

УДК 582.4/9-15+582.4/9-155.3+582.4/9-115.1

МОРФОМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЖИЗНЕННОГО СОСТОЯНИЯ ОСОБЕЙ И ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ НЕКОТОРЫХ ОДНОЛЕТНИКОВ В УСЛОВИЯХ АГРОФИТОЦЕНОЗА

С.П.Корнилов, старший преподаватель

Интенсивно развивающееся в настоящее время моделирование морфогенеза и репродукции растений, внутрипопуляционных и межпопуляционных отношений, позволяет выявить скрытые закономерности в строении и функционировании биологических систем, глубже проникнуть в суть явлений. Принимая во внимание сложность проблемы неравноценности особей, мы также воспользовались для ее изучения методами многомерной математической статистики. Факторный анализ был использован для поисков объективных количественных критериев, отражающих жизненное состояние особей и качество образуемых ими популяций. Под жизненным состоянием (жизненностью) особи в данном случае подразумевается уровень развития ее вегетативной сферы, приспособленность к условиям внешней среды и перенесению различных стрессовых ситуаций, степень участия в возобновлении популяций.

Определить жизненное состояние, охватив все признаки и стороны роста и развития особи от молекулярного уровня до уровня тканей и органов не представляется возможным, но можно оценить эту величину по некоторым ключевым морфологическим признакам (морфопараметрам).

В качестве объектов исследования были использованы популяции овса посевного (*Avena sativa* L.), ячменя двурядного (*Hordeum distichon* L.), гороха посевного (*Pisum sativum* L.) и вики посевной (*Vicia sativa* L.), образующие чистые и смешанные посевы с различным соотношением компонентов:

злаки 75% нормы высева (Н.В.) + бобовые 25% Н.В.;

злаки 50% Н.В. + бобовые 50% Н.В.;

злаки 25% Н.В. + бобовые 75% Н.В.

Исследовались также типичные сорняки этих посевов

– неслия метельчатая (*Neslia paniculata* (L.), Desv.), смолевка ночецветная (*Silene noctiflora* L.), чистец однолетний (*Stachys annua* (L.) L.) Ранее было установлено (Корнилов, 1982), что, несмотря на стабильность площадей питания, фитогенные поля бобовых растений с увеличением напряженности усиливают положительное влияние на ценопопуляции злаков, злаки же оказывают на ценопопуляции вики и гороха угнетающее воздействие. При исследовании взаимоотношений между злаками и бобовыми в луговых сообществах сходные результаты получены Тертингтоном и его сотрудниками (Б.М.Миркин, 1982).

Общим недостатком работ, связанных с оценкой жизненного состояния растений, является довольно ограниченный набор признаков или морфопараметров, применяемых для этой цели, а также значительный субъективизм при их выборе. Исходя из этого, мы поставили перед собой следующие задачи:

1. С помощью R-техники факторного анализа выделить из большого количества морфопараметров ключевые, объективно отражающие жизненное состояние особей.

2. Опираясь на совокупность ключевых параметров, построить методом Q-техники факторного анализа виталитетные спектры ценопопуляций.

В исследуемых популяциях подекадно отбирались пробы в количестве 25 особей каждого вида из каждого варианта опыта. У растений методами прямого измерения и взвешивания, а также с помощью вычисления по формулам (Ю.А.Злобин, 1982, 1984) отбирали до 48 количественных морфологических параметров (табл.1, 2, 3, 4). При составлении матриц исходных данных, особи, в целях унификации обрабатываемого материала, ранжировались по фитомассе. Всего проанализировано 84 матрицы исходных данных, что позволило получить результаты высокой достоверности.

Проанализировав с помощью R-техники факторного анализа изменение значимости морфопараметров в течение онтогенеза, мы разделили их на три группы по степени

пригодности для оценки жизненного состояния особей. В первую группу вошли параметры, вносящие существенный вклад в жизненное состояние особей в течение всего онтогенеза или значительной его части. Это такие морфопараметры, как $W; W_L; W_C; N_L; A_L; \Delta W; AGR; RGR; RIII; LAD$.

Ко второй группе мы отнесли морфопараметры, пригодные для оценки виталитета особей только на определенных непродолжительных этапах онтогенеза: $h; A; ALGR; a_L; W_{Fl}; W_{iv}; W_{Fr}; W_S; W_R; \Delta W_L; N_{II}; N_{Fl}; N_{iv}; N_{Fr}; N_S; RE; NAR; RLGR$.

Третья группа объединяет несущественные параметры, обычно не имеющие большого веса в факторном пространстве или распределяющиеся в нем случайным образом: $a_L; П.К.; w_i; w; w_{Fr}; w_S; l_i; n_j; n_l; LAR; LWR; NI$.

Решение проблемы выбора ключевых морфопараметров позволило нам по-новому подойти к построению виталитетных спектров ценопопуляций, применив Q-технику факторного анализа.

1. Статические метрические морфопараметры

Морфопараметры	Условные обозначения
Фитомасса особей, стеблей, листьев, г	$W; W_C; W_L$
Фитомасса цветков, соцветий, плодов, семян, общая масса репродуктивных органов, г	$W_{Fl}; W_{iv}; W_{Fr}; W_S; W_R$
Вес одного листа, одного листочка сложного листа (бобовых), г	$W_L; W_l$
Вес одного цветка, соцветия, плода, семени, г	$W_{Fl}; W_{iv}; W_{Fr}; W_S$
Площадь листьев, площадь одного листа, одного листочка сложного листа (бобовые), см ²	$A_L; a_L; a_l$
Количество стеблей, боковых ветвей, узлов на главном стебле, листьев, шт.	$N_C; N_B; N_n; N_L$
Количество цветков, соцветий, плодов, семян, шт.	$N_{Fl}; N_{iv}; N_{Fr}; N_S$
Количество листочков, количество листочков на одном сложном листе (бобовые), шт.	$n_L; n_l$
Количество семян в плоде, озерненность колоса, шт.	$n_S; N_F$
Длина растения, длина междоузлия, эпикотилия, см	$h; l_{in}; l_c$

2. Статистические аллометрические морфопараметры

Морфопараметры	Условные обозначения	Формулы для вычисления
Облиственность стеблей (количественная), шт./шт.	N_l	N_l/N_c
Облиственность стеблей, см ² /шт.	N_{ll}	A_l/N_c
Площадь листьев, приходящихся на единицу фитомассы, см ² /г	LAR	A_l/W
Относительный вес листьев, г/г	LWR	W_l/W
Репродуктивное усилие, %	RE	$W_R/W \times 100\%$
Продуктивное кущение, %	$П.К.$	$N_l/N_c \times 100\%$

3. Динамические метрические параметры

Параметры	Условные обозначения	Формулы для вычисления
Абсолютный прирост фитомассы, г	ΔW	$W_T - W_o$
Абсолютный прирост длины главного стебля, см	Δh	$h_T - h_o$
Абсолютный прирост листовой поверхности, см ²	ΔA	$A_T - A_o$
Абсолютная скорость роста, г/нед.	AGR	$\Delta W : \Delta T$
Абсолютная скорость формирования листовой поверхности, см ² /нед.	$ALGR (AGRA)$	$\Delta A : \Delta T$
Относительный прирост фитомассы, %	$RIII$	$2W : (W_T + W_o) 100\%$
Относительная скорость роста, г/г/нед.	RGR	$(\ln W_T - \ln W_o) : \Delta T$
Относительная скорость формирования листовой поверхности, см ² /см ² /нед.	$RLGR$	$(\ln A_T - \ln A_o) : \Delta T$
Продолжительность существования листьев, см ² /нед.	LAD	$\Delta A : (\ln A_T - \ln A_o) \Delta T$

4. Динамические аллометрические параметры

Параметры	Условные обозначения	Формулы для вычисления
Нетто-ассимиляция, г/м ² нед.	NAR	$\Delta W : \Delta A (\ln A_T - \ln A_0) : \Delta T$
Производительность работы листового аппарата, см ² /г/нед.	$LAR II$	$\frac{\Delta A}{\ln W_0} \cdot \frac{\ln W_T}{\ln A_T - \ln A_0} : \Delta W \times \Delta T$

Этот метод дает объективное решение, так как опирается на корреляцию между особями выборки по всем ключевым морфопараметрам (рис.1). В этом случае мы получаем однозначное решение, при котором особи сгруппированы в факторном пространстве в соответствии с уровнем их жизненного состояния. Факторное решение и соответствующая ему гистограмма (рис.1а) дает возможность сделать вывод о том, что виталитетная структура соответствует процветающей ценопопуляции с положительной центральной тенденцией и отрицательной скошенностью.

На основании анализа 84-х матриц исходных данных было установлено, что количество групп особей, соответствующее различным уровням их жизненного состояния, меняется в зависимости от возраста растений и фитоценотической обстановки. На начальных стадиях развития растений дифференциация особей выражена слабо, и они образуют 1-2 тесно сближенные группы, от которых отделяется несколько ослабленных, отмирающих особей. В этот момент биомасса особей является ведущим фактором, определяющим их жизненное состояние, что выражается в высокой степени корреляции биомассы с положением особи в факторном пространстве. С возрастом дифференциация усиливается и к середине вегетационного периода популяция обычно состоит из 3-5 групп разного уровня жизненности (рис.1). В конце вегетации количество групп уменьшается, происходит некоторая нивелировка уровней жизненного состояния особей (рис.2). Для выявления ключевых морфопараметров, определяющих жизненное состояние растений в конце онтогенеза, мы сравнили положение каждой особи в виталитетном спектре популяции со степенью развития ее вегетативной и репродуктивной сферы. При аппроксимации на вто-

рую факторную ось, по градиенту которой происходит повышение уровня жизненного состояния, особи ячменя образовали 2 обособленные группы (рис.2) со следующей последовательностью: 1-я группа – 8, 23, 11, 3, 1, 5, 7, 2, 6, 14, 12, 15, 9, 16, 10, 13; 2-я группа – 17, 19, 21, 24, 20, 18, 22, 25 (номера присвоены особям при ранжировании выборки по биомассе).

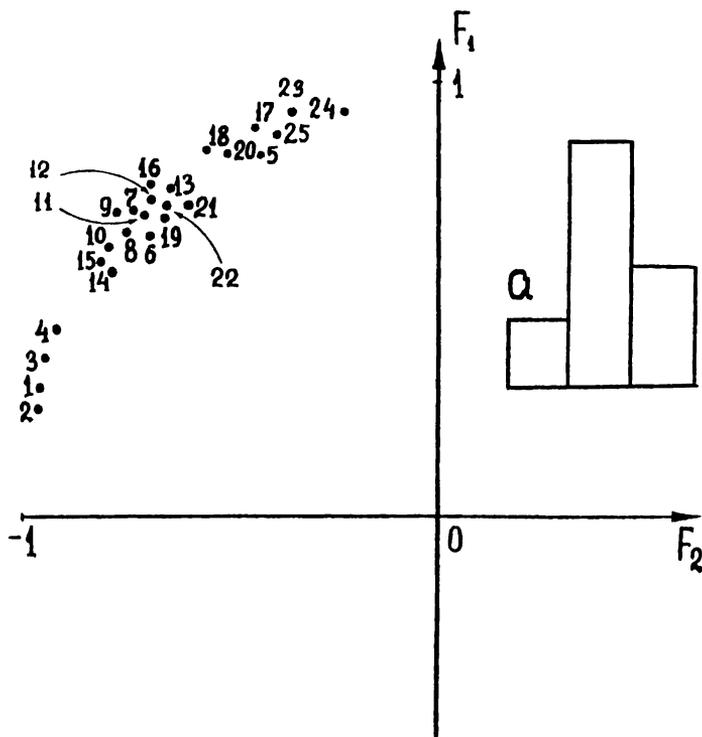


Рис.1. Распределение особей в факторном пространстве. Факторный анализ, Q-техника. Цифры соответствуют нумерации особей при их ранжировании по биомассе. Ячмень, 4 вариант, 29 июня. Колошение. Гистограмма (а) соответствует процветающей популяции с положительной центральной тенденцией при отрицательной скошенности.

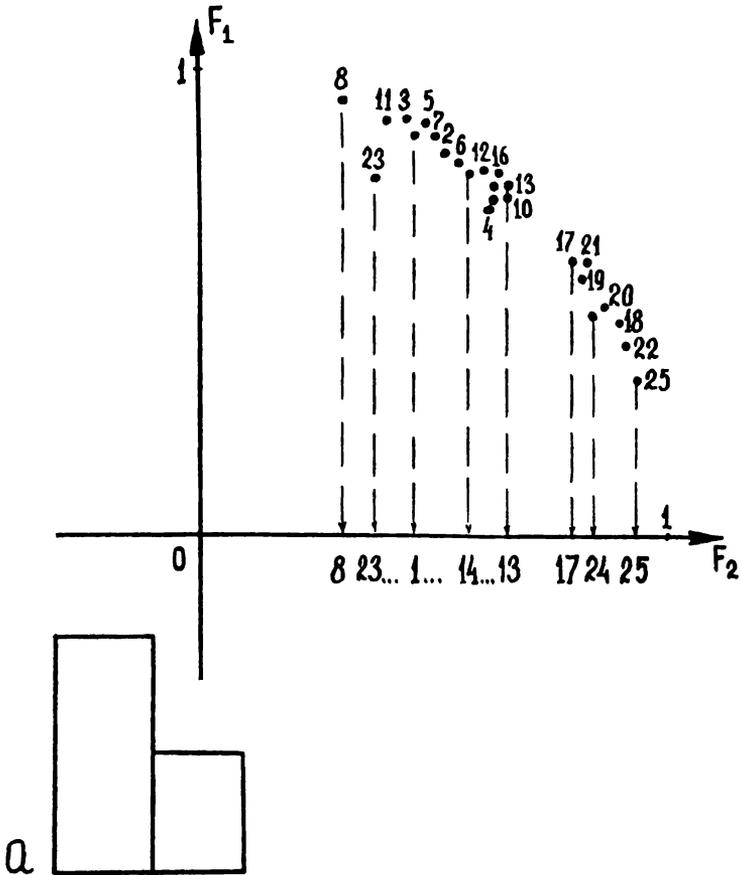


Рис.2. Распределение особей в факторном пространстве в конце онтогенеза. Аппроксимация точек на вторую факторную ось соответствует уровню жизненного состояния особей. Ячмень, 4 вариант, 29 июля. Плодообразование (восковая спелость).

Из всех исследований морфопараметров наиболее четкую корреляцию с уровнем жизненного состояния, кроме биомассы, имели такие, как количество зерновок (N_{FV}) (рис.6) и вес генеративной части особи (W_R) (рис.3 а,б). Их вклад в жизненное состояние оказался настолько существенным, что особи с большой

массой, но слабо развитой репродуктивной сферой, оказались в левой части виталитетного спектра (8, 23, 11). В противовес им особи, продуцирующие большое количество семян, но имеющие небольшой вес, оказались среди особей более высокой жизнениности (1, 2, 4, 10, 18).

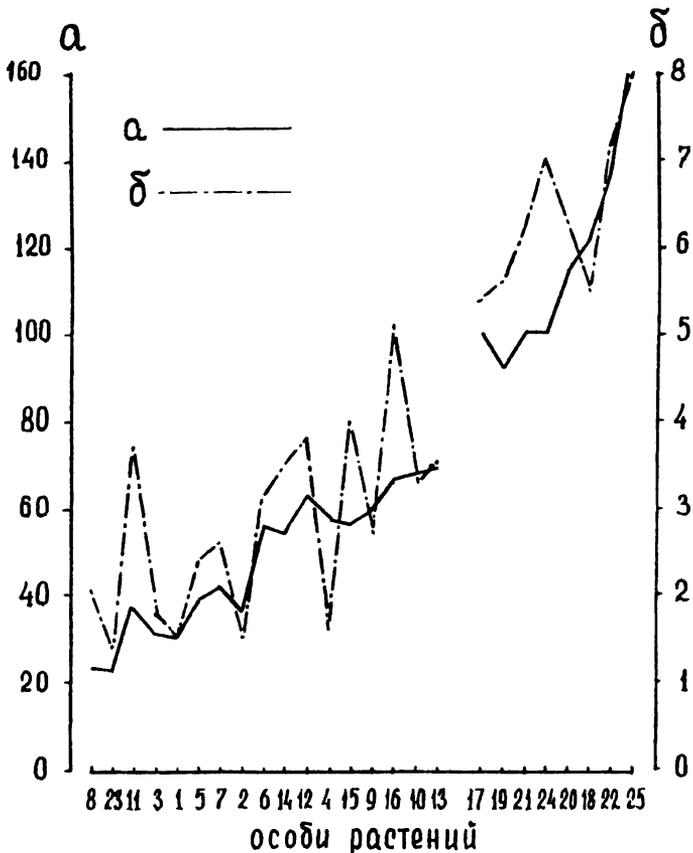


Рис.3. Взаимосвязь жизненного состояния особей растений с уровнем развития репродуктивной сферы как выражение г-стратегии однолетников. Цифры соответствуют нумерации особей при их ранжировании по биомассе. а – количество зерновок (шт.); б – вес генеративной части (г). Ячмень, 29 июля. Плодообразование (восковая спелость).

Таким образом, в завершающей стадии онтогенеза у исследованных культурных однолетников резко возросла роль репродуктивной сферы, что, по нашему мнению, является проявлением их г-стратегии: особи с более ярко выраженной г-стратегией имеют более высокое жизненное состояние, чем те, у которых большая часть ресурсов затрачена на развитие вегетативных органов в ущерб репродукции. С возрастанием роли репродуктивной сферы мы также связываем уменьшение количества обособленных групп: признаки этой сферы более консервативны, сильнее скоррелированы между собой и, выходя на роль ведущих, нивелируют виталитетный спектр ценопопуляции.

Проведенные нами исследования показали эффективность применения факторного анализа для выявления ключевых признаков, определяющих уровень жизненного состояния особей и построения виталитетных спектров ценопопуляций. Оказалось, что в процессе онтогенеза у особей растений изученных видов происходит смена ключевых морфопараметров жизненного состояния. Если у ювенильных особей это параметры, отражающие структуру листовой поверхности и продукционную деятельность, то с переходом к репродукции постепенно нарастает значение морфопараметров репродуктивной сферы, на которые также должна опираться комплексная оценка виталитета генеративных особей.

Для оценки жизненного состояния особей и качества ценопопуляций методом факторного анализа в агроэкосистемах подобного типа рекомендуем использовать следующие сочетания морфопараметров:

1. На начальных этапах онтогенеза – $W; h; W_C; A_L$ (у бобовых также $a_L; a_j$); $N_L; W; AGR; A; ALGR; R III; LAD; NAR$.

2. В середине онтогенеза (у молодых генеративных особей) – $W; W_C; A_L$ (у бобовых также a_L); $N_L; N_C; W; AGR; N II; N_{\bar{p}}; N_{Fr}; W_{\bar{p}}; LAD; RLGR$.

3. В конце онтогенеза – $W; W_C; A_L; N_L; W; AGR; RIGR; W_{Fr}; W_R; N_{Fr}; N_C; RE$.

Литература

1. Злобин Ю.А. Моделирование морфогенеза особей растений в условиях различных эколого-фитоценологических режимов.// Статистический анализ и математическое моделирование фитоценологических систем./ АН СССР. Башкирский филиал. Институт биологии. – Уфа. – 1982. – № 2. – С.22-30.
2. Злобин Ю.А. Ценологические популяции растений. Препринт. ДВНЦ АН СССР. Тихоокеанский институт географии. – Владивосток. – 1984. – 51 с.
3. Корнилов С.П. Зависимость жизненного состояния особей ячменя и гороха от структуры фитогенных полей агрофитоценозов.// Биология, экология и взаимоотношения ценопопуляций растений. Материалы конференции. – М.; – 1982. – С.65-68.
4. Миркин Б.М., Тертингстон Р.А., Каверс П.Б., Арсен А.В. Взаимоотношения соседства в злаково-бобовых сообществах.// Ботанический журнал. – 1982. – Т.67. – № 3. – С.392-398.

УДК 633.2/3

СМЕСИ СУДАНСКОЙ ТРАВЫ

М.А.Бударов, Л.И.Скалкина, кандидаты с.-х. наук

Увеличение производства растительного белка остается главной проблемой современного кормопроизводства. Недобор животноводческой продукции и перерасход кормов происходит в результате недостатка в рационах белка. Для того чтобы удовлетворить потребности населения страны в продуктах животноводства и, прежде всего, в мясе, необходимо увеличить производство кормов, богатых белком. Решить этот вопрос наряду с зернобобовыми культурами, бобовыми многолетними травами, посевом рапса и другими источниками протеина помогут смешанные посевы однолетних злаковых трав с зернобобовыми культурами (1, 7).

Нехватка только одного грамма протеина в одной кормовой единице приводит к перерасходу двух процентов кормов. По Ульяновской области дефицит его составляет 18 г. Следовательно, больше трети фуражных запасов по этой причине перерасходуется (8).