45,0	15,0 ÷ 25,0

Из данных табл. 1 видно, что по базовым хозяйственно-ценным признакам (степень поражения образца пероноспорозом, интенсивность распространения болезни, общая урожайность, урожайность за первую декаду плодоношения, продолжительность периода массового сбора) вся генеральная совокупность образцов в количестве 377 шт. была генетически неоднородной.

В частности, коэффициенты вариации (CV, %) этих признаков по генеральной совокупности были очень высокими и колебались в пределах от 29 до 49 %. С точки зрения селекционной практики это позволяет более эффективно проводить среди полученного широко вариабельного материала отборы по нужным признакам [12].

Кроме того, для нас особый интерес представило изучение тесноты и направления взаимосвязей между блоком базовых морфологических, хозяйственно-ценных признаков [10], на которые главным образом и был направлена наша работа с селекционерами.

При проведении корреляционного анализа направления и тесноты взаимосвязей между признаками 27 образцов огурца корнишонного типа в матрице было задействовано 30 параметров. При этом для нас основной интерес представляли пары признаков с теснотой взаимосвязи не ниже сильной и очень сильной (от 0,60 до 1,0).

После проведения анализа нами с использованием в качестве главного фактора отбора критического значения коэффициента корреляции ($K = 27 - 2 = 25$; $r_{\text{крит.}} = 0,487$; $\alpha = 0,01$) [9] определился блок из 23-х пар признаков, по которым ведется селекция, взаимосвязь между которыми статистически достоверная, разная по направлению, средняя, сильная и очень сильная (табл. 2).

2. Статистически достоверные корреляционные взаимосвязи и их направление между разными признаками у огурца корнишонного типа ($r_{\text{крит.}} = 0,487$; $\alpha = 0,01$)

Характеристика корреляционной связи	Пары признаков, № ÷ №, (коэффициент корреляции)
ОБРАТНАЯ	
средняя ($r = 0,4 - 0,59$)	1 ÷ 6 (-0,54); 2 ÷ 6 (-0,53); 5 ÷ 28 (-0,55)
сильная ($r = 0,6 - 0,79$)	2 ÷ 7 (-0,60); 4 ÷ 28 (-0,62); 1 ÷ 7 (-0,65); 1 ÷ 5 (-0,69); 1 ÷ 4 (-0,72); 2 ÷ 4 (-0,74); 2 ÷ 5 (-0,75)
ПРЯМАЯ	
средняя ($r = 0,4 - 0,59$)	1 ÷ 28 (0,48); 10 ÷ 12 (0,52); 10 ÷ 11 (0,53); 2 ÷ 28 (0,54); 10 ÷ 14 (0,59)
сильная ($r = 0,6 - 0,79$)	10 ÷ 13 (0,62); 12 ÷ 13 (0,64); 10 ÷ 15 (0,67)
очень сильная ($r = 0,8 - 1,0$)	5 ÷ 6 (0,85); 1 ÷ 2 (0,88); 4 ÷ 6 (0,88); 14 ÷ 15 (0,92); 4 ÷ 5 (0,96)

Такими образом у образцов взаимосвязанными по парам в различных сочетаниях оказались такие признаки — степень поражения пероноспорозом, % (№ 1); пораженность образца пероноспорозом, % (№ 2); общая урожайность, т/га (№ 4); товарная урожайность, т/га (№ 5); урожайность за первую декаду плодоношения, т/га (№ 6); период плодоношения, сутки (№ 7); размер листовой пластины, см (№ 10); интенсивность окраски листовой пластины, балл (№ 11); бугорчатость листовой поверхности, балл (№ 12); волнистость края листовой поверхности, балл (№ 13), длина верхней лопасти листка, см (№ 14); длина нижней лопасти листка, см (№ 15); содержание в плодах сухого вещества, % (№ 28).

Среди этого сочетания 10 пар признаков у огурца корнишонного типа имели достоверную обратную связь, а 13 — прямую.

Приведенные нами статистические характеристики позволяют подобрать для селекционных программ (с учетом проявления признака устойчивости) разнокачественный, но стабильный по другим морфологическим и хозяйственно-ценным признакам материал и вовлекать его в скрещивания и отборы.

Таким образом, в результате наших исследований на конечном этапе селекционного процесса отобраны перспективные селекционные линии огурца корнишонного типа, которые, на фоне высокого проявления ряда важных хозяйственных признаков, обладают в условиях напряженного естественного инфекционного фона стабильно высокой полевой устойчивостью к пероноспорозу.

Пчелоопыляемая линия огурца корнишонного типа F7I3 Ж 57/718-11. Линия раннеспелая (до первого сбора 40 дней). Общая урожайность 28,8 т/га, товарная 22,7 т/га, за первую декаду плодоношения — 12,1 т/га. Товарность 79 %. Содержимое сухого растворимого вещества 4,1 %, общего сахара 1,13. Средне устойчива к пероноспорозу и бактериозу (балл 5 шкалы СЭВ). Дегустационная оценка свежих плодов — 4,5 балла. Растение короткоплетистое, преимущественно женского типа цветения. Плод — зеленец цилиндрической формы, длиной до 7 см, со сложным опушением белого цвета. Масса товарного плода 51 г.

Пчелоопыляемая линия огурца корнишонного типа F7I6 П 57/745-11. Линия раннеспелая (до первого сбора 42 дня). Общая урожайность 28,4 т/га, товарная 23,8 т/га, за первую декаду плодоношения — 8,9 т/га. Товарность 84 %. Устойчива к пероноспорозу (балл 7 шкалы СЭВ) и средне устойчива к бактериозу (балл 5 шкалы СЭВ). Дегустационная оценка свежих плодов 4,8 балла. Растение среднеплетистое, преимущественно женского типа цветения. Плод — зеленец цилиндрической формы, длиной до 9 см. Опушение сложное, черного цвета. Средняя масса товарного плода 60 г.

Отселектированные линии представляют ценность как материнские формы и используются в гетерозисной селекции с целью создания гибридов огурца корнишонного типа для открытого грунта. Полученные линии в 2013 году переданы на регистрацию в Национальный центр генетических ресурсов растений Украины (Институт растениеводства им. В. Я. Юрьева).

Выводы. Пероноспороз ежегодно в регионе исследований проявляет на культуре огурца большую вредоносность. Поэтому работа с признаком устойчивости вносит наиболее весомый вклад в повышение урожайности этой овощной культуры.

Статистически подтверждено, что повышение интенсивности поражения растений огурца пероноспорозом приводит к значительному недобору общего и товарного урожая, существенно снижает период плодоношения, увеличивая при этом содержание в плодах сухих веществ.

В селекционно-генетических исследованиях при определении тесноты взаимосвязи между парами признаков рекомендуем использовать более гибкую 5-ранговую шкалу оценки, позволяющую более эффективно нивелировать случайное влияние на эти признаки фактора средовой изменчивости.

При селекции огурца на устойчивость к пероноспорозу отбор устойчивых форм автоматически будет прямо или обратно влиять на ряд других хозяйственно ценных признаков отобранного материала.

Библиографический список: 1. Бондаренко С. В. Огірок: сучасний фітосанітарний стан та методи захисту від хвороб / С. В. Бондаренко // Вісник Харківського національного університету ім. В. В. Докучаєва. — 2011. — № 6 (1). — С. 32–42.
2. Бондаренко С. В. Ураженість огірка несправжньою борошнистою росюю (*Pseudoperonospora cubensis* Rostow) / С. В. Бондаренко // Зб. наук. праць міжнар. наук.-

практ. конф. «Овочівництво України. Наукове забезпечення і резерви збільшення виробництва товарної продукції та насіння». — Мерефа, 2012. — С. 12–14.

3. Гороховский В. Ф. Селекция пчелоопыляемого огурца на устойчивость к болезням / В. Ф. Гороховский, О. С. Берлин // Збірник наукових праць СГІ. — 2009. — Вип. 13 (53). — С. 119–126.

4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.

5. Корнієнко С. І. Комплексна система заходів захисту огірка від шкідників, хвороб і бур'янів (науково-практичні рекомендації) / С. І. Корнієнко [та ін.]. — Харків, 2012. — 24 с.

6. Ермаков А. Е. Методы биохимических исследований растений / А. Е. Ермаков [и др.]; под ред. А. И. Ермакова. — Изд. 3-е, перераб. и доп. — Л.: Агропромиздат, 1987. — 430 с.

7. Налобова В. Л. Селекция огурца на устойчивость к болезням / В. Л. Налобова. — Минск: Белпринт, 2005. — 200 с.

8. Налобова В. Л. Подбор исходного материала для селекции короткоплодных сортов и гибридов огурца корнишонного типа / В. Л. Налобова // Овощеводство. — Минск, 2008. — Вып. 14. — С. 105–110.

9. Основные методы фитопатологических исследований. — М: Колос, 1974. — С. 68.

10. Охорона прав на сорти рослин. Методика проведення експертизи сортів на відмітність, однорідність і стабільність (ВОС). — К.: Алефа, 2004. — С. 56–66.

11. Петренко М. П. Створення гібридів огірка Ніжинського сорто типу на ДС «Маяк» ІОБ УААН / М. П. Петренко, О. В. Позняк // Овочівництво і баштанництво. — 2007. — Вип. 53. — С. 124–128.

12. Тоцький В. М. Генетика / В. М. Тоцький. — Одеса: Астропринт, 2002. — С. 578–580.

13. Чистякова Л. А. Оценка селекционных линий огурца на устойчивость к пероноспорозу и мучнистой росе / Л. А. Чистякова, Н. К. Бирюкова // Гаврыш. — 2012. — № 1. — С. 38–41.

14. Pearson's correlation [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.statstutor.ac.uk/resources/uploaded/pearsons.pdf>.

15. Mitchell M. N. Genetic and pathogenic relatedness of *Pseudoperonospora cubensis* and *P. humuli* / Mitchell M. N., O'camb C. M., Grünwald N. J., Mancino L. E., Gent D. H. // *Phytopathology*. — 2011. — № 101. — P. 805–818.

UDC 635.63:632.26:632.4.01/08:632.938.1

Chernenko V., Sergienko O., Solodovnyk L., Bondarenko S. Interrelations between the basic qualitative and quantitative indices of downy mildew of cucumber gherkins // The Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Series "Phytopathology and Entomology". — 2013. — № 10 — P. 176–181.

Analysis of the total variability of breeding material of cucumber of gherkin type by complex of traits that form the main yield of vegetable crops in open field was carried out. Interrelations between 28 basic quantitative and qualitative characteristics and parameters of harmfulness of downy mildew of cucumber were studied. Prospective breeding lines are selected, which highly manifest important economic traits in their genotypes and stable high field resistance to the disease.

Tab. 2. Bibl. 15.

E-mail: chvliob@km.ru

Одержано редколегією 5.09.2013 р.