



УДК 632.937

**СЕЗОННОЕ РАЗВИТИЕ КАПУСТНОЙ МОЛИ И ЕЕ ЭНТОМОФАГОВ
В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ****И.В. АНДРЕЕВА^{1, 2}, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник,
Е.И. ШАТАЛОВА^{1, 2}, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник,**¹Сибирский научно-исследовательский институт кормов СФНЦА РАН

630501, Россия, Новосибирская область, пос. Краснообск

e-mail: iva2008@ngs.ru

²Новосибирский государственный аграрный университет

630039, Россия, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160

e-mail: elenashatalova@mail.ru

Изучены особенности сезонного развития капустной моли (*Plutella xylostella* L.) и ее энтомофагов в агроценозах капустного поля в условиях лесостепи Приобья. За 9-летний период наблюдений (2008–2016) выявлено, что капустная моль в Западной Сибири – один из основных вредителей белокочанной капусты. Массовое размножение вредителя наблюдали в 2009, 2015 и 2016 гг., в 2010–2012 гг. отмечена средняя численность фитофага, в остальные годы вредоносность капустной моли была несущественной. За годы исследований выявлены изменения в сезонной динамике развития капустной моли, заключающиеся в увеличении числа успевающих развиваться за вегетационный период поколений вредителя и удлинении периода его вредоносности. В годы со средней и низкой численностью развивались две или три генерации фитофага, период вредоносности длился от 43 до 80 дней. Наиболее раннее появление личинок вредителя на капусте отмечено в годы его массового размножения. В эти сезоны завершало развитие три или четыре поколения вредителя, в 2015 и 2016 гг. наблюдали частичное развитие пятой генерации фитофага, при этом период вредоносности увеличивался до 107–109 дней. Годы с высокой численностью вредителя характеризовались теплой весной, быстрым накоплением суммы эффективных температур на фоне достаточного увлажнения в период развития первого и второго поколений вредителя. В Западной Сибири выявлено несколько видов паразитов капустной моли, наиболее многочисленные из которых – представители отряда перепончатокрылых насекомых семейства Ichneumonidae (*Diadegma* spp.). Количество паразитированных особей вредителя в течение вегетации варьировало от 0 до 80 %, численность энтомофагов существенно сокращалась под влиянием химических инсектицидов.

Ключевые слова: капустная моль, фитофаг, энтомофаг, динамика развития, период вредоносности, инсектицид.

Капустная моль (*Plutella xylostella* L. = *Plutella maculipennis* Curt., семейство Plutellidae) является космополитом. В настоящее время она приобрела исключительно большое распространение в силу изменения поведенческих реакций, пищевой специализации и отсутствия эффективных мер борьбы с этим вредителем

[1–6]. Согласно проведенным исследованиям, борьба с капустной молью на овощных фермах, производящих капустовые культуры, обходится фермерам во всем мире в 5 млрд дол. в год [7]. Многими исследователями выявлена резистентность этого фитофага к большинству применяемых в настоящее время химических

инсектицидов и отмечена актуальность разработки новых нехимических средств борьбы с ним [1, 3, 7–9].

Особую роль в регуляции численности фитофага выполняют энтомофаги, которых, по данным разных исследований, насчитывается более 40 видов. В отдельные годы энтомофаги способны уничтожить до 90 % особей вредителя [5, 10–13]. Однако их численность существенно различается как в разных зонах возделывания капустных культур, так и в зависимости от абиотических (в том числе антропогенных) и биотических факторов окружающей среды.

Цель исследования - изучить особенности сезонного развития капустной моли и ее энтомофагов в агроценозах капустного поля в условиях лесостепи Приобья.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объекты исследований – капустная моль (*Plutella xylostella* L.) и ее энтомофаги семейства Ichneumonidae и Braconidae отряда Hymenoptera.

Исследования проводили в 2008–2016 гг. в лесостепной зоне Приобья на посадках белокочанной капусты на опытных полях Сибирского научно-исследовательского института растениеводства и селекции (СибНИИРС), плодово-ягодного госсортоучастка (ОПХ "Тулинское"), ООО "Морской совхоз".

Динамику численности капустной моли определяли путем регулярных обследований посадок капусты в течение всего вегетационного периода с интервалом 7–10 дней. Учетные растения осматривали в шахматном порядке или по диагонали поля – 10–20 проб по 5 растений. Паразитов капустной моли выводили из заселенных гусениц и куколок в лабораторных условиях.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Численность и сезонное развитие капустной моли значительно варьировали по годам исследования (табл. 1).

За 9 лет наблюдений массовое размножение вредителя наблюдали в 2009, 2015 и 2016 гг.; в 2010–2012 гг. была характерна средняя численность фитофага, в остальные годы – низкая. Известно, что для завершения полного развития поколения насекомых требуется определенная сумма эффективных температур при учете нижнего порога развития данного вида. Для капустной моли сумма необходимого тепла, по разным источникам, варьирует в достаточно широком диапазоне – от 180 до 390–416°, нижний температурный порог развития – от 6,1 до 14 °С [3, 6, 8, 14, 15]. Для расчета потенциально возможного числа генераций моли в период исследований мы использовали усредненное значение сум-

Таблица 1

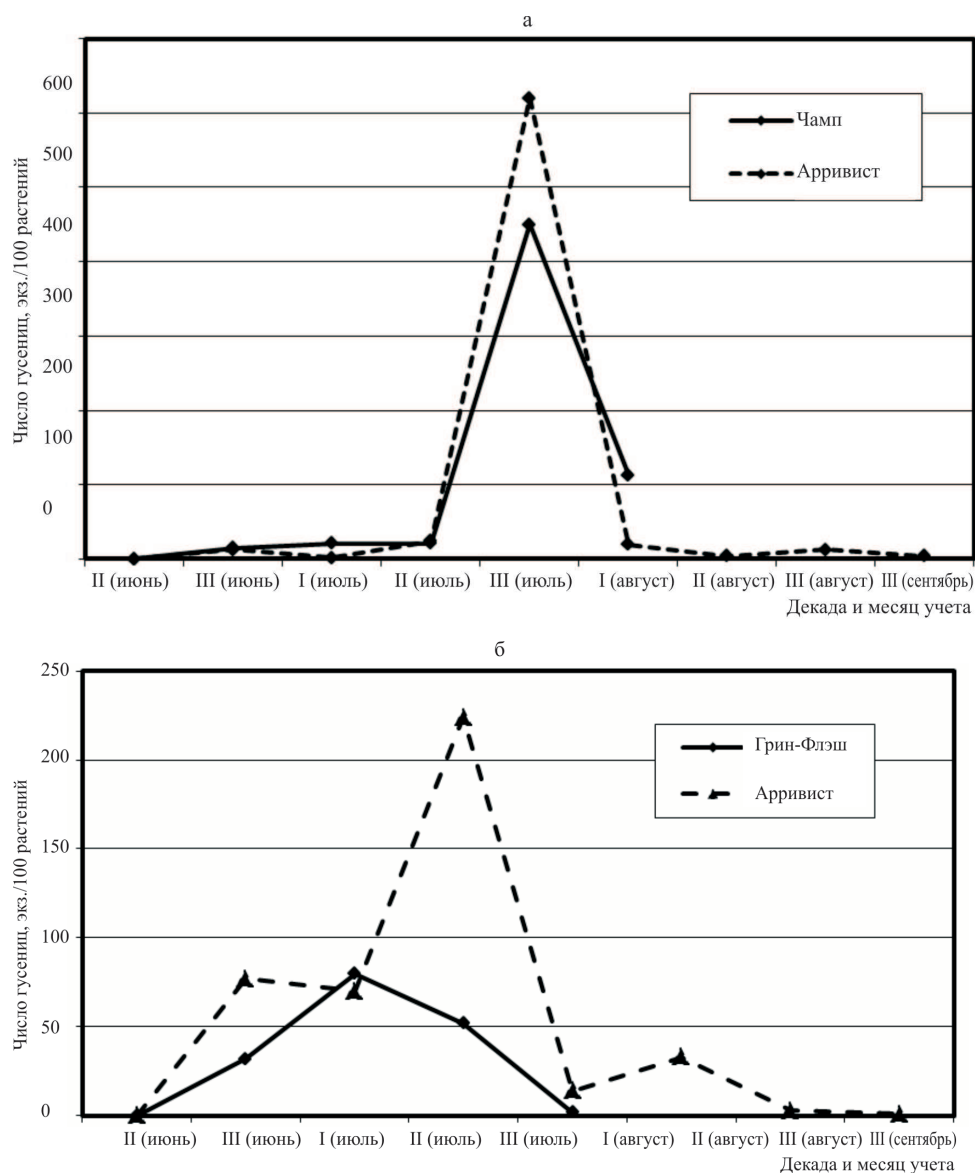
Сезонное развитие капустной моли на посадках белокочанной капусты

Год	Сумма эффективных температур (за май–сентябрь), град.	ГТК за июнь–август	Дата появления первых гусениц	Период вредоносности, дни	Число поколений вредителя	
					расчетное (потенциальное)	фактическое
2008*	854	0,90	30 июня	43	3,4	2
2009***	705	1,38	11 июня	95	2,8	3
2010**	711	0,51	21 июня	74	2,8	3
2011**	807	0,80	16 июня	71	3,2	3
2012**	1108	0,54	15 июня	80	4,4	3
2013*	683	1,10	3 июля	62	2,7	2
2014*	820	0,70	19 июня	72	3,3	3
2015***	911	1,20	18 июня	107	3,6	4
2016***	976	0,73	10 июня	109	3,9	4

*Год с низкой численностью вредителя.

**Со средней.

***С массовой.



Динамика численности капустной моли на двух гибридах белокочанной капусты в ООО "Морской совхоз":
а – 2015 г.; б – 2016 г.

Таблица 2

Сроки вылета имаго и число поколений капустной моли на посадках капусты (ООО "Морской совхоз")

Год	Дата массового вылета имаго по поколениям				
	первого	второго	третьего	четвертого	пятого
2015	13–15.06	10–12.07	13–16.08	10–15.09	03.10
2016	01–03.06	28.06–02.07	25–30.07	18.08–07.09	С 23.09

мы эффективных температур (250°) при нижнем температурном пороге (в среднем $9,8^{\circ}\text{C}$). По полученным данным, потенциальное число поколений капустной моли, способное развиваться за вегетационный сезон,

как правило, приближалось к фактическому значению, за исключением 2008 и 2012 гг., когда расчетное значение было больше фактического более чем на одно поколение. Ограничивающим фактором развития моли в

Таблица 3

Соотношение капустной моли и ее паразита диадегмы в популяции вредителя в ООО "Морской совхоз" (2016 г.)

Дата сбора коконов	Число коконов	Число вылетевших особей			
		имаго капустной моли		имаго диадегмы	
		шт.	% от собранных коконов	шт.	% паразитированных особей
15 июня	5*	0	0	4	80
05 июля	14	5	36	3	21
18 августа	61	45	73	2	3
7 сентября	95	82	86	0	0
27 сентября	23	7	30	2	9

*Первые окуклившиеся особи.

эти сезоны стало недостаточное увлажнение и низкое количество осадков, выпавших в июне и июле.

В 2009, 2015, 2016 гг. быстрое накопление суммы эффективного тепла на фоне достаточного увлажнения в период развития первого и второго поколений вредителя приводило к более раннему появлению гусениц на капусте, удлинению периода вредоносности, увеличению численности фитофага и числа поколений. В эти сезоны завершалось развитие три поколения вредителя (2009 г.) или четыре (2015, 2016 гг.).

Более детальное изучение динамики численности капустной моли проведено на посадках двух гибридов белокочанной капусты разного срока созревания в ООО "Морской совхоз" (Новосибирская область) в годы ее массового размножения. Лёт бабочек моли на посадках капусты отмечен в I декаде июня, во II (2016 г.) или в III (2015 г.) декадах июня наблюдали развитие гусениц первого поколения (см. рисунок). Наиболее массовым в 2015 г. было второе поколение вредителя, пик численности которого отмечен в III декаде июля и на раннем (Чамп F_1), и на позднем (Арривист F_1) гибридах капусты. Число гусениц составляло в среднем 4,5–6,2 особи/растение при 100%-й заселенности растений.

В 2016 г. на ранней капусте (Грин-Флэш F_1) наиболее массовым было первое поколение вредителя, максимальная численность которого зафиксирована в III декаде июня

(до 80 особей/100 растений). На позднем гибриде (Арривист F_1) численность первого поколения моли также оказалась выше ЭПВ (до 70 личинок/100 растений), однако наиболее многочисленным отмечено второе поколение фитофага – до 224 гусениц/100 растений. Численность последующих поколений вредителя, развивавшихся на позднем гибриде, была невысокой.

Наблюдения на посадках капусты проводили на фоне обработок химическими инсектицидами (Аккорд, Новактион и др.). Под действием препаратов погибали преимущественно личинки младших и средних возрастов, гусеницы последнего возраста и куколки, как правило, выживали. В связи с этим массовый вылет имаго очередного поколения происходил обычно в ограниченные сроки, что позволило четко определить число генераций, прошедших развитие за вегетационный период (табл. 2).

В наших наблюдениях отмечены изменения в сезонной динамике развития капустной моли в условиях Западной Сибири. По данным исследований, полученным в конце прошлого и начале нынешнего столетий, установлено развитие двух и в отдельные годы трех поколений этого вредителя в Сибирском регионе [2, 16]. Однако в 2015, 2016 гг. на посадках белокочанной капусты нами зафиксировано развитие четырех полных поколений капустной моли. В 2015 г. в конце сентября – начале октября выявлено окукливание личинок четвертого и вылет ба-

бочек пятого поколений, в 2016 г. в связи с более длительным периодом вегетации отмечено частичное развитие гусениц пятого поколения. Раннее появление гусениц на посадках капусты приводило к увеличению числа поколений за сезон и, как следствие, к удлинению периода вредоносности фитофага, что наблюдали и в других регионах возделывания капустовых культур [17].

В годы исследований выявлены несколько видов паразитов капустной моли. В незначительном количестве на посадках капусты присутствовали представители семейства Braconidae, наиболее массовыми были представители семейства Ichneumonidae (*Diadegma* spp.). В 2016 г. анализ заселенности коконов капустной моли диадегмой (*Diadegma* spp.) показал, что число паразитированных особей вредителя в течение вегетации значительно варьировало (табл. 3). В начале сезона из первых окуклившихся особей вредителя вылетали только паразиты, во втором поколении число вылетевших имаго паразита сокращалось до 21 % (5 июля). В последующих генерациях паразитированных особей фитофага отмечено значительно меньше, на момент отдельных дат учета энтомофага вообще не обнаруживали, что, по-видимому, связано с действием на него химических инсектицидов. В конце вегетации (когда обработки не проводили) диадегма вновь появлялась на полях, но заселение паразитом особей моли было невысоким (9 %). Аналогичные результаты получены в 2015 г. – из 60 коконов вредителя, собранных 3 августа в период проведения обработок, вылетело 46 бабочек моли и 2 имаго диадегмы, что составляло всего 4 % паразитированных особей в популяции фитофага.

Следует отметить, что виды рода *Diadegma* spp. наиболее эффективные и распространённые паразиты капустной моли в разных зонах возделывания капустовых культур, в том числе в Сибири [2, 5, 10–13]. По данным сибирских ученых, заселенность гусениц вредителя паразитом в конце второго поколения обычно достигает 50–56 %, в конце лета увеличивается до 75–85 % [2]. По нашим наблюдениям, проведенным на по-

садках капусты при интенсивном использовании химических инсектицидов, число паразитированных особей капустной моли в середине и в конце вегетационного периода существенно снижалось по сравнению с заселением энтомофагом двух первых поколений вредителя.

ВЫВОДЫ

1. Выявлены изменения в сезонной динамике развития капустной моли на белокочанной капусте в условиях Западной Сибири, проявляющиеся в удлинении периода вредоносности и увеличении числа развивающихся за сезон поколений фитофага.

2. Массовое размножение вредителя отмечено в годы с теплой весной, быстрым накоплением суммы эффективных температур на фоне достаточного увлажнения в период развития первого и второго поколений вредителя, что приводило к более раннему появлению гусениц на капусте и увеличению численности фитофага. В эти сезоны завершалось развитие три или четыре поколения вредителя.

3. Наиболее многочисленными паразитами капустной моли в условиях Западной Сибири являются представители семейства Ichneumonidae (*Diadegma* spp.). Количество паразитированных энтомофагом особей вредителя в течение вегетации существенно изменялось – от 80 % у первых окуклившихся особей до 0 % в середине вегетационного периода на фоне применения химических инсектицидов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коваленков В.Г. Теория и практика построения интегрированного контроля вредных организмов // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем: материалы науч.-практ. конф. – Краснодар: ИП Тафинцев А.Г., 2006. – Вып. 4. – С. 54–59.
2. Горбунов Н.Н., Цветкова В.П., Штундюк А.В. и др. Вредители овощных и плодово-ягодных культур в Сибири: учеб. пособие. – Новосибир. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2008. – 240 с.

3. **Golizadeh A., Kamali K., Fathipour Y. et al.** Life table of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) on five cultivated brassicaceous host plants // J. of agricultural and science technology. – 2009. – Vol. 11. – P. 115 – 124.
4. **Sarfraz M., Dosdall L.M., Keddle B.A.** Diamondback moth-host plant interactions: implications for pest management // Crop protection. – 2006. – Vol. 25. – P. 625–639.
5. **Мисриева Б.У.** Биотические факторы, регулирующие численность популяции капустной моли на семенниках капусты в Дагестане // Защита и карантин растений. – 2012. – № 7. – С. 43–44.
6. **Marchioro C.A., Foerster L.A.** Development and survival of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) as a function of temperature: effect on the number of generations in tropical and subtropical regions // Neotropical Entomology. – 2011. – Vol. 40(5). – P. 533–541.
7. **Найден** безвредный способ управлять вредителями: [Электронный ресурс] – <http://xn--80abjdoczp.xn--plai/novosti/innovacii/3477-nayden-bezvrednyy-sposob-upravlyat-vrediteljami.html>.
8. **Поддубная Е.** Капустная моль – проблемный год или кризис систем борьбы? [Электронный ресурс] – <http://agrotime.info/?p=6449>.
9. **Коваленков В.Г., Тюрина Н.М.** Резистентность в популяциях вредных насекомых и клещей к инсектоакарицидам и возможности ее реверсии // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Краснодар: ИП Дедкова С.А., 2016. – С. 73–78.
10. **Система** защиты капусты белокочанной от вредителей, болезней и сорняков в природоохранных зонах возделывания лесостепи Приобья: рекомендации / РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИЗХим. – Новосибирск, 1995. – 20 с.
11. **Mustata G., Mustata M.** *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) and its natural control in the region of Moldavia, Romania // Biologie animal. – 2007. – T. 53. – P. 149–158.
12. **Labou B., Brevault T., Bordat D. et al.** Determinants of parasitoid assemblages of the diamondback moth, *Plutella xylostella*, in cabbage farmer fields in Senegal // Crop Protection. – 2016. – Vol. 89. – P. 6–11.
13. **Marchioro C.A., Foerster L.A.** Biotic factors are more important than abiotic factors in regulating the abundance of *Plutella xylostella* L., in Southern Brazil Revista // Brasileira de Entomologia. – 2016. – Vol. 60. – P. 328–333.
14. **Sow G., Diarra K., Arvanitakis L. et al.** The relationship between the diamondback moth, climatic factors, cabbage crops and natural enemies in a tropical area // Folia Horticulturae. – 2013. – Vol. 25 (1). – P. 3–12.
15. **Чернышев В.Б.** Экология насекомых: учебник. – М.: Изд-во МГУ, 1996. – 304 с.
16. **Штерншис М.В., Андреева И.В., Шаталова Е.И. и др.** Применение биопрепаратов для защиты капусты от фитофагов в Западной Сибири: реком. производству. – Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2012. – 26 с.
17. **Шпанев А.М.** Массовое развитие капустной моли // Защита и карантин растений. – 2015. – № 9. – С. 40–42.

REFERENCES

1. **Kovalenkov V.G.** Teorija i praktika postroenija integrirovannogo kontrolja vrednyh organizmov// Biologicheskaja zashhita rastenij – osnova stabilizacii agrojekosistem: materialy nauch.-prakt. konf.- Krasnodar: IP Tafincev A.G., 2006. – Vyp. 4. – S. 54–59.
2. **Gorbunov N.N., Cvetkova V.P., Shtundjuk A.V. i dr.** Vrediteli ovoshhnyh i plodovo-jagodnyh kul'tur v Sibiri: ucheb. posobie. – Novosib. gos. agrar. un-t. – Novosibirsk, 2008. – 240 s.
3. **Golizadeh A., Kamali K., Fathipour Y. et al.** Life table of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) on five cultivated brassicaceous host plants / Journal of agricultural and science technology. – 2009. – Vol. 11. – P. 115 – 124.
4. **Sarfraz M., Dosdall L.M., Keddle B.A.** Diamondback moth-host plant interactions: implications for pest management / Crop protection. – 2006. – Vol. 25. – P. 625–639.
5. **Misrieva B.U.** Bioticheskie faktory, regulirujushhie chislennost' populjacii kapustnoj moli na semennikah kapusty v Dagestane // Zashhita i karantin rastenij. – 2012. – № 7. – S. 43–44.
6. **Marchioro C.A., Foerster L.A.** Development and survival of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) as a function of temperature: effect on the number of generations in tropical and subtropical regions // Neotropical Entomology. – 2011. – Vol. 40(5). – P. 533–541.
7. **Najden** bezvrednyj sposob upravljat' vrediteljami: [Elektronnyj resurs] – <http://xn--80abjdoczp.xn--plai/novosti/innovacii/3477-nayden-bezvrednyy-sposob-upravlyat-vrediteljami.html>.

8. **Poddubnaja E.** Kapustnaja mol' – problemnyj god ili krizis sistem bor'by?: [Elektronnyj resurs] – <http://agrotime.info/?p=6449>.
9. **Kovalenkov V.G., Tjurina N.M.** Rezistentnost' v populjacijah vrednyh nasekomyh i kleshhej k insektoakaricidam i vozmozhnosti ee reversii // Biologicheskaja zashhita rastenij – osnova stabilizacii agrojekosistem: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Krasnodar: IP Dedkova S.A., 2016. – S. 73–78.
10. **Sistema** zashhity kapusty belokochannoj ot vreditel'ej, boleznej i sornjakov v prirodohrannyh zonah vozdeľyvanija lesostepi Priob#ja: rekomendacii / RASHN. Sib. otd-nie. SibNIIZHim. – Novosibirsk, 1995. – 20 s.
11. **Mustata G., Mustata M.** *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) and its natural control in the region of Moldavia, Romania // Biologie animal. – T. LIII, 2007. – P. 149–158.
12. **Labou B., Brevault T., Bordat D. et al.** Determinants of parasitoid assemblages of the diamondback moth, *Plutella xylostella*, in cabbage farmer fields in Senegal // Crop Protection. – 2016. – Vol 89. – P. 6–11.
13. **Marchioro C.A., Foerster L.A.** Biotic factors are more important than abiotic factors in regulating the abundance of *Plutella xylostella* L., in Southern Brazil Revista // Brasileira de Entomologia. – 2016. – Vol. 60. – P. 328–333.
14. **Sow G., Diarra K., Arvanitakis L. et al.** The relationship between the diamondback moth, climatic factors, cabbage crops and natural enemies in a tropical area // Folia Horticulturae – Vol. 25 (1), 2013 – P. 3–12.
15. **Chernyshev V.B.** Jekologija nasekomyh: ucheb-nik. – M.: Izd-vo MGU, 1996. – 304 s.
16. **Shternshis M.V., Andreeva I.V., Shatalova E.I. i dr.** Primenenie biopreparatov dlja zashhity kapusty ot fitofagov v Zapadnoj Sibiri: rekom. proizvodstvu. – Novosib. gos. agrar. un-t. – Novosibirsk, 2012. – 26 s.
17. **Shpanev A.M.** Massovoe razvitie kapustnoj moli // Zashhita i karantin rastenij. – 2015. – № 9. – S. 40–42.

SEASONAL DEVELOPMENT OF DIAMONDBACK MOTH AND ITS ENTOMOPHAGES IN WESTERN SIBERIA

I.V. ANDREEVA^{1,2}, Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher,

E.I. SHATALOVA^{1,2}, Candidate of Science in Biology, Senior Researcher

¹*Siberian Research Institute of Fodder Crops, SFSCA RAS*

Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia

²*Novosibirsk State Agrarian University*

160, Dobrolyubova St, Novosibirsk, 630039, Russia

e-mail: iva2008@ngs.ru

Features of seasonal development of the diamondback moth *Plutella xylostella* L. and its entomophages were studied in cabbage agroecosystems under conditions of the forest-steppe areas near the Ob. A 9-year period of observations has shown that the diamondback moth is one of the main pests of cabbage in Western Siberia. This was indicated by a rapid growth in diamondback moth populations occurring in 2009, 2015 and 2016, while during the span of three years from 2010 to 2012 a medium-size population was observed; during other years the damage caused by diamondback moth was insignificant. Over the years of study changes in seasonal dynamics of the diamondback moth development were found consisting in the increased number of generations throughout the growing season along with a longer pest activity period. During the years when populations were small and medium in size, two or three generations were observed to develop with a pest activity period ranging from 43 to 80 days. The earliest appearance of diamondback moth larvae in cabbage fields was observed during the rapid population growth, when three or four generations of the pest were reaching maturity. In 2015 and 2016 a partial presence of the fifth generation was observed, while the pest activity period extended to 107–109 days. The years with high pest numbers were characterized by the accumulation of effective heat sum against the background of sufficient moistening during the development of the first and second generations of the pest. In Western Siberia, a few different species of cabbage moth parasites have been found, the most numerous of them are representatives of the family Ichneumonidae (*Diadegma* spp) of the order Hymenoptera. The number of parasitized individuals of the pest varied from 0 to 80 percent during the vegetation period, the number of entomophages considerably decreased as influenced by chemical insecticides.

Keywords: diamondback moth, phytophage, entomophage, dynamic development, pest activity period, insecticide.

Поступила в редакцию 19.05.2017