

УДК 633.15:631.524.86 (571.63)
ГРНТИ 68.35.29

DOI: 10.24411/1999-6837-2020-11004

Ластушкина Е.Н., науч. сотр.,

ФГБНУ «Дальневосточный научно-исследовательский институт защиты растений»;
с. Камень-Рыболов, Ханкайский район, Приморский край, Россия;

Красковская Н.А., канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр.,

ФГБНУ «ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А. К. Чайки»,
п. Тимирязевский, г. Уссурийск, Приморский край, Россия

УСТОЙЧИВОСТЬ ОБРАЗЦОВ КУКУРУЗЫ К ВОСТОЧНОМУ КУКУРУЗНОМУ МОТЫЛЬКУ В ПРИМОРСКОМ КРАЕ

© Ластушкина Е.Н., Красковская Н.А., 2020

Резюме. В последние годы в Приморском крае повышается интерес к возделыванию кукурузы на зерно. При возделывании культуры сельхозпредприятия столкнулись с проблемой увеличения вредоносности восточного кукурузного мотылька *Ostrinia furnacalis* Gn. Кукурузный мотылек – наиболее опасный многоядный вредитель кукурузы. От повреждений этим вредителем страдает практически всё растение кукурузы. Вредящая фаза – гусеница. Она ведет скрытный образ жизни внутри растения. Это значительно ухудшает обработку растений культуры инсектицидами. Гусеницы становятся неуязвимы для препаратов. В связи с этим одной из радикальных мер борьбы с этим вредителем является создание устойчивых сортов, линий, гибридов кукурузы. Устойчивые сорта способны сдерживать численность вредителя и сохранять продуктивность даже при значительном их повреждении. В нашу задачу входило оценить исходный материал кукурузы в питомниках, выделить из него устойчивые формы на естественном фоне заселения вредителем. Далее была установлена истинная устойчивость этих образцов на искусственном фоне заражения растений кукурузы яйцами вредителя, т.к. селекция кукурузы на устойчивость к вредителям осуществляется с использованием провокационных и искусственных фонов. Изучались три составляющие устойчивости кукурузы к восточному кукурузному мотыльку: привлекательность образцов культуры для откладки яиц самками вредителя, антибиоз кормовых растений и выносливость их к наносимым повреждениям. Дана характеристика каждой составляющей устойчивости растений культуры к вредителю. Оценено влияние природно-климатических условий на заселенность и поврежденность растений вредителем. Приведены показатели гидротермического коэффициента и коэффициента корреляции. В результате проведенных исследований выделено 4 линии, обладающие стеблевой устойчивостью – 97-1, 185-1, 178-1, 118-1. Выносливых образцов не обнаружено. Изученный материал рекомендован для включения его в селекционный процесс.

Ключевые слова: кукуруза, устойчивость, поврежденность, вредитель, образец.

UDC 633.15:631.524.86 (571.63)

DOI: 10.24411/1999-6837-2020-11004

E. N. Lastushkina, Research Worker,

Far Eastern Research Institute of Plant Protection;
stl. Kamen-Rybolov, Primorsky Krai, Russia;

N. A. Kraskovskaya, Cand. Agr. Sci.,

Federal Center of Agrobiotechnologies of the Far East Named after A.K. Chaika,
Village of Timiryazevsky, Ussuriysk, Primorsky Krai, Russia

RESISTANCE OF CORN SPECIMENS TO THE EASTERN CORN BORER IN THE PRIMORSKY KRAI

Abstract. In recent years, interest in the cultivation of corn for grain production has increased in the Primorsky Krai. When cultivating crops, agricultural enterprises faced the problem of increasing the

harmfulness of the eastern corn borer (*Ostrinia furnacalis* Gn). The corn borer is the most dangerous multi-eating corn worm. Almost the entire corn plant suffers damage from this pest. The harmful phase is the caterpillar. It leads a secretive lifestyle inside the plant. This significantly worsens the effectiveness of insecticide treatment. The caterpillars become immune to the drugs. In this regard, one of the radical measures to control this pest is to create pest resistant varieties, lines, and hybrids of corn. Pest resistant varieties are able to constrain the number of pests and maintain productivity even if they are significantly damaged. Our task was to assess the source material of corn in nurseries, to select pest resistant forms against the natural background of pest invasion. Further, we found the true pest resistance of these specimens against the artificial background of pest eggs infestation of corn plants, since corn breeding for pest resistance was carried out using provocative and artificial backgrounds. Three components of corn resistance to the eastern corn borer were under study: the attractiveness of culture specimens for laying eggs by female pests, antibiosis of forage plants, and their resistance to damage. The characteristic of each component of pest resistance was given. The influence of natural and climatic conditions on the population and damage of plants by the pest was assessed. The indicators of the hydrothermal coefficient and the correlation coefficient were given. As a result of the research, 4 lines with stem resistance were identified-97-1, 185-1, 178-1, 118-1. No hardy specimens were found. The studied material was recommended for inclusion in the breeding process.

Keywords: corn, resistance, damage rate, pest, sample.

Введение. Кукуруза – одна из наиболее распространенных культур в мировом земледелии.

Как высокоэнергетический корм зерно кукурузы используют для кормления всех видов животных и птицы. По содержанию кормовых единиц, обменной энергии и перевариваемости зерно кукурузы превосходит зерно других фуражных культур, ввиду чего оно стало неотъемлемой частью комбикормов. Ценный корм – шрот из початков и оберток, зерностержневая масса, сухое и консервированное зерно. В пищевой промышленности зерно кукурузы используют для производства крупы, муки, масла, крахмала, спирта.

В последние годы в Приморье значительно возрос интерес к возделыванию кукурузы на зерно. В различных районах края выращивают кукурузу на больших площадях. За последние годы в условиях Приморского края значительно возросла необходимость защиты кукурузы от восточного кукурузного мотылька *Ostrinia furnacalis* Gn. Кукурузный мотылек – потенциально опасный вредитель, наносящий не только в Приморье, но и на всем Дальнем Востоке большой вред кукурузе. Его вредоносность расширяется в связи с увеличением площадей под кукурузу на зерно, где вредитель благо-

приятно перезимовывает [3]. Гусеницы мотылька повреждают листья, стебли, метелки, початки и зерно. Поврежденные метелки, обламываясь, ухудшают опыление растений. При повреждении ножки початка они становятся щуплыми и менее урожайными; нередко происходит обламывание поврежденных початков и стеблей, что осложняет механизированную уборку урожая кукурузы. Кроме этого, поврежденные початки поражаются фузариозом и становятся непригодными для дальнейшего их использования и хранения. Также поврежденная мотыльком кукуруза поражается пузырьчатой головней и стеблевой гнилью. Увеличению численности насекомого способствует засоренность полей кукурузы, особенно толстостебельными сорняками: просо куриное, канатник Теофраста и др. В таких сорняках могут развиваться и зимовать гусеницы фитофага. Кроме этого, благоприятные климатические условия (обильные осадки, высокая влажность, благоприятный температурный режим) способствуют развитию вредителя.

Одним из эффективных способов решения проблемы вредоносности мотылька является создание устойчивых сортов, линий, гибридов. Главное свойство иммунных сортов – их способность к сдерживанию и даже подавлению размножения вредителя. Это благоприятно сказывается на

фитосанитарной обстановке полей и качестве урожая [5].

Таким образом, целью нашей работы являлось выявление образцов кукурузы, устойчивых к кукурузному мотыльку в условиях Приморского края.

Методика исследований

Первичную оценку на устойчивость образцов кукурузы к восточному кукурузному мотыльку проводили в питомнике самоопыленных линий на естественном фоне заселения вредителем. Выделили наиболее устойчивые линии из этого питомника. При оценке устойчивости образцов кукурузы к мотыльку лучше всего применять метод искусственного заражения растений яйцами или личинками кукурузного мотылька. Этот метод позволяет установить наличие истинной устойчивости отдельных сортов, линий и гибридов [6]. В связи с этим выделенные линии из селекционного питомника продолжили изучать на устойчивость к повреждению вредителем на искусственном фоне заражения. Для этого закладывали полевой опыт. Почвы участка – лугово-бурые отбеленные, по механическому составу – тяжелые суглинки. Содержание гумуса – 3,8-4,4%, легкогидролизуемого азота 35 мг/кг почвы, P₂O₅ – 111 мг/кг почвы, K₂O – 116 мг/кг почвы, рН солевой вытяжки – 5,6, степень насыщения основаниями – 98%. Предшественник в 2017 г. – яровая пшеница, в 2018 г. – соя. Осенью участок был вспахан под зябь. Весной проведено боронование для предотвращения испарения влаги из почвы вследствие большой ветровой нагрузки в данном районе (близость моря). Для выравнивания почвы и рыхления в апреле проведена сплошная обработка поля культиваторами. Перед посевом под культивацию внесены минеральные удобрения в дозе N120P60K60. Лаборатория селекции и первичного семеноводства кукурузы ФГБНУ «ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки» предоставила для полевого опыта 9 линий: 33-1, 97-1, 185-1, 105-1, 178-1, 91-1, 118-1, 101-1, 154-1 и стандартный сорт Славянка. Посев проведен 11 мая (2017 г.) и 21 мая (2018 г.). Линии высевались на делянках площадью 14 м² в трехкратной повторности с расстоянием между рядами 70 см. В

период вегетации проведены две междурядные обработки и ручная прополка. Посев и уборка осуществлялись вручную.

Для искусственного заражения в лаборатории получали яйца кукурузного мотылька по методике ВИЗР [1] с нашими модификациями. Для этого бабочек кукурузного мотылька отлавливали в природе вблизи кукурузных полей в местах с цветущей растительностью. Затем их рассаживали по садкам в соотношениях 1:1 и 2:2. Имаго подкармливали цветочной пыльцой и сахарным сиропом. Для откладки яиц в качестве субстрата использовали пергаментную бумагу. Сбор яиц проводили через день, не допуская развития стадии «черной головки», после чего их в чашках Петри помещали в холодильник при температуре не ниже 4°C на срок не более 7 суток.

Яйца вредителя раскладывали один раз в фазе 6-7 листьев кукурузы в листовую воронку, из расчета 40 шт. на растение. Оценка на устойчивость линий кукурузы к повреждениям вредителя проводили осенью перед уборкой урожая.

В опыте по оценке устойчивости образцов кукурузы к вредителю на искусственном фоне заражения определяли: количество ходов в стебле, длину ходов, слом метелки, слом стебля, повреждение початка, повреждение ножки початка, количество выживших гусениц. После этого определяли заселенность растений вредителем; среднее количество ходов на 1 растение; количество растений со сломанной метелкой, со сломанным стеблем, с поврежденным початком, с пораженной ножкой початка; среднюю длину ходов на 1 растение; среднее количество личинок на 1 растение. Образцы в опыте сравнивали со средним значением каждого показателя и со стандартом.

Степень привлекательности оценивали по шкале учета поврежденных растений [2]: до 25% – поврежденность слабая; 25-50% – поврежденность средняя; 50-75% – поврежденность сильная; свыше 75% – очень сильная поврежденность.

Перед уборкой также проводили оценку стеблевой устойчивости кукурузы к восточному кукурузному мотыльку, используя шкалу по методике И.Д. Шапино

[4]: 1 балл – количество ходов менее 5; 2 балла – количество ходов 5 и более;

2 балла – поражение початка; 2 балла – слом метелки; 4 балла – слом стебля.

Затем баллы суммировали по каждому образцу и давали оценку устойчивости согласно шкале общей поврежденности растений (в баллах) [6]:

– фактически устойчивые или слабо поврежденные (0-2,0 балла);

– среднеустойчивые (2,1 -3,6 балла);

– недостаточно устойчивые (3,6 -5,0 баллов);

– неустойчивые (свыше 5 баллов).

Одновременно с обследованием на поврежденность проводили сбор урожая кукурузы с поврежденных и неповрежденных растений для определения толерантности (выносливости) опытных образцов культуры [1].

Результаты и их обсуждение. За период изучения 2017-2018 гг. было исследовано 9 самоопыленных линий кукурузы на устойчивость к повреждениям восточным кукурузным мотыльком на фоне искусственного заражения вредителем. Все линии отнесены к среднеранней группе спелости, кроме линии 33-1, которая является раннеспелой.

Изучались три составляющие устойчивости: привлекательность (избирательность) растений кукурузы для вредителя, антибиоз растений культуры к повреждениям и выносливость (толерантность) образцов при их повреждении вредителем.

Привлекательность исследуемых линий кукурузы оценивалась по заселенности стеблей растений вредителем в процентах. В среднем по опыту заселенность за период изучения составила 62,0% (табл.1).

Таблица 1

Средние показатели устойчивости образцов кукурузы в опыте за период изучения 2017-2018 гг.

Образец	Заселенность,% (избирательность)	Антибиоз, балл (поврежденность)	Выносливость,% (снижение продуктивности)
Славянка st.	60,5	2,1	2,2
линия 33-1	67,0	2,1	13,5
линия 97-1	54,5	1,9	26,0
линия 185-1	68,0	1,7	15,0
линия 105-1	65,0	2,9	16,6
линия 178-1	53,0	1,8	13,9
линия 91-1	63,0	2,6	22,3
линия 118-1	62,0	1,7	43,5
линия 101-1	63,5	2,5	19,6
линия 154-1	63,0	2,3	12,0
среднее	62,0	2,2	18,5

Заселенность кукурузным мотыльком варьировала в пределах 53-68%. У стандартного сорта Славянка избирательность растений кукурузы кукурузным мотыльком на искусственном фоне заселения яйцами вредителя составила 61%. Можно отметить, что 2017 г. был более благоприятный для развития и размножения вредителя (гидротермический коэффициент составил 4,2). В 2018 г. наблюдалась депрессия вредителя, т.к. постоянные тайфуны в период лета бабочек, откладки яиц и заражения растений гусеницами мотылька оказались неблагоприятными условиями (гидротермический

коэффициент составил 5,5). Это сказалось на заселенности и поврежденности растений кукурузы вредителем. По нашим подсчетам установлена большая зависимость между показателями гидротермического коэффициента (ГТК за июль и август) и заселенностью (%) растений вредителем, поврежденностью (в баллах) по годам (коэффициент корреляции составил 0,78).

Опытные образцы отличались разной степенью поврежденности стеблей и початков (антибиозом) (табл.2).

Таблица 2

Показатели антибиоза образцов в опыте за период изучения 2017-2018 гг. (искусственный фон)

Образец	Средний балл повреждения	Кол-во гусениц, экз./раст.	Слом стебля, %	Повреждение		Средняя длина ходов на 1 растение, см
				початков, %	ножек початков, %	
Славянка	2,1	0,4	12,2	26,7	10,0	3,2
линия 33-1	2,1	0,3	10,8	16,7	10,0	4,8
линия 97-1	1,9	0,3	8,4	16,7	8,4	4,2
линия 185-1	1,7	0,7	7,5	10,0	13,4	5,8
линия 105-1	2,9	0,4	28,3	13,4	13,4	4,4
линия 178-1	1,8	0,5	10,0	10,0	6,7	5,6
линия 91-1	2,6	0,6	25,4	13,4	13,4	6,6
линия 118-1	1,7	0,5	10,8	3,4	6,7	5,5
линия 101-1	2,5	0,4	24,2	14,2	3,4	4,6
линия 154-1	2,3	0,2	14,8	14,2	14,1	5,6
среднее	2,2	0,4	15,2	13,9	9,6	5,0

Все исследуемые линии были отнесены в две группы устойчивости: слабо поврежденные (0-2,0 баллов) и среднеустойчивые (2,1-3,5 балла). Как видно из таблицы 2, к группе слабо поврежденные относятся линии: 97-1, 185-1, 178-1, 118-1. Остальные опытные образцы по степени поврежденности были отнесены к группе среднеустойчивые, в том числе и стандарт Славянка (2,1 балла). По нашим многолетним данным, стандартный сорт Славянка является среднеустойчивым к повреждениям вредителя. Такие показатели как количество выживших гусениц и длина ходов на 1 растение служат косвенными показателями конечной выживаемости вредителя и тесно коррелируют с уровнем снижения продуктивности растений [1]. По количеству выживших гусениц на 1 растение по отношению к стандарту Славянка (0,4 экз.) меньшее количество гусениц оказалось у линий 154-1(0,2 экз.), 33-1(0,3 экз.), 97-1(0,3 экз.). По показателю средняя длина ходов на 1 растение все линии в опыте уступили стандарту (3,2 см). Длина ходов на 1 растение варьировала в пределах 3,2-6,6 см. Механической прочностью стебля и ножки початка к слому отмечены линии 33-1, 97-1, 178-1, 118-1. Их показатели ниже или равны показателям стандартного сорта Славянка. У него число поврежденных стеблей составило 12,2%, а ножек початка – 10,0%. Другие образцы по этим показателям уступили стандарту.

Не менее важным было изучение вопроса о выносливости или толерантности

растений кукурузы к повреждениям вредителем. Этот вопрос изучался по снижению продуктивности повреждаемых растений кукурузы в сравнении с продуктивностью неповрежденных растений того же сорта. Если продуктивность растений какой-то линии снижалась менее чем на 10%, то образец считался выносливым. Как видно из таблицы 1, более выносливым оказался стандарт Славянка. Его снижение продуктивности составило 2,2%. По среднегодовым данным снижение продуктивности немного выше нормы (более 10%) было у линий: 33-1 (13,5%), 185-1 (15,0%), 178-1 (13,9%), 154-1 (12,0%). За 2 года исследований толерантности растений кукурузы к повреждениям мотылька изучаемые 9 линий не подтвердили свою выносливость.

Выводы. Таким образом, за 2 года исследований среди испытанных линий не обнаружено абсолютно устойчивых к восточному кукурузному мотыльку, но выделены линии, которые в Приморском крае в благоприятных условиях для развития и размножения вредителя способны проявлять устойчивость к его повреждениям. Стеблевой устойчивостью к восточному кукурузному мотыльку характеризовались самоопыленные линии кукурузы: 97-1, 185-1, 178-1, 118-1. Эти же образцы способны подавлять высокую численность фитофага в посевах кукурузы. Данные образцы могут использоваться в селекции на антибиоз стеблей и початков.

Список литературы

1. Методические рекомендации по селекции кукурузы на комплексную устойчивость к вредителям и болезням / ВАСХНИЛ, Совет по планир. и координации науч.-исслед. работ в отрасл. науч. комплексах по растениеводству, биотехнологии, селекции и перераб. с.-х. продукции; [Составители Н. А. Вилкова и др.]. - Москва : ВАСХНИЛ, 1989. - 43 с.
2. Осмоловский, Г.Е. Выявление сельскохозяйственных вредителей и сигнализация сроков борьбы с ними / Г.Е. Осмоловский. – Москва : Россельхозиздат, 1964. – С. 102-105.
3. Потемкина, В.И. Восточный кукурузный мотылек *Ostrinia Furnacalis* Guenee, 1854 Lepidoptera: Crambidae, Pyraustinae и меры борьбы с ним в Приморском крае / В.И. Потемкина, Е.Н. Ластушкина. – Владивосток: Дальнаука, 2013. – 51 с.
4. Шапиро, И.Д. Вредоносность стеблевого мотылька на посевах кукурузы в Краснодарском крае / И.Д. Шапиро // Бюллетень ВИЗР. – 1979. – № 46. – С. 45-49.
5. Шапиро, И. Д. Иммуитет полевых культур к насекомым и клещам / И. Д. Шапиро ; под ред. Э. И. Слепяна ; АН СССР, Зоол. ин-т и др. - Ленинград : Зоологический ин-т, 1985. - 320, [1] с.
6. Изучение и поддержание образцов коллекции кукурузы : методические указания / [Сост. : Г. Е. Шмараев, Г. В. Матвеева]. – Ленинград : ВИР, 1985. – 49 с.

References

1. Metodicheskie rekomendatsii po selektsii kukuruzy na kompleksnuyu ustoichivost' k vreditelyam i boleznyam (Guidelines for Assessment of Corn as to Comprehensive Pest and Disease Resistance), VASKhNIL, Sovet po planir. i koordinatsii nauch.-issled. rabot v otrasl. nauch. kompleksakh po rastenievodstvu, biotekhnologii, selektsii i pererab. s.-kh. Produktsii, [Sostaviteli N. A. Vilкова i dr.], Moskva, VASKhNIL, 1989, 43 p.
2. Osmolovskii, G.E. Vyyavlenie sel'skokhozyaistvennykh vreditel'ei i signalizatsiya srokov bor'by s nimi (Identification of Agricultural Pests and Control Period Signaling), Moskva, Rossel'khozizdat, 1964, PP. 102-105.
3. Potemkina, V.I., Lastushkina, E.N. Vostochnyi kukuruznyi motylek *Ostrinia Furnacalis* Guenee, 1854 Lepidoptera: Crambidae, Pyraustinae i mery bor'by s nim v Primorskom krae (Eastern Corn Borer *Ostrinia Furnacalis* Guenee, 1854 Lepidoptera: Crambidae, Pyraustinae and Control Measures in the Primorsky Krai), Vladivostok, Dal'nauka, 2013, 51 p.
4. Shapiro, I.D. Vredonosnost' steblevogo motyl'ka na posevakh kukuruzy v Krasnodarskom krae (Harmfulness of the Stem Borer on Corn Crops in the Krasnodar Krai), *Byulleten' VIZR*, 1979, No 46, PP. 45-49.
5. Shapiro, I. D. Immunitet polevykh kul'tur k nasekomym i kleshcham (Immunity of Field Crops to Insects and Mites), I. D. Shapiro, pod red. E. I. Slep'yana, AN SSSR, Zool. in-t i dr., Leningrad, Zoologicheskii in-t, 1985, 320, [1] p.
6. Izuchenie i podderzhanie obratstov kolleksi' kukuruzy: metodicheskie ukazaniya (Guidelines for Study and Maintenance of Corn Specimen Collection), [Sost.: G. E. Shmaraev, G. V. Matveeva], Leningrad, VIR, 1985, 49 p.

Информация об авторах

Ластушкина Елена Николаевна, науч. сотр. отдела биологического метода защиты растений, ФГБНУ «Дальневосточный научно-исследовательский институт защиты растений», 692684, Приморский край, Ханкайский район, с. Камень-Рыболов, ул. Мира, 42а, тел. 8 (4234) 99-71-60, e-mail: biometod@rambler.ru;

Красковская Наталья Александровна, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр., и.о. заведующего лабораторией селекции и первичного семеноводства кукурузы; ФГБНУ «ФНЦ агробiotехнологий Дальнего Востока им А.К. Чайки; 692539, Приморский край, г. Уссурийск, п. Тимирязевский, ул. Воложенина, 30; тел.: 8 (4234) 392-719; e-mail: fe.smc_rf@mail.ru..

Information about the authors

Elena N. Lastushkina, Researcher, FSBSI «Far Eastern Scientific Research Institute for Plant Protection»; 42a, Mira street, stl. Kamen-Rybolov, Primorsky Krai, Russia, 692684; 8 (4234) 99-71-60, e-mail: biometod@rambler.ru;

Natalya A. Kraskovskaya, Cand. Agr. Sci., Leading Research Worker, Acting Manager of the Laboratory of Maize Breeding and Primary Seed-Growing; Federal Scientific Center of Agrobiotechnology in the Far East Named after A. K. Chaika; 30, Volozhenina str., Village of Timiryazevsky, Ussuriysk, Primorsky Krai, Russia; 8 (4234) 39-27-19; e-mail: fe.smc_rf@mail.ru.