

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СЕЗОННОЙ ДИНАМИКИ ОСНОВНЫХ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД ЗАПОВЕДНИКА

Ю. Н. Спасовский.

Фенологическим наблюдениям в Кавказском заповеднике уделяется значительное внимание практически с момента создания заповедника. Накоплен большой фактический материал первичных наблюдений за сезонными явлениями многих видов животных и растений заповедника, а так же за изменениями абиотических факторов.

При ведении фенологических наблюдений в заповеднике используются два основных метода: случайные наблюдения на маршрутах полевых работ, и наблюдения на стационарных фенологических площадках при кордонах. Первый метод используется в основном научными сотрудниками, и его данные составляют основу фенотеки. Второй метод был разработан специально для наблюдений за сезонной динамикой основных лесобразующих пород и осуществляется при содействии сотрудников охраны заповедника. Кстати говоря, именно это последнее обстоятельство в современных экономических условиях является слабой стороной данного метода и диктует необходимость перехода к другим – современным методам наблюдений.

Тем не менее, на сегодняшний день накоплен определенный объем многолетних наблюдений за сезонной динамикой ряда лесобразующих пород, позволяющий сделать их статистическую обработку.

Стационарные фенологические площадки были заложены на всех 13-ти кордонах заповедника, как на южном, так и на северном макросклонах. Однако, количественный и качественный состав наблюдаемых видов на каждой площадке был продиктован особенностями состава древостоя. В результате, несмотря на то, что на каждой площадке наблюдалось в среднем до 20 древесных видов, в целом сравнить можно только наиболее распространенные, т. е. – основные лесобразующие породы. С другой стороны, особенности микроклиматических условий как на южном, так и на северном макросклонах, обуславливают существенные различия в развитии сезонных явлений, что не позволяет их сравнивать в полной мере. Кроме этого, в течении последних нескольких лет на некоторых феноплощадках наблюдения осуществлялись крайне нерегулярно, что в результате не позволяет сегодня получить достаточный объем выборки многолетних данных.

В силу этих и некоторых других причин, в этой работе мы делаем только оценку общих тенденций в сезонной динамике основных лесобразующих пород заповедника на северном макросклоне.

В основу работы были положены оригинальные методики оценки фенологического материала, предложенные В. Бирюковым и В. Степиным (1), Г.

Зайцевым (2, 3) и И. Сапельниковой (6).

Исходными данными для работы послужила выборка многолетних наблюдений за период с 1946 по 1985 гг., дат наступления фенологических фаз у основных лесообразующих пород, по которой несколько ранее научным сотрудником заповедника В. В. Кипиани были рассчитаны средние многолетние даты наступления этих фаз.

Однако полученные среднемноголетние величины есть некий стационарный показатель – норма, которая характеризует идеальный ход сезонного развития, с которым можно сравнивать натуральную динамику сезонных явлений.

Поэтому с многолетней нормой мы решили сравнить и выяснить общую тенденцию сезонного развития основных лесообразующих пород на северном макросклоне за последние десять лет.

Территория заповедника имеет значительную протяженность в широтном направлении. Учитывая это, для сравнения брались точки (районы наблюдений), расположенные в направлении с запада на восток.

Для *среднемноголетних дат* были рассчитаны так же их *среднеквадратичные отклонения* (σ). А, за последние 10 лет – определены *среднепериодные даты* (А) фенофаз, и вычислены их соответствующие *нормированные отклонения* (t) от среднемноголетних величин. (См. Таблицу 1

Таблица 1

| Место наблюдения | Фенофаза | Средняя дата за 10 лет (А) | Средняя многолетняя дата (M ± σ) | Отклонение от средней многолетней (А – М) | Нормированное отклонение (t) |
|--|-------------------|----------------------------|----------------------------------|---|------------------------------|
| Бук восточный – <i>Fagus orientalis</i> | | | | | |
| Бабук-Лул | Набухание почек | 22.03 | 31.03 ± 10 | -9 | -0,9 |
| | Нач. облиствения | 13.04 | 21.04 ± 8 | -8 | -1 |
| | Нач. цветения | 23.04 | 20.04 ± 13 | 3 | 0,2 |
| | Завяз. плодов | 3.05 | 2.05 ± 7 | 1 | 0,1 |
| | Опадание плодов | 13.10 | 15.10 ± 15 | -2 | -0,1 |
| | Нач. окр. листьев | 24.09 | 30.09 ± 14 | -6 | -0,4 |
| | Полная окраска | 22.10 | 23.10 ± 12 | -1 | -0,08 |
| | Нач. листопада | 1.10 | 9.10 ± 16 | -8 | -0,5 |
| Конец листопада | 11.11 | 6.11 ± 13 | 5 | 0,4 | |
| Гузерибль | Набухание почек | 25.03 | 8.04 ± 10 | -14 | -1,4 |
| | Нач. облиствения | 27.04 | 27.04 ± 10 | 0 | 0 |
| | Нач. цветения | 30.04 | 18.04 ± 11 | 12 | 1,1 |
| | Завяз. плодов | 10.05 | 28.04 ± 15 | 12 | 0 |
| | Опадание плодов | 27.09 | 12.10 ± 2 | -15 | -7,5 |
| | Нач. окр. листьев | 14.09 | 17.09 ± 16 | -3 | -0,2 |
| | Полная окраска | 8.10 | 14.10 ± 18 | -6 | -0,3 |
| | Нач. листопада | 24.09 | 30.09 ± 15 | -6 | -0,4 |

Продолжение таблицы 1

| | | | | | |
|----------|-------------------|-------|------------|-----|-------|
| | Конец листопада | 29.10 | 30.10 ± 16 | -1 | -0,06 |
| 3-я Рота | Набухание почек | 10.04 | 8.04 ± 9 | 2 | 0,2 |
| | Нач. облиствения | 29.04 | 27.04 ± 10 | 2 | 0,2 |
| | Нач. цветения | 29.04 | 26.05 ± 11 | -27 | -2,5 |
| | Завяз. плодов | 10.05 | 9.05 ± 10 | 1 | 0,1 |
| | Опадание плодов | 10.10 | 2.10 ± 13 | 8 | 0,6 |
| | Нач. окр. листьев | 17.09 | 23.09 ± 18 | -6 | -0,3 |
| | Полная окраска | 13.10 | 8.10 ± 10 | 5 | 0,5 |
| | Нач. листопада | 4.10 | 28.09 ± 12 | 6 | 0,5 |
| | Конец листопада | 23.10 | 22.10 ± 11 | 1 | 0,09 |
| Умпырь | Набухание почек | 15.04 | 17.04 ± 10 | -2 | -0,2 |
| | Нач. облиствения | 3.05 | 3.05 ± 7 | 0 | 0 |
| | Нач. цветения | 8.05 | 30.04 ± 16 | 8 | 0,5 |
| | Завяз. плодов | 19.05 | 13.05 ± 7 | 6 | 0,9 |
| | Опадание плодов | 12.10 | 6.10 ± 9 | 6 | 0,6 |
| | Нач. окр. листьев | 21.09 | 20.09 ± 14 | 1 | 0,07 |
| | Полная окраска | 14.10 | 7.10 ± 9 | 7 | 0,7 |
| | Нач. листопада | 6.10 | 1.10 ± 13 | 5 | 0,4 |
| | Конец листопада | 28.10 | 26.10 ± 7 | 2 | 0,3 |

Пихта кавказская – *Abies nordmanniana*

| | | | | | |
|-----------|-------------------|-------|------------|-----|------|
| Гузеришль | Набухание почек | 9.04 | 20.04 ± 16 | -11 | -0,7 |
| | Отраст. пов. хвои | 8.05 | 8.05 ± 13 | 0 | 0 |
| | Нач. цветения | 3.05 | 3.05 ± 11 | 0 | 0 |
| | Завяз. плодов | 15.05 | 13.05 ± 10 | 2 | 0,2 |
| | Опадание семян | 4.11 | 31.10 ± 15 | 4 | 0,3 |

Дуб черешчатый – *Quercus robur*

| | | | | | |
|-----------|-------------------|-------|------------|-----|------|
| Бабук-Луд | Набухание почек | 1.04 | 3.04 ± 10 | -2 | -0,2 |
| | Нач. облиствения | 19.04 | 24.04 ± 10 | -5 | -0,5 |
| | Нач. цветения | 27.04 | 27.04 ± 8 | 0 | 0 |
| | Завяз. плодов | 7.05 | 7.05 ± 6 | 0 | 0 |
| | Опадание плодов | 19.10 | 14.10 ± 12 | 5 | 0,4 |
| | Нач. окр. листьев | 27.09 | 5.10 ± 12 | -8 | -0,6 |
| | Полная окраска | 18.10 | 26.10 ± 9 | -8 | -0,8 |
| | Нач. листопада | 6.10 | 15.10 ± 13 | -9 | -0,7 |
| | Конец листопада | 15.11 | 12.11 ± 11 | 3 | 0,3 |
| Гузеришль | Набухание почек | 30.03 | 11.04 ± 11 | -12 | -1,1 |
| | Нач. облиствения | 28.04 | 30.04 ± 8 | -2 | -0,3 |
| | Нач. цветения | 1.05 | 2.05 ± 9 | -1 | -0,1 |
| | Завяз. плодов | 15.05 | 13.05 ± 7 | 2 | 0,3 |
| | Опадание плодов | 30.09 | 28.09 ± 14 | 2 | 0,1 |
| | Нач. окр. листьев | 17.09 | 15.09 ± 15 | 2 | 0,1 |
| | Полная окраска | 12.10 | 8.10 ± 15 | 4 | 0,3 |
| | Нач. листопада | 26.09 | 1.10 ± 15 | -5 | -0,3 |
| | Конец листопада | 4.11 | 30.10 ± 13 | 5 | 0,4 |

Продолжение таблицы 1

| | | | | | |
|--------|-------------------|-------|------------|----|------|
| Умпырь | Набухание почек | 19.04 | 22.04 ± 8 | -3 | -0,4 |
| | Нач. облиствения | 11.05 | 10.05 ± 5 | 1 | 0,2 |
| | Нач. цветения | 14.05 | 12.05 ± 6 | 2 | 0,3 |
| | Завяз. плодов | 25.05 | 22.05 ± 7 | 3 | 0,4 |
| | Опадание плодов | 6.10 | 28.09 ± 13 | 8 | 0,6 |
| | Нач. окр. листьев | 18.09 | 17.09 ± 11 | 1 | 0,1 |
| | Полная окраска | 8.10 | 2.10 ± 7 | 6 | 0,9 |
| | Нач. листопада | 1.10 | 3.10 ± 9 | -2 | -0,2 |
| | Конец листопада | 30.10 | 26.10 ± 8 | 4 | 0,5 |

Граб обыкновенный – *Carpinus betulus*

| | | | | | |
|-------------------|-------------------|-----------------|------------|------------|------|
| Бабук-Аул | Набухание почек | 14.03 | 21.03 ± 14 | -7 | -0,5 |
| | Нач. облиствения | 6.04 | 13.04 ± 12 | -7 | -0,6 |
| | Нач. цветения | 12.04 | 13.04 ± 8 | -1 | -0,1 |
| | Завяз. плодов | 20.04 | 25.04 ± 6 | -5 | -0,8 |
| | Опадание плодов | 23.10 | 7.10 ± 13 | 16 | 1,2 |
| | Нач. окр. листьев | 19.09 | 29.09 ± 15 | -10 | -0,7 |
| | Полная окраска | 23.10 | 20.10 ± 15 | 3 | 0,2 |
| | Нач. листопада | 25.09 | 6.10 ± 16 | -11 | -0,7 |
| | Конец листопада | 8.11 | 7.11 ± 15 | 1 | 0,1 |
| | Гузерибль | Набухание почек | 23.03 | 1.04 ± 10 | -9 |
| Нач. облиствения | | 19.04 | 21.04 ± 8 | -2 | -0,3 |
| Нач. цветения | | 19.04 | 18.04 ± 9 | 1 | 0,1 |
| Завяз. плодов | | 30.04 | 29.04 ± 9 | 1 | 0,1 |
| Опадание плодов | | 18.09 | 29.09 ± 16 | -11 | -0,7 |
| Нач. окр. листьев | | 10.09 | 12.09 ± 15 | -2 | -0,1 |
| Полная окраска | | 6.10 | 7.10 ± 16 | -1 | -0,1 |
| Нач. листопада | | 17.09 | 26.09 ± 17 | -9 | -0,5 |
| Конец листопада | | 26.10 | 20.10 ± 18 | 6 | 0,3 |
| Черноречье | | Набухание почек | 24.03 | 22.03 ± 10 | 2 |
| | Нач. облиствения | 17.04 | 19.04 ± 7 | -2 | -0,3 |
| | Нач. цветения | 14.04 | 17.04 ± 8 | -3 | -0,4 |
| | Завяз. плодов | 30.04 | 30.04 ± 8 | 0 | 0 |
| | Опадание плодов | 12.10 | 6.10 ± 18 | 6 | 0,3 |
| | Нач. окр. листьев | 11.09 | 4.09 ± 19 | 7 | 0,4 |
| | Полная окраска | 7.10 | 1.10 ± 17 | 6 | 0,4 |
| | Нач. листопада | 1.10 | 9.09 ± 15 | 22 | 1,5 |
| | Конец листопада | 28.10 | 20.10 ± 14 | 8 | 0,6 |

В своих фенологических исследованиях Г. Н. Зайцев (2, 3) хорошо показал, что среднеквадратическое отклонение по своему физическому смыслу есть граница отклонения тишичной фенодаты, выраженная в днях. Иными словами, норма наступления сезонного явления находится в пределах $M \pm \sigma$; в этом случае нормированное отклонение в точках верхней и нижней границы будет соответственно равно: 1 и -1. Отсюда все значения (t) по абсолютной величине больше единицы или минус единицы будут означать,

что сроки наступления данной фенофазы находятся за пределами нормы. Опираясь на эти выводы, мы сравнили за последние десять лет сезонную динамику у основных лесообразователей.

В целях большей наглядности был применен графический метод сравнения, предложенный И. Сапельниковой (6), суть которого состоит в следующем. На основании имеющихся дат наступления основных фенофаз у данного вида лесообразователя и вычисленного нормированного отклонения фенофазы от среднееголетней, строится точечная диаграмма, по которой выводиться тренд, наглядно иллюстрирующий общий ход погодичного сезонного развития.

В результате удалось проследить, что сезонная динамика у бука восточного (*Fagus orientalis*) в районе кордона Бабук-Аул в последние десять лет не показала никаких аномалий, хотя в целом имела экспрессивно-депрессивный характер, т. е. весенние фенофазы наступали несколько раньше своих многолетних сроков, а развитие осенних фенофаз начинало несколько запаздывать (см. рис. 1).

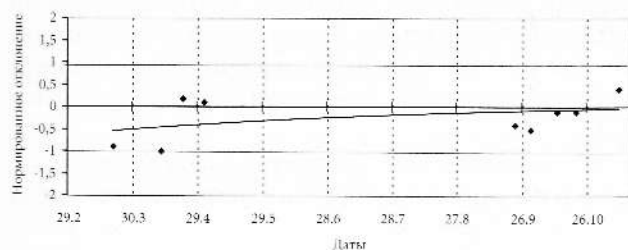


Рис. 1. Сезонное развитие бука восточного в районе кордона Бабук-Аул за последние 10 лет.

Однако, в целом ход сезонного развития не вышел за многолетнюю норму, т. е. не превысил значения нормированного отклонения от -1 до 1 . Определяющим экзогенным фактором начала вегетации растений является термический режим (Г. Шульц, 8), а точнее, ход накопления суммы положительных температур в предвесенне-ранневесенний период. На основании этого можно говорить о том, что в данном случае, накопление необходимого тепла весной проходило достаточно интенсивно, что вызывало раннее начало и развитие вегетации у бука. Осенние фенофазы, как видно из графика, наступали с некоторой депрессией, т. е. с запаздыванием, что, видимо, объясняется поздним наступлением холодов.

Несколько иная картина наблюдалась в районе кордона Гузеришь, который расположен восточнее Бабук-Аула (см. рис. 2):

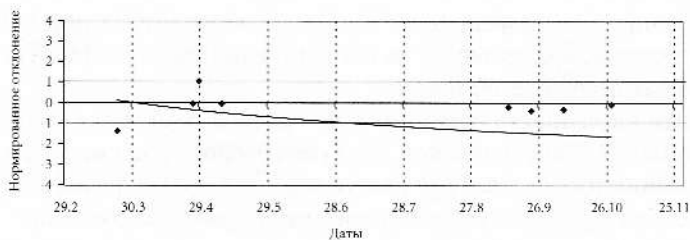


Рис. 2. Сезонное развитие бука восточного в районе кордона Гузерипль за последние 10 лет.

Вегетация бука носила депрессивно-экспрессивный характер, хотя значение нормированного отклонения начала вегетации составило $t = -1,4$, т. е. было достаточно ранним. Фаза созревание плодов опережала свою норму на 15 дней (см. табл. 1), значение нормированного отклонения достигло $t = -7,5$. Раннее начало вегетации здесь объясняется так же накоплением тепла в предвесенний период, причем оно происходило быстрее, чем в Бабук-Ауле, что в свою очередь можно объяснить более континентальными условиями Гузерипля. Этим же объясняется и раннее развитие осенних фенофаз. Наступление осенних холодов здесь не так растянуто как в условиях Бабук-Аула. Раннее созревание плодов определяется достаточным накоплением летнего тепла.

Развитие вегетационного периода у бука в районе кордона Умпырь – самой восточной точке нашего исследования – носило в целом депрессивный характер (см. рис. 3):

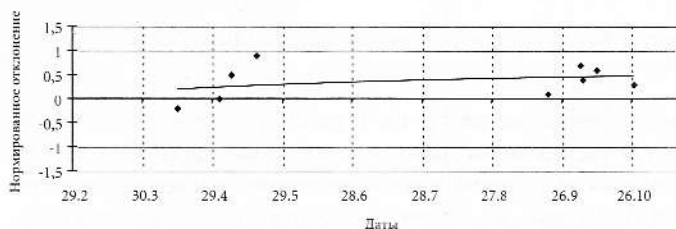


Рис. 3. Сезонное развитие бука восточного в районе кордона Умпырь за последние 10 лет.

Практически все сроки наступления фенофаз смещены в сторону запаздывания. Объяснить это можно нарастанием континентальности климатических условий с запада на восток в точках наблюдений. В данном случае, весной накопление тепла идет медленнее, соответственно и период вегетации начинается позднее, а осенью за счет достаточности тепла в летний период, развитие осенних фенофаз, наоборот, запаздывает.

Несколько иначе развивались сезонные процессы, на протяжении по-

следнего десятилетия у дуба черешчатого (*Quercus robur*), наблюдение за которым было проведено в тех же точках.

В частности, в районе кордона Бабук-Аул сезонная динамика дуба носила в целом ровный, экспрессивный характер (см. рис. 4).

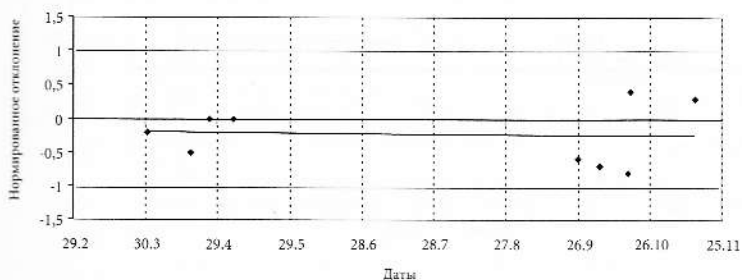


Рис. 4. Сезонное развитие дуба черешчатого в районе кордона Бабук-Аул за последние 10 лет.

Как видно из графика, практически все фенофазы опережали свои многолетние нормы, но это опережение было совсем незначительным и в пределах нормированного отклонения.

В районе Гузерипля наблюдалась иная картина. Здесь весенние фенофазы начинались с некоторой экспрессией, а наступление осенних фенофаз — запаздывало. (см. рис. 5).

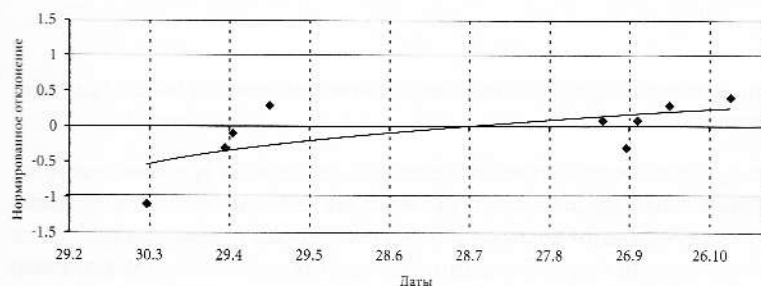


Рис. 5. Сезонное развитие дуба черешчатого в районе кордона Гузерипль за последние 10 лет.

Аналогичная картина сложилась и в районе кордона Умпырь, только здесь экспрессивный характер носило лишь начало вегетации. В дальнейшем весенние фенофазы начинали немного запаздывать. Еще более запаздывали осенние фенофазы, практически приближаясь по значению к нормированному отклонению (см. табл. 1). Наглядно это видно на рис. 6.

Сходную тенденцию в динамике сезонного развития показал и анализ фенологии граба обыкновенного (*Carpinus betulus* L.). Так, ход сезонного

развития в районе кордона Бабук-Аул в целом был с явной экспрессией весенних фенофаз и депрессивным – в наступлении осенних (рис. 7).

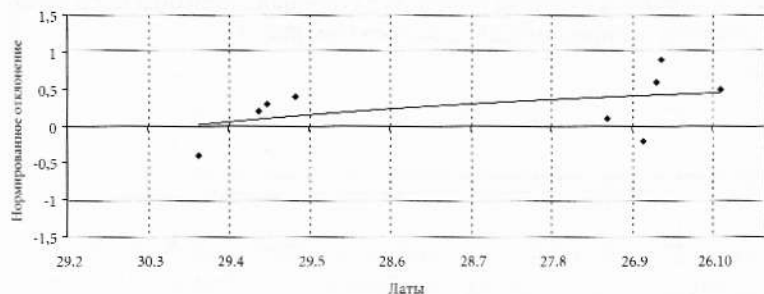


Рис. 6. Сезонное развитие дуба черешчатого в районе кордона Умпырь за последние 10 лет.

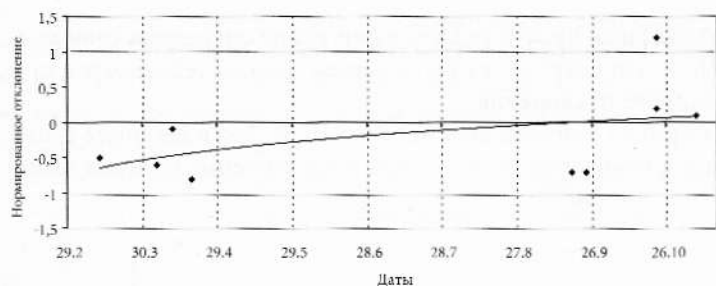


Рис. 7. Сезонное развитие граба обыкновенного в районе кордона Бабук-Аул за последние 10 лет.

В районе Гузерипля наступление весенних фенофаз у граба в целом носило экспрессивный характер, осенние явления не отличались запаздыванием, что и определило относительно ровный тренд сезонного развития. Это, видимо, результат преобладания благоприятных условий развития для данного вида в этом местообитании на протяжении последнего десятилетия (рис. 8).

К сожалению, у нас нет многолетних данных по сезонному развитию граба на кордоне Умпырь, поскольку на заложенных там феноплощадках этот вид не наблюдался. В связи с этим, для сравнения мы взяли многолетние данные по феноплощадке кордона Черноречье, который находится примерно на таком же удалении от остальных точек наблюдения, как и кордон Умпырь, но только в 20 км. к северу от последнего. В районе этого кордона развитие граба отличалось так же некоторым весенним опережением, и – характерным осенним запаздыванием относительно своих много-

летних норм, что в общем-то похоже на тенденцию развития дуба на Умпыре (рис. 9).

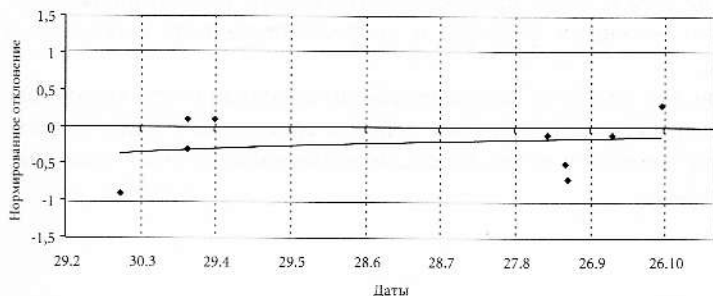


Рис. 8. Сезонное развитие граба обыкновенного в районе кордона Гузерипль за последние 10 лет.

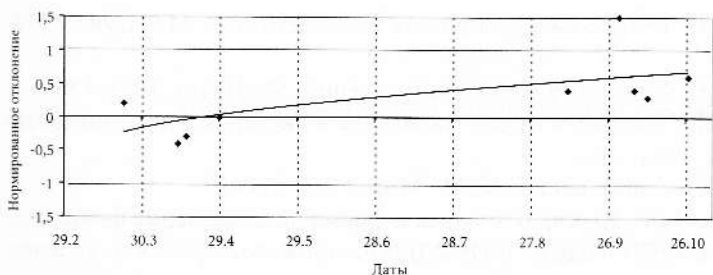


Рис. 9. Сезонное развитие граба обыкновенного в районе кордона Гузерипль за последние 10 лет.

Проследить фенологические тенденции последнего десятилетия у кавказской пихты (*Abies Nordmanniana*) в широтном аспекте, к сожалению, пока не представляется возможным, т. к. имеющиеся в нашем распоряжении средние многолетние фенодаты рассчитаны В. В. Кипиани только для района кордона Гузерипль. С другой стороны, сам ход вегетационного периода у пихты, как вечнозеленого вида, отличается от такового у листопадных деревьев. Здесь, видимо, сравнительный анализ можно проводить, сравнивая отдельные фенофазы, например, фазу цветения или плодоношения, а не весь ход вегетационного сезона.

Таким образом, общий ход сезонного развития трех лесообразующих видов Кавказского заповедника на северном макросклоне за последние десять лет (1989–1999 гг.) не носил аномальный характер. Практически все фазы вегетационного периода проходили в пределах своих средних многолетних норм, что в общем-то говорит о достаточно благоприятном разви-

тии условий для обитания этих пород.

По данным графического анализа, на всем протяжении северного макросклона у бука, дуба и граба прослеживается общая тенденция экспрессивного развития весенних фенофаз и депрессивного хода вегетации в осенний период.

К сожалению, мы не имеем возможности проанализировать ход основных климатических условий в этих же точках и сравнить его с ходом вегетации, поскольку многолетние метеорологические наблюдения в этих районах не проводились.

Литература

1. Бирюков В. И., Степин В. В. Методика и опыт количественной оценки фенологических явлений у растений в Хоперском заповеднике за период с 1941 по 1972 г. // Дубравы Хоперского заповедника. Ч. 1. Воронеж, 1976. С. 90–110.

2. Зайцев Г. Н. Фенология травянистых многолетников. М.: Наука, 1978. 150 с.

3. Зайцев Г. Н. Фенология древесных растений. М.: Наука, 1981. 120 с.

4. Зайцев Г. Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1984. 424 с.

5. Лархер В. Экология растений. М.: Мир, 1978. 186 с.

6. Сапельникова И. Ю. Опыт анализа и форма представления фенологических данных в «ЛЕТОПИСЬ ПРИРОДЫ» на примере Воронежского заповедника.

7. Филонов К. П., Нухимовская Ю. Д. Летопись природы в заповедниках СССР. Методическое пособие. М.: Наука, 1985. 144 с.

8. Шульц Г. Э. Общая фенология. Л.: Наука, 1981. 186 с.