***Лабораторная работа***

**Флуктуирующая асимметрия древесных и травянистых форм растений как тест-система оценки качества среды**

**Цель работы**: Интегральная экспресс-оценка качества среды обитания живых организмов по флуктуирующей асимметрии листовой пластины березы повислой (*Betula pendula*).

**Задачи**:

1.Освоить основные принципы применения метода флуктуирующей асимметрии растений в биоиндикации.

2.Ознакомиться с основными биоиндикаторами метода.

3.Освоить принципы сбора и обработки материала для метода флуктуирующей асимметрии

4.Изучить бальную систему качества среды обитания живых организмов по

показателям флуктуирующей асимметрии высших растений.

**Материалы и оборудование**: курвиметр (линейка);циркуль-измеритель; транспортир; гербарий листьев березы повислой.

**Практическая работа.**

**Задания**.

1.Используя рисунок листа березы проведите следующие измерения.

 Результаты исследований заносятся в таблицу 3.1.

 **Схема промеров, используемых для оценки стабильности развития березы повислой (*Betula pendula*)**

*1- ширина левой и правой половинок листа. Для измерения лист складывают пополам, совмещая верхушку с основанием листовой пластинки. Затем измеряется расстояние от границы центральной жилки до края листа.*

*2– расстояние от основания до конца жилки второго порядка, второй от основания листа.*

 *3 – расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка.*

*4 – расстояние между концами первой и второй жилок второго порядка. 5 – угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка.*

3.Для мерных признаков величина асимметрии у растений рассчитывается как различие в промерах слева и справа, отнесенное к сумме промеров на двух сторонах. Интегральным показателем стабильности развития для комплекса мерных признаков является средняя величина относительного различия между сторонами на признак. Этот показатель рассчитывается как среднее арифметическое суммы относительной величины асимметрии по всем признакам у каждой особи, отнесенное к числу используемых признаков. В таблицах 3.1 и 3.2 приводится пример расчета средней относительной величины асимметрии на признак для 5 промеров листа у 10 растений.

4.Сначала вычисляется относительная величина асимметрии для каждого признака. Для этого модуль разности между промерами слева (Л) и справа (П) делят на сумму этих же промеров:

|Л-П| /|Л+П|, Например: Лист №1 (таблица 3.1),

признак 1 |Л-П|/|Л+П|=|18-20|/|18+20|= 2/38 = 0,052

Полученные величины заносятся во вспомогательную таблицу 3.2.

5.Затем вычисляют показатель асимметрии для каждого листа. Для этого суммируют значения относительных величин асимметрии по всем признакам и делят на число признаков.

Например, для листа 1 (см. табл. 3.2): (0,052+0,015+0+0+0,042)/5 = 0,022

Результаты вычислений заносят во вспомогательную таблицу.

*Таблица 3.1.*

**Образец таблицы для обработки данных по оценке стабильности развития с использованием мерных признаков**

Номер признака

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер | 1 |   |   | 2 |   | 3 | 4 |   |   | 5 |
| образца |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   | Л |   | П | Л |   | П | Л |   | П | Л |   | П | Л |   | П |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1 | 18 |   | 20 | 32 |   | 33 | 4 |   | 4 | 12 |   | 12 | 46 |   | 50 |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 2 | 20 |   | 19 | 33 |   | 33 | 3 |   | 3 | 14 |   | 13 | 50 |   | 49 |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 3 | 18 |   | 18 | 31 |   | 31 | 2 |   | 3 | 12 |   | 11 | 50 |   | 46 |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 4 | 18 |   | 19 | 30 |   | 32 | 2 |   | 3 | 10 |   | 11 | 49 |   | 49 |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 5 | 20 |   | 20 | 30 |   | 33 | 6 |   | 3 | 13 |   | 14 | 46 |   | 53 |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| … | … | … | … | … | … | … | … | … | … | … |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 10 | 14 |   | 14 | 25 |   | 25 | 4 |   | 4 | 9 |   | 8 | 32 |   | 32 |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

*Таблица 3.2.*

**Вспомогательная таблица для расчета показателя стабильности развития**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер |   | Номер признака |   | Величина |
| образца |   |   |   |   |   | асимметрии листа |
|   |   |   |   |   |   |   |
|   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |   |
|   |   |   |   |   |   |   |
| 1 | 0,052 | 0,015 | 0 | 0 | 0,042 | 0,022 |
|   |   |   |   |   |   |   |
| 2 | 0,026 | 0 | 0 | 0,037 | 0,010 | 0,015 |
|   |   |   |   |   |   |   |
| 3 | 0 | 0 | 0,2 | 0,044 | 0,042 | 0,057 |
|   |   |   |   |   |   |   |
| 4 | 0,027 | 0,032 | 0,2 | 0,048 | 0 | 0,061 |
|   |   |   |   |   |   |   |
| 5 | 0 | 0,048 | 0,33 | 0,037 | 0,071 | 0,098 |
|   |   |   |   |   |   |   |
| 6 | 0,077 | 0 | 0 | 0,1 | 0 | 0,035 |
|   |   |   |   |   |   |   |
| 7 | 0,077 | 0,019 | 0 | 0 | 0,081 | 0,036 |
|   |   |   |   |   |   |   |
| 8 | 0,037 | 0,042 | 0 | 0,111 | 0,037 | 0,045 |
|   |   |   |   |   |   |   |
| 9 | 0,077 | 0,020 | 0 | 0 | 0,111 | 0,042 |
|   |   |   |   |   |   |   |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0,059 | 0 | 0,012 |
|   |   |   |   |   |   |   |
| Величина асимметрии в выборке: |   |   | **X=0,042** |
|   |   |   |   |   |   |

6.На последнем этапе вычисляется интегральный показатель стабильности развития – величина среднего относительного различия между сторонами на признак. Для этого вычисляют среднюю арифметическую величину асимметрии для выборки листьев. Это значение округляется до третьего знака после запятой. В нашем случае искомая величина равна:

(0,022+0,015+0,057+0,061+0,098+0,035+0,036+0,045+0,042+0,012)/10 = 0,042

7.Статистическая значимость различий между выборками по величине интегрального показателя стабильности развития (величина среднего относительного различия между сторонами на признак) определяется по t- критерию Стьюдента.

*Таблица 3.3.*

**Пятибалльная шкала оценки отклонений состояния организма от условной нормы по величине интегрального показателя стабильности развития для березы повислой (*Betula pendula*)**

|  |  |
| --- | --- |
| Балл | Величина показателя стабильности развития |
|   |   |
| **I** | <0,040 |
|   |   |
| **II** | 0,040 - 0,044 |
|   |   |
| **III** | 0,045 - 0,049 |
|   |   |
| **IV** | 0,050 - 0,054 |
|   |   |
| **V** | >0,054 |
|   |   |

*I – чисто;*

*II – относительно чисто («норма»);*

*III – загрязнено («тревога»);*

*IV – грязно («опасно»);*

 *V – очень грязно («вредно»)*



Таблица 3.1

Номер признака

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер | 1 |  |  | 2 |  | 3 | 4 |  |  | 5 |
| образца |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   | Л |   | П | Л |   | П | Л |   | П | Л |   | П | Л |   | П |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1 |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 2 |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 4 |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 5 |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   |   |   |   |   |  |   |   |   |   |   |   |
| 6 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 7 |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 8 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 9 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

*Таблица 3.2.*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер |   | Номер признака |   | Величина |
| образца |   |   |   |   |   | асимметрии листа |
|   |   |   |   |   |   |   |
|   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |   |
|   |   |   |   |   |   |   |
| 1 |  |  |  |  |  |  |
|   |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |
|   |   |   |   |   |   |   |
| 3 |  |  |  |  |  |  |
|   |  |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |  |
|   |  |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |  |
|   |  |  |  |  |  |  |
| 6 |  |  |  |  |  |  |
|   |  |  |  |  |  |  |
| 7 |  |  |  |  |  |  |
|   |  |  |  |  |  |  |
| 8 |  |  |  |  |  |  |
|   |  |  |  |  |  |  |
| 9 |  |  |  |  |  |  |
|   |  |  |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |  |  |
|   |   |   |   |   |   |   |
| Величина асимметрии в выборке: |   |   |  |