

ОПИСАНИЕ ФАЙЛА

Проскураков М.А. Методика хронобиологического анализа растений

Статья. – Журнал «Известия НАН РК», серия биол. и медиц. № 4 (274). – Алматы. – 2009. - С. 53-57.

В статье предложена методика хронобиологического анализа свойств растений в режиме времени изменения климата Земли. Применение методики проиллюстрировано автором на материалах долговременных наблюдений за *Foeniculum vulgare* Mill. - лекарственным растением используемым фармакопеей более 22 стран мира. Данное методическое решение позволит обрабатывать крупные массивы материалов наблюдений для любого пункта территории Земли. Причем нужные результаты будут получены, даже если метеонаблюдения там никогда не проводились. Его использование поможет своевременно подготовиться к вероятным катастрофическим последствиям климатогенной трансформации поведения растений и формируемых ими экосистем.

Далее следуют материалы опубликованного файла статьи.

М.А.ПРОСКУРЯКОВ

МЕТОДИКА ХРОНОБИОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА РАСТЕНИЙ*(Институт ботаники и фитоинтродукции МОН РК)*

Предложена методика, позволяющая исследовать скорость, направление и величину изменения свойств у растений в период трансформации климата. Ее применение иллюстрируется анализом базы данных по результатам интродукции инорайонных растений.

Климат Земли меняется. По этой причине будет меняться и характеристика растений. Однако пока не представляется возможным учитывать непосредственное влияние прямодействующих факторов климата на растения. Ведь тогда пришлось бы иметь очень широкую, исключительно дорогостоящую сеть метеостанций и многолетние данные ее наблюдений. Отсюда вытекает необходимость применить другой, менее затратный, но эффективный способ. В данной связи можно предложить следующее решение.

В методологическом аспекте жизнь растений во время изменения климата можно рассматривать как хронобиологическую процессуальную систему, имеющую определенную последовательность состояний во времени. Тогда основным понятием будет являться понятие периода жизни растений, т.е. временного интервала лет, в течение которого данная система функционирует. А конкретными состояниями данного периода жизни будут годы наблюдений, охваченные исследуемым периодом жизни растений. Выходом системы будут параметры показателей продуктивности, жизнеспособности, биохимической, физиологической, фенологической характеристики растений и пр. Если изменение климата действительно влияет на поведение растений, то это проявится на выходе данной системы -- в оценке их продуктивности, жизнеспособности и т.д. Исследуя связь между входом такой системы (периодом жизни) и ее выходом (свойствами растений) можно получить очень ценные сведения о скорости, направлении и степени трансформации растений в период изменения климата.

Предлагаемое методологическое решение даст возможность применить дисперсионный, корреляционный, регрессионный и др. виды ста-

стистического анализа. С учетом сказанного выше перейдем к изложению методики хронобиологического анализа растений в период изменения климата.

Рассмотрим конкретные особенности методики на примере статистической обработки такого важнейшего показателя как дата начала плодоношения растений. Модельным объектом будет интродуцированный на юго-востоке Казахстана вид - Фенхель обыкновенный (*Foeniculum vulgare* Mill.) а материалами исследований - база данных опубликованная Л.М.Грудзинской (2007). Фенхель обыкновенный в культуре -- травянистое растение. Отличается очень широким диапазоном приспособленности и, соответственно, ареалом. В дикорастущем состоянии растет в южных районах Средней Азии-Копетдаге и Памиро -Алае. Как сорное растение встречается на полях и залежах юга Казахстана. Очень полиморфен.

Материалами интродукционных испытаний этого вида охвачен 22-летний период: с 1984 по 2006г. Место его интродукции - северные предгорья хребта Заилийского Алатау, специально выделенный участок территории Главного ботанического сада (г.Алматы), высота 880 м над уровнем моря. Почвы суглинистые. Тип климата -- средиземноморский. Длительность периода со среднесуточной температурой +10° до начала наблюдений по данным государственной гидрометслужбы составляла 164 - 182 дня, количество осадков варьировало от 460 до 790 мм в год. Общеизвестно, что в этом регионе имеет место потепление климата.

Для статистической обработки материалы опубликованной Л.М.Грудзинской(2007) базы данных отбирались так, чтобы был обеспечен принцип единственного их различия. В этой свя-

зи важным было постоянство участка, где выращивались растения, и соблюдение одинаковой агротехники. Например, опубликованные данные по 1986 г. и 1997 г. не использовались нами по причине того, что посеы растений производились осенью предыдущего года. Расчеты велись только по вариантам с ранневесенними сроками посева семян.

С учетом сказанного исходные материалы наблюдений за датой начала плодоношения фенхеля обыкновенного перенесены в таблицу 1. В таблице приняты следующие обозначения: η_{yx} - корреляционное отношение Y (даты начала плодоношения фенхеля) по X (годы наблюдений); \bar{y} - общая средняя арифметическая даты начала плодоношения; \bar{y}_x - частные средние даты начала плодоношения для каждой из зафиксированных групп лет наблюдений; s_η - ошибка корреляционного отношения; Σ - сумма, знак суммирования; n - объем выборки; $t_{\eta\text{факт}}$ - фактическое значение критерия t Стьюдента; ν - число степеней свободы. По опубликованным таблицам (Доспехов, 1973) с учетом числа степеней свободы дается $t_{05\text{табл}}$ - табличное значение критерия t -Стьюдента для 5% уровня значимости.

Отличительной особенностью методического решения задачи нашего конкретного примера является то, что здесь мы имеем дело с календарными датами. И их статистическая обработка затруднительна. В этой связи для статистической обработки календарные даты можно переводить в ряд чисел по специальной таблице. Сделать такую таблицу несложно. Для этого нужно пересчитать даты в нарастающем итоге суммы цифр начиная с 1 марта. Тогда, например, 1 апреля будет 32-ым днем, 1 мая - 62-ым днем и т.д. Можно воспользоваться и опубликованными таблицами (Зайцев, 1981). В графах таблицы 1 «дата начала плодоношения» и «групповое среднее» цифрами вверху каждой из граф представлены значения дат начала плодоношения пересчитанные по таблице, а в скобках указаны соответствующие им календарные даты.

В соответствии с общепринятыми рекомендациями по изучению криволинейных корреля-

ционных связей (Доспехов, 1973:285) весь ряд наблюдаемых величин целесообразно разбивать на 4-7 групп так, чтобы в каждой группе независимого признака X было не менее двух наблюдений. При этом интервалы групп могут быть различны по своей величине.

В нашем примере данные таблицы 1 разбиты по годам наблюдений на 5 групп в возрастающем порядке лет так, чтобы в каждой группе было по два года. Затем вычислялась общая средняя арифметическая дата начала плодоношения (\bar{y}) и групповые средние даты начала плодоношения (\bar{y}_x) соответствующие каждой зафиксированной группе лет (X). Определяли суммы квадратов отклонений для группового $\Sigma(Y - \bar{y}_x)^2$ и общего $\Sigma(Y - \bar{y})^2$ варьирования даты начала плодоношения. Все расчеты делались только для пересчитанных по специальным таблицам датам. Итоговые данные подставлялись в общеизвестные формулы, с помощью которых определялась величина корреляционного отношения, его ошибка и критерий существенности. Проверялась нулевая гипотеза об отсутствии связи с использованием критерия t -Стьюдента (Доспехов, 1973).

Как видно из представленных расчетов, величину полученного коэффициента корреляционного отношения можно понимать так, что в данном случае степень тесноты установленной связи ($\eta_{yx} = 0,8553$) представляет собою более 85% от полной

$$\eta_{yx}^2 = \frac{\Sigma(Y - \bar{y})^2 - \Sigma(Y - \bar{y}_x)^2}{\Sigma(Y - \bar{y})^2} =$$

$$= \frac{1094,2 - 293,8}{1094,2} = 0,7315;$$

$$\eta_{yx} = \sqrt{\eta_{yx}^2} = \sqrt{0,7315} = 0,8553;$$

$$s_\eta = \sqrt{\frac{1 - \eta_{yx}^2}{n - 2}} = \sqrt{\frac{1 - 0,7315}{10 - 2}} = 0,1832;$$

$$t_{\eta\text{факт}} = \frac{\eta_{yx}}{s_\eta} = \frac{0,8553}{0,1832} = 4,67;$$

$$\text{при } \nu = n - 2 = 10 - 2 = 8 \quad t_{05\text{табл}} = 2,31.$$

Таблица 1. Расчет вспомогательных величин для вычисления корреляционного отношения

ГОД наблюдений X	Групповые средние \bar{x}_y	Число наблюдений n_x	Дата начала плодоношения фенхеля Y	Групповое среднее \bar{y}_x	$Y - \bar{y}_x$	$(Y - \bar{y}_x)^2$	$Y - \bar{y}$	$(Y - \bar{y})^2$
1984			166 (13.08)		-2,5	6,3	-17,7	313,3
	1984,5	2		168,5 (16.08)				
1985			171 (18.08)		2,5	6,3	-12,7	161,3
1992			170 (17.08)		-9	81	-13,7	187,7
	1995	2		179 (26.08)				
1998			188 (4.09)		9	81	4,3	18,5
1999			194 (10.09)		5,5	30,3	10,3	106,1
	1999,5	2		188,5 (5.09)				
2000			183 (30.08)		-5,5	30,3	-0,7	0,5
2001			186 (2.09)		-3	9	2,3	5,3
	2002,5	2		189 (5.09)				
2004			192 (8.09)		3	9	8,3	68,9
2005			189 (5.09)		-4,5	20,3	5,3	28,1
	2005,5	2		193,5 (10.09)				
2006			198 (14.09)		4,5	20,3	14,3	204,5
		$n = 10$	$\sum Y = 1837$ $\bar{y} = 183,7$			$\sum (Y - \bar{y}_x)^2 = 293,8$		$\sum (Y - \bar{y})^2 = 1094,2$

неразрывной связи, при которой значение коэффициента корреляционного отношения $\eta = 1$. Это говорит о наличии тесной, близкой к функциональной связи. Причем нулевая гипотеза отвергается, т.к. $t_{\text{факт}}$ больше, чем $t_{\text{табл } 05}$.

Для того, чтобы получить теоретическую линию регрессии, т.е. усредненное течение функции при равномерном увеличении аргумента, надо точки с координатами значений групповых средних \bar{x}_y и \bar{y}_x в календарных датах (1984,5г и 16 августа; 1995г и 26 августа и т.д.) нанести на график и соединить плавной линией (рис 1).

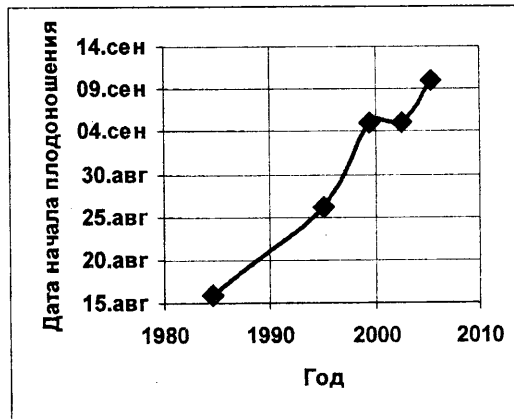


Рис 1. Линия регрессии даты начала плодоношения у фенхеля обыкновенного

Она показывает, что за наблюдаемый период с 1984 по 2000 год дата начала плодоношения фенхеля быстро смещалась на более поздние сроки. С 2000г по 2002 г линия регрессии вышла на плато и дата начала плодоношения определялась влиянием других факторов. Но после этого смещение даты начала плодоношения на более поздние сроки вновь ускорилось. И в целом за период с 1984 г по 2006г. дата начала плодоношения фенхеля стала позже на 32 дня, что статистически достоверно на 95%-ом уровне.

В рассмотренном выше примере был представлен вариант статистической обработки фенологических наблюдений, требующий специального пересчета исходных данных (см. выше). Для большинства других характеристик растений такая подготовка данных для анализа не потребует, а техника статистической обработки материала останется такой же. Однако во всех случаях сбора полевого материала для анализа необходимо соблюдать общепринятые требования к полевому опыту. На них мы здесь останавливаться не будем по той причине, что это детально рассмотрено в соответствующей литературе (Доспехов, 1973:9 и др.).

Таким образом, как можно было убедиться, проиллюстрированные на конкретном примере методологический подход и методика анализа хронобиологической процессуальной системы позволяют следующее.

1. Достоверно, на 95%-ом уровне доверия обрабатывать результаты мониторинга за поведением растений в период изменения климата.

2. Установить факт проявления трансформации показателей жизнеспособности у растений в конкретный период лет, когда меняется режим среды обитания. Получить графическое изображение процесса изменения показателей жизнеспособности видов растений в конкретном периоде жизни, наглядно иллюстрирующее характер связи, направление, величину изменения и скорость процесса а также периоды замедления и усиления влияния режима среды обитания.

3. Предвидеть возможный ход дальнейшей трансформации жизнеспособности и свойств растений в данном конкретном режиме и скорости трансформации среды обитания.

На выходе рассматриваемой хронобиологической процессуальной системы можно исследовать не только показатели жизнеспособности

растений, продуктивность их биомассы, но и биохимические характеристики их сырья, содержание лекарственных веществ, технические свойства растительной продукции и многое другое. Вся эта информация будет чрезвычайно ценна для разработки и применения стратегии управления растительным покровом, его реставрации и природопользования в новых климатических условиях.

Предлагаемое методологическое решение позволит широко использовать методы статистической обработки данных, исследовать большие массивы фактических материалов наблюдений за любые периоды трансформации климата. При этом нет необходимости в дорогостоящих метеонаблюдениях. Нужные результаты могут быть получены для любого пункта территории Земли, даже если метеонаблюдения там никогда не проводились. Использование данного решения задачи исследований, на наш взгляд, позволит быстрее подготовиться к последствиям трансформации поведения растений. Сделать это тогда, когда видимых признаков (сокращения ареалов, исчезновения видов растений и т.п.) еще не происходит.

В более широком плане, как представляется, рассмотренные аспекты хронобиологических исследований процессуальных систем могут быть реализованы не только для ботанических, но и зоологических объектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грудзинская Л.М., Таишулова Н. Фенхель обыкновенный (*Foeniculum vulgare* Mill.) – биология и культура. Вестник КазНУ. Серия биологическая. Алматы. 2007, №5, с.12-16.

2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М. «Колос». 1973. -335 с.

3. Зайцев Г.Н. Фенология древесных растений. Изд. Наука. М. 1981. -120 с.

Резюме

Климаттың трансформациялық өзгеруі өсерінен өсімдіктердің өсу бағыты мен қасиеттерін зерттеудің жана әдіс-тәсілдері келтірілген.

Summary

Suggested method is allowed to investigate speed, direction and quantity of changing properties of plants in the period of climate transformation.