

УДК 632.78

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

В.Г. Гаркушка<sup>1</sup>, И.В. Грушевая<sup>2</sup>, А.Н. Фролов<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>НПО «КОС-МАИС», Ботаника Краснодарского края

<sup>2</sup>Всероссийский 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 Гулькевичского 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 м<sup>2</sup> 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. Галеева (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].

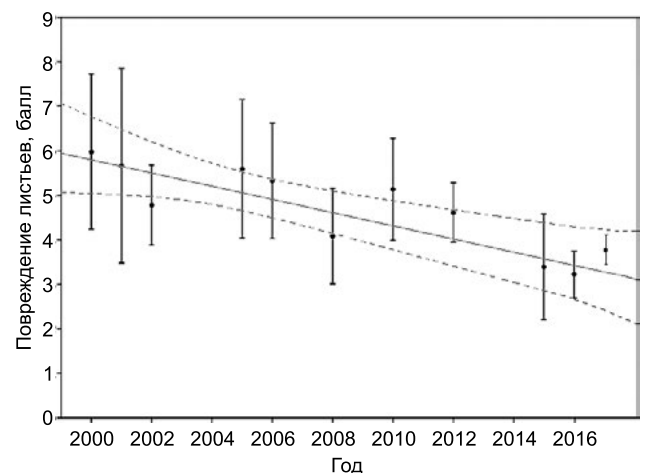


Рисунок. Динамика средних значений и выборочных дисперсий ( $\bar{x} \pm D$ ) оценок поврежденности кукурузным мотыльком гибридов кукурузы в экологических испытаниях, проводившихся в НПО «КОС-МАИС» в 2000–2017 гг.

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. Иммунитет 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. Sergeev, 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. Vilkovala, E.I. Slepian // 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. Garkushka<sup>1</sup>, I.V. Grushevaya<sup>2</sup>, A.N. Frolov<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>SPA “KOS-MAIS”, Botanika, Krasnodar Territory, Russia

<sup>2</sup>All-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 1<sup>st</sup> 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