

УДК 632.95:595.76:633.853.494

У. Лянь

Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам», ул. Академическая, 27, 220072 Минск, Республика Беларусь, 1053776457@qq.com

ВЛИЯНИЕ ПЕСТИЦИДОВ НА ТАКСОНОМИЧЕСКУЮ И ТРОФИЧЕСКУЮ СТРУКТУРЫ СООБЩЕСТВ ЖЕСТКОКРЫЛЫХ (COLEOPTERA) НА ПОЛЯХ РАПСА

В статье приведены данные по видовому составу жесткокрылых на посевах озимого и ярового рапса в вегетационные периоды с 2016 по 2018 год и влиянию пестицидов на структуру сообщества жесткокрылых.

На полях озимого рапса отмечено 103 вида фитофагов из 8 семейств, 79 видов зоофагов из 6 семейств и 47 видов сапрофагов и мицетофагов из 13 семейств. На полях озимого рапса количество видов и численность фитофагов всегда была выше, чем зоофагов.

На полях ярового рапса отмечено 50 видов фитофагов из 5 семейств, 48 видов зоофагов из 4 семейств, 20 видов сапрофагов и мицетофагов из 7 семейств. Общая численность собранных экземпляров зоофагов была на 10 % выше, чем фитофагов.

Среди них основными зоофагами являются Carabidae, а основными фитофагами — Chrysomelidae. Полифаги представлены только Anthicidae: на полях озимого рапса — 3 вида, на полях ярового рапса — 2 вида.

Применение пестицида Пилараунд экстра привело к снижению численности жуков на 22—45 %. Использование инсектицида и акарицида Маврик привело к сокращению численности жуков на 27 %. Кроме того, применение пестицидов на полях рапса привело к сокращению количества видов жуков, особенно из числа зоофагов, сапрофагов и мицетофагов.

Ключевые слова: озимый рапс; яровой рапс; жесткокрылые; трофические группы; пестициды.

Рис. 3. Табл. 1. Библиогр.: 4 назв.

W. Lian

Scientific-Practical Centre of the National Academy of Sciences of Belarus for Biological Resources, 27 Akademicheskaya Str., 220072 Minsk, the Republic of Belarus, 1053776457@qq.com

THE EFFECT OF PESTICIDES ON THE TAXONOMIC AND TROPHIC STRUCTURES OF BEETLE COMMUNITIES (COLEOPTERA) IN RAPESEED FIELDS

The article presents the species composition of beetles on crops of winter and spring rapeseed during the growing season from 2016 to 2018, and the effect of pesticides on the structure of the beetle community.

In the fields of winter rapeseed, 103 species of phytophagous from 8 families, 79 species of zoophagous from 6 families, and 47 species of saprophagous and mycetophagous from 13 families were found. In the fields of winter rapeseed, the number of species and the number of phytophagous has always been higher than that of zoophagous.

In the fields of spring rapeseed, 50 species of phytophagous from 5 families, 48 species of zoophagous from 4 families, 20 species of saprophagous and mycetophagous from 7 families were found. The total number of collected specimens of zoophagous was higher by 10 % than that of phytophagous.

Among them, Carabidae are the main zoophagous, and Chrysomelidae – phytophagous. Polyphagous are represented only by Anthicidae: in the fields of winter rape — 3 species, in the fields of spring rape — 2 species.

The use of the pesticide Pilaround extra led to a decrease by 22—45 % in the number of beetles. The use of the insecticide and acaricide Mavrik resulted in 27 % reduction in beetle numbers. In addition, the use of pesticides in rapeseed fields has led to the reduction in the number of beetle species, especially among zoophagous, saprophagous and mycetophagous.

Key words: winter rape; spring rape; beetles; trophic groups; pesticides.

Fig. 3. Table. 1. Ref.: 4 titles.

Введение. Стремительное развитие современного сельского хозяйства привело к высокой степени гомогенизации агроландшафтов [1]. В связи с высокоинтенсивным хозяйством возросла интенсивность антропогенного вмешательства, что оказало огромное влияние на различные экосистемы. Агроландшафт является одним из основных источников ресурсов для выживания человека, а поддержание и стабильность биоразнообразия в нем играют важную роль.

Сообщества жесткокрылых, находящихся на стадии имаго, имеют сложную трофическую структуру, включающую сапрофагов, копрофагов, фитофагов, зоофагов, паразитов и другие экологические группы. Многие виды фитофагов являются важными вредителями сельскохозяйственных и лесных культур, а некоторые обитают в почве, повреждая семена, клубни и всходы, например, личинки щелкунов (*Pleonomus canaliculatus* (Faldermann, 1835)), пластинчатоусых и др.; некоторые повреждают сельскохозяйственные культуры, такие как фруктовые деревья и сахарный тростник, например, усачи и личинки златок; некоторые питаются листьями, например, листоеды и имаго различных других семейств жуков. Хищные жуки являются естественными врагами вредителей, например, большинство видов божьих коровок питается тлями, белокрылками, щитовками, жужелицы могут охотиться на различных мелких насекомых [1; 2].

Материалы и методы исследования. Динамику активности жесткокрылых изучали в агроценозах озимого и ярового рапса. Исследование проводили в период с 2016 по 2018 год на опытных полях РУП «Институт защиты растений» (Минский район, г. п. Прилуки). Жесткокрылых собирали при помощи почвенных ловушек Барбера, диаметр отверстия которых составлял 70 мм, на $\frac{1}{3}$ заполненных 4 %-ным формалином.

Почвы на опытных полях дерново-подзолистые легкосуглинистые. Климат Минского района умеренно-континентальный. Среднемесячная температура с апреля по август с 2016 по 2018 год представлена на рисунке 1.

Исследования проведены на полях озимого рапса № 3, 9 и «Колхозное» в 2016 году, каждый раз устанавливалось по 10 ловушек. Однако в 2017 и 2018 годах для испытаний было выбрано только одно поле озимого рапса, на котором устанавливалось по 30 ловушек в год. На полях ярового рапса в 2016, 2017, 2018 годах также было выбрано только одно поле, на котором устанавливалось по 10 ловушек в год.

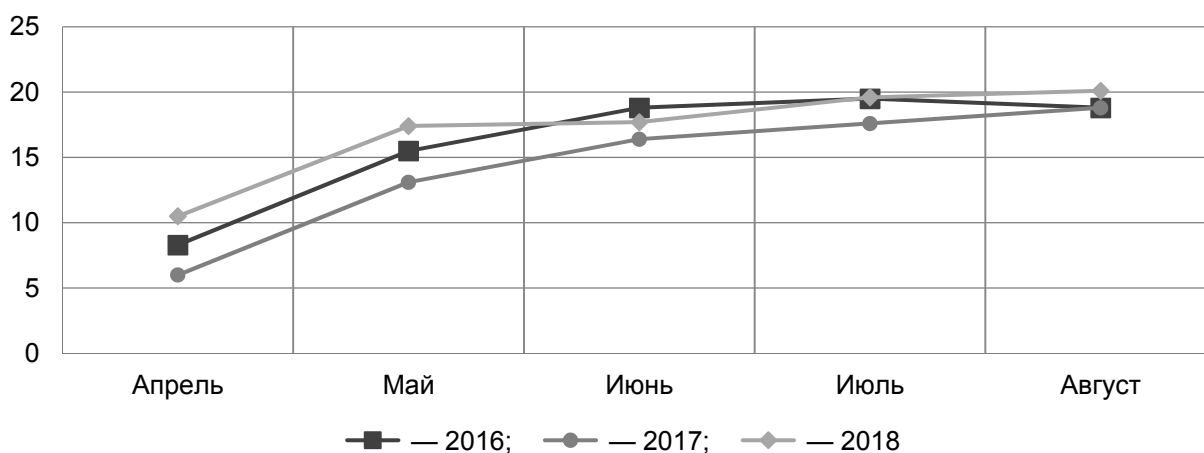


Рисунок 1. — Среднемесячная температура с апреля по август с 2016 по 2018 год (°C)

Figure 1. — Average monthly temperature from April to August from 2016 to 2018 (°C)

Начиная с апреля, до созревания озимого рапса использовали 2 вида гербицидов (Фюзилад форте и Галера супер 364), 3 вида инсектицидов (Нурелл Д, Пленум и Пиринекс супер), 3 вида фунгицидов (Сетар, Пиктор, Кустодия), а также инсектицид и акарицид Маврик.

В период сбора материала на поле ярового рапса применяли 2 вида инсектицидов Нурелл Д и Пиринекс супер, 2 вида фунгицидов Амистар экстра, Пиктор и десикант Пилараунд экстра.

Для оценки информационного разнообразия использовалась мера разнообразия Шеннона—Уивера [3]:

$$H' = -\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i,$$

где P_i — относительное обилие i -го вида.

Для проверки гипотезы о наличии сдвига в непараметрическом положении многих сравниваемых выборок применяли анализ Крускала—Уоллиса [4]:

$$H = \frac{12}{n(n+1)} \sum \frac{R_i^2}{n_i} - 3(n+1),$$

где n — общий объем всех выборок;

R_i — сумма рангов в i -й выборке;

n_i — объем i -й выборки.

Результаты исследования и их обсуждение. На полях рапса обнаружены жесткокрылые, относящиеся к пяти трофическим группам (таблица 1).

На поле № 3 озимого рапса преобладают фитофаги (62,94 %). Из других трофических групп выявлены зоофаги — 24,12 %, сапрофаги и мицетофаги — 12,68 %, полифаги — 0,26 %.

Зоофаги относятся к 4 семействам и 36 видам, преобладают жужелицы (87,96 %) — 28 видов. Среди божьих коровок (10,22 %) установлено 5 видов. Мягкотелки (1,46 %) представлены 2 видами. Зофериды представлены одним видом (0,36 %). Доминантами являлись *Harpalus rufipes* (Degeer, 1774) — 10,95 %, *Poecilus cupreus* (Linnaeus, 1758) — 12,04 %, *Amara ovata* (Fabricius, 1792) — 15,69 %, *Amara similata* (Gyllenhal, 1810) — 17,52 %.

Т а б л и ц а 1. — Трофическая структура жесткокрылых на полях рапса

T a b l e 1. — Trophic structure of beetles in rapeseed fields

Семейство	Трофическая группа				
	Фитофаги	Зоофаги	Сапрофаги	Мицетофаги	Полифаги
Быстрянки (Anthicidae)					+
Семяеды (Arionidae)	+				
Брахичериды (Brachyceridae)	+				
Пилюльщики (Byrrhidae)	+				
Мягкотелки (Cantharidae)		+			
Жужелицы (Carabidae)		+			
Листоеды (Chrysomelidae)	+				
Кругляки (Clambidae)				+	
Божьи коровки (Coccinellidae)		+			
Гнилевики (Corylophidae)				+	

Окончание таблицы 1

Семейство	Трофическая группа				
	Фитофаги	Зоофаги	Сапрофаги	Мицетофаги	Полифаги
Скрытноеды (Cryptophagidae)			+	+	
Долгоносики (Curculionidae)	+				
Кожееды (Dermestidae)			+		
Щелкуны (Elateridae)	+				
Грибовики (Erotylidae)				+	
Карапузики (Histeridae)		+			
Водолюбы (Hydrophilidae)			+		
Катеретиды (Kateretidae)	+				
Скрытники (Latridiidae)			+	+	
Лейодиды (Leiodidae)			+	+	
Мелириды (Melyridae)		+			
Монотомиды (Monotomidae)			+	+	
Блестянки (Nitidulidae)	+				
Гладыши (Phalacridae)				+	
Пластинчатоусые (Scarabaeidae)			+		
Мертвоеды (Silphidae)			+		
Сильваниды (Silvanidae)				+	
Зофериды (Zopheridae)		+			

Фитофаги относятся к 4 семействам и 37 видам. Листоедов (63,22 %) выявлено 19 видов. Долгоносики (21,68 %) менее многочисленны и представлены 9 видами. Среди фитофагов преобладают *Phyllotreta striolata* (Fabricius, 1803) — 17,20 %, *Ceutorhynchus assimilis* (Paykull, 1792) — 14,54 %, *Longitarsus luridus* (Scopoli, 1763) — 13,57 %, *Meligethes aeneus* (Fabricius, 1775) — 12,03 %. Кроме того, здесь отмечено 6 видов жесткокрылых из семейств щелкунов (1,82 %) и блестянок (13,29 %) — 3 вида.

Сапрофаги и мицетофаги относятся к 5 семействам и 13 видам. Среди скрытников (43,05 %) обнаружены 4 вида. Скрытноедов (54,86 %) выявлено 6 видов. Гладыши, мертвоеды и монотомиды представлены только по одному виду — 0,69 %. Основными доминирующими видами являются *Cryptophagus denticulatus* (Heer, 1841) — 12,5 %, *Corticicara gibbosa* (Herbst, 1793) — 15,97 %, *Corticarina minuta* (Fabricius, 1792) — 23,61 %, *Atomaria fuscata* (Schönherr, 1808) — 39,58 %.

Индекс Шеннона—Уивера для фитофагов данного биоценоза — $2,1868 \pm 0,5189$ нит, зоофагов — $2,4184 \pm 0,2161$ нит, сапрофагов и мицетофагов — $1,1082 \pm 0,4248$ нит.

На поле № 9 озимого рапса преобладают фитофаги (46,38 %). Из других трофических групп установлены зоофаги — 18,67 %, сапрофаги и мицетофаги — 34,77 %, полифаги — 0,16 %.

Зоофаги относятся к 4 семействам и 40 видам, преобладают жужелицы (92,96 %) — 31 вид. Карапузики представлены 5 видами (4,40 %). Божьих коровок (1,76 %) выявлено 3 вида. Мягкотелки (1,46 %) представлены только одним видом. Доминантами являлись *Harpalus rufipes* — 20,53 %, *Amara similata* — 12,61 %, *A. ovata* — 12,02 %.

Фитофаги относятся к 7 семействам и 40 видам. Долгоносиков (49,11 %) выявлено 10 видов. Листоеды (33,29 %) менее многочисленны и представлены 20 видами. Блестянок и щелкунов обнаружено по 3 вида. По сравнению с полем № 3, на поле № 9 обнаружены другие семейства — пилюльщики (2 вида, 0,47 %), катеретиды (0,71 %) и семяеды (0,12 %),

которые включают по одному виду. Среди фитофагов преобладают *Ceutorhynchus pallidactylus* (Marshall, 1802) — 32,94 %, *Meligethes aeneus* — 15,11 %, *Phyllotreta undulata* (Kutschera, 1860) — 12,16 %.

Сапрофаги и мицетофаги относятся к 9 семействам и 27 видам. Скрытноедов (65,04 %) выявлено 9 видов. Скрытников (32,44 %) обнаружено 6 видов. Среди гладышей (0,31 %) и гнилевиков (0,47 %) установлено по 2 вида. Кожееды, кругляки, лейодиды и сальваниды представлены по одному виду. Основными доминирующими видами являются *Corticarina minuta* — 15,12 %, *Atomaria fuscata* — 49,61 %. По сравнению с полем № 3, на поле № 9 количество сапрофагов и мицетофагов увеличилось на 20 %, численность фитофагов и зоофагов оказалась также выше, чем на поле № 3.

Индекс Шеннона—Уивера для фитофагов данного биоценоза — $2,0014 \pm 0,6564$ нит, зоофагов — $2,3966 \pm 0,2578$ нит, сапрофагов и мицетофагов — $1,8158 \pm 0,2928$ нит.

На поле «Колхозное» озимого рапса превалируют фитофаги (63,66 %). Из других трофических групп установлены зоофаги — 16,77 %, сапрофаги и мицетофаги — 19,41 %, полифаги — 0,15 %.

Зоофаги относятся к 3 семействам и 20 видам, преобладают жужелицы (83,33 %) — 16 видов. Среди божьих коровок (12,96 %) и мягкотелок (3,70 %) установлено по 3 вида. Доминантами являлись *Harpalus rufipes* — 27,78 %, *Amara ovata* — 12,96 %, *A. similata* — 11,11 %.

Фитофаги относятся к 6 семействам и 44 видам. Листоедов (70,00 %) установлено 24 вида. Долгоносики (17,07 %) менее многочисленны и представлены 11 видами. Блестянок (10,24 %) и щелкунов (2,19 %) установлено по 3 вида. Семяедов (0,24 %) отмечен один вид. По сравнению с полями № 3, 9, на данном поле отмечены другие семейства — малашки и брахицериды (по одному виду, 0,24 %). Среди фитофагов преобладают *Ceutorhynchus assimilis* — 10,49 %, *Longitarsus luridus* — 10,97 %, *Phyllotreta undulata* — 13,41 % и *Phyllotreta striolata* — 14,39 %.

Сапрофаги и мицетофаги относятся к 7 семействам и 14 видам. Среди скрытников (71,20 %) обнаружено 4 вида. Скрытноедов (20,80 %) и лейодид (4,00 %) установлено по 3 вида. Гладышей, водолюбов и пластинчатоусых обнаружено по одному виду — 0,80 %, мертвоедов аналогично (1,60 %). Основными доминирующими видами являются *Corticarina gibbosa* — 37,60 %, *Corticarina minuta* — 20,00 %, *Atomaria fuscata* — 16,00 %, *Stephostethus lardarius* (DeGeer, 1775) — 12,00 %.

Индекс Шеннона—Уивера для фитофагов данного биоценоза — $2,4627 \pm 0,2925$ нит, зоофагов — $1,6915 \pm 0,4277$ нит, сапрофагов и мицетофагов — $1,5159 \pm 0,2179$ нит.

В 2017 году на поле озимого рапса превалировали фитофаги (48,41 %). Из других трофических групп установлены зоофаги — 35,84 %, сапрофаги и мицетофаги — 15,69 %, полифаги — 0,05 %.

Зоофаги относятся к 4 семействам и 41 виду, преобладают жужелицы (96,01 %) — 33 вида. Среди карапузиков (0,15 %) и божьих коровок (0,29 %) установлено по одному виду. Мягкотелки (3,55 %) представлены 6 видами. Доминантами являлись *Poecilus cupreus* — 18,34 %, *Amara similata* — 22,04 %, *A. ovata* — 15,24 %.

Фитофаги относятся к 7 семействам и 58 видам. Долгоносиков (40,96 %) выявлено 22 вида. Листоеды (39,65 %) менее многочисленны и представлены 26 видами. Блестянок обнаружено 3 вида — 16,10 %. Щелкунов (2,52 %) выявлено 4 вида. Пилюльщики (0,11 %), катеретиды (0,44 %) и семяеды (0,22 %) представлены по одному виду. Среди фитофагов преобладают *Ceutorhynchus assimilis* — 14,02 % и *Meligethes aeneus* — 13,91 %.

Сапрофаги и мицетофаги относятся к 8 семействам и 21 виду. Скрытноедов (62,84 %) выявлено 8 видов. Среди скрытников (34,12 %) обнаружено 5 видов. Мертвоедов (0,67 %) и водолюбов (1,01 %) обнаружено по 2 вида. Пластинчатоусые, гладыши, лейодиды и гнилевика представлены по одному виду — на каждое семейство по 0,34 %. Основными доми-

нирующими видами являлись *Corticarina minuta* — 12,16 %, *Corticarina gibbosa* — 16,22 % и *Atomaria fuscata* — 41,22 %.

Индекс Шеннона—Уивера для фитофагов данного биоценоза — $2,7674 \pm 0,0340$ нит, зоофагов — $2,2202 \pm 0,1692$ нит, сапрофагов и мицетофагов — $1,7174 \pm 0,2063$ нит.

В 2018 году на поле озимого рапса преобладали фитофаги (56,79 %). Из других трофических групп установлены зоофаги — 23,63 %, сапрофаги и мицетофаги — 19,45 %, полифаги — 0,12 %.

Зоофаги относятся к 4 семействам и 47 видам, преобладают жуужелицы (88,13 %) — 33 вида. Карапузиков (0,79 %) выявлено 3 вида. Божьи коровки (1,32 %) представлены 4 видами. Мягкотелки (9,76 %) представлены 7 видами. Доминантами являлись *Poecilus cupreus* — 19,52 % и *Harpalus rufipes* — 22,16 %.

Фитофаги относятся к 7 семействам и 55 видам. Листоедов (46,21 %) выявлено 25 видов. Долгоносики (21,07 %) менее многочисленны и представлены 17 видами. Блестянки (28,65 %), катеретиды (1,43 %) и пилюльщики (0,99 %) представлены по 2 вида. Щелкунов (1,10 %) выявлено 3 вида. Семяедов (0,55 %) отмечено 4 вида. Среди фитофагов преобладают *Ceutorhynchus assimilis* — 10,43 %, *Longitarsus luridus* — 11,42 % и *Meligethes aeneus* — 27,00 %.

Сапрофаги и мицетофаги относятся к 7 семействам и 21 видам. Скрытников (56,73 %) обнаружено 7 видов. Среди скрытноедов (40,38 %) выявлено 9 видов. Кроме того, здесь отмечено по одному виду из семейств мертвоедов, водолюбов, гладышей, лейодид и грибовики. Основными доминирующими видами являются *Stephostethus lardarius* — 10,58 %, *Corticarina minuta* — 14,74 %, *Corticarina gibbosa* — 21,79 % и *Atomaria fuscata* — 20,83 %.

Индекс Шеннона—Уивера для фитофагов данного биоценоза — $2,3939 \pm 0,4907$ нит, зоофагов — $2,2358 \pm 0,4313$ нит, сапрофагов и мицетофагов — $1,9365 \pm 0,2430$ нит.

На полях озимого рапса количество видов и численность фитофагов всегда была выше, чем зоофагов. Среди фитофагов преобладали листоеды и долгоносики, а из хищных жуков — жуужелицы. Из полифагов встречаются только быстрянки. Индекс видового разнообразия для фитофагов довольно высок в апреле—июне — $2,5682 \pm 0,2181$ нит, наименьший ($2,1370 \pm 0,4604$ нит) — в июне—июле. Индекс видового разнообразия для зоофагов относительно высок в апреле—июне — $2,3964 \pm 0,3062$ нит, наименьший ($2,0899 \pm 0,4410$ нит) — в июне—июле.

В 2016 году на поле ярового рапса преобладали зоофаги (55,55 %). Из других трофических групп установлены фитофаги — 41,34 %, сапрофаги и мицетофаги — 2,86 %, полифаги — 0,25 %.

Зоофаги относятся к 4 семействам и 38 видам, преобладают жуужелицы (96,97 %) — 33 вида. Семейства мягкотелки (0,61 %) и божьи коровки (2,27 %) представлены 2 видами каждое. Карапузики представлены одним видом (0,15 %). Доминантом являлся *Harpalus rufipes* — 66,72 %.

Фитофаги относятся к 5 семействам и 40 видам. Листоедов (71,75 %) установлено 22 вида. Долгоносики (21,55 %) менее многочисленны и представлены 13 видами. Среди них преобладают *Phyllotreta undulata* — 28,25 %, *Phyllotreta striolata* — 15,65 %, *Ceutorhynchus pallidactylus* — 13,62 %, *Phyllotreta cruciferae* (Goeze, 1777) — 12,19 %. Кроме того, здесь отмечено по одному виду из семейств шелкуны и семяеды (0,20 %), 3 вида из семейства блестянок (6,30 %).

Сапрофаги и мицетофаги относятся к 3 семействам и 12 видам. Скрытники (50,00 %) и скрытноеды (38,23 %) представлены по 4 вида. Среди мертвоедов (8,82 %) выявлено 3 вида. Лейодиды представлены только одним видом — 2,94 %. Основными доминирующими видами являются *Corticarina minuta* — 38,23 % и *Atomaria fuscata* — 17,75 %.

В 2017 году на поле ярового рапса преобладали фитофаги (54,26 %). Из других трофических групп установлены зоофаги — 35,65 %, сапрофаги и мицетофаги — 9,86 %, полифаги — 0,22 %.

Зоофаги относятся к 2 семействам и 16 видам, преобладают жуужелицы (98,74 %) — 15 видов. Мягкотелок (1,26 %) установлено 2 вида. Доминантами являлись *Calathus ambiguus* (Paykull, 1790) — 25,77 %, *C. fuscipes* (Goeze, 1777) — 23,27 %, *Harpalus rufipes* — 18,87 %.

Фитофаги относятся к 4 семействам и 25 видам. Среди листоедов (63,64 %) обнаружено 14 видов. Долгоносики (5,37 %) и блестянки (22,31 %) представлены по 4 вида. Среди фитофагов преобладают *Phyllotreta striolata* — 21,90 %, *Meligethes aeneus* — 19,83 % и *P. undulata* — 14,88 %. Кроме того, здесь отмечен один вид из семейства щелкунов (8,68 %).

Сапрофаги и мицетофаги относятся к 4 семействам и 12 видам. Скрытников (54,54 %) обнаружено 4 вида. Скрытноедов (40,91 %) выявлено 2 вида. Лейодиды и гладыши представлены только по одному виду — 2,27 %. Основными доминирующими видами являются *Cryptophagus denticulatus* — 29,54 %, *Corticarina minuta* — 27,27 %, *C. gibbosa* — 18,18 % и *Atomaria fuscata* — 17,75 %.

В 2018 году на поле ярового рапса преобладали зоофаги (50,87 %). Из других трофических групп установлены фитофаги — 46,17 %, сапрофаги и мицетофаги — 2,89 %, полифаги — 0,06 %.

Зоофаги относятся к 3 семействам и 23 видам, преобладают жуужелицы (98,81 %) — 19 видов. Среди божьих коровок (1,06 %) выявлено 3 вида. Мягкотелки представлены одним видом (0,13 %). Доминантами являлись *Harpalus rufipes* — 24,44 %, *Calathus fuscipes* — 20,87 %, *Dolichus halensis* (Schaller, 1783) — 13,21 % и *Calathus ambiguus* — 13,08 %.

Фитофаги относятся к 4 семействам и 13 видам. Листоедов (73,04 %) установлено 9 видов. Блестянки (26,09 %) менее многочисленны и представлены одним видом. Долгоносиков (0,43 %) выявлено 2 вида. Выявлен один вид из семейства щелкунов (0,43 %). Среди фитофагов преобладают *Meligethes aeneus* — 26,20 %, *Phyllotreta vittula* (Redtenbacher, 1849) — 25,47 %, *P. cruciferae* — 19,07 %.

Сапрофаги и мицетофаги относятся к 5 семействам и 11 видам. Среди скрытников (74,42 %) и скрытноедов (18,60 %) обнаружено по 4 вида. Мертвоедов, гнилевиков и кожеедов установлено по одному виду — 2,32 %. Основным доминирующим видом является *Corticarina minuta* — 62,79 %.

Всего за три года на полях ярового рапса выявлено 16 семейств и 120 видов жесткокрылых. Доминируют зоофаги (50,48 %), среди которых численность отдельных видов жуужелиц наибольшая (49,49 %). Далее следуют фитофаги (45,49 %), листоеды и блестянки (40,84 %), сапрофаги и мицетофаги (3,87 %). Меньше всего полифагов, на их долю приходится всего 1,16 %. На полях ярового рапса общая численность особей зоофагов была на 10 % выше, чем фитофагов.

В апреле—мае на поле № 3 использовали препарат Фюзиллад форте, а на поле № 9 использовали препараты Нурелл Д, Галера супер 364 и Сетар. Количество собранных экземпляров жесткокрылых на поле № 9 (10,03 %) почти такое же, как и на поле № 3 (10,76 %). В мае—июне препарат Маврик использовался 3 раза на поле № 3, в это же время поле № 9 пестицидами не обрабатывалось. На поле № 9 было обнаружено на 27 % больше экземпляров жуков, чем на поле № 3. В июне—июле ни одно поле не опрыскивалось препаратами, материал был собран 2 раза. Первый сбор был с июня по июль, и количество экземпляров жуков на поле № 9 было на 17 % выше, чем на поле № 3. Когда производился второй сбор через 7 суток, количество экземпляров жуков на поле № 9 снова было аналогичным таковому на поле № 3 (рисунок 2).

По сравнению с полем № 9, в апреле—мае на поле «Колхозное» использовался Нурелл Д двукратно и Сетар. На поле «Колхозное» количество собранных экземпляров жуков было на 2 % меньше, чем на поле № 9. В мае—июне на поле «Колхозное» использовали Маврик один раз. На поле № 9 было собрано в 3 раза больше экземпляров жуков, чем на поле «Колхозное». Поле «Колхозное» пестицидами не обрабатывалось с июня. В июне—июле на поле № 9 было на 36 % больше количество экземпляров жуков, чем на поле «Колхозное». В июле на поле № 9 количество собранных экземпляров жуков было на 17 % больше (см. рисунок 2).

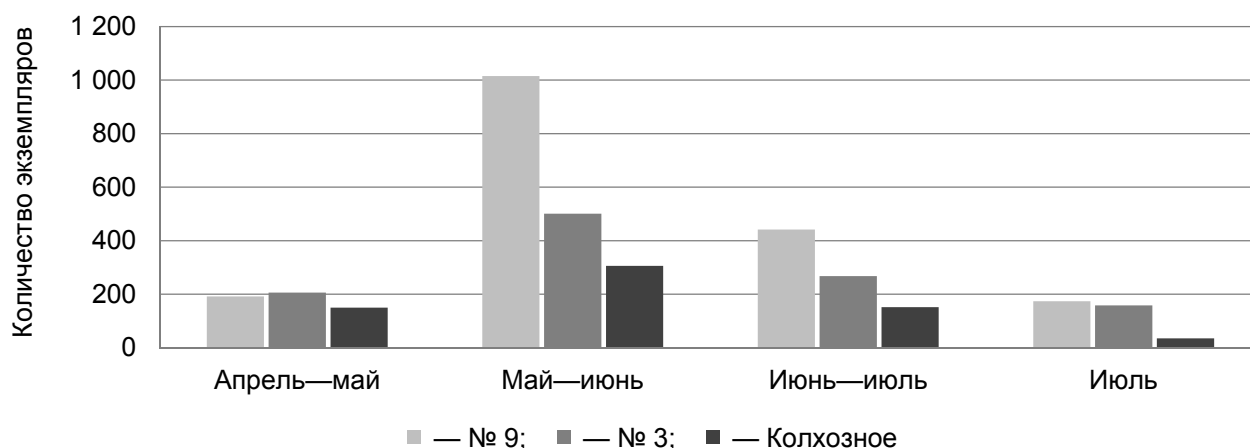


Рисунок 2. — Изменения количества жесткокрылых в разные периоды на полях озимого рапса в 2016 году (экземпляры)

Figure 2. — Changes in the number of beetles in different periods in the fields of winter rapeseed in 2016 (specimens)

В мае—июне на поле № 9 пестициды не применялись. По сравнению с полем № 3, на поле № 9 фитофагов было больше на 11 видов, а зоофагов — на 4 вида. Количество видов фитофагов на поле № 9 оказалось больше на 4 вида, чем на поле «Колхозное», а количество видов зоофагов — больше на 13. Количество видов сапрофагов и мицетофагов на поле № 3 такое же, как и на поле «Колхозное», а количество видов сапрофагов и мицетофагов на поле № 9 в 3 раза больше, чем на поле № 3.

В июне—июле пестициды на трех полях не применялись. По сравнению с полем № 3, на поле № 9 фитофагов было на 3 вида меньше, зоофагов — на 5 видов больше. На поле № 9 было на 11 видов зоофагов больше, чем на поле «Колхозное», при этом количество видов фитофагов на данных полях было одинаковым. Количество видов сапрофагов и мицетофагов было одинаковым на трех полях.

Проведенный анализ показал, что использование инсектицида и акарицида Маврик привело к сокращению численности жуков на 27 %. Восстановление численности жесткокрылых наблюдалось через 30—45 дней после прекращения обработки пестицидами на сельскохозяйственных угодьях. Использование инсектицида Нурелл Д привело к снижению количества собранных экземпляров жуков на 2 % по сравнению с гербицидами Галера супер 364. Однако количество экземпляров жесткокрылых ($H = 3,57$; $p \geq 0,05$) достоверно не различается на трех полях озимого рапса.

Препараты Сетар и Нурелл Д были использованы на поле озимого рапса в 2017 году, а Нурелл Д, Пленум и Маврик — в 2018 году. Количество собранных экземпляров на поле озимого рапса в 2018 году было на 14 % выше, чем в 2017 году. Препараты Пиринекс супер, Пиктор, Пленум и Кустодия применялись в 2017 году, а препарат Маврик применялся в 2018-м. В 2018 году количество собранных экземпляров жуков было на 15 % меньше, чем в 2017-м. В последующих в 2017 и 2018 годах пестициды не применялись. В 2018 году количество собранных экземпляров жуков было на 9 % меньше, чем в 2017-м.

На первом этапе препараты Нурелл Д и Амистар экстра использовались на полях ярового рапса в 2016 году. В 2018 году обработка пестицидами не проводилась. Количество собранных экземпляров жуков в 2016 году было на 7 % выше, чем в 2018-м. На втором этапе оба поля не были обработаны пестицидами, в 2018 году количество собранных экземпляров жуков было на 18 % больше, чем в 2016-м (рисунок 3).

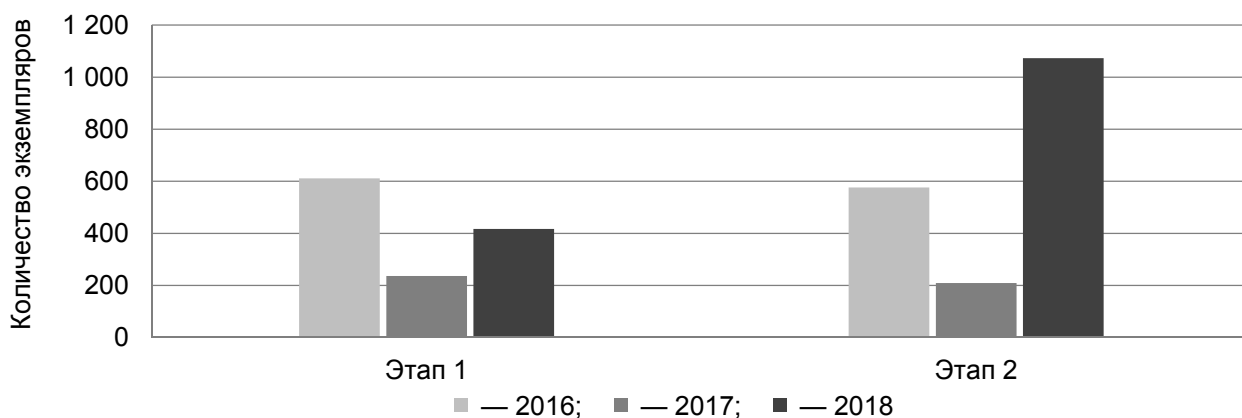


Рисунок 3. — Изменения количества жесткокрылых в разные периоды на полях ярового рапса (экземпляры)

Figure 3. — Changes in the number of beetles in different periods in the fields of spring rapeseed (specimens)

На первом этапе препараты Пиринекс супер и Пиктор использовались на полях ярового рапса в 2017 году. Количество собранных экземпляров жуков в 2017 году было на 9 % меньше, чем в 2018-м. На втором этапе препараты Пилараунд экстра использовались на полях ярового рапса в 2017 году. Количество собранных экземпляров жуков в 2017 году было на 45 % меньше, чем в 2018-м (см. рисунок 3).

Анализ показал, что при использовании десиканта Пилараунд экстра снизилась численность жуков на 22—45 %. Средняя температура июля 2017 года была на 2 °С ниже, чем за аналогичный период 2016 и 2018 годов. Средняя температура августа 2018 года была на 2 °С выше, чем в 2017 и 2016 годах (см. рисунок 1). На полях ярового рапса численность жесткокрылых достоверно не различалась ($H = 3,43$; $p \geq 0,05$) в течение трех лет.

Заключение. Выявленные жесткокрылые подразделяются на 5 трофических групп: зоофаги, фитофаги, сапрофаги, мицетофаги и полифаги.

На полях озимого рапса фитофагов отмечено 103 вида из 8 семейств, зоофагов установлено 79 видов из 6 семейств, сапрофагов и мицетофагов отмечено 13 семейств и 47 видов.

На полях ярового рапса фитофагов отмечено 50 видов из 5 семейств, зоофагов установлено 48 видов из 4 семейств, сапрофагов и мицетофагов отмечено 7 семейств и 20 видов.

Среди них основными зоофагами являются жужелицы, а основными фитофагами — листоеды. Из полифагов встречаются только быстрянки, их 3 вида на полях озимого рапса и 2 вида на полях ярового рапса. Применение пестицидов привело к сокращению количества видов жуков, особенно из числа зоофагов, сапрофагов и мицетофагов, и уменьшению их численности.

Список цитируемых источников

1. Exploring multitrophic interactions in oilseed rape fields reveals the prevailing role of Carabidae / L. Serec [et al.] // *Ecology and Evolution*. — 2021. — № 11. — P. 15377—15388.
2. Trophic links between functional groups of arable plants and beetles are stable at a national scale / D. R. Brooks [et al.] // *J. of Animal Ecology*. — 2012. — № 81. — P. 4—13.
3. *Schannon, C. E. The mathematical theory of communication* / C. E. Schannon, W. Weaver. — Urbana : The University of Illinois Press, 1949. — 117 p.
4. *Kruskal, W. H. Use of ranks in one-criterion variance analysis* / W. H. Kruskal, W. A. Wallis // *J. of the American Statistical Association*. — 1952. — Vol. 47, № 260. — P. 583—621.

References

1. Seree L., Gardarin A., Crouzet O., Barbottin A., Morison M. V., Chiron F. Exploring multitrophic interactions in oilseed rape fields reveals the prevailing role of Carabidae. *Ecology and Evolution*, 2021, no. 11, pp. 15377—15388.
2. Brooks D. R., Storkey J., Clark S. J., Firbank L. G., Petit S., Woiwod I. P. Trophic links between functional groups of arable plants and beetles are stable at a national scale. *Journal of Animal Ecology*, 2012, no. 81, pp. 4—13.
3. Shannon C. E., Weaver W. The mathematical theory of communication. Urbana, The University of Illinois Press, 1949, 117 p.
4. Kruskal W. H., Wallis W. A. Use of ranks in one-criterion variance analysis. *Journal of the American Statistical Association*, 1952, vol. 47, no. 260, pp. 583—621.

The communities of beetles found in the studied fields of rapeseed are divided into 5 trophic groups: zoophagous, phytophagous, saprophagous, mycetophagous and polyphagous. In the fields of winter rapeseed, 103 species of phytophagous from 8 families, 79 species of zoophagous from 6 families, and 47 species of saprophagous and mycetophagous from 13 families were discovered. In the fields of spring rapeseed, 50 species of phytophagous from 5 families, 48 species of zoophagous from 4 families, 20 species of saprophagous and mycetophagous from 7 families were found. Among them, *Carabidae* are the main zoophagous. In the fields of winter rapeseed, the dominant species of *Carabidae* belonged to three genera: *Harpalus*, *Amara* and *Poecilus*, respectively. In the fields of spring rapeseed, representatives of two genera (*Calathus* and *Harpalus*) dominated. In the fields of winter and spring rapeseed, the beetles from *Chrysomelidae*, *Curculionidae* and *Nitidulidae* were the main phytophagous. Among them, the genera *Phyllotreta*, *Ceutorhynchus*, *Longitarsus* and *Meligethes* dominated. Saprophagous and mycetophagous mainly belonged to *Latriidiidae* and *Cryptophagidae*. Polyphagous are represented only by *Anthicidae* (3 species in the winter rape fields and 2 species in the spring rape fields). The use of pesticides has led to the reduction in the total number of species, especially zoophagous, saprophagous and mycetophagous, and the decrease in the number of collected specimens.

Поступила в редакцию 24.05.2022.