

І. ЛЕСОВЕДЕНИЕ

ЛИСТОВАЯ ДИАГНОСТИКА ПРИ ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ БИОЛОГИЧЕСКОЙ МЕЛИОРАЦИИ ДУБА В СМЕШАННЫХ КУЛЬТУРАХ

М. А. Егоренков

(Белорусский технологический институт им. С. М. Кирова)

Возможность оценить степень обеспеченности растений био-генными элементами по данным листовой диагностики основана на существовании зависимости между ростом растений и концентрацией физиологически важных элементов в ассимиляционных тканях. Низкие величины содержания биогенных элементов в листьях, как правило, соответствуют неудовлетворительному режиму питания и сопровождаются угнетением ростовых процессов. Улучшение режима питания приводит к усилению ростовых процессов и одновременному повышению концентрации питательных элементов в листьях или хвое.

Однако рост растений зависит не только от концентрации определенных элементов питания, но и от соотношения их в растении. На концентрацию питательных веществ в листьях, кроме почвенного плодородия, влияют и другие факторы, важнейшими из которых являются условия водоснабжения, физиологическая зрелость листьев, их положение в кроне, сроки отбора образцов и др. В отдельные годы концентрация элементов питания в листьях может резко отклоняться от средней многолетней. Эти колебания обусловлены главным образом погодными условиями вегетационного периода, что значительно снижает ценность одноразового анализа листьев.

Для повышения надежности листового анализа его следует дополнять химическими анализами почв, данными о весе растений и его органов, о темпах роста и развития, об устойчивости к неблагоприятным условиям среды. Кроме того, необходимо стандартизировать способы и время взятия образцов для листового анализа в зависимости от погодных условий, породы дерева, возраста листьев, их положения в кроне и фазы развития. Необходимо также более точно установить для каждой породы порог недостаточности, обеспеченности и избытка главнейших элементов питания в листьях или хвое. Все эти вопросы ждут своего разрешения.

В наших исследованиях ставилась задача установить отрезок вегетационного периода, в который наблюдалась бы наиболее

четкая взаимосвязь между содержанием элементов питания в листьях и интенсивностью ростовых процессов дуба. Исследования проводились в десятилетних смешанных культурах дуба в Негорельском учебно-опытном лесхозе БССР. Смешение пород — порядное с размещением посадочных мест 1,5 x 0,75 м. Сдвоенные ряды дуба отделены от ясеня обыкновенного буферным рядом клена остролистного. Дерново-подзолистая супесчаная почва, на которой ранее произрастало сосновое насаждение с примесью ели (тип леса — сосняк-черничник, тип условий произрастания — В₃), не благоприятна для успешного произрастания широколиственных пород. С целью улучшения условий произрастания через год после создания культур в их междурядья посево́м был введен многолетний люпин многолистный (*Lupinus polyphyllus* Zindl.) из расчета 20 кг/га. На части площади были оставлены контрольные секции без введения в междурядья многолетнего люпина. Кроме того, на площади в 2,4 га были выделены секции повышенного и пониженного местоположения. На пониженных секциях условия произрастания широколиственных пород более благоприятны как по содержанию основных элементов питания в почве, так и по степени увлажнения ее.

Положительное влияние многолетнего люпина на рост дуба сказалось уже на второй год после его введения. В десятилетнем же возрасте культур (десятилетнее влияние люпина) дуб на секциях имел таксационные показатели, приведенные в табл. 1.

Из данных табл. 1 следует, что под влиянием многолетнего люпина значительно улучшился рост дуба как по высоте, так и по диаметру. Например, средняя высота дуба на секции с лю-

Таблица 1. Таксационные показатели роста дуба в десятилетнем возрасте

Секция	Положение	Средняя высота, см $M \pm m$	Средний диаметр у шейки корня, мм $M \pm m$	Средний прирост по высоте за 1973 г., см	Средний прирост по диаметру за 1973 г., мм
Контроль	Повышенное	143,2 ± 6,7	30,9 ± 1,7	9,7	1,5
С люпином	Повышенное	241,2 ± 7,0	58,6 ± 1,7	29,1	5,9
Контроль	Пониженное	232,4 ± 6,1	46,2 ± 1,6	44,9	5,2
С люпином	Пониженное	306,0 ± 4,6	55,2 ± 1,6	41,1	3,1

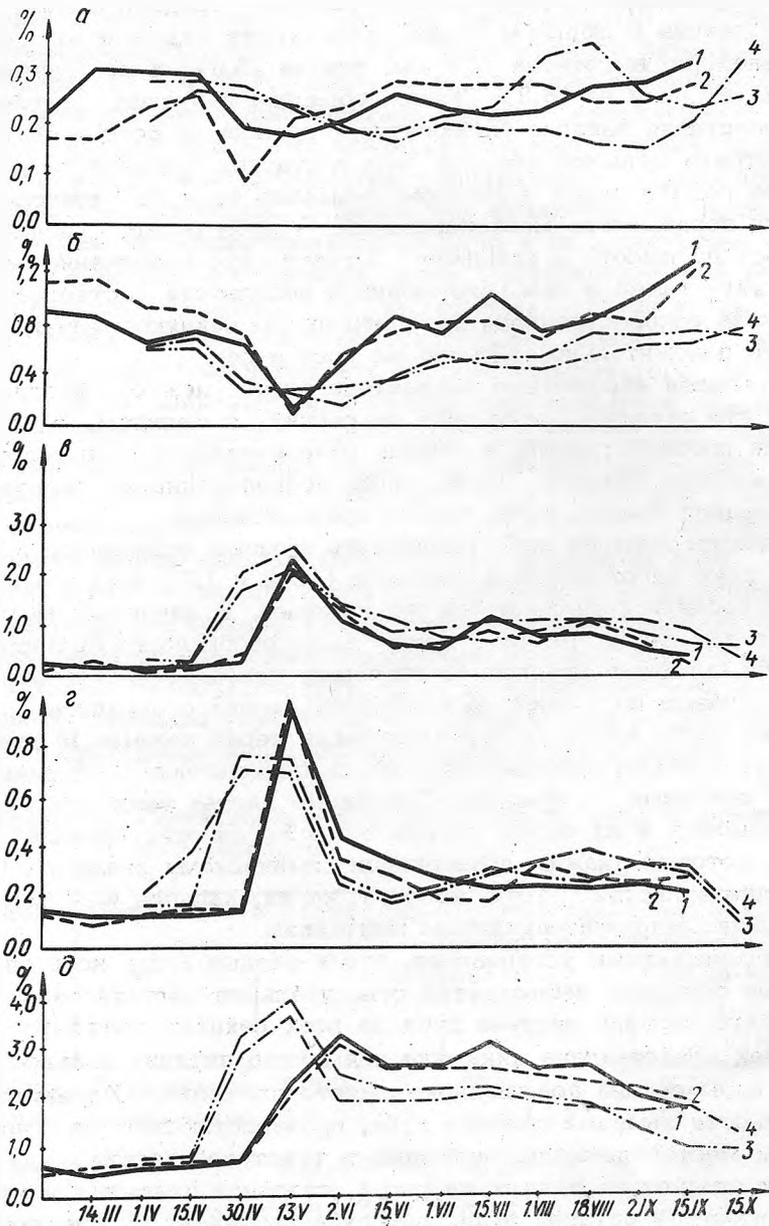
пином повышенного местоположения на 98 см, или на 32,2%, и средний диаметр у шейки корня на 27,7 мм, или на 47,3%, оказались больше, чем на контрольной секции. В условиях пониженного местоположения средняя высота и средний диаметр дуба на секции с люпином также превосходят таковые на контрольной: по высоте на 73,6 см, или на 23,6%, и по диаметру на 9,0 мм, или на 16,3%. Таким образом, в лучших условиях произрастания влияние многолетнего люпина на рост дуба сказывается в меньшей степени, чем в худших. Кроме того, в последние годы в связи с началом смыкания крон на контрольной секции пониженного местоположения у дуба резко увеличился прирост по высоте и диаметру. Отчасти это увеличение можно объяснить также и тем, что люпин в результате естественного самосева распространился на контрольную секцию и начал оказывать положительное влияние на рост дуба.

Учитывая абсолютные показатели роста, можно предположить, что лучшему росту дуба на секциях с люпином, очевидно, должна соответствовать и лучшая обеспеченность элементами минерального питания. Проведенные исследования в основном подтвердили правильность такого предположения.

Образцы листьев для химического анализа отбирались в течение двух вегетационных периодов (1972 и 1973 гг.) в одни и те же сроки и с одних и тех же деревьев. В качестве модельных на каждой из четырех секций было отобрано по 50 деревьев дуба примерно средних по основным таксационным показателям. Образцы по 5 листьев с каждого дерева отбирались со средней части кроны южной экспозиции через каждые 15 дней. Попутно с таким отбором отмечалось прохождение деревьями дуба основных фенофаз. Собранные листья высушивались, измельчались и из общей партии составлялся один средний образец, который дважды подвергался химическому анализу. Содержание в листьях азота, фосфора, калия, кальция и магния определялось по общепринятым методикам.

Исследованиями установлено, что в разные годы, но в одинаковые фенофазы наблюдается относительное постоянство химического состава листьев дуба на всех секциях, поэтому на графиках представлена динамика элементов питания только для одной пары секций повышенного местоположения. Характерные особенности химизма листьев дуба, произрастающего на пониженном местоположении, освещены в текстовой части.

Как следует из данных на рис. 1, сезонная динамика основных элементов питания в листьях дуба протекает следующим



образом. С самого начала вегетации резко увеличивается концентрация питательных веществ в листьях дуба, затем она довольно резко снижается, далее следует период относительной стабилизации, и, наконец, наступает период осеннего падения. Короче, эти закономерности можно выразить так: весенний максимум, летняя стабилизация и осеннее падение.

Весенний максимум содержания азота и элементов минерального питания в листьях дуба довольно высок ($N - 3,25 - 4,20\%$, $P_2O_5 - 0,69 - 0,93\%$, $K_2O - 1,70 - 2,93\%$ в пересчете на абсолютно сухой вес листьев) и приходится на период распускания листьев и начало верхушечного роста осевых органов. В это время азота в листьях дуба содержится в 5 - 9 раз больше, чем в почках до их распускания, и в 1,1 - 3,0 раза больше, чем в листьях в период летней стабилизации. Фосфора и калия в этот же период больше в 5 - 14 раз, чем в почках, и в 1,3 - 5,0 раз больше, чем в листьях в период летней стабилизации.

Значительное повышение концентрации азота и других элементов минерального питания в листьях дуба в самом начале вегетации, очевидно, может происходить только за счет их притока из осевых органов. В пользу такого предположения говорят данные некоторых исследователей, наблюдавших снижение элементов минерального питания в начальный период вегетации в побегах и корнях [1].

Несколько по-иному происходят изменения в содержании кальция. В то время, когда в листьях дуба отмечается наиболее высокая концентрация азота, фосфора и калия, кальций содержится в минимальном количестве, не превышающем 0,10 - 0,16%. Эта концентрация соединений кальция в 3,5 - 12 раз меньше, чем его содержалось в почках до их распускания, и в 3,1 - 9,8 раза меньше, чем в период летней стабилизации. Резкое снижение содержания кальция в листьях дуба в начальный период после их распускания происходит вследствие опадения почечных чешуй, выполняющих защитную роль и имевших высокую концентрацию соединений кальция.

Рис. 1. Динамика основных питательных веществ за 1972 и 1973 гг.: а - магния; б - кальция; в - калия; г - фосфора; д - азота; 1 - 1973 г. (секция с люпином); 2 - 1973 г. (контроль); 3 - 1972 г. (секция с люпином); 4 - 1972 г. (контроль).

Расход элементов питания на формирование верхушечного прироста и рост листовых пластинок, а также одревеснение клеточных оболочек приводят к снижению концентрации азота, фосфора, и калия; концентрация же соединений кальция, напротив, повышается.

Продолжительность роста весенних побегов дуба в высоту невелика и составляет в среднем 14 дней (от 10 до 18 дней), рост же листовых пластинок продолжается несколько дольше, в среднем 17 дней [2,3]. Уменьшение содержания в листьях дуба азота, фосфора и калия происходит еще до окончания видимых ростовых процессов. С их окончанием снижение в содержании элементов питания прекращается и наступает период более или менее стабильного состояния. Период стабильности состояния длится примерно до середины сентября, или до начала пожелтения листьев. В этот период различия в содержании питательных веществ по месяцам незначительны. Если максимальное содержание питательных веществ в листьях дуба весной принять за 100%, то во время летней стабилизации оно составляет по азоту 44 - 89%, по фосфору - 20 - 58% и по калию - 21 - 80% от максимального.

Небольшое падение в содержании элементов питания в листьях наблюдается во время образования дубом вторых (летних) приростов по высоте, приблизительно с начала июля и его середины. Особенно четко это падение прослеживается по фосфору и калию, менее четко по азоту и совершенно не прослеживается по кальцию и магнию.

Примерно за одну-две недели до начала пожелтения листьев дуба (середина или конец сентября) начинается устойчивое падение в содержании азота, фосфора и калия; содержание кальция, как правило, в этот период резко увеличивается; увеличивается, но менее резко и содержание магния. В фазу полного пожелтения листьев (конец сентября - середина октября) концентрация азота может снижаться до 0,83%, фосфора - до 0,18% и калия - до 0,35%. Если же содержание основных элементов питания в этот период выразить в процентах от максимального, то это составит 21 - 55% по азоту, 23 - 38% по фосфору и 16 - 38% по калию.

С целью выяснения степени мобильности отдельных элементов питания весной 1974 г. на тех же секциях проводилось определение химического состава отмерших листьев, но в течение всей зимы провисевших на дереве, а также листьев осеннего опада. Установлено, что в листьях дуба, провисевших на дереве

в течение всей зимы, несколько увеличивается содержание азота, уменьшается содержание фосфора и магния и совершенно отсутствуют соединения калия. Содержание кальция в листьях, опавших осенью, а также провисевших на дереве в течение всей зимы, практически не отличается от содержания в конце вегетационного периода.

Таким образом, исследования свидетельствуют о весьма высокой мобильности калия, несколько меньшей фосфора и магния и незначительной соединений азота. Увеличение процентного содержания азота в опавших, а также всю зиму провисевших на дереве листьях дуба, очевидно, можно объяснить уменьшением их веса вследствие оттока калия, частично фосфора и магния, а возможно, и других веществ. В абсолютном выражении листья становятся легче, в результате чего процентное содержание малоподвижных соединений азота может увеличиваться.

Увеличение содержания азота в листьях, опавших осенью и пролежавших на почве в течение всей зимы, по сравнению с листьями, висевшими на дереве, можно объяснить деятельностью микроорганизмов, разлагающих опад.

Исследования показали, что содержание элементов питания в разные годы не остается постоянным, а меняется как по абсолютной величине, так и по срокам наступления максимума, минимума и стабильного состояния. Так, например, в вегетационный период 1972 г. в листьях дуба содержание азота, фосфора, калия, кальция и магния было более высоким, чем в вегетационный период 1973 г. Особенно отчетливо это проявилось по отношению к азоту в течение всего вегетационного периода, а по отношению к другим элементам питания — в основном для весенних фенофаз. Разногодичная динамика основных элементов питания имеет довольно тесную связь с погодными условиями, а следовательно, и с разными сроками начала вегетации дуба. Так, например, в вегетационный период 1972 г. весенние фенофазы у дуба протекали на 10–15 дней раньше, чем в вегетационный период 1973 г. В 1972 г. начало разворачивания почек у дуба отмечено в третьей декаде мая, а в это же время в 1973 г. у дуба наблюдалось лишь набухание почек; разворачивание же началось только в начале июня. В 1972 г. весенний прирост стебля в высоту у дуба закончился к середине июня, в 1973 году — только к концу июня. Это отразилось и на динамике основных элементов питания в листовых пластинках дуба. В вегетационный период 1972 г. резко увеличилось содержание в листьях азота, фосфора и калия в конце апреля, в 1973 г. — в середи-

не мая, т. е. зафиксирован сдвиг на полмесяца, или на время, равное задержке вегетации дуба по погодным условиям.

Исследованиями также установлено, что увеличение концентрации в точках роста дуба фосфорных и калийных соединений начинается раньше примерно на 10 дней, чем мобилизация азотистых соединений. Исследования показали, что если вегетация дуба начинается раньше, то содержание азота в листьях более низкое, чем в вегетационный период с более поздним началом вегетации. Если указанная закономерность подтвердится на более обширном экспериментальном материале, то это позволит более обоснованно решать теоретические вопросы листовой диагностики.

Четкой связи между содержанием в листьях дуба азота и других элементов минерального питания и условиями произрастания за два вегетационных периода установить не удалось. Связь между содержанием элементов питания в почках и условиями местопроизрастания вообще отсутствует, поэтому почки не могут быть рекомендованы в качестве органов диагностики.

В лучших условиях произрастания (секции пониженного местоположения) повышенное содержание азота четко прослеживается только в период распускания листьев. В остальные отрезки вегетационного периода, но в разные годы получены противоречивые результаты. Уровень фосфорного питания на пониженных участках аналогичен уровню на повышенных, за исключением середины июня и середины августа (вегетационный период 1973 г.) и весенних месяцев 1972 г., когда он несколько выше по сравнению с повышенными участками.

По содержанию калия в листьях дуба повышенные и пониженные участки различаются мало; не установлено четкой разницы и по содержанию магния. Содержание кальция на пониженных участках может быть как ниже, так и выше по сравнению с повышенными участками в зависимости от срока взятия образцов.

Более четкая разница в содержании элементов питания на участках одного и того же местоположения, но на разных секциях — с введенным в междурядья многолетним люпином и контрольных. Так, например, на участках с люпином различного местоположения содержание азота в листьях дуба во все отрезки вегетационного периода превышает содержание на контрольных, за исключением времени от начала до полного пожелтения листьев, когда на контрольных секциях азота в листьях дуба содержится больше, чем на секциях с люпином. Если в этот пе-

риод на секции с люпином повышенного местоположения азота содержится 0,83–1,25%, то на контрольной секции – 0,89–1,58%.

Таким образом, многолетний люпин значительно улучшает азотное питание дуба, однако фаза от начала и до полного пожелтения листьев не отражает уровня азотного питания и не может быть рекомендована для целей диагностики.

Как на повышенных, так и на пониженных участках уровень фосфорного и калийного питания на секциях с люпином почти во все отрезки вегетационного периода ниже, чем на контрольных. Это можно объяснить более интенсивным поглощением фосфорных и калийных соединений биомассой многолетнего люпина, поэтому введение люпина в культуры дуба желательно сочетать с внесением фосфорных и калийных удобрений.

По содержанию магния в листьях дуба на секциях отчетливой закономерности не обнаружено. Кальция же в листьях дуба на секциях с люпином меньше в первую половину вегетационного периода и больше, чем на контроле, во вторую.

549542
Проведенные исследования позволили выяснить примерные сроки отбора образцов листьев для оценки уровня азотного и минерального питания дуба. Прежде всего для диагностических целей следует отдать предпочтение периоду с наибольшей стабильностью химического состава листьев дуба. Таким стабильным периодом для азота является весь июль и август, для фосфора – июль и первая половина августа, для калия – с середины июня до середины августа. Кроме того, достаточно надежно отражает уровень азотного, фосфорного и калийного питания период распускания листьев, но он менее удобен с практической точки зрения. Надежные результаты получаются при оценке уровня азотного питания проведением химического анализа листьев, провисевших зиму на материнском дереве.

Л и т е р а т у р а

1. Корчагина М. П. Сезонная динамика азота, фосфора и калия у березы и сосны на торфяных почвах. -- В сб.: Вопросы комплексного изучения болот. Петрозаводск, 1973. 2. Вихров В. Е., Егоренков М. А. Некоторые биологические особенности роста дуба. -- В сб.: Лесоведение и лесное хозяйство. Минск, 1972, вып. 5. 3. Жилкин Б. Д., Егоренков М. А. Сезонная динамика роста в высоту дуба черешчатого, клена остролистного и ясеня обыкновенного под влиянием люпина многолистного. -- В сб.: Лесоведение и лесное хозяйство. Минск, 1969, вып. 1.