

БОТАНІКА

УДК 578.097.1

Ю.А. Злобин, д.б.н., профессор
Сумської національний аграрний університет

КОМП'ЮТЕРНІ ПРОГРАМИ ДЛЯ АНАЛІЗА ПОПУЛЯЦІЙ РАСТІНЬ

Описаны пять авторских компьютерных программ, предназначенных для обработки количественных данных при изучении роста растений, продукционного процесса, уровня флюктуирующей асимметрии, установлении онтогенетической и виталитетной структуры популяций, а также ассоциированности растений в фитоценозах.

Ключевые слова: компьютерные программы, компьютерные программы, рост растений, флюктуирующая асимметрия, структура популяций, ассоциированность.

Постановка проблемы. При анализе состояния растений и популяций, которые они формируют, исследователи во многих случаях получают большие массивы количественных данных. Это, как правило, результаты измерения фитомассы растений, размеров отдельных частей растений, данные учета в популяциях растений разного онтогенетического состояния и разной жизнеспособности, а также описания встречаемости растений на пробных площадках.

Для обработки количественных данных, получаемых биологами, экологами и агрономами, существуют различные компьютерные программы. Они с высокой эффективностью позволяют проводить анализ исходных данных на основе стандартных процедур математической статистики. В первую очередь для этих целей могут быть рекомендованы компьютерные программы STATISTICA 8.0 фирмы StatSoft и SPSS 11.0 фирмы SPSS Inc., а также некоммерческая программа PAST 2.14, разработанная Ø. Hammer и доступная для свободного скачивания с сайта автора. Эта последняя программа помимо общераспространенных методов математической статистики дает возможность вычислить некоторые специальные биологические показатели (коэффициенты ассоциированности, кладистика, индексы биоразнообразия и др.). Но помимо общепринятых методов обработки исходных фактических данных специалисты биологи, экологи и агрономы в ряде случаев получают оригинальный материал, для обработки которого нет готовых компьютерных программ. В частности, такие программы необходимы при анализе роста и формообразования растений, оценке степени воздействия стрессовых факторов на строение листовых пластинок растений, установлении онтогенетической и виталитетной структуры популяций, при изучении взаимодействия растений разных видов друг с другом.

Для удовлетворения запросов исследователей в такого рода программах нами были написаны пять специальных компьютерных

программ, которые позволяют ускорить обработку данных и повысить точность получаемых результатов за счет устранения неизбежных ошибок при ручных вычислениях.

Описание программ. Предлагаемые компьютерные программы написаны на языке Паскаль и откомпилированы. Пользователь может получить листинг программы и исполняемый файл. На некоторых компьютерах с высоким быстродействием необходима адаптация программ на совместимость с установленной версией Windows и запуск их из корневого каталога. Ввод данных в большинстве случаев проводится с клавиатуры по запросу программы.

Программа GROWTH. Название программы от английского *growth* - рост. При изучении ростовых процессов растений специалистами учитывается состояние растения и его структурных частей в период активного роста растений данного вида с интервалом в 5-7 дней. Таких учетов должно быть не менее четырех. Чаще всего исследователя интересует динамика фитомассы и динамика нарастания листовой поверхности, так как эти два параметра отражают уровень продукционного и фотосинтетического процессов, являющихся основными для формирования растения, а у культурных растений для образования урожая. При учете ростовых и формообразовательных процессов у растений получают большие массивы данных, и вычисление нужных обобщающих ростовых параметров вручную занимает очень много времени.

Программа GROWTH позволяет вычислить следующие ростовые параметры для двух смежных сроков учета:

- Абсолютная скорость роста AGR, г/сутки;
- Относительная скорость роста RGR;
- Относительный прирост фитомассы, г/сутки;
- Абсолютная скорость роста листовой поверхности AGRA, кв. см/сутки;
- Относительная скорость роста листовой поверхности RGRA;
- Нетто-ассимиляция NAR;

- Производительность формирования листовой поверхности LAR.

Вычислительные формулы и подробное описание параметров приведены в работе Ю.А.Злобина [1]. Программа позволяет вычислить приведенные показатели роста и продукционной деятельности растений попарно, т.е. срок учета со вторым, второй – с третьим сроком и т.д. На основании этих данных можно построить графики роста изучаемого растения.

Аналогичная программа на языке Бейсик в виде листинга опубликована в работе Ю.А.Злобина [2].

Программа FLAS. Название программы от английского термина *Fluctuating asymmetry* – флюктуирующая асимметрия. Известно, что листья растений обладают билатеральной симметрией. Она не идеальна, и размерные параметры правой и левой половинок листовых пластинок флюктуируют вокруг некоторого среднего значения, но не очень отклоняются от него в условиях, когда растение произрастает в оптимальных или близких к оптимальным для него условиям. Показано [3,4], что при существенных отклонениях от оптимума под действием абиотических или биотических стрессовых факторов нарушения симметричности листьев становятся значительными – листья утрачивают присущую им билатеральную симметричность. На этом основан метод оценки уровня оптимальности условий произрастания для растений. Чем выше коэффициент флюктуирующей асимметрии, тем менее благоприятны условия для растений данной популяции.

При использовании данного метода листья растения сканируют, а затем с помощью компьютерной программы UTHSCSA Image Tool 3.0 (программа разработана S.B.Dove и доступна для скачивания на сайте автора) у листьев измеряют основные признаки правой и левой стороны листовой пластинки (расстояние от средней жилки до края листа в 3-5 местах, длина боковых жилок, угол их отхождения от центральной жилки). Параметры ширины листовой пластинки оцениваются в пикселях, углы в градусах. Основные промеры листьев и схема расчетов рассмотрены в работе Ю.А.Злобина и др. [5].

Полученные данные переносят в программу FLAS, с помощью которой вычисляются значения коэффициента флюктуирующей асимметрии и статистическую достоверность полученного коэффициента.

Программа ASS. Название программы от английского *association* – ассоциированность. В ряде случаев при анализе природных фитоценозов и агрофитоценозов исследователям интересуют так называемые «assembly rule», т. е. закономерности совместной жизни растений [6]. Для их выявления

применяются коэффициенты ассоциированности. Программа ASS позволяет вычислить для двух видов растений следующие коэффициенты ассоциированности:

Центрированные: ТКД Миркина, Коула, Бравэ и Юла. Их значение лежит в амплитуде от 0 до +1 и -1. Это удобно для интерпретации полученных данных, так как коэффициенты со знаком плюс показывают тенденцию видов произрастать совместно, а отрицательные – взаимно избегать друг друга.

Нецентрированные: Жаккара, Чекановского-Дайса, Очаи и Сокала-Мичинера. Их значения лежат в амплитуде от 0 до ∞ .

Вычислительные формулы и биологическая интерпретация индексов ассоциированности приведены в работе Legedre et al. [7]. В зависимости от целей исследования может быть выбран любой из этих индексов.

Программа ASS рассчитана на число пробных площадок, равное 27. Если у исследователя описано другое количество пробных площадок, то в листинге программы следует для переменных выставить это число и откомпилировать программу заново.

Помимо вычисления приведенных выше коэффициентов ассоциированности программа выводит данные о встречаемости каждого из двух сравниваемых видов растений.

Программа ANONS. Название программы дано по первым буквам «**А**нализ **О**нтогенетической **С**труктуры популяций». Программа предназначена для установления онтогенетической структуры популяций растений и вычисления основных онтогенетических индексов.

Исходным материалом для программы являются данные о численности особей разного онтогенетического состояния на пробных площадках. После ввода данных и запуска программы пользователю выдаются следующие данные:

1. Общее количество растений на учетных площадках, шт.

2. Доля особей в популяции каждого из учитываемых онтогенетических состояний в отдельности. Эти данные используются для построения онтогенетического спектра популяции.

3. Вычисляются и выдаются интегральные онтогенетические индексы: а) И.Н. Коваленко [8]; б) Л.А. Жуковой и Н.В. Глотова [9,10]; в) Л.И. Воронцовой [11]; г) Индекс возрастности популяции Δ А.А.Уранова [12]; д) Индекс эффективности популяции ω Л.А. Животовского [13].

4. На основании соотношения в популяции особей разного онтогенетического состояния вычисляются и выдаются: а) тип популяции по Т.А.Работнову [14] – 3 категории; б) тип популяции по Л.А.Жуковой [15] – 3 категории, в)

тип популяції по Л.А. Животовському [13] – 6 категорій.

В залежності від цілей роботи дослідник вибирає потрібні йому показники онтогенетичної структури популяції.

Програма VITAL. Назва програми дано від латинського *vitalitas* – життєвість. Назначення програми – проведення повного аналізу виталітетної структури популяцій рослин. Теоретичні основи виталітетного аналізу викладені в роботі Ю.А.Злобина [2]. Замість проведення аналізу виталітетної структури популяції на основі даної програми, необхідно на основі алгоритму описаного в роботах [1,16], встановити ознаки рослин, детермінують їх виталітет. Ці ознаки для рослин різних видів і різних життєвих форм не однакові, але частіше за все ними є розмір загальної фіто-маси рослини, розмір листової поверхні і один із параметрів, оцінюють репродукцію (фітомаса генеративних структур, репродуктивне зусилля).

По результатам роботи програми дослідник отримує оцінку частки в популяції особин різного виталітету (класів А, В і С) і індексу виталітету популяції Q з оцінкою рівня його статистичної достовірності.

Програма включає три варіанти виталітетного аналізу:

1. Оцінка виталітетної структури окремо взятої популяції.

2. Оцінка виталітетної структури групи популяцій одного і того ж виду рослини на основі середніх арифметичних і помилок, загальних для групи популяцій, по кожному з трьох ознак, детермінують виталітет. Границі класових інтервалів для особин груп А, В і С при цьому встановлюються на основі математико-статистичної процедури.

3. Оцінка виталітетної структури популяцій з границями інтервалів для особин трьох класів виталітету, які встановлюються самим дослідником.

Крім того, програма VITAL дозволяє вибрати два способи введення даних:

а) безпосередньо з клавіатури,

б) шляхом імпорту файлу даних з програми STATISTICA.

Програма VITAL за бажанням користувача виводить графік виталітетної структури популяції.

Висновок. Розроблені авторські комп'ютерні програми, опис яких наведено вище, доступні для некомерційного використання і можуть бути отримані на кафедрі ботаніки і фізіології рослин Сумського національного аграрного університету. Вони пройшли багаторазову перевірку в ході наукових досліджень співробітників кафедри.

Список використаної літератури

1. Злобин Ю. А. Популяційна екологія рослин: сучасний стан, точки росту / Ю. А. Злобин. - Суми: Унів. книга, 2009. – 265 с.
2. Злобин Ю. А. Теорія і практика оцінки виталітетного складу популяцій рослин / Ю. А. Злобин // Ботан. журн. - 1989. – Т. 74, № 6. – С. 769-781.
3. Palmer A. Fluctuating asymmetry as a measure of developmental stability: Implications of non-normal distributions and power of statistical tests / A. Palmer, C. Strobeck // Acta Zool. Fennica. – 1992. – Vol. 191. – P. 57 – 72.
4. Velickovic M. Leaf fluctuating asymmetry of common plantain as an indicator of habitat quality / M. Velickovic, S. Perisic // Plant Biosystems – 2006. – Vol. 140, № 2. – P. 138–145.
5. Злобин Ю. А. Концепція морфометрії у сучасній ботаніці / Ю. А. Злобин, В. Г. Скляр, Л. М. Бондарєва, К. С. Кирильчук // Чорномор. ботан. журн. - 2009. – Т. 5, № 1. – С. 5-22.
6. Keddy P. The scope and goals of research on assembly rules / P. Keddy, E. Weiher // Ecological assembly rules. Perspectives, advances, retreats. - Cambridge Univ. Press, 1999. – P. 1-22.
7. Legendre L. Numerical ecology / L. Legendre, P. Legendre. - Amsterdam: Elsevier Sci. Publ., 1993. - 419 p.
8. Коваленко І. М. Структура популяцій домінують трав'яно-чагарничкового ярусу в лісових фітоценозах Деснянсько-Старогутського національного парку. I. Онтогенетична структура / І.М. Коваленко // Укр. бот. журн. - 2005. – Т. 62, № 5. – С. 707- 714.
9. Жукова Л. А. Морфологічна поліваріантність онтогенезу в природних популяціях рослин / Л. А. Жукова, Н. В. Глозов // Онтогенез. - 2001. - № 6. – С. 455-461.
10. Глозов Н. В. Об оцінці параметрів вікової структури популяцій рослин / Н. В. Глозов // Життя популяцій в гетерогенній середі. Книга 1. – Йошкар-Ола: Періодика, 1998. – С. 146-149.
11. Воронцова Л. І. Зміна життєвого стану едіфікаторів рослинного покриву південної пустелі під впливом екологічних умов / Л. І. Воронцова // Онтогенез і вікова структура популяцій квіткових рослин. - М.: Наука, 1967. – С. 132-152.
12. Уранов А. А. Віковий спектр ценопопуляції як функція часу і енергетичних хвильових процесів / А. А. Уранов // Біол. науки. - 1975. - № 2. – С. 7-33.
13. Животовський Л. А. Онтогенетичний стан, ефективна густина і класифікація популяцій рослин / Л. А. Животовський // Журн. общ. биол. - 2001. - № 1. – С. 3-7.

14. Работнов Т. А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах / Т. А. Работнов // Тр. Инст. Бот. АН СССР. - Сер. 3. Геоботаника. – Л., 1950. – Вып. 6. – С. 7-204.
15. Жукова Л. А. Динамика ценопопуляций луговых растений / Л. А. Жукова // Динамика ценопопуляций травянистых растений. - Киев: Наукова думка, 1987. – С. 9-19.
16. Злобин Ю. А. Анализ роста растений: агрономический аспект / Ю. А. Злобин // С.-х. биология. - 1992. - № 3. – С. 36-45.

Описано п'ять авторських комп'ютерних програм, призначених для обробки кількісних даних при вивченні зростання рослин, продукційного процесу, рівня флюктууючої асиметрії, встановленні онтогенетичної і віталітетної структури популяцій, а також асоціювання рослин у фітоценозах.

Ключові слова: комп'ютерні програми, ріст рослин, флюктууюча асиметрія, структура популяцій, асоційованість.

Five author's computer programs intended for processing of the quantitative data at studying of the plant growth, process of phytomass products, a level of the fluctuating asymmetry, an establishment ontogenetic and vitality structures of the populations, and also plant associations in phytocoenosis are described.

Key words: computer programs, the growth of plants, fluctuating asymmetry, the structure of populations, plant association.

Дата надходження в редакцію: 6.02.2012 р.

Рецензент: О.В. Харченко

УДК 581.524:632.51

О.М. Тихонова, к.б.н.

І.М. Масик, к.с.-г.н.

Т.О. Коровякова, асистент

Сумський національний аграрний університет

ОСОБЛИВОСТІ ГЕНЕРАТИВНОГО РОЗМНОЖЕННЯ РОЗПОВСЮДЖЕНИХ ВИДІВ БУР'ЯНІВ У ПОСІВАХ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

Представлені результати популяційних досліджень семи сегетальних видів у агрофітоценозах зернових культур в умовах лівобережного Лісостепу. Виявлені показники насінневої продуктивності та репродуктивного зусилля бур'янів.

Ключові слова: генеративне розмноження, репродуктивне зусилля, бур'яни, насіннева продуктивність.

Постановка проблеми. Посіви зернових і зернобобових культур складають основу агроєкосистем. Продуктивність агрофітоценозів знаходиться в прямій залежності від їх забур'яненості. Інтенсивні методи боротьби з ними на основі використання гербіцидів призвели до несприятливих побічних явищ в агросфері і біосфері планети. Досвід масового використання пестицидів за останні десятиріччя показав, що така практика спричиняє появу рас бур'янів, стійких до основних гербіцидів, накопичення залишкових кількостей пестицидів у продуктах рослинництва і навколишньому середовищі, зниження загальної біорізноманітності в агросфері і в першу чергу - в ґрунтовій флорі і фауні. А втрати врожаїв від забур'яненості посівів залишаються високими, на рівні 9-12% [7, 16]

Як господарські потреби, так і збереження стійкості біосфери, потребують оцінки загального стану агрофітоценозів та їх сегетального блоку зокрема. Одним із найважливіших показників розвитку популяції того чи іншого виду бур'яну є рівень репродукції. Вивчення цього показника в

різних фітоценотичних умовах має велике науково-практичне значення [4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Бур'яни були і залишаються складовою частиною будь-якого посіву сільськогосподарських рослин [1]. Вивченню бур'янів присвячена велика Список використаної літератури як в Україні, так і в інших країнах світу [6,9,15,8]. Бур'яни при масовому розростанні ускладнюють всі заходи щодо догляду за посівами, ведуть до підвищення норм витрати енергії і матеріальних ресурсів, збільшуючи тим самим собівартість продукції рослинництва. За підрахунками В.М. Дема [3], на боротьбу з бур'янами йде не менше 30% ресурсів від загальних витрат на виробництво продукції рослинництва. Але ряд фахівців вважають, що бур'яни не шкодять в тих випадках, коли їх чисельність в посівах нижче біологічного і екологічного порогів шкідливості [10]. Зупинити надмірне розростання небажаних рослин в посіві можна екологічно-безпечним шляхом при наявності даних про їх потенційні можливості продукувати і розповсюджувати діаспори. У досліджуваній групі сегетальних рослин