

УДК 574.4+595.78:582.632.2

ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ЛИСТЬЯХ ДУБА ПУШИСТОГО НА СОСТАВ МИКРОСООБЩЕСТВА НАСЕКОМЫХ- ФИТОФАГОВ

Савушкина И.Г.

*Таврический национальный университет им. Вернадского, Симферополь, Украина
E-mail: limodorum2001@rambler.ru*

Приведены результаты изучения влияния содержания микроэлементов (Cu, Zn, Vb, Cd) в листьях деревьев дуба пушистого на состав микросообществ листогрызущих насекомых, населяющих эти растения. Установлено, что плотность семи из тринадцати видов насекомых-фитофагов весенне-летнего комплекса достоверно коррелирует с содержанием тяжелых металлов в листьях.

Ключевые слова: дуб пушистый, микросообщество, листогрызущие насекомые, микроэлементы, тяжелые металлы.

ВВЕДЕНИЕ

Индивидуальная консорция представляет собой живой объект и характеризуется определенным химизмом и в том числе и микроэлементным составом. Среди всех микроэлементов особое место занимают тяжелые металлы. С одной стороны они являются серьезными загрязнителями среды, а с другой – важным фактором регуляции целого ряда ферментных систем [1–3]. Для нормальной жизнедеятельности живых организмов тяжелые металлы, и просто металлы, необходимы, так как они являются составной частью биологических комплексов в качестве лиганда, функционирование которых нуждается в присутствии того или иного металла, либо в реакционном центре белка-фермента, либо для образования хелатного соединения биологически активного комплекса.

Данные о микроэлементном составе растений, в том числе о содержании тяжелых металлов, довольно широко представлены в научной литературе [2-8 и др.]. Однако чаще всего анализ характера накопления элементов растениями проводится без учета их индивидуальности, путем использования усредненной пробы. Что же касается влияния содержания микроэлементов в отдельных растениях на комплекс листогрызущих насекомых, питающихся их листвой, то этот вопрос остается до настоящего времени открытым. Перспективным направлением исследований является изучение влияния микроэлементов на насекомых на уровне индивидуальной консорции. Так как именно на этом уровне осуществляется взаимодействие, адаптация детерминанта и его консортов. Центральный организм консорции (детерминант) определяет характер среды обитания для организмов-консртов. Ядро консорции оказывает на консртов различных концентров

непосредственное и опосредованное влияние и является фактором их естественного отбора [9, 10].

Целью работы было изучение влияния содержания микроэлементов (Cu, Zn, Vb, Cd) в листьях деревьев дуба пушистого на состав микросообществ листогрызущих насекомых, населяющих эти растения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводили на постоянной пробной площади «Лавровое», расположенной на южном макросклоне Главной гряды Крымских гор в зоне сухих субтропиков в 2 км от села Лавровое Алуштинского района. Участок расположен в пределах нижнего лесостепного пояса южного макросклона. Растительность представлена формацией дуба пушистого – *Querceta pubescentis*. Тип леса – сухая грабникова дубрава. Рельеф местности имеет овражнобалочный характер. Пробная площадь состоит из двух парцелл – юго-западной и северо-восточной экспозиций, разделенных неглубоким оврагом.

В качестве модельных деревьев было выбрано четырнадцать деревьев дуба пушистого (*Quercus pubescens* Willd.), произрастающих на склоне юго-западной экспозиции. Насекомых-фитофагов брали из природных популяций на фазе личинок. Сборы и подсчет личинок проводили отдельно на каждом из модельных деревьев. Определение собранных особей проводили, используя соответствующие руководства [11; 12; 13].

Листья с модельных деревьев собирали одновременно с подсчетом плотности личинок. Воздушно-сухие листья измельчали, проводили минерализацию методом сухого озоления и определяли концентрации микроэлементов (меди, цинка, свинца и кадмия) атомно-абсорбционным методом в пламени ацетилен воздух [14] на приборах ААС-3 и Hitachi Z-700. Анализ выполняли в трехкратной повторности и данные обрабатывали с использованием стандартных статистических методов. Содержание элементов пересчитывали в мг/кг массы воздушно-сухого вещества.

Для математической обработки полученных результатов использовали стандартные статистические процедуры с использованием возможностей программы MS Excel-XP.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Весенне-летний комплекс листогрызущих насекомых в индивидуальных консорциях дуба пушистого в пределах пробной площади включает 13 видов с доминированием по численности зеленой дубовой листовертки (*Tortrix viridana* L.). Менее часто встречаются: совка ранняя желто-бурая (*Orthosia cerasi* Fab.), угловатая пяденица южная (*Ennomos quercaria* Hb.), зимняя пяденица (*Operophtera brumata* L.) и красновато-серый дубовый коконопряд (*Eriogaster rimicola* Hb.). Эти виды имели достаточно высокую плотность, но встречались не на всех деревьях. К видам отмеченным более чем на половине деревьев, но имевшим невысокую плотность относятся непарный шелкопряд (*Lymantria dispar* L.), совка ранняя буро-серая (*Orthosia gothica* L.), грабовая огневка (*Agrotera nemoralis* Sc.) и хохлатая пяденица

(*Colotois pennaria* L.). Редко в исследуемых микросообществах встречались дубовая палевая листовертка (*Tortrix loeflingiana* L.), златогузка (*Euproctis chrysorrhoea* L.), пяденица обдирало (*Erannis defoliaria* L.) и дубовая хвостатка (*Thecla ilicis* Esp.).

Совместный анализ данных по содержанию микроэлементов (цинка, меди, свинца и кадмия) в листьях дуба и плотности личинок насекомых фитофагов показал наличие ряда достоверных корреляционных связей. Так плотность личинок зеленой дубовой листовертки на дереве оказалась негативно связанной с содержанием меди ($R = -0,56$; d.f. = 12; $P < 0,05$). Аналогичную закономерность в уменьшении плотности личинок с ростом содержания этого микроэлемента показали совка ранняя буро-серая ($R = -0,65$; d.f. = 12; $P < 0,05$) и зимняя пяденица ($R = -0,61$; d.f. = 12; $P < 0,05$) (рис. 1). При этом, содержание меди в листьях деревьев колебалось от 5,1 до 13,6 мг/кг.

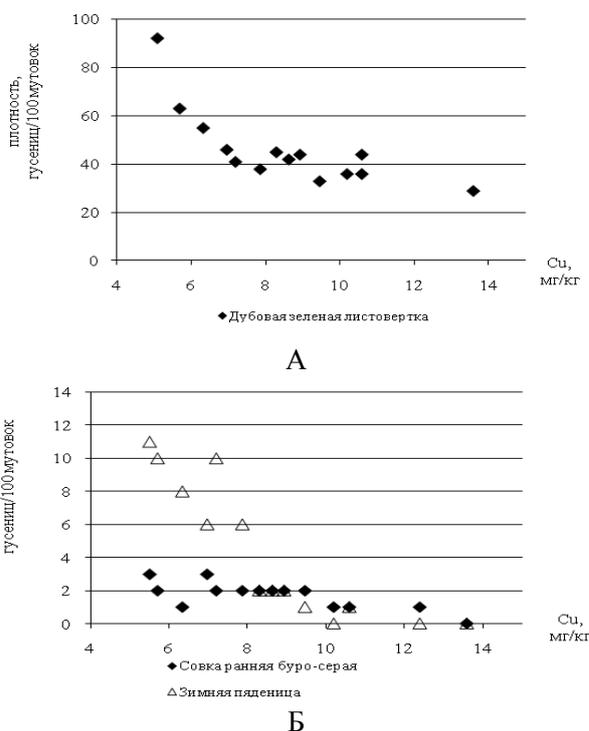


Рис. 1. Зависимость плотности личинок зеленой дубовой листовертки (А), совки ранней буро-серой и зимней пяденицы (Б) от содержания меди в листьях

По цинку достоверные корреляционные связи были найдены для совки ранней желто-бурой, совки ранней буро-серой и зимней пяденицы (рис.2). Но, если для первого вида характерна положительная корреляционная связь ($R = 0,56$; d.f. = 12; $P < 0,05$), то для двух остальных видов связь имеет обратное направление. Наиболее тесная отрицательная корреляция обнаружилась у личинок зимней пяденицы ($R = -0,76$; d.f. = 12; $P < 0,01$) и несколько слабее у совки ранней буро-серой ($R = -0,55$; d.f.

= 12; $P < 0,05$). Интервал значений содержания цинка у отдельных деревьев отличается почти в два раза (от 11,7 до 22,1 мг/кг).

Кроме того, совка ранняя буро-серая и зимняя пяденица показали тесную обратную корреляционную связь с суммарным содержанием меди и цинка в листьях: $R = -0,65$ и $R = -0,76$ – соответственно.

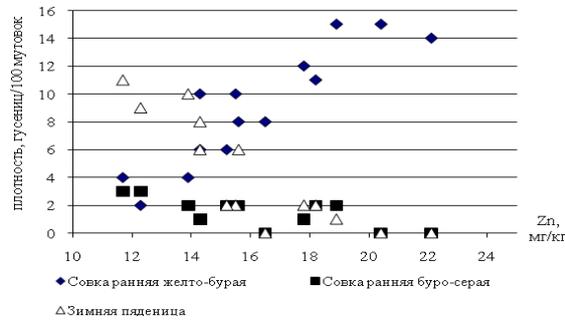


Рис. 2. Зависимость плотности личинок совки ранней желто-бурой, совки ранней буро-серой и зимней пяденицы от содержания цинка в листьях

Что касается свинца, то как оказалось, его содержание влияет на плотность большего количества видов, чем остальные три микроэлемента. Чувствительность к содержанию этого элемента обнаружили четыре вида листогрызущих насекомых, входящих в состав микросообщества (рис. 3). При этом отрицательная достоверная корреляция была отмечена только для плотности личинок грабовой огневки ($R = -0,58$; d.f. = 12; $P < 0,05$). Плотность же личинок совки ранней желто-бурой, хохлатой пяденицы и угловатой пяденицы южной напротив возрастает с увеличением содержания этого элемента. Наиболее тесная положительная корреляция характерна для плотности угловатой пяденицы южной ($R = 0,74$; d.f. = 12; $P < 0,01$) и хохлатой пяденицы ($R = 0,61$; d.f. = 12; $P < 0,05$), для совки она менее значительна, но все же статистически достоверна ($R = 0,57$; d.f. = 12; $P < 0,05$). Следует упомянуть, что при этом содержание свинца в листьях деревьев колебалось от 0,46 до 1,12 мг/кг и, таким образом, деревья по концентрации этого элемента отличались примерно в 2 раза.

Для трех видов личинок была отмечена достоверная положительная корреляция с содержанием в листьях кадмия, содержание которого колебалось от 0,035 до 0,095 мг/кг (рис. 4). Наиболее чувствительными к повышению этого элемента оказались личинки угловатой пяденицы южной ($R = 0,90$; d.f. = 12; $P < 0,01$). Для двух других видов – совки ранней желто-бурой и хохлатой пяденицы – коэффициенты корреляции составили 0,57 и 0,65 соответственно.

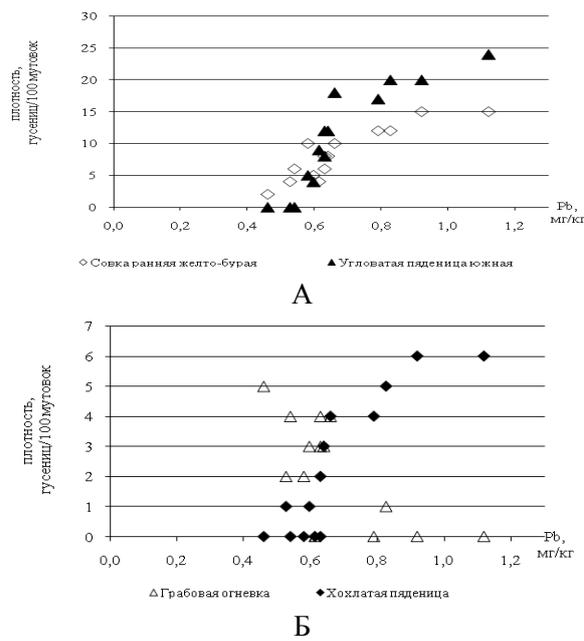


Рис. 3. Зависимость плотности личинок совки ранней желто-бурой, угловатой пяденицы южной (А), грабовой огневки и хохлатой пяденицы (Б) от содержания свинца в листьях

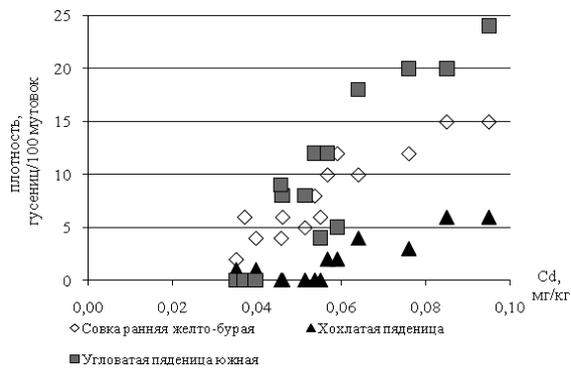


Рис. 4. Зависимость плотности личинок совки ранней желто-бурой, угловатой пяденицы южной и хохлатой пяденицы от содержания кадмия в листьях

Таким образом, из тринадцати видов насекомых для семи установлены достоверные корреляционные связи между плотностью личинок и изменением содержания цинка, меди, свинца и кадмия в листьях. Для таких видов как непарный шелкопряд, красновато-серый дубовый коконопряд, пяденица обдирало, дубовая палевая листовертка, дубовая хвостатка и златогузка достоверных корреляций между их плотностью и содержанием микроэлементов не установлено. Интересным

представляется тот факт, что среди видов обнаруживших корреляцию можно выделить две группы в зависимости от того положительная или отрицательная корреляционная связь. К первой группе можно отнести виды, плотность которых уменьшается с увеличением содержания тяжелого металла. В эту группу вошли зеленая дубовая листовертка, совка ранняя буро-серая, грабовая огневка и зимняя пяденица (рис. 1–3). Во вторую группу входят такие виды как совка ранняя желто-бурая, хохлатая пяденица и угловатая пяденица южная, для которых, наоборот, характерно увеличение плотности с увеличением концентрации микроэлементов (рис. 2–4).

Обобщенная матрица корреляционных связей, характеризующая ассоциации видов в микросообществах индивидуальных консорциев дуба и содержанием микроэлементов представлена в табл. 1.

Таблица 1

Значения коэффициентов корреляции между плотностью видов в микросообществах индивидуальных консорциев дуба и содержанием тяжелых металлов в листьях

Микроэлемент Вид фитофага	Cu	Zn	Pb	Cd	Cu+Zn
Зеленая дубовая листовертка	-0,56*	-0,16	-0,03	-0,06	-0,37
Непарный шелкопряд	-0,12	0,03	-0,06	-0,07	-0,04
Совка ранняя желто-бурая	0,07	0,56*	0,57*	0,57*	0,38
Совка ранняя буро-серая	-0,65*	-0,55*	-0,14	-0,09	-0,65*
Красновато-серый дубовый коконопряд	0,12	-0,14	0,17	-0,01	-0,03
Грабовая огневка	-0,14	-0,28	-0,58*	-0,38	-0,24
Зимняя пяденица	-0,61*	-0,76**	0,18	-0,02	-0,76**
Пяденица обдирало	0,13	0,03	-0,18	-0,24	0,08
Хохлатая пяденица	-0,13	0,10	0,61*	0,65*	0,00
Угловатая пяденица южная	0,02	0,29	0,74**	0,90**	0,19
Дубовая палева листовертка	-0,03	0,20	-0,35	-0,13	0,11
Златогузка	0,09	0,11	-0,02	-0,32	0,11
Дубовая хвостатка	0,13	-0,17	-0,11	-0,24	-0,05

Примечание: достоверные корреляционные связи выделены жирным шрифтом

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$

В тоже время, можно отметить и закономерности влияния отдельных элементов на колебания плотности видов с достоверной корреляционной связью. Так медь, несмотря на относительно невысокие концентрации, оказывает негативное влияние на плотность видов в микросообществе (рис. 1). Вместе с тем противоположные закономерности характерны для такого сильнотоксичного элемента как кадмий. Во всех вариантах повышение его содержания сопряжено с увеличением плотности видов (рис. 4). В отношении содержания цинка и свинца таких четких закономерностей не обнаружено.

Полученные данные позволяют говорить о наличии определенных отношений между аккумуляцией микроэлементов в листьях и составом микросообщества насекомых, обитающих на дереве. Обнаруженные связи позволяют предположить способность отдельных видов насекомых-фитофагов к избирательности в отношении содержания химических элементов в листьях их кормовых растений.

ВЫВОДЫ

1. Плотность семи из тринадцати видов насекомых-фитофагов достоверно коррелирует с изменением содержания цинка, меди, свинца и кадмия в листьях дуба пушистого.
2. Уменьшение плотности личинок с увеличением содержания микроэлементов отмечено для зеленой дубовой листовертки, совки ранней буро-серой, грабовой огневки и зимней пяденицы. Увеличения плотности с ростом концентрации элементов характерно для совки ранней желто-бурой, хохлатой пяденицы и угловатой пяденицы южной.
3. На колебание плотности видов концентрация меди оказывает негативное, а кадмия положительное влияние. Для свинца и цинка четких закономерностей не обнаружено.
4. Выявленные связи указывают на способность отдельных видов насекомых-фитофагов к избирательности в отношении содержания химических элементов в листьях их кормовых растений.

Список литературы

1. Войнар А.И. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека / А.И. Войнар. – М. : Высшая школа, 1960. – 544 с.
2. Кабата-Пендиас А.. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. – М. : Мир, 1989. – 439 с.
3. Школьник М.Я. Микроэлементы в жизни растений / М.Я. Школьник. – Л. : Наука, 1980. – 278 с.
4. Бессонова В.П. Морфо-функциональные исследования растений в условиях загрязнения среды тяжелыми металлами: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра біол. наук: спец. 03.00.16 "Екологія"/ В.П. Бессонова. – Днепропетровск, 1991. – 36 с.
5. Биогеоценологический покров Бескид и его динамические тенденции / [М.А. Голубец, Д.В. Борсук, М.В. Гаврилюк и др.] ; под ред. М.А. Голубца. – Киев : Наук. думка, 1983. – 240 с.
6. Ильин В.Б. Элементный химический состав растений / В.Б. Ильин. – Новосибирск : Наука, 1985. – 129 с.
7. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение / В.Б. Ильин. – Новосибирск : Наука, 1991. – 151 с.

8. Цветкова Н.Н. Особенности миграции органо-минеральных веществ и микроэлементов в лесных биогеоценозах степной Украины / Н.Н. Цветкова. – Днепропетровск: Изд-во ДГУ, 1992. – 238 с.
9. Івашов А.В. Консортівні зв'язки зеленої дубової листовійки (*Tortrix viridana* L.): теоретичні і прикладні аспекти : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра біол. наук: спец. 03.00.16 "Екологія" / А.В. Івашов. – Дніпропетровськ, 2001. – 36 с.
10. Ivashov A.V. The role of host plant phenology in the development of the oak leafroller moth, *Tortrix viridana* L. (*Lepidoptera: Tortricidae*) / A.V. Ivashov, G.E. Boyko, A.P. Simchuk // Forest Ecology and Management. – 2002. – Vol. 157. – P. 7–14.
11. Гусев В.И. Определитель поврежденных лесных, декоративных и плодовых деревьев и кустарников / В.И. Гусев. – М. : Лесн. пром-сть, 1984. – 472 с.
12. Ильинский А.И. Определитель вредителей леса / А.И. Ильинский. – М. : Сельхозгиз, 1962. – 392 с.
13. Мамаев Б.М. Определитель насекомых по личинкам / Б.М. Мамаев. – М. : Просвещение, 1972. – 400 с.
14. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства / Госагропром СССР, Центр. ин-т агрохим. обслуживания с.-х. (ЦИНАО) – М. : 1989. – 64 с.

Савушкіна І.Г. Вплив вмісту мікроелементів у листках дуба пухнастого на склад мікрогруповання комах-фітофагів / І.Г. Савушкіна // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2012. – Т. 25 (64), № 3. – С. 171-178.

Наведено результати вивчення впливу вмісту мікроелементів (Cu, Zn, Bb, Cd) у листках дерев дуба пухнастого на склад мікрогруповань листогризучих комах, що населяють ці рослини. Встановлено, що щільність семи з тринадцяти видів комах-фітофагів весняно-літнього комплексу достовірно корелює із вмістом важких металів у листках.

Ключові слова: дуб пухнастий, мікрогруповання, листогризучі комахи, мікроелементи, важкі метали.

Savushkina I.G. The microelements content in the leaves of pubescent oak influence on the composition of microcommunity phytophagous insects / I.G. Savushkina // Scientific Notes of Taurida V.I. Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2012. – Vol. 25 (64), No 3. – P. 171-178.

There is results of study of the microelement content (Cu, Zn, Bb, Cd) in the leaves of pubescent oak trees influence on the composition microcommunities herbivorous insects inhabiting these plants. Found that the density seven of the thirteen species of phytophagous insects spring-summer complex is significantly correlated with the content of heavy metals in the leaves.

Keywords: pubescent oak, microcommunity, herbivorous insects, microelement, heavy metals.

Поступила в редакцію 24.09.2012 г.