XXI Российской научной конференции школьников «ОТКРЫТИЕ»

СЕКЦИЯ ЭКОЛОГИЯ

**Изменение загрязнения окружающей среды п. Харп, установленного методом учета флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой, по сравнению с 2016 г.**

***Исследовательская работа***

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Автор - Мазуренко Полина Александровна**, обучающаяся 9 класса  Муниципального образовательного учреждения Школа п. Харп, Приуральский район, ЯНАО |
|  | **Научные руководители-**  **Старкова Татьяна Алексеевна,**  учитель биологии Муниципального образовательного учреждения Школа п. Харп  **Абатурова Валентина Владимировна,**  учитель биологии Муниципального образовательного учреждения Школа п. Харп |

Ярославль, 2018 г.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Содержание** |  |
| 1 | **ВВЕДЕНИЕ……………………………………………………………………………………** | **2** |
| 2 | **ОПИСАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ**  **ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ ЗАГРЕЗНЕНИЯ В ПЯТИ РАЙОНАХ П.ХАРП………...** | **3** |
| 3 | **ВЫБОР ПЛОЩАДОК……………………………………………………………………….** | **3** |
| 4 | **СБОР ПОЛЕВОГО МАТЕРИАЛА………………………………………………………...** | **3** |
| 5 | **ИЗМЕРЕНИЯ………………………………………………………………………………….** | **4** |
| 6 | **ВЫЧИСЛЕНИЯ……………………………………………………………………………….** | **5** |
| 7 | **РЕЗУЛЬТАТЫ…………………………………………………………………………………** | **6** |
| 8 | **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ С ДАННЫМИ 2016 ГОД………………………………………………………………………………………..** | **7** |
| 9 | **ВЫВОД…………………………………………………………………………………………** | **9** |
| 10  11 | **ЛИТЕРАТУРА…………………………………………………………………………………**  **ПРИЛОЖЕНИЯ……………………………………………………………………………….** | **10**  **11** |

**Введение**

В 2016 году была выполнена работа «Изучение загрязнения окружающей среды п. Харп методом учета флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой», которая получила высокую оценку на конкурсах различного уровня: от муниципального до международного. Опираясь на рекомендации экспертной группы, в нынешней работе учтены, по возможности полученные советы. Методика исследования данной работы такая же, как и в предыдущей работе, однако было увеличено количество пробных площадок с трех до пяти. Сбор листьев осуществлялся в течение более длительного отрезка времени, чем раньше.

**Гипотеза:**

Если проводить измерения данным методом каждый год, то мы сможем выявить статистику годового загрязнение окружающей среды в поселке.

**Цель работы:**

Определить степень загрязнения окружающей среды в различных районах поселка Харп, сравнить с данными 2016 года

**Задачи:**

1. Определить уровень загрязнения в пяти районах п. Харп
2. Сравнить полученные результаты с данными 2016 г.

**Объект исследования**

Листовые пластинки березы повислой

**Предмет исследования**

Асиммертия листовой пластинки березы повислой(Веtula pendula Roth.)

**Методики**

Оценка экологического состояния леса по асимметрии листьев1. С.А. Боголюбов, Экосистема, 2002

**Описание результатов**

1. **Определение уровня загрязнения в пяти районах п. Харп**

***Выбор площадок****.* Для выполнения работы были определены пять площадок, три из которых прошлогодние, на них производился сбор листьев как для предыдущей работы, так и для нынешней (Рис.1). Первая находится в непосредственной близости к обогатительному цеху предприятия

|  |
| --- |
|  |
| *Рис. 1. Схема п. Харп (фотография со спутника) с обозначенными площадками*  *сбора материала для исследования* |

Конгор-Хром (Рис. 2), так как именно это предприятие оказалось главным источником загрязнения воздуха, почвы, растительности. Вторая площадка выбрана в парковой зоне центральной части поселка (Рис. 3), так как это излюбленное место отдыха жителей поселка, удалена от первой на 1,5 км. Третья – контрольная площадка располагается за школой на удалении от главного загрязнителя на 3 км. (Рис. 4).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| F:\методика\IMG_5484.JPG | C:\Users\Школа\Desktop\ПРОЕКТЫ\БЕРЕЗА\2017 листья\IMG_20170830_130701.jpg | C:\Users\Школа\Desktop\ПРОЕКТЫ\БЕРЕЗА\2017 листья\IMG_20170827_155317.jpg |
| *Рис.2. Сбор листьев на площадке № 1 (Конгор-Хром)* | *Рис. 3. Сбор листьев на площадке № 2 (Парк)* | *Рис. 4. Сбор листьев на площадке № 3 (Территория школы)* |

Дополнительные две площадки: участок под номером четыре «Гаражи», там помимо автомобилей фактором загрязнения является железная дорога, показалось интересным проверить, насколько экологически «грязнее» этот участок, по сравнению с другими (Рис.5). Пятый участок, это детсад «Жемчужинка», место где в течение дня находятся дети (Рис. 6). При выборе площадок учитывалось наличие объекта исследования, а именно произрастание березы в достаточном для исследования количестве.

|  |  |
| --- | --- |
| C:\Users\Школа\Desktop\ПРОЕКТЫ\БЕРЕЗА\2017 листья\IMG_20170630_161848_1504070643816.jpg | C:\Users\Школа\Desktop\ПРОЕКТЫ\БЕРЕЗА\2017 листья\IMG_20170630_161925_1504070662662.jpg |
| *Рис.5. Сбор листьев на площадке № 4 (Гаражи)* | *Рис.6. Сбор листьев на площадке № 5(Детсад Жемчужинка)* |

***Сбор полевого материала***

В качестве растительного объекта использовалась береза повислая, так как это растение использовалось в предыдущем исследовании. Сбор листьев проводился в сроки 15 июля по 25 августа с растений, находящихся в примерно одинаковых экологических условиях по уровню освещенности, влажности, типу биотопа. Как и в прошлом году для анализа использовались только средневозрастные растения. Собирались листья с 10 близко расположенных растений по 10 листьев примерно одинакового размера с каждого дерева, всего - 100 листьев с одной площадки. Листья брались из нижней части кроны, на уровне поднятой руки, с максимального количества доступных веток, только с укороченных побегов. При этом, использовались ветки разных направлений, условно - с севера, юга, запада и востока2.

***Измерения***

С каждого листа снимали показатели по 5-ти параметрам с левой и правой стороны листа: первое измерение - ширина половинки листа. Второе измерение - длина второй жилки второго порядка от основания листа. Третье измерение - расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка (Рис.7); четвертый показатель - расстояние между концами этих жилок; пятый - угол между главной жилкой и второй от основания жилкой второго порядка.

Первые четыре параметра снимали циркулем-измерителем. Угол между жилками измеряли транспортиром (рис.8). Данные измерений заносили в таблицу (см. приложение, таблицы 1-10). Для хранения и математической обработки использовали программу Microsoft Excel3.

|  |  |
| --- | --- |
| F:\методика\IMG_5458.JPG | F:\методика\IMG_5466.JPG |
| *Рис. 7. Измерение расстояния между основаниями первой и второй жилок второго порядка*. | *Рис. 8. Измерение - угола между главной жилкой и второй от основания жилкой второго порядка.* |

***Вычисления***

Величина асимметричности оценивается с помощью интегрального показателя - величины **среднего относительного различия** на признак (средняя арифметическая отношения разности к сумме промеров листа слева и справа, отнесенная к числу признаков). Для проведения вычислений пользовались вспомогательной таблицей. Измеряя параметры листа по 5-ти признакам (слева и справа) мы получали 10 значений. В первом действии находили относительное различие между значениями признака слева и справа для каждого признака. Для этого находили разность значений измерений по одному признаку для одного листа, затем находили сумму этих же значений и разность делили на сумму.

|  |
| --- |
| Y=Xл-Xп  Xл+Xп |

После этого находили значение Yпо формуле:

|  |
| --- |
| Z=Y1+Y2+…Y5  N |

Найденное значение Y вписывали в вспомогательную таблицу в столбец 1 признака. Подобные вычисления производили по каждому признаку (от 1 до 5). В результате получили 5 значений *Y* для одного листа. Такие же вычисления производили для каждого листа в отдельности. Во втором действии находили значение среднего относительного различия между сторонами для каждого листа ( *Z* ).

Для этого сумму относительных различий делили на число признаков. В третьем действиивычисляли среднее относительное различие на признак для всей выборки (*Х*). Для этого все значения *Z* складывали и делили на число этих значений.

|  |
| --- |
| X=Z1+…+Zn=  n |

Полученный показатель характеризует степень асимметричности организма. Для данного показателя разработана пятибалльная шкала отклонения от нормы (см. таблицу 1) в которой 1 балл - условная норма, а 5 баллов - критическое состояние2.

*Таблица 1. Пятибальная шкала отклонения от нормы**флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой*.

|  |  |
| --- | --- |
| Балл | Значение показателя асимметричности |
| 1 балл | до 0,055 |
| 2 балл | 0,055-0,060 |
| 3 балл | 0,060-0,065 |
| 4 балл | 0,065-0,070 |
| 5 балл | более 0,07 |

***Результаты***

По результатам вычислений (таблица 2), построены графики, анализируя которые можно говорить о загрязненности изученных территорий. На всех пяти площадках отмечается благополучная экологическая ситуация. На площадке вблизи предприятия Конгор-Хром (рис. 9) наибольшее значение показателя асимметричности не превышает 0,025, что указывает на ненарушенное экологическое равновесие

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| *Рис. 9. Конгор-Хром* | *Рис. 10. Парк* |
|  |  |
| *Рис. 11. Средняя школа* | *Рис. 12 Гаражи* |

Результат вызвал сомнение и был перепроверен. Новые вычисления дали тот же результат. На площадке в парковой зоне (рис. 10). показатель асимметричности выше 0,045, но он так же не достигает 0,055. Показатели третьей, четвертой и пятой площадок (Рис 11,12,13) соответственно равны: 0,034; 0,033; 0,05, что так же свидетельствует об отсутствии факторов, нарушающих экологическое равновесие.

|  |
| --- |
|  |
| *Рис. 13. Детсад Жемчужинка* |

*Таблица 2. Отклонения от нормы**флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой при исследовании на территории поселка Харп (измерение 2017г.)*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № растения | Средняя школа | Парк | Конгор-Хром | д/с Жемчужинка | Гаражи |
| 1 | 0,005 | 0,028 | 0,006 | 0,004 | 0,012 |
| 2 | 0,010 | 0,033 | 0,002 | 0,050 | 0,001 |
| 3 | 0,017 | 0,021 | 0,000 | 0,018 | 0,007 |
| 4 | 0,005 | 0,028 | 0,002 | 0,026 | 0,000 |
| 5 | 0,026 | 0,003 | 0,008 | 0,001 | 0,004 |
| 6 | 0,011 | 0,045 | 0,021 | 0,007 | 0,017 |
| 7 | 0,032 | 0,014 | 0,016 | 0,002 | 0,011 |
| 8 | 0,004 | 0,006 | 0,008 | 0,020 | 0,032 |
| 9 | 0,020 | 0,020 | 0,003 | 0,017 | 0,002 |
| 10 | 0,021 | 0,003 | 0,022 | 0,016 | 0,013 |
| Среднее по всем березам на площадке | 0,015 | 0,020 | 0,009 | 0,016 | 0,010 |

1. **Сравнительный анализ полученных результатов с данными 2016 г.**

Сравнивая полученные в 2017 году результаты с данными 2016 года, отмечается значительное отличие между ними (рис. 14).

Если в 2016 году на площадке расположенной вблизи предприятия Конгор-Хром данные по асимметрии листовых пластинок значительно превышали показатель, обозначающий критическое состояние среды, то в этом году подобного не наблюдалось. В 2016 г. на второй площадке, расположенной в парковой зоне, было выявлено превышение показателя критического состояния природного равновесия. На контрольной площадке, удаленной от источника загрязнения на три километра, было зафиксировано, что асимметрия листовых пластинок приближается к критическому значению. В целом результаты прошлогоднего исследования показывают на наличие серьезных экологических нарушений, приводящих к изменениям гомеостаза морфогенетических процессов у всех живых организмов. Исследования 2017 года опровергли выводы, сделанные в предыдущей работе. Они свидетельствуют о благополучной экологической ситуации.

|  |
| --- |
|  |
| *Рис. 14. График, отклонения от нормы**флуктуирующей асимметрии листовой пластинки*  *березы повислой при исследовании на территории поселка Харп в 2016г. и 2017 г.* |

Результаты лабораторных, химико-аналитических исследований, проведенных учащимися нашей школы в 2017 году противоречат данным, полученным методом флуктуирующей асимметрии листовой пластинки в этом же году. Они сходятся с выводами прошлого года и сигнализируют об экологической опасности территории п. Харп.

**Вывод**

1. Результат изучения асимметрии листовых пластинок березы повислой свидетельствует, что данные, полученные таким методом, могут значительно расходиться по годам и зависят не только от загрязненности окружающей среды, а так же и от других факторов. Предположительно играют роль погодные условия в период вегетации данного вида растений.

2. При сравнении, полученных данных с результатами исследований, проведенных химико-аналитическими методами, выявлено, что изучение среды способом флуктуирующей асимметрии не всегда дает аналогичные результаты и не может быть использовано при осуществлении мониторинговых мероприятий.

3. Метод изучения среды способом флуктуирующей асимметрии требует дальнейших исследований в направлении выбора объекта исследования и коррекции на изменяющиеся условия в период вегетации растений.

**Литература**

1. С.А. Боголюбов. Экологические исследования школьников в природе. – М.: Экосистема. 2001.
2. Г.А. Шестакова, А.Б.Стрельцов, Е.Л.Константинов. Методика сбора и обработки материала для оценки стабильности развития березы повислой. Государственный педагогический университет им.К.Э.Циолковского. – Калуга, 1997
3. В.М Захаров., Е.Ю. Крысанов. «Методика сбора и обработки материала для оценки стабильности развития (по 8 видам растений)». – Калуга, 2007
4. В.А. Мясников. Сборник работ XII Всероссийской экологической конференции молодежи «ЭКО-2006». – М.: «Ладога 100». 2006.

**Приложение**

Таблица №1. Вспомогательная таблица, заполненная при обработке первых 10 листьев, собранных на площадке №3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Дата: 01.07.2017 | | | | Исполнитель: | | | | | | |
| Место сбора: за средней школой | | | | | | | | | | |
| № листа | 1.Ширина половинок листа мм | | 2. Длина 2й жилки мм | | 3. Расстояние между основаниями 1й и 2й жилками мм | | 4. Расстояние между концами 1й и 2й жилок мм | | 5. Угол между центральной и 2й жилкой градусы | |
|
|  | **л** | **п** | **л** | **п** | **л** | **п** | **л** | **п** | **л** | **п** |
| 1 | 13 | 11 | 17 | 21 | 5 | 3 | 5 | 6 | 61 | 60 |
| 2 | 6 | 8 | 16 | 16 | 7 | 5 | 6 | 4 | 62 | 60 |
| 3 | 16 | 9 | 23 | 19 | 4 | 5 | 8 | 6 | 69 | 58 |
| 4 | 16 | 15 | 24 | 20 | 5 | 6 | 8 | 7 | 64 | 62 |
| 5 | 14 | 15 | 24 | 22 | 4 | 3 | 7 | 5 | 51 | 57 |
| 6 | 14 | 16 | 23 | 26 | 4 | 4 | 6 | 8 | 50 | 59 |
| 7 | 14 | 14 | 21 | 22 | 3 | 3 | 6 | 7 | 62 | 59 |
| 8 | 16 | 17 | 22 | 24 | 4 | 4 | 6 | 8 | 51 | 62 |
| 9 | 15 | 16 | 24 | 23 | 4 | 4 | 5 | 7 | 60 | 60 |
| 10 | 14 | 13 | 20 | 21 | 5 | 4 | 5 | 6 | 47 | 59 |

Таблица №2 Расчетная таблица, заполненная при обработке первых 10 листьев, собранных на площадке №3

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № листа | 1.Признак | 2.Признак | 3.Признак | 4.Признак | 5.Признак | Среднее относительное различие на признак |
|  |  |  |  |  | Z=Y1+Y2+…Y5/N |
| Y=Xл-Xп | Y=Xл-Xп | Y=Xл-Xп | Y=Xл-Xп | Y=Xл-Xп |
| Xл+Xп | Xл+Xп | Xл+Xп | Xл+Xп | Xл+Xп |
|  |  |  |  |  |
| 1 | 0,0833 | -0,1053 | 0,2500 | -0,0909 | 0,0083 | 0,0291 |
| 2 | -0,1429 | 0,0000 | 0,1667 | 0,2000 | 0,0164 | 0,0480 |
| 3 | 0,2800 | 0,0952 | -0,1111 | 0,1429 | 0,0866 | 0,0987 |
| 4 | 0,0323 | 0,0909 | -0,0909 | 0,0667 | 0,0159 | 0,0230 |
| 5 | -0,0345 | 0,0435 | 0,1429 | 0,1667 | -0,0556 | 0,0526 |
| 6 | -0,0667 | -0,0612 | 0,0000 | -0,1429 | -0,0826 | -0,0707 |
| 7 | 0,0000 | -0,0233 | 0,0000 | -0,0769 | 0,0248 | -0,0151 |
| 8 | -0,0303 | -0,0435 | 0,0000 | -0,1429 | -0,0973 | -0,0628 |
| 9 | -0,0323 | 0,0213 | 0,0000 | -0,1667 | 0,0000 | -0,0355 |
| 10 | 0,0370 | -0,0244 | 0,1111 | -0,0909 | -0,1132 | -0,0161 |
| ***ИТОГО:*** | | | | | | ***0,0513*** |
| **X=Z1+…+Zn/n** | | | | | | **0,0051** |
|

Таблица №3 Вспомогательная таблица, заполненная при обработке второй партии из 10 листьев, собранных на площадке №3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | Исполнитель: | | | | | | |
|
| Место сбора: за средней школой | | | | | | | | | | |
| № листа | 1.Ширина половинок листа мм | | 2. Длина 2й жилки мм | | 3. Расстояние между основаниями 1й и 2й жилками мм | | 4. Расстояние между концами 1й и 2й жилок мм | | 5. Угол между центральной и 2й жилкой градусы | |
|
|  | **л** | **п** | **л** | **п** | **л** | **п** | **л** | **п** | **л** | **п** |
| 1 | 17 | 21 | 21 | 20 | 7 | 6 | 7 | 8 | 65 | 67 |
| 2 | 23 | 25 | 20 | 22 | 5 | 4 | 5 | 7 | 61 | 54 |
| 3 | 26 | 24 | 13 | 19 | 8 | 5 | 8 | 6 | 67 | 58 |
| 4 | 21 | 18 | 16 | 18 | 6 | 4 | 8 | 6 | 69 | 59 |
| 5 | 25 | 26 | 20 | 17 | 5 | 5 | 5 | 7 | 55 | 57 |
| 6 | 24 | 27 | 15 | 15 | 8 | 7 | 6 | 4 | 62 | 61 |
| 7 | 23 | 24 | 23 | 14 | 4 | 7 | 6 | 7 | 59 | 60 |
| 8 | 27 | 23 | 22 | 21 | 5 | 6 | 9 | 4 | 71 | 68 |
| 9 | 25 | 25 | 14 | 20 | 7 | 5 | 7 | 8 | 63 | 63 |
| 10 | 28 | 24 | 17 | 18 | 5 | 6 | 5 | 8 | 51 | 60 |

Таблица №4 Расчетная таблица, заполненная при обработке второй партии из 10 листьев, собранных на площадке №3

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № листа | 1.Признак | 2.Признак | 3.Признак | 4.Признак | 5.Признак | Среднее относительное различие на признак |
|  |  |  |  |  | Z=Y1+Y2+…Y5/N |
| Y=Xл-Xп | Y=Xл-Xп | Y=Xл-Xп | Y=Xл-Xп | Y=Xл-Xп |
| Xл+Xп | Xл+Xп | Xл+Xп | Xл+Xп | Xл+Xп |
|  |  |  |  |  |
| 1 | -0,1053 | 0,0244 | 0,0769 | -0,0667 | -0,0152 | -0,0172 |
| 2 | -0,0417 | -0,0476 | 0,1111 | -0,1667 | 0,0609 | -0,0168 |
| 3 | 0,0400 | -0,1875 | 0,2308 | 0,1429 | 0,0720 | 0,0596 |
| 4 | 0,0769 | -0,0588 | 0,2000 | 0,1429 | 0,0781 | 0,0878 |
| 5 | -0,0196 | 0,0811 | 0,0000 | -0,1667 | -0,0179 | -0,0246 |
| 6 | -0,0588 | 0,0000 | 0,0667 | 0,2000 | 0,0081 | 0,0432 |
| 7 | -0,0213 | 0,2432 | -0,2727 | -0,0769 | -0,0084 | -0,0272 |
| 8 | 0,0800 | 0,0233 | -0,0909 | 0,3846 | 0,0216 | 0,0837 |
| 9 | 0,0000 | -0,1765 | 0,1667 | -0,0667 | 0,0000 | -0,0153 |
| 10 | 0,0769 | -0,0286 | -0,0909 | -0,2308 | -0,0811 | -0,0709 |
| ***ИТОГО:*** | | | | | | ***0,1024*** |
| **X=Z1+…+Zn/n** | | | | | | **0,0102** |
|

Таблица №5 Вспомогательная таблица, заполненная при обработке третьей партии из 10 листьев, собранных на площадке №3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Дата: 01.07.2017 | | | | Исполнитель: | | | | | | |
| Место сбора: за средней школой | | | | | | | | | | |
| № листа | 1.Ширина половинок листа мм | | 2. Длина 2й жилки мм | | 3. Расстояние между основаниями 1й и 2й жилками мм | | 4. Расстояние между концами 1й и 2й жилок мм | | 5. Угол между центральной и 2й жилкой градусы | |
|
|  | **л** | **п** | **л** | **п** | **л** | **п** | **л** | **п** | **л** | **п** |
| 1 | 17 | 20 | 28 | 27 | 5 | 6 | 8 | 8 | 64 | 59 |
| 2 | 17 | 21 | 30 | 32 | 4 | 7 | 11 | 10 | 59 | 60 |
| 3 | 20 | 21 | 34 | 30 | 4 | 7 | 12 | 8 | 54 | 53 |
| 4 | 14 | 15 | 19 | 22 | 4 | 5 | 7 | 7 | 58 | 53 |
| 5 | 18 | 20 | 25 | 29 | 5 | 5 | 11 | 12 | 57 | 55 |
| 6 | 17 | 18 | 24 | 25 | 4 | 4 | 10 | 8 | 51 | 54 |
| 7 | 19 | 19 | 26 | 28 | 3 | 4 | 9 | 10 | 55 | 56 |
| 8 | 17 | 18 | 27 | 24 | 5 | 6 | 11 | 9 | 54 | 54 |
| 9 | 22 | 23 | 34 | 30 | 5 | 6 | 13 | 7 | 56 | 54 |
| 10 | 21 | 23 | 30 | 31 | 5 | 7 | 10 | 8 | 54 | 51 |

Таблица №6. Расчетная таблица, заполненная при обработке третьей партии из 10 листьев, собранных на площадке №3

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № листа | 1.Признак | 2.Признак | 3.Признак | 4.Признак | 5.Признак | Среднее относительное различие на признак |
|  |  |  |  |  | Z=Y1+Y2+…Y5/N |
| Y=Xл-Xп | Y=Xл-Xп | Y=Xл-Xп | Y=Xл-Xп | Y=Xл-Xп |
| Xл+Xп | Xл+Xп | Xл+Xп | Xл+Xп | Xл+Xп |
|  |  |  |  |  |
| 1 | -0,0811 | 0,0182 | -0,0909 | 0,0000 | 0,0407 | -0,0226 |
| 2 | -0,1053 | -0,0323 | -0,2727 | 0,0476 | -0,0084 | -0,0742 |
| 3 | -0,0244 | 0,0625 | -0,2727 | 0,2000 | 0,0093 | -0,0051 |
| 4 | -0,0345 | -0,0732 | -0,1111 | 0,0000 | 0,0450 | -0,0347 |
| 5 | -0,0526 | -0,0741 | 0,0000 | -0,0435 | 0,0179 | -0,0305 |
| 6 | -0,0286 | -0,0204 | 0,0000 | 0,1111 | -0,0286 | 0,0067 |
| 7 | 0,0000 | -0,0370 | -0,1429 | -0,0526 | -0,0090 | -0,0483 |
| 8 | -0,0286 | 0,0588 | -0,0909 | 0,1000 | 0,0000 | 0,0079 |
| 9 | -0,0222 | 0,0625 | -0,0909 | 0,3000 | 0,0182 | 0,0535 |
| 10 | -0,0455 | -0,0164 | -0,1667 | 0,1111 | 0,0286 | -0,0178 |
| ***ИТОГО:*** | | | | | | ***-0,1651*** |
| **X=Z1+…+Zn/n** | | | | | | **-0,0165** |
|

Таблица № 7 Вспомогательная таблица, заполненная при обработке четвертой партии из 10 листьев, собранных на площадке №3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Дата: 01.07.2017 | | | | Исполнитель: | | | | | | |
| Место сбора: за средней школой | | | | | | | | | | |
| № листа | 1.Ширина половинок листа мм | | 2. Длина 2й жилки мм | | 3. Расстояние между основаниями 1й и 2й жилками мм | | 4. Расстояние между концами 1й и 2й жилок мм | | 5. Угол между центральной и 2й жилкой градусы | |
|
|  | **л** | **п** | **л** | **п** | **л** | **п** | **л** | **п** | **л** | **п** |
| 1 | 14 | 15 | 20 | 20 | 4 | 3 | 6 | 5 | 62 | 60 |
| 2 | 15 | 15 | 23 | 25 | 5 | 4 | 6 | 7 | 61 | 58 |
| 3 | 13 | 17 | 20 | 19 | 3 | 3 | 6 | 5 | 56 | 51 |
| 4 | 13 | 15 | 18 | 20 | 4 | 4 | 7 | 8 | 54 | 49 |
| 5 | 13 | 18 | 23 | 23 | 5 | 6 | 8 | 7 | 59 | 56 |
| 6 | 15 | 17 | 20 | 21 | 4 | 5 | 6 | 8 | 61 | 49 |
| 7 | 14 | 15 | 17 | 20 | 6 | 4 | 7 | 7 | 51 | 53 |
| 8 | 20 | 19 | 18 | 20 | 6 | 5 | 8 | 9 | 53 | 54 |
| 9 | 19 | 17 | 17 | 14 | 4 | 7 | 6 | 6 | 62 | 60 |
| 10 | 21 | 18 | 15 | 16 | 7 | 4 | 5 | 3 | 60 | 60 |

Таблица № 8 Расчетная таблица, заполненная при обработке четвертой партии из 10 листьев, собранных на площадке №3

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № листа | 1.Признак | 2.Признак | 3.Признак | 4.Признак | 5.Признак | Среднее относительное различие на признак |
|  |  |  |  |  | Z=Y1+Y2+…Y5/N |
| Y=Xл-Xп | Y=Xл-Xп | Y=Xл-Xп | Y=Xл-Xп | Y=Xл-Xп |
| Xл+Xп | Xл+Xп | Xл+Xп | Xл+Xп | Xл+Xп |
|  |  |  |  |  |
| 1 | -0,0345 | 0,0000 | 0,1429 | 0,0909 | 0,0164 | 0,0431 |
| 2 | 0,0000 | -0,0417 | 0,1111 | -0,0769 | 0,0252 | 0,0035 |
| 3 | -0,1333 | 0,0256 | 0,0000 | 0,0909 | 0,0467 | 0,0060 |
| 4 | -0,0714 | -0,0526 | 0,0000 | -0,0667 | 0,0485 | -0,0284 |
| 5 | -0,1613 | 0,0000 | -0,0909 | 0,0667 | 0,0261 | -0,0319 |
| 6 | -0,0625 | -0,0244 | -0,1111 | -0,1429 | 0,1091 | -0,0464 |
| 7 | -0,0345 | -0,0811 | 0,2000 | 0,0000 | -0,0192 | 0,0130 |
| 8 | 0,0256 | -0,0526 | 0,0909 | -0,0588 | -0,0093 | -0,0009 |
| 9 | 0,0556 | 0,0968 | -0,2727 | 0,0000 | 0,0164 | -0,0208 |
| 10 | 0,0769 | -0,0323 | 0,2727 | 0,2500 | 0,0000 | 0,1135 |
| ***ИТОГО:*** | | | | | | ***0,0509*** |
| **X=Z1+…+Zn/n** | | | | | | **0,0051** |
|

Таблица № 9. Вспомогательная таблица, заполненная при обработке пятой партии из 10 листьев, собранных на площадке №3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Дата: 01.07.2017 | | | | Исполнитель: | | | | | | |
| Место сбора: за средней школой | | | | | | | | | | |
| № листа | 1.Ширина половинок листа мм | | 2. Длина 2й жилки мм | | 3. Расстояние между основаниями 1й и 2й жилками мм | | 4. Расстояние между концами 1й и 2й жилок мм | | 5. Угол между центральной и 2й жилкой градусы | |
|
|  | **л** | **п** | **л** | **п** | **л** | **п** | **л** | **п** | **л** | **п** |
| 1 | 20 | 21 | 23 | 30 | 5 | 6 | 8 | 7 | 50 | 58 |
| 2 | 20 | 19 | 28 | 25 | 5 | 6 | 8 | 5 | 61 | 64 |
| 3 | 19 | 19 | 23 | 24 | 7 | 6 | 7 | 6 | 57 | 59 |
| 4 | 16 | 20 | 21 | 24 | 7 | 4 | 11 | 7 | 60 | 58 |
| 5 | 19 | 21 | 27 | 25 | 7 | 5 | 10 | 8 | 55 | 49 |
| 6 | 10 | 9 | 18 | 15 | 4 | 5 | 7 | 8 | 62 | 64 |
| 7 | 17 | 20 | 29 | 27 | 5 | 4 | 7 | 9 | 50 | 49 |
| 8 | 18 | 16 | 21 | 24 | 6 | 4 | 11 | 7 | 62 | 61 |
| 9 | 20 | 19 | 28 | 30 | 8 | 7 | 12 | 10 | 56 | 61 |
| 10 | 17 | 18 | 27 | 29 | 5 | 4 | 10 | 9 | 58 | 52 |

Таблица № 10. Расчетная таблица, заполненная при обработке пятой партии из 10 листьев, собранных на площадке №3

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № листа | 1.Признак | 2.Признак | 3.Признак | 4.Признак | 5.Признак | Среднее относительное различие на признак |
|  |  |  |  |  | Z=Y1+Y2+…Y5/N |
| Y=Xл-Xп | Y=Xл-Xп | Y=Xл-Xп | Y=Xл-Xп | Y=Xл-Xп |
| Xл+Xп | Xл+Xп | Xл+Xп | Xл+Xп | Xл+Xп |
|  |  |  |  |  |
| 1 | -0,0244 | -0,1321 | -0,0909 | 0,0667 | -0,0741 | -0,0510 |
| 2 | 0,0256 | 0,0566 | -0,0909 | 0,2308 | -0,0240 | 0,0396 |
| 3 | 0,0000 | -0,0213 | 0,0769 | 0,0769 | -0,0172 | 0,0231 |
| 4 | -0,1111 | -0,0667 | 0,2727 | 0,2222 | 0,0169 | 0,0668 |
| 5 | -0,0500 | 0,0385 | 0,1667 | 0,1111 | 0,0577 | 0,0648 |
| 6 | 0,0526 | 0,0909 | -0,1111 | -0,0667 | -0,0159 | -0,0100 |
| 7 | -0,0811 | 0,0357 | 0,1111 | -0,1250 | 0,0101 | -0,0098 |
| 8 | 0,0588 | -0,0667 | 0,2000 | 0,2222 | 0,0081 | 0,0845 |
| 9 | 0,0256 | -0,0345 | 0,0667 | 0,0909 | -0,0427 | 0,0212 |
| 10 | -0,0286 | -0,0357 | 0,1111 | 0,0526 | 0,0545 | 0,0308 |
| ***ИТОГО:*** | | | | | | ***0,2600*** |
| **X=Z1+…+Zn/n** | | | | | | **0,0260** |
|

*Таблица 11. Отклонения от нормы**флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой при исследовании на территории поселка Харп (измерения 2016г.)*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № растения | Среднее значение возле школы | Парк | Конгор-Хром |
| 1 | 0,067 | 0,081 | 0,120 |
| 2 | 0,058 | 0,096 | 0,132 |
| 3 | 0,09 | 0,228 | 0,126 |
| 4 | 0,153 | 0,077 | 0,205 |
| 5 | 0,094 | 0,105 | 0,112 |
| 6 | 0,11 | 0,071 | 0,176 |
| 7 | 0,021 | 0,081 | 0,065 |
| 8 | 0,066 | 0,082 | 0,169 |
| 9 | 0,067 | 0,062 | 0,081 |
| 10 | 0,065 | 0,0850 | 0,075 |
| Среднее по всем березам на площадке | **0,066** | **0,087** | **0,126** |