

УДК 632.78

ДИНАМИКА МНОГОЛЕТНИХ ОЦЕНОК УСТОЙЧИВОСТИ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ К КУКУРУЗНОМУ МОТЫЛЬКУ *OSTRINIA NUBILALIS* HBN. В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЯХ НПО «КОС-МАИС»

В.Г. Гаркушка¹, И.В. Грушевая², А.Н. Фролов^{1,2}

¹НПО «КОС-МАИС», Ботаника Краснодарского края

²Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

Анализ оценок гибридов кукурузы экологических испытаний НПО «КОС-МАИС», выполненных сотрудниками ВИЗР в 2000–2017 гг., свидетельствует о неуклонном снижении средних значений поврежденности листьев растений гусеницами кукурузного мотылька первого поколения, что подтверждает результативность многолетних совместных программ селекционеров по кукурузе и иммунологов растений ВИЗР. Уравнение линейной регрессии позволяет оценить средний прирост уровня устойчивости кукурузы к вредителю в 2.3% за год.

Ключевые слова: кукуруза, кукурузный мотылек, *Ostrinia nubilalis*, поврежденность листьев, устойчивость.

Динамика численности насекомых — важнейшая и одновременно сложнейшая проблема энтомологии [Barbosa, Schultz, 1987]. Хотя колебания численности растительноядных членистоногих обуславливаются самыми разными эффектами экологических факторов [Фролов, 2017], в агроценозах с их упрощенной структурой размножение вредителей в первую очередь детерминируется уровнем устойчивости растений-хозяев [Шапиро и др., 1986]. В то же время фактов, характеризующих роль устойчивости растений-хозяев в многолетней динамике численности вредителей, пока еще накоплено немного [Panda, Khush, 1995; Schowalter, 2006]. Хотя кукуруза по историческим меркам распространилась в Евразии сравнительно недавно [Rebourg et al., 2003], а

кукурузный мотылек, *Ostrinia nubilalis* (Hbn.) (Lepidoptera: Crambidae), сформировался как вид лишь после перехода на питание этим растением [Bourguet et al., 2014], система «кукуруза — кукурузный мотылек» весьма удобна для оценки вклада устойчивости хозяина в многолетнюю динамику численности фитофага [Hutchison et al., 2010], ибо с одной стороны эта культура отличается высокой эффективностью как природной [Duvick, 2005], так и полученной трансгенным путем [Siegfried, Hellmich, 2012] устойчивости, а с другой — накоплен богатый фактический материал по динамике численности вредителя как в Европе [Ваца et al., 2007; Фролов и др., 2013], так и Северной Америке [Chiang, Hodson, 1972; Hudon, LeRoux, 1986]. Мировой

опыт показывает, что с наибольшей частотой устойчивость к кукурузному мотыльку проявляется у растений кукурузы в период до цветения, т.е. во время питания особей первой генерации вредителя в зонах с бивольтинным циклом развития [Guthrie, Dicke, 1972; Hudon, Chiang, 1985], тогда как позднее она обнаруживается гораздо реже [Mihm, 1985; Guthrie et al., 1989]. В условиях Краснодарского края ежегодно развиваются два полных поколения кукурузного мотылька в году, причем анализ многолетних данных свидетельствует, что вспышки размножения вредителя формируются во время развития первых поколений насекомого в сезоне, в то время как размножение вторых генераций обычно не сопровождается какими-либо значительными изменениями численности [Фролов, 2006; Грушевая, 2018]. При этом в годы массовых размножений поврежденность растений насекомым оказывает определяющее воздействие на вариацию урожайности зерна гибридов в экологических испытаниях [Гаркушка и др., 2014].

Полевые работы проводили на опытных посевах кукурузы НПО «КОС-МАИС» в окр. пос. Ботаника Гулякевичского р-на Краснодарского края, расположенного в равнинной восточной степной зоне Краснодарского края между городами Армавир и Кропоткин в 250 км к юго-востоку от гор. Ростова-на-Дону у границ Ставропольского края с координатами 45° 18' с.ш. и 40° 52' в.д. Экологические испытания гибридов кукурузы осуществляли поочередно на делянках площадью 10 м² в 3–4 кратной повторности (посев — в конце апреля, уборка — в конце августа – сентябре, сформированная густота — 40–60 тыс. растений/га в зависимости от группы ФАО в блоке). Степень повреждения листьев (в баллах) оценивали по шкале Guthrie et al. [1960] в модификации Williams, Davis [1984]. Известно, что степень поврежденности листьев гусеницами кукурузного мотылька характеризует уровень выживаемости насекомого, т.е. иными словами уровень устойчивости растений того или иного генотипа к вредителю [Guthrie et al., 1960]. Поскольку оценки проводили на естественном фоне заселения, каждой делянке присваивали максимально наблюдавшуюся оценку поврежденности листьев в пределах делянки [Фролов, 2008].

На рисунке 1 представлена динамика средних и дисперсий оценок поврежденности гусеницами кукурузного мотылька первого поколения листьев 250–600 гибридных комбинаций отечественной и зарубежной селекции в блоках экологических испытаний ФАО 250–350. Полученные данные хорошо укладываются в пределы доверительного ($p < 0.05$) интервала линейной регрессии, свидетельствующей о монотонном снижении средних значений поврежденности листьев за период с 2000 по 2017 г. на 46%, что позволяет оценить ежегодный прирост устойчивости в 2.3%.

Библиографический список (References)

Гаркушка В.Г. Генетическое разнообразие кукурузы и устойчивости к кукурузному мотыльку / В.Г. Гаркушка, А.Н. Фролов, И.В. Грушевая // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 2014. Т. 175, N 4. С. 75–81.
 Грушевая И.В. Факторы динамики численности кукурузного мотылька в Краснодарском крае в связи с разработкой мониторинга и прогноза размножения вредителя / И.В. Грушевая // Автореф. дисс... канд. биол. наук. СПб.: ВИЗР, 2018. 24 с.
 Фролов А.Н. Динамика численности и прогноз массовых размножений вредных насекомых: исторический экскурс и пути развития. Аналитический обзор. / А.Н. Фролов // Вест. заш. раст. 2017. N 4 (94). С. 5–21.
 Фролов А.Н. Динамика численности кукурузного мотылька и ее прогноз / А.Н. Фролов // Бюлл. МОИП, отд. биол. 2006. Т. 111, Вып. 1. С. 10–14.
 Фролов А.Н. Кукурузный мотылек / А.Н. Фролов // В кн.: Изучение генетических ресурсов зерновых культур по устойчивости к вредным организмам.

Представленный на рис. материал хорошо согласуется с данными, свидетельствующими о росте природной устойчивости коммерческих гибридов кукурузы к вредителю, наблюдавшемся в США в 30–70 гг. прошлого века [Chiang, 1968]. Повышение устойчивости к насекомому могло являться результатом как целенаправленной, так и опосредованной селекции [Duvick, 2005]. Известно, что несмотря на широкое использование в США генетически модифицированной кукурузы [Troyer, 2009], интерес к природной устойчивости здесь не угас [Abel et al., 2000; Bohn et al., 2003 и др.]. Для России селекционная работа с кукурузой, направленная на усиление ее природной устойчивости к кукурузному мотыльку, в связи с запретом на выращивание ГМО, еще более актуальна. В частности, в ООО НПО «КОС-МАИС» работа по генетическому улучшению кукурузы, в т.ч. по повышению устойчивости растений к кукурузному мотыльку ведётся в течение многих десятилетий [Гаркушка и др., 2014]. Логично предположить, что растущий уровень устойчивости растения-хозяина оказывает на колебания численности вредителя стабилизирующее воздействие.

Совместные работы специалистов ВИЗР с селекционерами по кукурузе, направленные на создания устойчивых генотипов к вредителям, начатые под руководством акад. ВАСХНИЛ Г.С. Галева (ВИР) и проф. И.Д. Шапиро (ВИЗР) в 70-х годов прошлого века, активно ведутся вплоть до настоящего времени. В результате, сейчас в Краснодарском крае уже не встретишь товарных посевов кукурузы, поврежденных вредителем в такой сильной степени, как это нередко наблюдалось в 70–80-х годах прошлого века [Чумаков, Фролов, 1985].

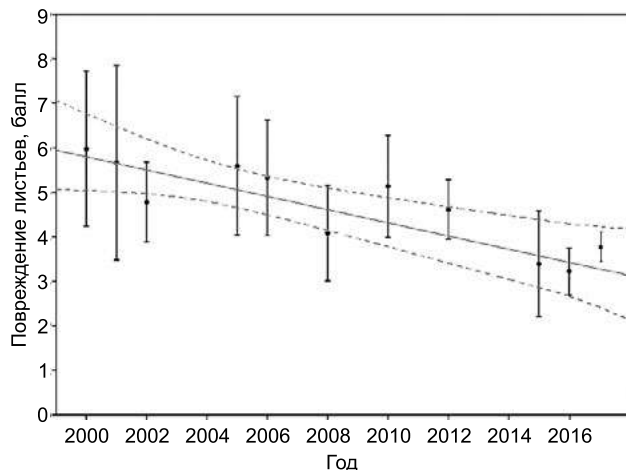


Рисунок. Динамика средних значений и выборочных дисперсий ($\bar{x} \pm D$) оценок поврежденности кукурузным мотыльком гибридов кукурузы в экологических испытаниях, проводившихся в НПО «КОС-МАИС» в 2000–2017 гг.

Методическое пособие. под ред. Е.Е. Радченко. М: Россельхозакадемия, 2008. С. 282–305.
 Фролов А.Н. Цикличность многолетней динамики численности вредных насекомых: кукурузный мотылек как пример / А.Н. Фролов, Г.Е. Сергеев, Ю.М. Малыш, А.Г. Конончук, И.В. Грушевая // В кн: Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем. III Всерос. съезд по заш. раст. С.–Петербург, 16–20 декабря 2013 г. СПб.: ВИЗР, 2013. Т. 1. С. 89–93.
 Чумаков М.А. Вредоносность кукурузного мотылька на кукурузе в Краснодарском крае / М.А. Чумаков, А.Н. Фролов // Матер. 4 Всес. научно-технич. конф. молодых ученых по пробл. кукурузы. Днепропетровск: ВНИИ кукурузы, 1985, Ч.2. Днепропетровск, 1985. С. 105, 108.
 Шапиро И.Д. Иммуниет растений к вредителям и болезням / И.Д. Шапиро, Н.А. Вилкова, Э.И. Слепян // Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд., 1986. 192 с.

- Abel C.A. Evaluation of conventional resistance to European corn borer (Lepidoptera: Crambidae) and western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) in experimental maize lines developed from a backcross breeding program / C.A. Abel, M.A. Berhow, R.L. Wilson, B.F. Binder, B.E. Hibbard // J. Econ. Entomol. 2000. V. 93, N 6. P. 1814–1821.
- Bača F. European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn) population fluctuation at Zemun Polje between 1986 and 2005 / F. Bača, S. Gošić-Dondo, Ž. Kaitović, D. Hadžistević // Maydica. 2007. V. 52, N 3. P. 325–328.
- Barbosa P. Insect outbreaks / P. Barbosa, J.C. Schultz (eds.) // San Diego: Acad. Press Inc., 1987. 578 p.
- Bohn M. Breeding early maturing European dent maize (*Zea mays* L.) for improved agronomic performance and resistance against the European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hb.) / M. Bohn, T. Magg, D. Klein, A.E. Melchinger // Maydica. 2003. V. 48, N 3. P. 239–247.
- Bourguet D. 'Becoming a species by becoming a pest' or how two maize pests of the genus *Ostrinia* possibly evolved through parallel ecological speciation events / D. Bourguet, S. Ponsard, R. Streiff, S. Meusnier, P. Audiot, J. Li, Z.Y. Wang // Molecular ecol. 2014. V. 23, N 2. P. 325–342.
- Chiang H.C. Host variety as an ecological factor in the population dynamics of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* / H.C. Chiang // Ann. Entomol. Soc. Amer. 1968. V. 61, N 6. P. 1521–1523.
- Chiang H.C. Population fluctuations of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis*, at Waseca, Minnesota, 1948–70. / H.C. Chiang, A.C. Hodson // Environ. Entomol. 1972. V. 1, N 1. P. 7–16.
- Troyer A.F. Development of hybrid corn and the seed corn industry. / A.F. Troyer // Maize Handbook. V. II: Genetics and genomics. USA, 2009. P. 87–114.
- Duvick D.N. Genetic progress in yield of United States maize (*Zea mays* L.) / D.N. Duvick // Maydica. 2005. V. 50, N 3/4. P. 193–202.
- Guthrie W.D. Leaf and sheath feeding resistance to the European corn borer in eight inbred lines of dent corn / W.D. Guthrie, F.F. Dicke, C.R. Neiswander // Ohio Agric. Exp. Sta. Res. Bull. 1960. N 860. 38 p.
- Guthrie W.D. Performance of maize inbred line DE 811 in hybrid combinations: resistance to first- and second-generation European corn borers (Lepidoptera: Pyralidae) / W.D. Guthrie, J.A. Hawk, J.L. Jarvis // J. Econ. Entomol. 1989. V. 82, N 6. P. 1804–1806.
- Guthrie W.D. Resistance of inbred lines of dent corn to leaf feeding by 1st-brood European corn borers / W.D. Guthrie, F.F. Dicke // Iowa State J. Sci. 1972. V. 46. P. 339–357.
- Hudon M. Biology and population dynamics of the European corn borer (*Ostrinia nubilalis*) with special reference to sweet corn in Quebec. III. Population dynamics and spatial distribution / M. Hudon, E.J. LeRoux // Phytoprotection. 1986. V. 67, N 2. P. 93–115.
- Hudon M. Resistance and tolerance of maize germplasm to the European corn borer *Ostrinia nubilalis* (Hübner) and its maturity in Quebec / M. Hudon, M.S. Chiang // Maydica. 1985. V. 30, N 3. P. 329–337.
- Hutchison W.D. Area-wide suppression of European corn borer with Bt maize reaps savings to non-Bt maize growers / W.D. Hutchinson, E.C. Burkness, P.D. Mitchell, R.D. Moon, T.W. Leslie, S.J. Fleischer, M. Abrahamson, K.L. Hamilton, K.L. Steffey, M.E. Gray, R.L. Hellmich, L.V. Kaster, T.E. Hunt, R.J. Wright, K. Pecinovsky, T.L. Rabaey, B.R. Flood, E.S. Raun // Science. 2010. V. 330, N 6001. P. 222–225.
- Mihm J.A. Breeding for host plant resistance to maize stem-borers / J.A. Mihm // Int. J. Tropical Insect Sci., 1985. V. 6, N 3. P. 369–377.
- Panda N. Host plant resistance to insects / N. Panda, G. Khush // CAB International, 1995. 431 p.
- Rebourg C. Maize introduction into Europe: the history reviewed in the light of molecular data / C. Rebourg, M. Chastanet, B. Gouesnard, C. Welcker, P. Dubreuil, A. Charcosset // Theor. Appl. Genetics. 2003. V. 106, N 5. P. 895–903.
- Schwalter T.D. Insect ecology: an ecosystem approach / T.D. Schwalter // Academic Press, 2006. 572 p.
- Siegfried B.D. Understanding successful resistance management: the European corn borer and Bt corn in the United States / B.D. Siegfried, R.L. Hellmich // GM Crops & Food. 2012. V. 3, N 3. P. 184–193.
- Williams W.P. Reaction of a resistant and a susceptible corn hybrid to various southwestern corn borer infestation levels / W.P. Williams, P.M. Davis // Agron. J. 1984. V. 76, N 5. P. 855–856.

Translation of Russian References

- Chumakov M. A. Harmfulness of corn moth on corn in Krasnodar Krai / M. A. Chumakov, A. N. Frolov // Mater. 4 Vses. nauchno-tekhnich. konf. molodykh uchenykh po probl. kukuruzy. Dnepropetrovsk: VNII kukuruzy, 1985, P. 2. Dnepropetrovsk, 1985. P. 105, 108. (In Russian).
- Frolov A.N. Population dynamics and forecast of insect pest outbreaks: historical journey and tracks of progress. Analytical survey. / A.N. Frolov // Plant Protection News. 2017. N 4 (94). P. 5–21. (In Russian).
- Frolov A.N. Population dynamics of the European corn borer and its forecast / A.N. Frolov // Bull. MOIP, Otd. Biol. 2006. V. 111, N 1. P. 10–14. (In Russian).
- Frolov A.N. Recurrence of long-term population dynamics of harmful insects: the European corn borer as an example / A.N. Frolov, G.E. Sergeyev, Yu.M. Malyshev, A.G. Kononchuk, I.V. Grushevaya // In: Phytosanitarnaya Optimizatsiya Agroekosistem. III Vseros. Kongress po Zashchite Rastenii. St.-Petersburg, December 16–20, 2013. St. Petersburg: VIZR, 2013. V. 1. P. 89–93. (In Russian).
- Frolov A.N. The European corn borer / A.N. Frolov // In: Izucheniye Geneticheskikh Resursov Zernovykh Kultur po Ustoichivosti k Vrednym Organizmam. Metodicheskoe Posobie. E. E. Radchenko, ed. Moscow: Rosselkhozakademiya, 2008. P. 282–305. (In Russian).
- Garkushka V.G. Genetic diversity in maize and host plant resistance to the European corn borer / V.G. Garkushka, A.N. Frolov, I.V. Grushevaya // Tr. po prikl. bot., gen. i sel. 2014. V. 175, N 4. P. 75–81. (In Russian).
- Grushevaya I.V. Factors of population dynamics of the European corn borer in Krasnodar Area in relation to development of monitoring and forecast of the pest / I.V. Grushevaya // Abstr. Diss. ... Cand. Biol. Sci. St. Petersburg: VIZR, 2018. 24 p.. (In Russian).
- Shapiro I. D. Plant immunity to pests and diseases / I.D. Shapiro, N.A. Vilokva, E.I. Slepyan / Leningrad: Agropromizdat: Leningr. Otd., 1986. 192 p. (In Russian).

Plant Protection News, 2018, 3(97), p. 15–17

TREND OF LONG-TERM ESTIMATES FOR HOST PLANT RESISTANCE TO THE EUROPEAN CORN BORER *OSTRINIA NUBILALIS* HBN. IN MAIZE HYBRIDS DURING ECOLOGICAL TRIALS REALIZED AT THE SPA “KOS-MAIS”

V.G. Garkushka¹, I.V. Grushevaya², A.N. Frolov^{1,2}

¹SPA “KOS-MAIS”, Botanika, Krasnodar Territory, Russia

²All-Russian Institute of Plant Protection, St. Petersburg, Russia

Ecological trials of maize hybrids realized during 2000–2017 testify steady trend of decline in average scores for the 1st brood European corn borer leaf damage. Linear regression allows us to estimate average increase of host plant resistance to the pest in 2.3% per year.

Keywords: maize, European corn borer, *Ostrinia nubilalis*, leaf feeding, host plant resistance.

Сведения об авторах

НП Объединение «КОС-МАИС», ул. Вавилова, 16, 352183 пос. Ботаника, Гулькевичский р-н, Краснодарский край, Российская Федерация
Гаркушка Виталий Григорьевич. Генеральный директор, к.б.н., e-mail: kos-mais@rambler.ru
Всероссийский НИИ защиты растений, шоссе Подбельского, 3, 196608 Санкт-Петербург, Пушкин, Российская Федерация
Грушевая Инна Валентиновна. Младший научный сотрудник, e-mail: grushevaya_12@mail.ru
*Фролов Андрей Николаевич. Главный научный сотрудник, доктор биологических наук, профессор, e-mail: vizrspb@email.ru

* Ответственный за переписку

Information about the authors

Scientific Production Association “KOS-MAIS”, Vavilova street, 16, 352183 vil. Botanika, Gulkevichi Distr., Krasnodar Area, Russian Federation
Garkushka Vitalii Grigorievich, Cand. Biol. Sci., Director general, e-mail: kos-mais@rambler.ru
All-Russian Institute of Plant Protection, Podbelskogo Shosse, 3, 196608, St. Petersburg, Pushkin, Russian Federation
Grushevaya Inna Valentonovna. Junior Researcher, e-mail: grushevaya_12@mail.ru
*Frolov Andrei Nikolaevich. Principal Researcher, Professor, DSc in Biology, e-mail: vizrspb@email.ru

* Corresponding author