

УДК 577.4+575.17

ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Симчук А. П.

Таврический национальный университет имени В. И. Вернадского, Симферополь, simchuk@ukr.net

Предлагаемый эколого-генетический подход к защите растений от вредителей в сельском хозяйстве предполагает селекцию на понижение вредоносности вредителя путем предварительного разделения посадочного материала по приспособленности в данных условиях окружающей среды. Таким образом, стратегия предлагаемого подхода состоит не в массовом уничтожении вредителей, а в сохранении популяции вредителей, адаптированных к специально создаваемой и воспроизводимой группе неадаптированных растений.

Ключевые слова: защита растений, экологическая генетика, генетика экосистем.

ВВЕДЕНИЕ

Попытки интеграции экологии и генетики предпринимались на протяжении всего 20-го века [1]. Истоки современных достижений в этой области лежат в работах Форда [2] и Добжанского [3]. Их традиции развивались на протяжении десятилетий в таких работах, как исследования мимикрии [4], изучение частотно-зависимого отбора во взаимодействиях типа хищник-жертва [5], в работах по исследованию коэволюции [6] и по генетике конкуренции и хищничества [7].

В дальнейшем интеграция экологической и генетической парадигм проходила в рамках двух направлений – экологической генетики и эволюционной экологии [1]. Экологическая генетика рассматривает взаимовлияние генетических процессов и экологических отношений [8].

Агросистемы, не смотря на свою искусственность и упрощенность, все же несут в себе основные свойства экосистем, а значит, подчиняются основным закономерностям их функционирования. В этой связи, небезынтесным было бы сравнение – в какой степени регулирующие и управляющие воздействия человека в агросистемах соотносятся с эколого-генетическими процессами, протекающими в естественных экосистемах. Такое сравнение может оказаться полезным для решения такой проблемы как защита растений в сельском хозяйстве, поскольку в естественных экосистемах межвидовые взаимодействия протекают значительно мягче и, как правило, не требуют вмешательства человека.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

В настоящее время для борьбы с насекомыми – вредителями сельского хозяйства применяются способы, которые можно свести к трем основным направлениям.

Химическая защита растений. Для снижения численности вредных организмов используются химические, искусственно синтезированные соединения – пестициды (инсектициды, акарициды и т.п.), представляющие собой яды для организма-цели [9].

Эффективность химической защиты растений достаточно высока, тем не менее, этот метод обладает рядом существенных недостатков. Во-первых, отсутствие избирательности приводит к тому, что, наряду с вредными, погибают и полезные организмы. Кроме того, пестициды загрязняют окружающую среду и часто представляют опасность для здоровья людей. И, наконец, вредные организмы при применении против них пестицидов вырабатывают устойчивость к ним. При этом эффективность пестицидов существенно снижается, и вредные организмы, таким образом, становятся более вредоносными.

Биологическая защита растений. Для снижения численности вредных организмов используются их естественные или искусственно выведенные и размноженные враги. Наиболее массово с этой целью применяются микроорганизмы [10].

Этот метод защиты характеризуется большей избирательностью, чем химическая защита растений, и является при этом экологически чистым. Однако он не достаточно эффективен и, как правило, самостоятельно не может быть использован для удовлетворительного снижения численности вредных организмов. Кроме того, уничтожая восприимчивые к нему организмы, биологический агент стимулирует выработку у вредителя устойчивости к себе.

Генетический метод защиты растений. Этот метод связан с созданием и использованием так называемых генетически модифицированных организмов [11]. При этом в генофонд полезного организма вносятся гены других видов, например ген, контролирующий синтез бактериального токсина. Токсин накапливается в полезном организме и предотвращает его повреждение вредителями. Эффективность этого метода достаточно высока. К его недостаткам следует отнести, во-первых, аллергенность генетически модифицированных продуктов, связанную с наличием в продукте чужеродных белковых молекул. Во-вторых, непредсказуемость экологических последствий его применения. Вследствие перекрестного опыления и горизонтального переноса генов, модифицирующие гены способны распространяться в природе самостоятельно, то есть бесконтрольно воспроизводить себя в окружающем пространстве. Наконец, как и в предыдущих случаях, данный метод стимулирует повышение вредоносности вредителей путем приобретения устойчивости к угнетающему фактору.

ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД

Анализируя сельскохозяйственную практику, можно сделать вывод, что стратегической задачей всех существующих в настоящее время способов защиты растений остается массовое уничтожение вредителей сельского хозяйства. При этом используемые для этого средства выступают в качестве селективного фактора, направленного на повышение их устойчивости, выживаемости, плодовитости. То есть, применение подавляющего агента приводит к повышению «агрессивности»,

вредоносности вредителя, его устойчивости к применяемому агенту. В свою очередь, это ведет к необходимости усиления подавляющего воздействия или поиску нового агента. Результатом стает дальнейший рост устойчивости и агрессивности вредителя. Очевидно, что подобная тактика ведет в тупик.

В природных условиях, в естественных экосистемах антагонистические взаимоотношения видов, как правило, не приводят к катастрофическим для них последствиям. Известно, что экосистемы эволюционируют в сторону смягчения отношений видов. При конкуренции, например, происходит дифференциация, разделение ниш обитания [12]. Основным принципом отношений в трофической цепи является преимущественная эксплуатация тех особей, которые не имеют шансов, или имеют наименьшую вероятность оставить потомство [13]. Это происходит потому, что в системах типа «хищник – жертва», «хозяин – паразит» или «фитофаг – кормовое растение» преимущество получают те генотипы, которые используют наименее приспособленных и потому наиболее легкодоступных особей эксплуатируемого вида. Всем известно, что волк является санитаром леса, питаясь неприспособленными, ослабленными и потому часто больными жертвами. И этот принцип распространяется на все негативные взаимоотношения видов в экосистемах.

Аналогичный принцип можно положить в основу защиты растений в сельском хозяйстве. И тогда вредителей сельского хозяйства можно было бы контролировать за счет сохранения популяции вредителей, адаптированных к специально создаваемой и воспроизводимой группе неадаптированных растений.

При таком подходе стратегической задачей борьбы с вредителями является не их уничтожение, а селекция на снижение их вредоносности и приуроченность вредителей к строго ограниченной и контролируемой группе растений. С этой целью можно производить разделение посадочного материала по приспособленности в данных условиях окружающей среды, после чего высаживать адаптированные и неадаптированные генотипы на отдельных участках, но недалеко друг от друга. При этом разделение посадочного материала можно осуществлять либо предварительным поиском генетических маркеров, связанных с ценными признаками [14], либо путем подбора той или иной системы скрещиваний

Неприспособленные растения представляют собой легкодоступный ресурс для вредителей. Поэтому при регулярном воспроизводстве системы генотипы вредителей, использующих эти неадаптированные растения, получают преимущество и распространяются в популяции вредителя. Это приведет к снижению повреждаемости основной массы адаптированных растений. При этом вредители, питающиеся на адаптированных растениях, сами попадут в группу неприспособленных, наиболее чувствительных к своим естественным врагам. Это существенно повысит эффективность биопрепаратов. Их применение на адаптированной группе растений позволит защитить продукцию от повреждений, сохранив ее товарный вид.

В экспериментах с однолетним растением *Mimulus guttatus* (Scrophulariaceae) и его вредителем *Philaenus spumarius* (Homoptera, Cercopidae) группы приспособленных и неприспособленных растений получали путем подбора системы

скрещиваний (инбридинг или аутбридинг). При совместной экспозиции в одной теплице с вредителями, потери урожая биомассы от вредителя в группе неприспособленных растений были на 30 % выше, чем в группе приспособленных растений [15]. При этом приспособленность вредителей, оцененная по размерам и скорости развития на группе приспособленных растений была существенно ниже. Смертность от сублетальной дозы биопрепарата на основе *Bacillus thuringiensis* была более чем в 3 раза выше в группе неприспособленных особей по сравнению с приспособленными [16]. Приведенные выше примеры использования подхода свидетельствуют, что группа приспособленных растений значительно в меньшей степени повреждалась вредителями по сравнению с рядом локализованной группой неадаптированных растений, а неадаптированные вредители в значительно большей степени подвержены влиянию естественных врагов и микробиологических препаратов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, стратегия предлагаемого подхода защиты растений в сельском хозяйстве состоит не в массовом уничтожении вредителей, а в сохранении популяции вредителей, адаптированных к специально создаваемой, пространственно локализованной и воспроизводимой группе неадаптированных растений.

Сущность подхода состоит в селекции на понижение вредоносности вредителя и его четкую пространственную локализацию путем предварительного разделения посадочного материала по адаптированности к данным условиям окружающей среды. При этом разделение посадочного материала по адаптированности к данным условиям окружающей среды осуществляют либо предварительным поиском генетических маркеров, связанных с ценными признаками, либо путем подбора той или иной системы скрещиваний.

К преимуществам данного метода относится эволюционная устойчивость системы, не приводящая к эскалации негативных взаимоотношений и экологическая чистота получаемого продукта.

Работа выполнена при поддержке ДФФД.

Список литературы

1. Collins J. P. Evolutionary ecology and the use of natural selection in ecological theory / J. P. Collins // Journal of the history of biology. – 1986. – Vol. 19. – P. 257–288.
2. Ford E. B. Ecological genetics. Third edition. – London: Chapman and Hill, 1971. – 410 p.
3. Dobzhansky T. Genetics and the origin of species. Third edition. – New York: Columbia University Press, 1951. – 364 p.
4. Clarke C. A. The evolution of mimicry in butterfly *Papilio dardanus* / C. A. Clarke, P. M. Sheppard // Heredity. – 1960. – Vol. 14. – P. 163–173.
5. Owen D. F. Polymorphism and population density in the African snail *Limicolaria martensiana* / D. F. Owen // Science. – 1963. – Vol. 140. – P. 616–617.
6. Ehrlich P. R. Butterflies and plants: a study in co-evolution / P. R. Ehrlich, P. H. Raven // Evolution. – 1965. – Vol. 18. – P. 586–608.

7. Pimentel D. Population Regulation and genetic Feedback / D. Pimentel // Science. – 1968. – Vol. 159. – P. 1432–1437.
8. Инге-Вечтомов С. Г. Экологическая генетика. Что это такое? / С. Г. Инге-Вечтомов // Соросовский образовательный журнал. – 1998. – № 2. – С. 59–65.
9. Берим Н. Г. Химическая защита растений. – Л.: Колос, 1972 – 328 с.
10. Штерншис М. В. Повышение эффективности микробиологической борьбы с вредными насекомыми. – Новосибирск, 1995. – 195с.
11. The release of genetically modified crops into the environment / [J.-P. Nap, P. L. J. Metz, M. Escaler, F. J. Conner] // The Plant Journal. – 2003. – Vol. 33. – P. 1–18.
12. Winemiller K. O. Organization in natural assemblages of desert lizards and tropical fishes / K. O. Winemiller, E. R. Pianka // Ecol Monogr. – 1990. – Vol. 60. – P.27–56.
13. Pianka E. R. Evolutionary Ecology. 2nd ed. – Harper and Row: New York, 1978. – 397 p.
14. Jasienski, M. Phenotypic plasticity and similarity of DNA among genotypes of an annual plant / M. Jasienski, F. J. Ayala, F. A. Bazzaz // Heredity. – 1997. – Vol. 78 – P. 176–181.
15. Carr D. E. Inbreeding alters resistance to insect herbivory and host plant quality in *Mimulus guttatus* (Scrophulariaceae) / D. E. Carr, M. D. Eubanks // Evolution. – 2002. – Vol. 56. – P. 22–30.
16. Влияние генетической конституции экспериментальных популяций картофельной моли на эффективность действия биопрепаратов / [А. В. Ивашов, Л. Г. Апостолов, А. П. Симчук, С. Г. Григорьев] // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана. – 2001. – Вып. 11 – С. 52–55.

Сімчук А. П. Еколого-генетичний підхід до захисту рослин у сільському господарстві // Екосистеми, їх оптимізація та охорона. Сімферополь: ТНУ, 2013. Вип. 8. С. 66–70.

Запропонований еколого-генетичний підхід до захисту рослин від шкідників у сільському господарстві припускає селекцію на зниження шкідливості шкідника шляхом попереднього розділення посадкового матеріалу згідно з пристосованістю у даних умовах навколишнього середовища. Таким чином, стратегія підходу полягає не у масовому знищенні шкідників, а у збереженні популяції шкідників, адаптованих до спеціально створеної та постійно відтворюваної групи неадаптованих рослин.

Ключові слова: захист рослин, екологічна генетика, генетика екосистем.

Simchuk A. P. Ecological-genetic approach to plant defense in agriculture // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2013. Iss. 8. P. 66–70.

The proposed ecological-genetic approach to the plant protection from pests in the agricultural sector based on the selection for decreasing pest damage by pre-split seed on fitness in a given environment. Thus, the strategy of the proposed method directed to no elimination of the pests, but to their adaptation to specially established and constantly reproduced group of nonadapted plants.

Key words: plant defense, ecological genetics, ecosystem genetics.

Поступила в редакцію 06.12.2012 г.