

УДК 633.2/3.03:631.445.12

А. С. МЕЕРОВСКИЙ, Г. А. ПИСЕЦКИЙ, В. П. ТРИБИС

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА СОПРЯЖЕННОСТИ ВИДОВ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ

Институт мелиорации и луговодства НАН Беларуси

(Поступила в редакцию 27.07.2005)

Исследование закономерностей сложения растительных сообществ является предметом геоботаники, в которой объектом выступают преимущественно естественные фитоценозы и которая за длительный период своего развития накопила богатый опыт. По сравнению с классической геоботаникой объем усилий, потраченных на изучение агрофитоценозов на быстро эволюционирующих почвах, развивающихся на мелиорированных торфяниках, весьма мал. Между тем более 1,5 млн га площадей осушенных торфяных почв, занятых искусственно созданным многолетним растительным покровом, на наш взгляд, требуют проведения дополнительных исследований, которые могут принести существенную пользу производству.

Одним из вопросов, требующих безотлагательного решения, является разработка методов детальной оценки состояния луговой растительности на мелиорированных торфяных почвах. Нами уже предложен и опробован такой метод, позволяющий картировать распределение видов в полях многолетних трав [1], что дает ценную информацию для пользователя-агронома. Однако получаемые результаты полевого инструментального обследования фитоценоза могут быть проанализированы и на более высоком уровне, например, путем оценки сопряженности (ассоциированности) видов.

Сопряженность, или ассоциированность, видов растений – это свойство видов к совместному произрастанию на данной территории во многовидовых сообществах. Сведения о сопряженности между растительными видами ценны не только тем, что они позволяют выявить биотические факторы, влияющие или создающие то или иное распределение, но и тем, что они дают возможность выделить неоднородности почвенно-растительного покрова.

Уже в первом в мировой научной литературе руководстве по применению математических методов исследований в геоботанике [2] рассматриваются способы проверки наличия сопряженности между видами, входящими во многовидовые сообщества. Выделены две категории отклонения от случайного распределения. Отмечено, что для проверки наличия сопряженности между видами можно использовать любую количественную характеристику наподобие коэффициента простой или ранговой корреляции. Парциальные сопряженности между видами и метод парциальных сопряженностей в луговом сообществе детально рассмотрены в [3].

Дальнейшие исследования [4, 5] показали, что количественный анализ размещения растений в пространстве достаточно сложен, поэтому поиски различных методов изучения пространственной структуры вполне оправданы, что относится и к размещению случаев совместного обнаружения видов. Однако результаты геоботанических исследований и разработанные в этой области количественные методы не всегда могут быть перенесены на сельскохозяйственные поля, т. е. в обстановку сильных и частых искусственных воздействий и дефицита времени и средств на проведение сложных геоботанических работ. В связи с этим мы попытались разработать простой и эффективный метод оценки ассоциированности видов в полях многолетних трав на примере торфяных почв.

Количественная мера ассоциированности видов в луговодстве – вероятность реализации возможных сочетаний видов (встречаемость сочетаний) на любой хозяйственно значимой территории (поле). Эту меру рассчитывают на основе фактических частных или видовых встречаемостей двух сравниваемых видов, которые принимают за вероятность нахождения того или иного вида (P_1 и P_2) в данной точке (учетной площадке). Тогда теоретически ожидаемая совместная или парная встречаемость этих видов ($P_{(теор.)1,2}$) выражается через произведение видовых встречаемостей и рассчитывается по формуле

$$P_{(теор.)1,2} = P_1 \times P_2. \quad (1)$$

Очевидно, что степень ассоциированности двух видов есть разность между теоретическим и фактическим $P_{(факт.)1,2}$ значениями совместной встречаемости и может быть обозначена как индекс ассоциированности, т. е.

$$I_{a(1,2)} = P_{(факт.)1,2} - P_{(теор.)1,2}. \quad (2)$$

Заметим, что значение $I_{a(1,2)}$ могут быть как положительными, так и отрицательными.

Отсюда следует, что при $I_{a(1,2)}$, не выходящем за некоторые статистически обоснованные пределы, имеет место случайная ассоциированность, которая существенно не отличается от теоретически ожидаемой; отрицательные значения $I_{a(1,2)}$, превышающие заданный предел, свидетельствуют об «негативной ассоциированности», сегрегации сравниваемых видов, их «избегании» друг друга; при положительных значениях индекса ассоциированности отмечают повышенную совместную встречаемость, «притяжение» двух видов друг к другу.

Достоверность полученных результатов оценки уровня ассоциированности видов определяют исходя из стандартных статистических процедур.

По изложенной ранее методике [1] нами в 2004 г. была проведена оценка видового состава сеяных многолетних трав на стационарном экспериментальном участке Минского ЭПП (бывшая Минская болотная станция). Почва участка – старопашотная торфянисто-глеевая с мощностью гумусированного горизонта 20–25 см. Травяной покров насчитывает более 30 видов высших растений на площади около 300 м².

По результатам оценки были рассчитаны индивидуальные и парные встречаемости видов и определены величины их отклонений от теоретически ожидаемых. Статистическая обработка полученных результатов показала, что распределение индекса ассоциированности описывается нормальным законом с параметрами $m = -0,03148$ и $\sigma = 1,9164$ (m – математическое ожидание, σ – среднеквадратическое отклонение).

Известно, что если случайная величина X распределена по нормальному закону, то вероятность нахождения величины X в интервале (a, b) вычисляется по формуле

$$P(a < X < b) = \Phi\left(\frac{a-m}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{b-a}{\sigma}\right), \quad (3)$$

где Φ – функция Лапласа.

Пользуясь приведенной формулой, вычислим вероятность нахождения величины I в интервале $(-3; 3)$, т.е. вероятность того, что различие между теоретическими и фактическими значениями совместной встречаемости составляет менее 3%. Имеем

$$\begin{aligned} P(-3 < I < 3) &= \Phi\left(\frac{3 - (-0,03148)}{1,9164}\right) - \Phi\left(\frac{-3 - (-0,03148)}{1,9164}\right) = \\ &= \Phi(1,582) - \Phi(-1,549) = 0,4459 + 0,4382 = 0,8811. \end{aligned}$$

Таблицы значений функции Лапласа приведены в любых учебниках по теории вероятности и математической статистике. Для интервала $(2,5; 2,5)$ $P = 0,8056$.

На рис. 1 приведен график функции распределения индекса ассоциированности.

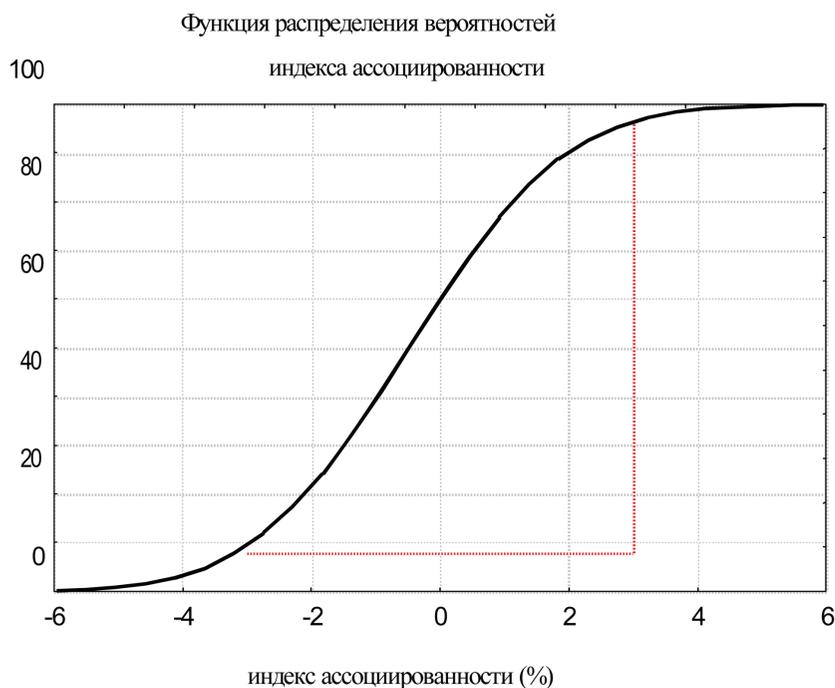


Рис. 1. Функция распределения вероятностей индекса ассоциированности видов

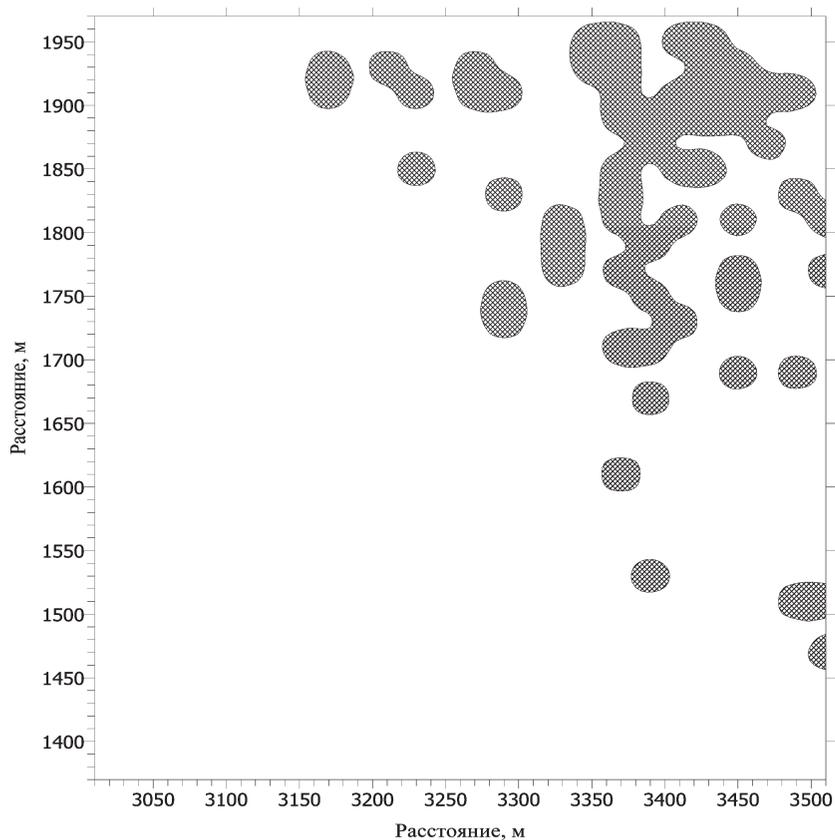


Рис. 2. Встречаемость сочетаний клевер + одуванчик

наличии в растительном покрове хотя бы трех видов или групп видов, которые различаются по их реакции на внесение минеральных удобрений или гербицидов, потребуется в конструкции агрегата по распределению этих веществ по площади поля предусмотреть возможность осуществления 8 различных операций. Применение метода позволит формализовать процедуру картирования

Наиболее информативные существенные отклонения от случайной картины представлены в таблице, из которой видно, что среди прочих выделяется положительная ассоциированность пары клевер + одуванчик и негативная мятлики + мох.

Схема распределения встречаемости пары видов клевер + одуванчик по площади пастбища (более 30 га) Полесской опытной станции мелиоративного земледелия (806 учетных площадок обследования по прямоугольной сетке 20×20 м) приведена на рис. 2.

Распределение по площади встречаемости тех или иных сопряженных видов позволит сделать ряд важных диагностирующих выводов об особенностях строения почвенного покрова. Подобный анализ позволит планировать проведение корректирующих воздействий на почву с целью выравнивания плодородия, что технологически значимо для сельскохозяйственного производства.

Основным практически важным последствием детального анализа распределения видов по площади поля является возможность оптимизации процесса распределения удобрений и гербицидов, особенно в системах точного земледелия, которое постепенно завоевывает «право на жизнь» в различных отраслях растениеводства.

Действительно, при на-

Некоторые характерные парные сочетания видов на экспериментальном участке ЭПШ, 2004 г.

Положительная ассоцированность		Отрицательная ассоцированность (сегрегация)	
отклонение от расчетной	сочетание	отклонение от расчетной	сочетание
0,115	клевер + одуванчик	-0,089	мятлик + мох
0,077	мох + очный цвет	-0,084	яснотка + мятлик
0,076	одуванчик + лисохвост	-0,071	одуванчик + мох
0,076	подмаренник + будра	-0,071	очный цвет + одуванчик
0,065	тысячелистник + мятлик	-0,065	крапива + тысячелистник

многолетней травянистой растительности с целью оптимизации распределения тех или иных действующих веществ по площади поля.

При детальном картировании растительности и передаче информации на исполнительные агрегаты при посеве, внесении удобрений в пределах приемлемых по форме и размерам контуров, дифференцированный подход к каждому участку земли позволит в результате снизить затраты на операции распределения дорогостоящих агрохимических средств. Несомненно также, что риск возможных неблагоприятных экологических последствий от подобных операций существенно понизится.

Литература

1. Мееровский А. С., Трибис В. П., Шкутов Э. Н. // Мелиорация переувлажненных земель. 2005. № 1. С. 80–88.
2. Грейг-Смит П. Количественная экология растений. М., 1967.
3. Василевич В. И. Парциальные сопряженности между видами в луговом сообществе // Докл. АН СССР. 1970. Т. 190. № 5. С. 1246–1249.
4. Заугольнова Л. Б., Жукова А. А., Комарова А. С., Смирнова О. В. Ценопопуляции растений (очерк популяционной биологии). М., 1988.
5. Миркин Б. М., Наумова Л. Г., Соломещ А. И. Современная наука о растительности. М., 2002.

A. S. MEEROVSKII, G. A. PISETSKII, V. P. TRYBIS

QUANTITATIVE ESTIMATION OF PERENNIAL OF GRASSES SPECIES ASSOCIATIONS AT DRAINED PEATY SOILS

Summary

Questions of acceptability and possibility of application of geo-botanic methods and ideas of precision agriculture in the meadow cultivation have been discussed. The parameters of distribution of plant species and their pair associations in application to meadow cultivation at old drained arable soils of Polesie have been discovered.