

8. Реут Ю.А. Некоторые особенности питания степного сурка в заповедной степи «Аскания-Нова» // Тез. докл. IV съезда Всесоюз. териол. об-ва. – М., 1986. – Т.3. – С.209.
9. Сунцов В.В. Кормовое поведение и упитанность тарбагана в Туве // Тез. докл. IV съезда Всесоюз. териол. об-ва. – М., 1986. – Т.3. – С. 218–220.
10. Стогов И.И. Материалы по питанию серого сурка // Зоол. журн. – 1956. – Т.35. – №9. – С.1390–1394.
11. Середнева Т.А. Закономерности территориального размещения монгольского сурка в Восточном Хангае (МНР) // Структура популяций сурков: сб. науч. тр. – М., 1991. – С.233–274.
12. Наумова Е.И. Функциональная морфология пищеварительной системы грызунов и зайцеобразных. – М.: Наука, 1981. – 262 с.
13. Абатуров Б.Д., Хашаева М.Г. Усвоение зеленых кормов грызунами разной пищевой специализации в зависимости от фазы вегетации кормовых растений // Зоол. журн. – 1995. – Т.74. – №4. – С.132–142.
14. Лебедев П.Т., Усович А.Т. Методы исследования кормов, органов и тканей животных. – М.: Россельхозиздат, 1965. – 711 с.
15. Далимова Г.Н., Абдуазимов Х.А. Лигнины травянистых растений // Химия прир. соединений. – 1994. – №2. – С.160–177
16. Boudet A.-M. Lignin and lignification: Selected issues // Plant Physiol. Biochem. – 2000. – Vol.38 (1/2) – P 81–96.
17. Гудвин Т., Мерсер Э. Введение в биохимию растений. – Т.2. – М.: Мир, 1986. – 312 с.
18. Бадмаев Б.Б. Кормовые растения тарбагана в Западном Забайкалье // Вестн. КрасГАУ. – 2009. – №7 – С.91–95.



УДК 595.754:632.754.1

Е.Н. Хорольская, И.В. Батлуцкая

ОЦЕНКА БИОИНДИКАЦИОННОЙ ЗНАЧИМОСТИ ИЗМЕНЧИВОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ МЕЛАНИЗИРОВАННОГО РИСУНКА ПОКРОВА КЛОПА-СОЛДАТИКА

Определена информационная значимость изменчивости элементов меланизированного рисунка покрова клопа-солдатика. Разработаны критерии сравнения элементов меланизированного рисунка покрова.

Ключевые слова: биоиндикация, клоп-солдатык, меланизированный рисунок, изменчивость, антропогенное воздействие.

E.N. Khorolskaya, I.V. Batlutskaya

ESTIMATION OF THE BIOINDICATION SIGNIFICANCE OF THE ELEMENT VARIABILITY OF THE PYRRHOCORIS APTERUS VESTITURE MELANIZED PATTERN

Information importance of the element variability of the pyrrhocoris apterus vestiture melanized pattern is determined. Criteria for comparison of the vestiture melanized pattern elements are developed.

Key words: bioindication, pyrrhocoris apterus, melanized pattern, variability, anthropogenic influence.

Одним из актуальных направлений современного экологического мониторинга является поиск биологических индикаторов состояния территорий, подверженных антропогенному воздействию. Изучая живые организмы, исследователь непосредственно наблюдает последствия воздействий загрязнений, характерных для конкретной экосистемы. Перспективными в этом плане являются насекомые [1,4,5]

Ранее проведена оценка биоиндикационной значимости следующих биологических видов: клоп-солдатык, клоп итальянский, тощий клоп, клоп горчичный и оса германская. Анализ биоиндикационной ценности перечисленных видов по шести критериям сравнения показал, что наиболее соответствует требованиям к модельным объектам биоиндикации наземных экосистем клоп-солдатык [2]

Стабильность существования природных популяций клопа-солдатика является показателем способности организма развиваться в процессе взаимодействия онтогенеза отдельных особей с комплексом факторов популяционного гомеостаза без каких-либо отклонений от условной нормы и ошибок, выражающихся в нарушении билатеральной симметрии элементов меланизированного рисунка покрова. Появление асиммет-

рии какого-либо элемента рисунка может свидетельствовать о нарушении эмбриональных и постнатальных процессов, происходящих в организме клопа-солдатика. В совокупности это дает возможность интегральной оценки уровня воздействия на организм комплекса факторов, включая и антропогенный [3].

Цель исследования – определить наибольшую информационную значимость изменчивости элементов меланизированного рисунка покрова клопа-солдатика для биоиндикации.

Задачи: 1) разработать критерии сравнения элементов меланизированного рисунка покрова клопа-солдатика; 2) оценить биоиндикационную ценность изменчивости элементов меланизированного рисунка покрова клопа-солдатика.

Материалы и методы

Материалом исследования послужили выборки клопа-солдатика из популяций Белгородской области. Общий объем сбора составил более 4000 половозрелых особей.

Основа существования любых организмов – формирование популяционной стратегии, направленной на адаптацию сообщества к комплексу постоянно изменяющихся естественного и антропогенного воздействий. Появление асимметрии в меланизированном рисунке покрова клопа-солдатика служит отражением внешнего воздействия биотических, абиотических и антропогенных факторов. Изменчивость элементов меланизированного рисунка покрова насекомых изучали только у половозрелых особей, у которых полностью закончен процесс формирования рисунка, что исключает проявления онтогенетической изменчивости. Меланизированный рисунок спинной части покрова клопа-солдатика состоит из рисунка переднеспинки – элемент П, и рисунка надкрыльев – элементы А, В, С, D (рис. 1).

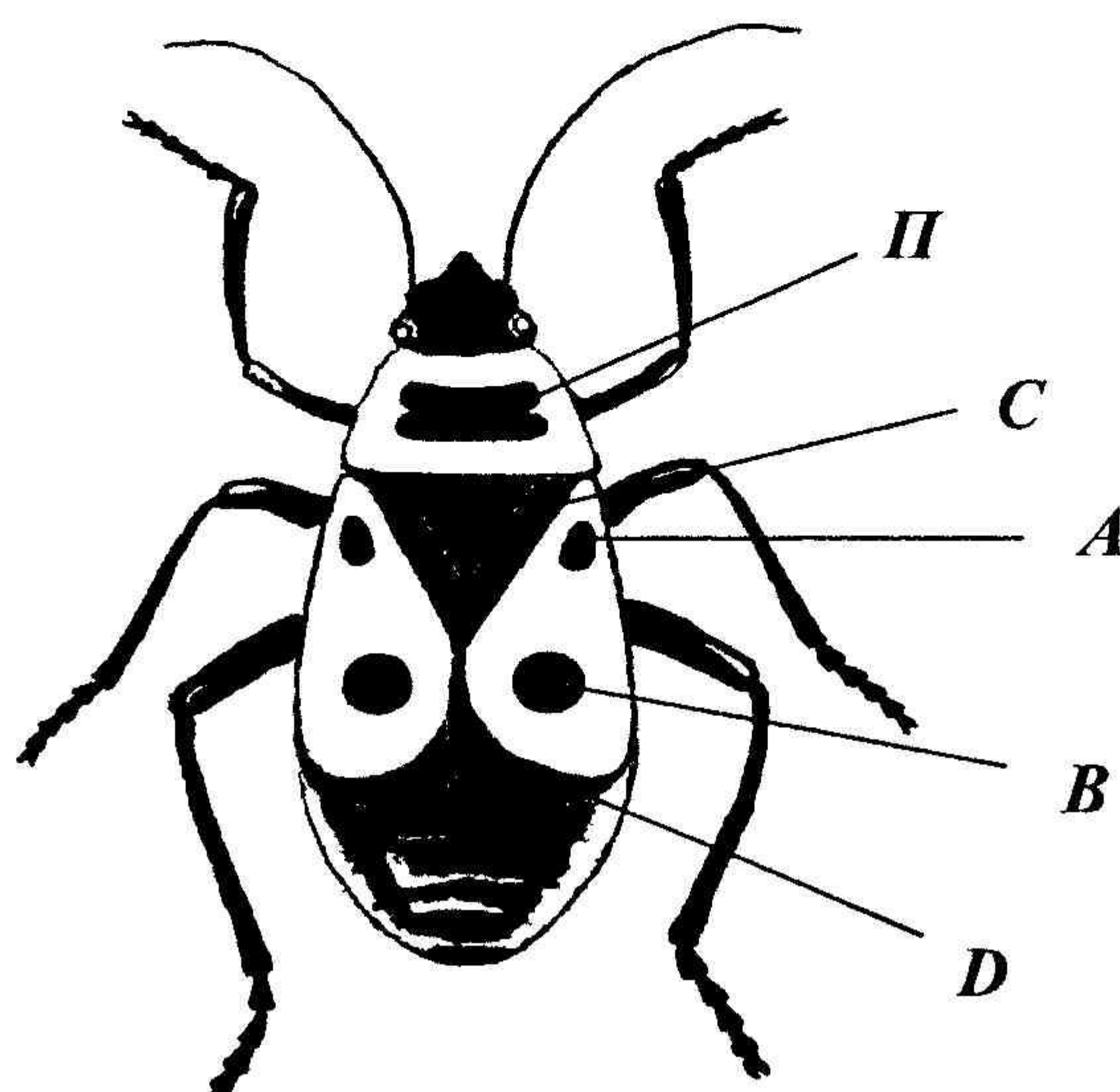


Рис. 1. Внешний вид клопа-солдатика.
П, С, А, В, D – элементы меланизированного покрова

Обнаружены широкие спектры изменчивости элементов П, А, В и D. Из пяти элементов меланизированного рисунка клопа-солдатика исключили элемент С, так как для него не обнаружено изменчивости. Из элементов, имеющих асимметричное проявление вариаций, также исключили элемент П. Это вызвано стремлением устранить возможные ошибки при характеристике элементов по выбранным критериям в связи с различным морфофизиологическим обоснованием: расположением элементов рисунка и их связью с внутренними органами. Рисунок переднеспинки имеет топографическую связь с мышечными пучками, а элементы меланизированного рисунка надкрыльев располагаются над различными внутренними органами.

Для оценки информационной значимости изменчивости элементов меланизированного рисунка покрова клопа-солдатика для биоиндикации наземных экосистем применили метод анализа иерархий. Метод разработан как инструмент планирования и принятия решений в ситуации, при которой различные альтерна-

тивы должны сравниваться по критериям, не имеющим определенной количественной оценки [7]. Алгоритм примененного метода анализа иерархий – одного из наиболее широко используемых в последние годы методов системного анализа и объективной оценки полученных данных при изучении воздействия многих факторов и различных критериев их анализа заключается в том, что конструируется многоуровневая (в данном случае – пятиуровневая) иерархическая структура. На ее нижнем уровне располагаются сравниваемые объекты: элементы меланизированного рисунка надкрыльев клопа-солдатика: А, В и D. На предшествующем уровне располагаются критерии сравнения: 1) частота встречаемости асимметрии рассматриваемого элемента меланизированного рисунка надкрыльев клопа-солдатика; 2) топографическое соответствие рассматриваемого элемента меланизированного рисунка надкрыльев внутренним органам насекомого; 3) простота определения вариации элемента меланизированного рисунка надкрыльев клопа-солдатика; 4) спектр изменчивости элемента меланизированного рисунка надкрыльев клопа-солдатика; 5) относительный размер элемента меланизированного рисунка надкрыльев клопа-солдатика; 6) наличие в спектре изменчивости элемента вариаций с дополнительными выростами.

Вершиной иерархии является целевая установка производимого выбора (информативная ценность элементов А, В и D меланизированного рисунка надкрыльев клопа-солдатика для биоиндикации).

В различных модификациях метод анализа иерархий устанавливаются как линейные, так и геометрические шкалы для перевода качественных суждений в числовые оценки. В работе использовалась классическая линейная шкала (табл. 1).

Таблица 1

Шкала для парных сравнений одноуровневых элементов иерархии

Качественные суждения	Числовые оценки
Одинаковая значимость	1
Слабое (умеренное) преобладание	3
Существенное (сильное) преобладание	5
Очень сильное преобладание	7
Абсолютное преобладание	9
Возможные промежуточные значения	2, 4, 6, 8

Далее по приведенной шкале попарно индивидуально оценивали значимость заданных характеристик для элементов А, В и D меланизированного рисунка надкрыльев клопа-солдатика по каждому критерию поочередно, то есть с точки зрения элементов вышестоящего уровня иерархии. Аналогичным образом сравнивали между собой выбранные критерии согласно поставленной цели. Полученные результаты удобно представить в виде матриц парных сравнений $A=(a_{ij})$ размерности N с использованием шкалы для перевода качественных характеристик в количественные. Следующий шаг состоял в вычислении вектора частных (условных) приоритетов по формуле $w = (w_1, w_2, \dots, w_N)$. Для этого необходимо решить алгебраическую задачу на собственные значения, так как искомым вектором служит собственный вектор w, соответствующий максимальному собственному значению λ_{max} : $Aw = \lambda_{max}w$. Хорошим приближением для w является среднее геометрическое значение элементов каждой строки $w_i = (\prod_j a_{ij})^{1/N}$ матрицы парных сравнений (мультипликативная модификация метода анализа иерархий). Одновременно целесообразно оценивать степень несогласованности индивидуальных экспертных суждений по каждой матрице парных сравнений с помощью предложенного Т. Саати (1993) коэффициента $CI=(\lambda_{max}-N)/(N-1)$, сравнивая его со значениями CI для случайной расстановки приоритетов. При полной согласованности $\lambda_{max} = N$ и $CI = 0$.

Итоговый ранг каждого k-го объекта R_k вычисляется как сумма приоритетов w_{kj} , взвешенных по значимости q_j соответствующих критериев:

$$R_k = \sum_j q_j w_{kj}; \quad k = 1, 2, 3; \quad j = 1, 2, \dots, 6.$$

Для получения вектора полных приоритетов q для рассматриваемых альтернатив (элементов А, В и D меланизированного рисунка надкрыльев клопа-солдатика) производится свертка частных оценок по отдельным критериям (w_{ik}) и по координатно вычисляются взвешенные суммы: $q_i = \sum_k w_{ik} u_k$, где q_i – искомая итоговая оценка; u_k – вес k -го критерия; $W=(w_{ik})$ – матрица, составленная из оценок по различным критериям элементов А, В и D меланизированного рисунка надкрыльев клопа-солдатика; k – номер критерия; i – номер элемента. При этом выполняются условия нормировки весов критериев $\sum_k u_k = 1$ и частных оценок по каждому критерию $\sum_i w_{ik} = 1$.

Достоинство метода анализа иерархий – в простоте и прозрачности выбора наилучшей альтернативы из имеющихся.

Полученные результаты

Из выбранных критериев, как свидетельствуют данные таблицы 2, наиболее значим критерий 2 (топографическое соответствие рассматриваемого элемента меланизированного рисунка надкрыльев внутренним органам насекомого): согласно нормативным весам, он доминирует над остальными. Затем следуют близкие по своим значениям критерии 1, 5 и 6. На последнем ранге находится критерий 3 (простота определения вариации элемента меланизированного рисунка надкрыльев клопа-солдатика). После ранжирования выбранных критериев проводится оценка каждого анализируемого элемента меланизированного рисунка покрова последовательно по каждому из шести критериев с целью определения их информативной ценности для биоиндикации.

Таблица 2

Сравнение биоиндикационной ценности выбранных критериев

Критерий	1	2	3	4	5	6	Произведение	Корень из произведения	Нормированные веса	Ранг
1	1,00	0,14	3,00	1,00	3,00	1,00	1,29	1,04	0,13	3
2	7,00	1,00	9,00	5,00	3,00	3,00	2835,00	3,76	0,47	1
3	0,33	0,11	1,00	0,33	0,20	0,33	0,00	0,31	0,04	6
4	1,00	0,20	3,00	1,00	3,00	1,00	1,80	1,10	0,14	2
5	0,33	0,33	5,00	0,33	1,00	3,00	0,56	0,91	0,11	4
6	1,00	0,33	3,00	1,00	0,33	1,00	0,33	0,83	0,10	5
							7,95	1,00		

Результаты оценки биоиндикационной значимости изучаемых элементов по выбранным критериям отражены в таблице 3. Элементу В принадлежит первенство по трем критериям сравнения (критерии 2, 3 и 6. топографическое соответствие рассматриваемого элемента меланизированного рисунка надкрыльев внутренним органам насекомого; простота определения вариации элемента меланизированного рисунка надкрыльев клопа-солдатика; наличие в спектре изменчивости элемента вариаций с дополнительными выростами), элемент А лидирует по первому критерию (частота встречаемости асимметрии рассматриваемого элемента меланизированного рисунка надкрыльев клопа-солдатика), а элемент D меланизированного рисунка покрова насекомого занимает первый ранг по пятому критерию сравнения (относительный размер элемента меланизированного рисунка надкрыльев клопа-солдатика). По критерию 4 (спектр изменчивости элемента меланизированного рисунка надкрыльев клопа-солдатика) элементы А и В получили одинаковые ранги.

Оценка биоиндикационной ценности элементов

Элемент меланизированного рисунка	A	B	D	Произведение	Корень из произведения	Нормированные веса	Ранг
1. Частота встречаемости асимметрии рассматриваемого элемента меланизированного рисунка надкрыльев клопа-солдатика							
A	1,00	3,00	7,00	21,00	2,76	0,65	1
B	0,33	1,00	5,00	1,67	1,19	0,28	2
D	0,14	0,20	1,00	0,03	0,31	0,07	3
4,25							
2. Топографическое соответствие рассматриваемого элемента меланизированного рисунка надкрыльев внутренним органам насекомого							
A	1,00	0,33	0,33	0,11	0,48	0,14	3
B	3,00	1,00	2,00	6,00	1,82	0,53	1
D	3,00	0,50	1,00	1,50	1,14	0,33	2
3,44							
3. Простота определения вариации элемента меланизированного рисунка надкрыльев клопа-солдатика							
A	1,00	0,33	0,50	0,17	0,55	0,16	3
B	3,00	1,00	3,00	9,00	2,08	0,59	1
D	2,00	0,33	1,00	0,67	0,87	0,25	2
3,50							
4. Спектр изменчивости элемента меланизированного рисунка надкрыльев клопа-солдатика							
A	1,00	1,00	5,00	5,00	1,71	0,45	1
B	1,00	1,00	5,00	5,00	1,71	0,45	1
D	0,20	0,20	1,00	0,04	0,34	0,09	2
3,76							
5. Относительный размер элемента меланизированного рисунка надкрыльев клопа-солдатика							
A	1,00	0,20	0,14	0,03	0,31	0,07	3
B	5,00	1,00	0,20	1,00	1,00	0,22	2
D	7,00	5,00	1,00	35,00	3,27	0,71	1
4,58							
6. Появление в спектре изменчивости элемента вариаций с дополнительными выростами							
A	1,00	0,20	0,33	0,07	0,41	0,10	3
B	5,00	1,00	3,00	15,00	2,47	0,64	1
D	3,00	0,33	1,00	1,00	1,00	0,26	2
3,87							

Векторы полных приоритетов для рассматриваемых элементов меланизированного рисунка покрова клопа-солдатика рассчитывались следующим образом

Для элемента А:
 $R=0,13 \cdot 0,65 + 0,47 \cdot 0,14 + 0,04 \cdot 0,16 + 0,14 \cdot 0,45 + 0,11 \cdot 0,07 + 0,1 \cdot 0,1 = 0,2374$.
Для элемента В
 $R=0,13 \cdot 0,28 + 0,47 \cdot 0,53 + 0,04 \cdot 0,59 + 0,14 \cdot 0,45 + 0,11 \cdot 0,22 + 0,1 \cdot 0,64 = 0,4603$.
Для элемента D.
 $R=0,13 \cdot 0,07 + 0,47 \cdot 0,33 + 0,04 \cdot 0,25 + 0,14 \cdot 0,09 + 0,11 \cdot 0,71 + 0,1 \cdot 0,26 = 0,2909$.

Итоговые ранги свидетельствуют о том, что элемент В меланизированного рисунка надкрыльев клопа солдатика характеризуется наибольшим значением, далее следует элемент D. Наименьшее значение итогового ранга определено для элемента А.

Вскрытие насекомого показало топографическое соответствие элемента В меланизированного рисунка надкрылья жировому телу. Известно, что последнее выполняет важную роль в жизнедеятельности орга

низма клопа [6]. Необходим поиск и установление взаимосвязи свойств и характеристик жирового тела и развития особенностей элемента В меланизированного рисунка надкрылья клопа-солдатика.

Таким образом, используя метод анализа иерархий, выявлено, что из трех исследованных элементов (А, В и D) меланизированного рисунка надкрылья клопа-солдатика по комплексу разработанных критериев наиболее информативным для целей биоиндикации наземных экосистем оказался элемент В.

Литература

1. Батлуцкая И.В. Изменчивость меланизированного рисунка насекомых в условиях антропогенного воздействия: моногр. – Белгород, 2003. – 168 с.
2. Батлуцкая И.В. Применение МАИ для биоиндикаторной оценки изменчивости меланизированного рисунка покровов насекомых из различных наземных экосистем // Науч. вед. Серия экология. – №1 (21). Вып. 3. – Белгород, 2005 – С. 30-37.
3. Биотест: интегральная оценка здоровья экосистем и отдельных видов / под ред. В.М. Захаров, Д.М. Кларк. – М.: Москов. отд. междунар. фонда «Биотест», 1993. – 68 с.
4. Злотин А.З., Бойчук Ю.Д., Сковороды Г.С. Энтомологический мониторинг // Биология в школе. – 1998. – №1. – С. 14–15.
5. Криволицкий Д.А., Тихомиров Ф.А., Федоров Е.А. Биоиндикация и экологическое нормирование // Влияние промышленных предприятий на экологическую среду / отв. ред. Д.А. Криволицкий. – М., 1987. – С. 18–26.
6. Мухина А.А., Хорольская Е.Н. Экологический и морфологический анализ топографического соответствия элемента В меланизированного рисунка покрова и жирового тела клопа-солдатика // Экология-2006: науч. ст. 15-го междунар. симп. – Бургас, Болгария, 2006. – С. 138–149.
7. Саати Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993 – 314 с.



УДК 579.264:630

В.А. Сенашова, Н.Д. Сорокин

ВЛИЯНИЕ ФИТОНЦИДНОЙ АКТИВНОСТИ ХВОЙНЫХ РАСТЕНИЙ НА ЭПИФИТНЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕЙ СИБИРИ

Оценивается степень влияния фитонцидной активности ряда хвойных растений на формирование эпифитного комплекса филлосферы. Выяснено, фитонциды каких исследуемых растений оказывают наибольший бактериостатический эффект. Определены периоды вегетации, когда фитонцидная активность в условиях Средней Сибири максимальна.

Ключевые слова: хвойные растения, эпифитная микрофлора, фитонцидная активность, Средняя Сибирь.

V.A. Senashova, N.D. Sorokin

CONIFEROUS PLANT PHYTONCIDE ACTIVITY INFLUENCE ON THE EPIPHYTIC MICROORGANISMS IN THE MIDDLE SIBERIA CONDITIONS

The influence degree of some coniferous plant phytoncide activity on the phyllosphere epiphytic complex formation is estimated. It is found out phytoncides of which researched plants produce the greatest bacteriostatic effect. The vegetation periods when the phytoncide activity is maximal in the Middle Siberia conditions are determined.

Key words: coniferous plants, epiphytic microflora, phytoncide activity, Middle Siberia.

Введение

В условиях Средней Сибири доминирующее положение в лесных насаждениях занимают хвойные виды, обладающие высокой фитонцидной активностью. Фитонцидность хвойных является одним из факторов регуляции численности и качественного состава эпифитных микроорганизмов, в том числе патогенных микромикробов. В свою очередь эпифитная микрофлора играет важную роль в жизни растения-хозяина. Она имеет санитарно-экологическую значимость: фиксирует азот, выполняет защитную функцию, угнетая разви-