

УДК 591.52 : 578.087.1 : 632.913

## ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ НАСЕКОМЫХ-КАРПОБИОНТОВ В АСПЕКТЕ ОПТИМИЗАЦИИ ОБСЛЕДОВАНИЯ СЕМЕННЫХ БАЗ

Г. В. СТАДНИЦКИЙ, Ю. Л. КАПТЕН

Ленинградский технологический институт ЦБП  
Всесоюзный институт защиты растений

Получение достоверной информации о численности вредителей шишек, плодов и семян затруднено из-за ряда причин: неравномерности размещения репродуктивных органов в кронах деревьев, периодичности плодоношения, эндофитного образа жизни и неравномерности распределения самих насекомых. Эти причины в совокупности делают учетные мероприятия весьма трудоемкими. Поэтому особенности пространственной структуры популяций карпобионтов необходимо учитывать как при разработке учетных программ, так и при проведении обследовательских и защитных мероприятий. Применительно к эндофитным видам, в отличие от экзофитных, этот вопрос почти не исследован.

Специфика пространственного распределения особей (ПРО) карпобионтов в период личиночного питания заключается, во-первых, в высокой степени их популяционной дискретности [5], а во-вторых, в том, что беспробные методы исследования пространственной структуры популяций, например анализ расстояний между особями [4], высот размещения объектов и т. п., в полевых условиях для этих насекомых малопримемлемы. Поэтому наиболее целесообразно аппроксимировать характер размещения личинок карпобионтов на основе анализа распределения их численности в сериях проб по аналогии с экзофитными видами [7, 8, 10], для чего разработан ряд оценочных показателей — так называемых индексов скученности или гомогенности. Существуют, в частности, индекс дисперсии  $(A_1 = \frac{\sigma^2}{\bar{x}})$ , индекс средней скученности Ллойда  $(A_2 = \frac{\bar{x}^2 + \sigma^2 - \bar{x}}{\bar{x}})$ , индекс Мура  $(A_3 = \frac{2n_0n_2}{n_1^2})$ , где  $\bar{x}$  — число особей в пробе (плотность),  $\sigma^2$  — дисперсия,  $n_0, n_1, n_2$  — частоты проб пустых (без насекомых) с одной и двумя личинками соответственно. Распределение считается агрегированным при  $A_1 > 1, A_2 \gg 1$  и  $A_3 > 1$  [3]. При  $\sigma^2 = \bar{x}$  распределение считается случайным, а при  $\sigma^2 < \bar{x}$  — регулярным [4].

Цель данной работы — оценка названных индексов в популяциях карпобионтов хвойных пород, сопоставление их варьирования с задачами учетно-надзорных работ.

В связи с резкой периодичностью семеношения, в частности ели европейской, выборки шишек в отдельные годы весьма ограничены: в малоурожайные годы на 1 га лесного массива можно обнаружить всего 2...3 десятка шишек. Понятно, что степень скученности личинок карпобионтов связана не только с плотностью, но и с объемом урожая шишек. Как видим (табл. 1), чем больше шишек в кроне дерева, тем меньше плотность поселения трех основных карпобионтов ели, хотя в пределах участков разных типов леса и возраста имеются существенные различия и отклонения от приведенных в таблице усредненных

Таблица 1

Заселенность шишек ели европейской  
насекомыми в связи с урожаем

Балл урожая по шкале В. Г. Кап- пера	Среднее число шишек, шт., в кроне дерева диаметром 18 ... 22 см	Начальная плотность поселения насекомых, экз. на шишку		
		Еловая шишковая листовертка	Еловая шишковая муха	Еловая шишковая галлица
0	Менее 1	95 ... 100	2 ... 6	18 ... 50
1	2 ... 4	66 ... 82	2 ... 4	10 ... 28
2	20 ... 27	30 ... 60	1,5 ... 3,0	8 ... 22
3	60 ... 72	12 ... 22	0,5 ... 1,5	12 ... 22
4	120 ... 144	1 ... 2	0,2 ... 0,8	2 ... 4
5	180 ... 216	0,5 ... 0,7	0,1 ... 0,8	1 ... 6

величин как по числу шишек, так и по степени их заселенности. По мере развития шишек и насекомых в них плотность и агрегированность уменьшаются за счет гибели части особей.

Таблица 2

## Оценки ПРО карпобионтов ели европейской с помощью индексов скученности

Но- мер вы- бор- ки	Дата сбора шишек	Балл уро- жай- ши- шек	Объ- ем вы- бор- ки, шт.	Характеристики выборок					Индексы ску- ченности		
				$\bar{x}$	$\sigma^2$	$n_0$	$n_1$	$n_2$	$A_1$	$A_2$	$A_3$
Еловая шишковая листовертка											
1	3.06.1966	2	16	63,7	322,0	0	0	0	5,1	67,7	Нет
2	12.06.1966	2	14	28,4	87,3	0	0	0	3,1	30,5	Нет
3	25.06.1966	2	32	7,2	20,3	2	2	1	2,8	9,0	1,0
4	25.08.1966	2	10	1,2	1,0	2	5	2	0,8	1,0	0,3
5	16.06.1969	3	11	13,2	89,7	0	0	0	6,8	19,0	Нет
6	8.07.1969	3	19	5,0	9,1	0	1	1	1,8	5,9	0
7	10.09.1969	3	10	3,7	6,3	1	1	2	1,4	4,4	4,0
8	25.10.1969	3	20	2,0	2,5	4	3	4	1,3	2,3	3,6
9	15.06.1969	3	27	0,7	0,5	12	11	4	0,7	0,5	0,8
10	3.07.1969	3	27	0,5	0,5	17	7	3	1,0	0,2	2,1
11	9.08.1969	3	37	0,6	0,9	25	5	5	1,5	1,0	10,0
12	Зима 1970/71	4	60	1,2	3,9	33	13	3	3,3	3,5	1,2
Еловая шишковая муха											
13	1968	0	9	2,7	3,4	1	2	1	1,3	3,0	0,5
14	1969	3	7	1,8	1,8	1	2	1	1,0	1,8	0,5
15	1967	5	16	1,4	3,8	6	7	0	2,8	3,2	0
Еловая шишковая галлица											
16	1966	2	18	19,0	36,6	0	0	0	3,2	17,7	Нет
17	1969	3	195	15,5	49,3	21	0	0	1,9	19,9	Нет
18	1970	4	60	3,7	37,4	22	8	7	10,1	12,8	4,8

Примечания. Выборки № 1—4, 5—8 и 9—11 из одного и того же насаждения и с одних и тех же или близко стоящих деревьев. Выборки № 1, 5 и 8 соответствуют начальной плотности поселения. 2. Выборки № 12—18 сделаны зимой и характеризуют конечную численность. Получены по данным выведения насекомых (№ 16—18) или учета повреждений (№ 13—15).

Вычисленные значения индексов показывают, что при сопоставлении с пороговыми величинами они могут давать разные оценки ПРО

даже для одних и тех же выборок. Так, для гусениц еловой шишковой листовертки (*Laspeyresia strobilella* L.) значение индекса  $A_1 = 3,3$  указывает на агрегированный тип ПРО, а значение  $A_2 = 3,5$  — на слабую агрегированность (табл. 2, выборка № 12). Это справедливо для выборок № 7 и 8 в той же табл. 2, а также для выборок № 13—15, касающихся еловой шишковой мухи (*Lasiomma anthracina* Cerny), и более того, значение  $A_1 = 1$  характеризует ПРО как случайное.

Причины расхождения в оценках ПРО заключаются в особенностях самих индексов: они обладают различной чувствительностью (или разрешающей способностью) и очевидно являются различными количественными и показателями, характеризующими один качественно усредненный признак — скученность особей. Приведенные значения индексов для трех видов насекомых в шишках ели демонстрируют весь спектр переходов от случайного ПРО к агрегированному. Такого же мнения о нестрогости самого понятия «агрегированность» придерживаются Л. Р. Тейлор и др. [10]. Кроме того, из приведенных данных (табл. 2) видно, что скученность (агрегированность) в той или иной степени присуща насекомым во всех выборках. Это также соответствует выводам о доминировании агрегированности в природе [9].

С течением вегетационного периода ПРО карпобионтов меняется, хотя эти изменения могут носить неоднозначный характер.

На примере четырех последовательных выборок (№ 1—4 и 5—8, табл. 2) заметно уменьшение агрегированности по мере проявления факторов смертности. В другом объекте (выборки № 9—11) наблюдается противоположная тенденция, хотя, на первый взгляд, с течением времени агрегированность должна уменьшаться. Очевидно, что такая неоднозначность оценок динамики ПРО вызвана наличием различных соотношений между числом пустых шишек (при обильных урожаях и низкой начальной плотности оно возрастает по мере отмирания части особей) и максимальным количеством насекомых в шишках, которое при оптимальных для развития условиях может сохраняться. Последний показатель определяет длину «хвоста» распределения и, следовательно, дисперсию. В итоге соотношение между плотностью, дисперсией и встречаемостью нулевых или содержащих одну, две и т. д. особи проб в отдельных участках одного и того же насаждения могут оказаться различными. Следовательно, будут различаться и индексы агрегированности ( $A_3$  может отсутствовать или равняться нулю). Поэтому к их конкретным значениям следует относиться с осторожностью и оценивать как самостоятельные показатели, по-разному характеризующие ПРО, а общий вывод делать на основе комплекса полученных значений индексов.

Поскольку ПРО карпобионтов всегда свойственна та или иная степень агрегированности, целесообразно проанализировать влияние последней на оценки скученности насекомых, получаемые при различных способах отбора проб. Понятно, что при случайном ПРО любой способ возможен в равной степени и уровень точности получаемых оценок средней численности (плотности) определяется числом взятых проб. При агрегированном ПРО число требуемых проб возрастает [4] и нарушается равная вероятность (независимость) получаемых оценок численности: например, наличие насекомых в одной шишке увеличивает вероятность того, что соседняя тоже заселена. Для устранения неоднородности исходного статистического материала в общем случае рекомендуется процедура рандомизации [1, 2]. Однако эффективность рандомизации применительно как к карпобионтам, так и другим жизненным формам насекомых остается малоизученной.

На примере личинок еловой шишковой галлицы (*Kaltenbachiola strobi* Winn.) исследовали влияние способа отбора проб на получаемые

Таблица 3

Средние значения заселенности шишек ели европейской личинками еловой шишковой галлицы при разных способах отбора проб (истинная средняя для 195 шишек  $\bar{x}_{195} = 15,5$ )

Способ отбора проб (шишек)	Число шишек в выборке, шт.	Средняя заселенность, шт. на шишку		
		$\bar{x}_{\text{мин}}$	$\bar{x}_{\text{макс}}$	$\bar{x}$ для 5 выборок
Сплошной последовательный учет	10	7,5	19,5	13,7
	20	7,9	18,8	15,9
Систематический отбор с равными промежутками	10	11,8	19,1	16,8
	20	14,7	18,3	16,8
Случайно-произвольная выборка	10	15,0	19,6	17,3
	20	13,8	18,5	16,3
Строго рандомизированный	10	12,0	18,3	15,3
	20	13,6	16,5	15,3

оценки заселенности при фиксированном объеме выборки (см. табл. 3 и выборку № 17 в табл. 2). Исходный ряд значений числа личинок в шишке характеризуется агрегированностью ПРО и достаточно большим объемом, чтобы условно принять его в качестве генеральной совокупности. Испытывали четыре варианта отбора проб: последовательный отбор шишек (например, № 1—10 или 100—110 и т. п.), систематический отбор с равными промежутками между номерами проб (например, 15-я, 25-я, 35-я и т. д. шишки), произвольно-случайная выборка и строго рандомизированный отбор с определением учетной шишки по таблице случайных чисел. В каждом варианте использовали пять выборок объемом 10 и 20 шишек.

Как видим (табл. 3), наибольшая амплитуда средних значений плотности заселения шишек во всех случаях присуща выборкам в количестве 10 шт., а между вариантами — в случае последовательного сплошного отбора.

Вероятность получения более достоверной оценки средней возрастает от последовательного учета к рандомизированному. В то же время строгая рандомизация, требующая в полевых условиях значительных затрат времени, сравнительно мало повышает точность в сравнении, например, с систематическим отбором. Хотя рандомизация устраняет субъективность в выборе учетной единицы, она мало значима для карпобионтов, а при низких урожаях шишек вряд ли возможна. Внесение элементов рандомизации существенно для программ последовательного учета, так как в расчетных формулах этот фактор точности не учитывается. В ходе экспериментов выяснилось, что при сплошном учете сильному варьированию подвержены не только средние значения, но и дисперсии при близких или равных средних. Поэтому и рекомендуемое число проб может сильно варьировать. Следовательно, нецелесообразно получать сначала небольшую выборку с последующим определением на ее основе (расчет средней и дисперсии) требуемого для заданной точности числа проб. На данном этапе состояния вопроса следует использовать предложенный ранее [6] отбор шишек с 8...21 дерева (в зависимости от объема урожая), достаточный для оценки заселенности шишек насекомыми с точностью 20 %.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Джессен Р. Методы статистических обследований.— М.: Финансы и статистика, 1985.— 487 с. [2]. Маркова Е. В., Маслак А. А. Рандомизация и ста-

тистический вывод.— М.: Финансы и статистика, 1986.— 207 с. [3]. Миркин Б. М., Розенберг Г. С. Толковый словарь современной фитоценологии.— М.: Наука, 1983.— 133 с. [4]. Одум Ю. Экология. Т. 2.— М.: Мир, 1986.— 376 с. [5]. Стадницкий Г. В., Бортник А. М. Стациальная теория динамики популяций насекомых // Докл. на XXIX чтении памяти Н. А. Холодковского.— Л.: Наука, 1977.— С. 44—65. [6]. Стадницкий Г. В., Сметанин Г. М. Об учете и прогнозировании урожаев семян хвойных пород // Лесн. журн.— 1985.— № 1.— С. 22—27.— (Изв. высш. учеб. заведений). [7]. Hargcourt D. G. Population dynamics of *Leptinotarsa decemlineata* (Say) in Eastern Ontario. I. Spatial pattern and transformation of field counts // *Canad. Entomol.*— 1963.— Vol. 95, N 8.— P. 813—820. [8]. Hargcourt D. G. Spatial pattern of the cabbage looper, *Tricoplusiani*, on crucifers // *Ann. Entomol. Soc. Amer.*— 1965.— Vol. 58, N 1.— P. 89—94. [9]. Taylor L. R. Assessing and interpreting the spatial distribution of insect populations // *Ann. Rev. Entomol.*— Palo Alto (Caliph.), 1984.— Vol. 29.— P. 321—357. [10]. Taylor L. R., Woivud J. P., Perry J. N. The negative binomial as a dynamic biological model for aggregation and the density dependance of K. // *J. of Animal Ecology.*— 1979.— Vol. 48, N 1.— P. 283—304.

Поступила 25 июля 1988 г.

УДК 630\*5 : 581.552 : 630\*242

## МОРФОСТРУКТУРА СОСНОВЫХ МОЛОДНЯКОВ НА ОСМОЛОДЕЛЯНКЕ

Ю. Г. САННИКОВ, А. С. БАРАНЦЕВ, Н. В. БЕРЕСНЕВА,  
Н. В. РУБЦОВА

КирНИИЛП

На этапе формирования молодняков закладываются основы будущих лесов как по продуктивности, так и производительности. Поэтому от того, насколько правилен проект организации рубок ухода в молодняках, зависит не только производительность древостоев, но и экономическая эффективность промежуточного пользования.

В ряде работ было отмечено, что осмолзаготовки можно расценивать как упрощенный, но полностью механизированный способ изреживания [1—3].

Однако для определения допустимой степени изреживания совершенно недостаточно знать только таксационные показатели молодняков на осмолоделянке. По нашему мнению, определяющим фактором должна быть морфоструктура молодняков.

Под морфоструктурой молодняков следует понимать состав, густоту, равномерность размещения по площади, а также вертикальное и горизонтальное строение не в целом таксационного выдела, а составляющих его элементов, т. е. соотношение деревьев, групп, биогрупп и куртин. Именно это соотношение характеризует лесовостановительный процесс в таксационном выделе и дифференциацию древесных растений в ценозе по их росту.

Сказанное относится к молоднякам естественного происхождения предварительной или последующей генераций. Морфоструктура таких молодняков в основном зависит от следующих факторов: характера лесовозобновительного процесса, протекающего под пологом древостоя; технологии и организации лесозаготовительных работ; источников обсеменения и их размещения на вырубке. Эти факторы, наряду с фенотипами, составляющими ценоз, определяют дифференциацию деревьев в процессе формирования молодняков естественного происхождения, а морфоструктура ценоза — целесообразность лесохозяйственного воздействия на них.

Рассмотрим морфоструктуру чистых сосновых молодняков предварительной генерации, произрастающих в Кайском лесхозе Кировской области в типе леса сосняк