

УДК 630*161:633.873.1

ДИНАМИКА ЗОЛЬНОСТИ, СОДЕРЖАНИЯ КАЛИЯ И КАЛЬЦИЯ В ЛИСТЬЯХ И КОРЕ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО В ДРЕВОСТОЯХ ПОРΟΣЛЕВОГО И СЕМЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Неруш М.Н.

ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», Брянск,
e-mail: nerush.mikhail@yandex.ru

Приводится сравнительная характеристика показателей зольности и содержания калия, кальция в листьях и коре дуба черешчатого в древостоях порослевого и семенного происхождения. Произрастают древостои дуба на дерново-подзолистых почвах, подстилаемых лёссовидными покровными суглинками. В структуре лесов Брянской области дубравы распространены неравномерно. Доля их участия в составе колеблется от 14% до 1%, в среднем – 5,6%. Из них на дубовые насаждения семенного происхождения приходится – 4,5%, а порослевого – 1,1% площади, занятой лесом. Среди дубрав порослевого происхождения выделены две линии роста по густоте – густые и редкие. Они различаются по соотношению количества деревьев и размера среднего диаметра. Редкие по густоте дубовые древостои имеют больший запас древесины и лучшую сортиментную структуру. Установлено, что у деревьев одного и того же древостоя наблюдается большое варьирование зольности и содержания калия и кальция в листьях и коре дуба. Коэффициент вариации изменяется в довольно широких пределах. С возрастом содержание золы в листьях и коре увеличивается. Существенного различия зольности листьев и коры в древостоях семенного и порослевого происхождения не наблюдается. Количество калия с возрастом сокращается, а кальция возрастает. В листьях дуба семенного и порослевого происхождения содержится калия и кальция больше, чем в коре. Дубовые древостои семенного, порослевого происхождения, растущие в одинаковых лесорастительных условиях, имеют близкие значения зольности, калия, кальция в листьях и коре дуба.

Ключевые слова: дуб черешчатый, древостой, происхождение, семенное, порослевого, листья, кора, зольность, калий, кальций, продуктивность

DYNAMICS OF ASH CONTENT, CONTENT OF POTASSIUM AND CALCIUM IN LEAVES AND BARK OF PEDUNCULATE OAK IN STANDS OF COPPICE AND SEED ORIGIN

Nerush M.N.

Bryansk State Engineering and Technological University, Bryansk, e-mail: nerush.mikhail@yandex.ru

A comparative characteristics of ash content and potassium, calcium content in the leaves and bark of oak petiolate in the stands of young and seed origin is undertaken. Oak stands grow in sod-podzolic soils, underlaid by loess-like cover loam. In the forest structure of the Bryansk region oak forests are distributed unevenly. The share of their participation in the composition ranges from 14% to 1%, and forms an average of 5.6%. From them, the oaks of seed origin account for 4.5%, and the growing origin – 1.1% of the area, occupied by forest. Among the oak of coppice origin we highlighted two lines of growth according to density – dense and sparse. They differ in the ratio of the number of trees and the size, as well as average diameter. Rare stands have a larger stock of wood and a better assortment structure. It was established that the trees of the same stand can vary widely in ash content and potassium and calcium in leaves and bark of oak. The coefficient of variation varies quite widely. With age, ash content in leaves and bark increases. There is no significant difference in ash content in leaves and bark in stands of seed and shoots origin. The amount of potassium decreases with age, whilst calcium contents increase. Leaves of seed and shoots origin oak contain more potassium and calcium than bark does. Oak stands of seed and shoots origin, growing in the same forest conditions, have close values of ash, potassium, calcium in leaves and bark of a tree.

Keywords: pedunculated oak, forest stand, origin, seed, poroslevoe, leaves, bark, ash, potassium, calcium, productivity

Рост древесных растений зависит от поступления из почвы макроэлементов в течение всего вегетационного периода, а поступление элементов зависит от их запаса и доступности. На концентрацию минеральных элементов в растениях влияет ряд факторов: состояние корневой системы, проводящих тканей, возраст, состояние листового аппарата, климатические условия [1].

Корневая система обеспечивает растения водой и элементами минерального питания, необходимыми для жизнедеятель-

ности и роста. Минеральные элементы являются сырьем для синтеза аминокислот, ряда важнейших соединений, входят в состав растительных тканей, выполняют роль катализаторов в различных реакциях, регулируют осмотические процессы, являются составными частями буферных систем. В большом количестве древесным растениям нужны макроэлементы [2].

Калий в растениях очень подвижен, влияет на фотосинтез и в основном сосредоточен в молодых растущих тканях. Он

вместе с ионами кальция и магния обуславливает состояние коллоидов плазмы, влияя тем самым на физико-химические особенности цитоплазмы и обмен веществ. Его недостаток мешает передвижению углеводов и обмену азота, нарушает структуру хлоропластов, отрицательно сказывается и на их фотосинтетической активности, приводит к состоянию завядшего растения, а повышенное содержание – к увеличению осмотического потенциала клеточного сока и большей морозоустойчивости. Водорастворимый кальций находится преимущественно в молодых частях растений, а нерастворимые карбонаты кальция откладываются в старых частях. Кальций входит в состав клеточных стенок, встречается в виде кристаллов щавелевокислого кальция, связан с обменом азота. Недостаток кальция подавляет поглощение нитратов и синтез белков [3].

За последние десятилетия накопилось много данных о содержании в древесных растениях зольных элементов в виде целого ряда нелетучих оксидов, получаемых после термического разрушения органических веществ. Содержание золы в древесных растениях изменяется в широких пределах в зависимости от вида, степени развития растений, от органов и их расположения в организме, от факторов внешней среды. Установлено, что древесина имеет минимальную, а листья – максимальную зольность [4, 5].

Приведенные данные анализа дают некоторое представление о состоянии и особенностях изменения состава зольных элементов в древесных растениях. Их оценка облегчает научное обоснование лесохозяйственных мероприятий, связанных с формированием насаждений. Дальнейшее изучение связей между ростом деревьев и питательным режимом, использование этих знаний в практической работе должны способствовать повышению устойчивости и продуктивности насаждений.

Цель исследования: установить особенности изменения содержания золы, калия и кальция в листьях и коре дуба черешчатого, семенного и порослевого происхождения, в насаждениях различного возраста Брянского лесного массива.

Материалы и методы исследования

В качестве объектов для определения содержания зольных элементов были выбраны листья и кора дуба черешчатого (*Quercus robur* L.). Отбор образцов про-

водили в вегетационный период (август) в чистых древостоях дуба порослевого и семенного происхождения (II класс бонитета, тип леса – дубняк лещиновский, тип лесорастительных условий – свежая дубрава) на 13 пробных площадях, заложенных для изучения динамики и продуктивности в соответствии с ОСТ 56-69-83 [6].

Возраст насаждений колеблется в пределах 37...104 лет. Порослевые дубравы представлены двумя линиями роста и развития по густоте: редкие и густые, различающиеся по соотношению числа стволов и среднего диаметра при близких значениях суммы площадей сечения в определяемом возрасте. В каждом насаждении, где заложены пробные площади, были срублены 12...15 модельных деревьев различного диаметра для определения запаса и текущего прироста древостоев.

Листья для определения зольных элементов отбирали у модельных деревьев с верхушечных побегов последнего года. С каждого дерева срывали по 25–30 хорошо развитых листьев, образцы коры брали со ствола на высоте 1,3...1,5 м по четырём направлениям в виде пластин 5×10 см. Для фиксации образцы листьев и коры высушивали до воздушно-сухого состояния. Высушенные после фиксации растительные пробы измельчали на мельнице. Измельчённый материал просеивался через сито с диаметром отверстия 1 мм. Из подготовленной таким образом пробы брали аналитический образец и помещали в пакет из плотной бумаги. Для анализа применяли две параллельно взятые навески с трехкратной повторностью из каждого образца.

Методом сухого золения, основанного на сжигании ограниченных веществ при высокой температуре (75 °С) в муфельной печи, определяли зольность [7]. Количественное определение калия и кальция в растворах производили на фотометре пламенном лабораторном (ФПЛ-1). Для выделения спектральных линий определяемых элементов использовали интерференционные светофильтры с максимальным светопреломлением: для калия – 785 нм, кальция – 622 нм [8]. Статическую обработку цифрового материала выполняли в системе Excel.

Результаты исследования и их обсуждение

Насаждения дуба черешчатого в Брянском лесном массиве приурочены в ос-

новном к богатым лесорастительным условиям. Произрастают они на дерново-подзолистых почвах, сформированных на флювиогляциальных песках, подстилаемых лёссовидными покровными суглинками [9]. В лесах Брянской области дубравы распространены неравномерно. Доля их участия в структуре лесов изменяется от 14% в Севском лесничестве до 1% в Карачевском лесничестве, в среднем – 5,6%. При этом доля дубрав семенного происхождения составляет – 4,5%, порослевого – 1,1%. Дубовые насаждения являются источником ценной древесины и выполняют важнейшие природоохранные, почвозащитные и экологические функции. В благоприятных для произрастания условиях дуб образует смешанные по составу высокопродуктивные, биологически устойчивые насаждения. Однако в последние десятилетия наблюдается снижение доли дуба в составе лесов, связанное с усиленной деградацией и усыханием дубрав, слабой эффективностью лесохозяйственных мероприятий, проводимых в дубравах. Это требует особого внимания лесоводов к решению проблемы восстановления дубрав.

В исследуемых древостоях дуба порослевого происхождения выделены две линии роста по густоте – густые и редкие (табл. 1). В одинаковом возрасте густые древостои имеют большее количество деревьев, чем редкие, но меньший средний диаметр. Ко-

эффициент соотношения числа деревьев со средним диаметром в 50-летнем возрасте в густых древостоях равен – 46, а в редких – 34. Различие в густоте древостоев сказывается на их продуктивности и сортиментной структуре. Древостои дуба редкие по густоте имеют больший запас, чем густые. Древостои дуба семенного происхождения медленнее порослевых растут по высоте, диаметру и имеют меньший запас древесины. Они достигают максимального текущего прироста по запасу в 60 лет, а порослевые в 50 лет. В дальнейшем прирост по запасу их снижается более медленно, чем порослевых.

Полученные результаты (табл. 2) свидетельствуют, что в пределах одного древостоя наблюдается большое варьирование зольности и содержания калия, кальция в листьях дуба. Коэффициент вариации зольности листьев дуба порослевого происхождения в редких древостоях изменяется в пределах 21,5–26,3%, а дуба семенного происхождения 21,5–28,3%. Коэффициент изменчивости калия в листьях дуба порослевого происхождения колеблется в пределах 15,9–23,2%, а семенного 20,1–24,7%. Коэффициент изменчивости кальция в листьях дуба порослевого происхождения варьирует в пределах 17,9–21,8%, семенного 18,3–24,2%. Наблюдается снижение предела варьирования коэффициентов изменчивости зольности, калия и кальция в листьях дуба в густых древостоях.

Таблица 1

Таксационная характеристика древостоев дуба на пробных площадях

№ п/п	Возраст, лет	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Число стволов, шт/га	Сумма площадей сечений м ² /га	Запас м ³ /га	Текущий прирост по запасу м ³ /га
Дубравы порослевого происхождения (редкие)							
1	37	15,7	16,9	971	21,7	166	9,4
2	51	20,1	21,7	690	25,5	254	9,6
3	71	22,7	28,4	437	27,7	304	7,9
4	76	24,5	30,0	407	28,8	327	7,5
5	100	26,5	35,3	311	30,4	386	4,8
Дубравы порослевого происхождения (густые)							
6	51	18,0	18,6	850	23,0	199	9,3
7	65	22,3	23,2	625	26,5	286	8,5
8	75	23,7	24,1	579	27,5	316	7,8
9	90	24,3	28,1	450	27,9	326	5,3
Дубравы семенного происхождения							
10	55	18,3	20,6	775	25,9	228	8,2
11	62	19,8	23,9	590	28,4	262	8,6
12	84	23,1	28,1	441	27,3	322	7,4
13	104	25,8	34,6	337	31,7	379	6,7

Таблица 2

Зольность, содержание калия и кальция в листьях дуба (в % от сухого вещества)

№ п/п	Возраст, лет	Зольность		Калий		Кальций	
		Среднее значение	Коеф. вариации	Среднее значение	Коеф. вариации	Среднее значение	Коеф. вариации
Дубравы порослевого происхождения (редкие)							
1	37	4,25 ± 0,22	24,1	0,87 ± 0,03	19,1	1,06 ± 0,02	18,2
2	51	4,41 ± 0,22	21,5	0,62 ± 0,02	19,3	1,12 ± 0,02	17,9
3	71	5,38 ± 0,24	26,3	0,53 ± 0,05	23,2	1,23 ± 0,03	21,8
4	76	5,72 ± 0,28	24,6	0,47 ± 0,02	15,9	1,24 ± 0,02	18,5
5	100	6,20 ± 0,29	25,9	0,36 ± 0,03	21,2	1,40 ± 0,02	20,5
Дубравы порослевого происхождения (густые)							
6	51	4,63 ± 0,22	24,5	0,78 ± 0,02	22,2	1,07 ± 0,03	21,7
7	65	5,20 ± 0,28	22,9	0,62 ± 0,02	20,3	1,10 ± 0,02	19,8
8	75	5,63 ± 0,23	21,3	0,60 ± 0,02	22,1	1,18 ± 0,02	21,8
9	90	6,49 ± 0,30	20,7	0,47 ± 0,02	21,2	1,29 ± 0,02	22,7
Дубравы семенного происхождения							
10	55	5,28 ± 0,32	28,3	0,80 ± 0,02	24,7	1,03 ± 0,02	24,2
11	62	5,64 ± 0,22	21,5	0,67 ± 0,02	21,5	1,07 ± 0,03	22,2
12	84	6,42 ± 0,22	22,1	0,42 ± 0,03	20,1	1,16 ± 0,02	18,3
13	104	6,84 ± 0,24	22,4	0,40 ± 0,02	23,5	1,25 ± 0,03	21,8

Таблица 3

Зольность, содержание калия и кальция в коре дуба (в % от сухого вещества)

№ п/п	Возраст, лет	Зольность		Калий		Кальций	
		Среднее значение	Коеф. вариации	Среднее значение	Коеф. вариации	Среднее значение	Коеф. вариации
Дубравы порослевого происхождения (редкие)							
1	37	4,17 ± 0,33	21,7	0,59 ± 0,02	12,8	0,42 ± 0,02	12,4
2	51	4,70 ± 0,23	19,5	0,52 ± 0,02	17,5	0,65 ± 0,02	16,8
3	71	5,19 ± 0,26	25,2	0,41 ± 0,02	25,4	0,77 ± 0,03	19,7
4	76	5,49 ± 0,26	25,3	0,40 ± 0,02	14,9	0,79 ± 0,02	17,3
5	100	6,13 ± 0,51	28,7	0,35 ± 0,04	23,3	0,99 ± 0,05	25,3
Дубравы порослевого происхождения (густые)							
6	51	4,85 ± 0,22	25,7	0,64 ± 0,03	18,1	0,61 ± 0,02	15,4
7	52	4,79 ± 0,21	18,0	0,58 ± 0,02	17,4	0,63 ± 0,02	14,3
8	75	5,62 ± 0,23	23,1	0,42 ± 0,02	11,4	0,75 ± 0,03	10,3
9	90	6,28 ± 0,18	12,8	0,40 ± 0,03	10,9	0,86 ± 0,02	11,5
Дубравы семенного происхождения							
10	55	5,15 ± 0,28	24,5	0,59 ± 0,02	22,3	0,60 ± 0,03	21,7
11	62	5,56 ± 0,29	18,9	0,52 ± 0,02	20,1	0,60 ± 0,02	21,3
12	84	6,31 ± 0,27	19,8	0,46 ± 0,02	18,6	0,75 ± 0,02	19,4
13	104	6,68 ± 0,27	25,8	0,44 ± 0,02	20,3	0,81 ± 0,03	21,5

С возрастом древостоев содержание золы в листьях увеличивается. В редких порослевых древостоях дуба зольность листьев возрастает от 4,25 % в 37 лет до 6,20 %, в 100 лет. В густых древостоях дуба порослевого происхождения зольность листьев возрастает от 4,63 в 51 год до 6,49 в 90 лет. Древостои дуба семенного происхождения превосходят поросле-

вые по содержанию золы в листьях. У них зольность листьев колеблется от 5,28 % в 55 лет до 6,84 % в 104 года.

Количество калия в листьях дуба с возрастом уменьшается в порослевых древостоях редких по густоте от 0,62 % в 51 год до 0,36 % в 100 лет, в густых от 0,78 % в 51 год до 0,47 % в 90 лет, в семенных дубравах от 0,80 % в 55 лет до 0,40 %

в 104 года. Содержание кальция в листьях дуба с возрастом увеличивается.

В редких порослевых древостоях количество кальция возрастает от 1,12% в 51 год до 1,40% в 100 лет, в густых от 1,07 в 51 год до 1,29% в 90 лет, а в семенных дубравах от 1,03% в 55 лет до 1,25% в 104 года. Больше кальция в листьях редких порослевых дубрав, чем в густых и семенных. Поэтому показатели зольности, содержания калия и кальция в листьях дуба являются характерными для дубовых древостоев.

Содержание золы в коре дуба с возрастом древостоев увеличивается (табл. 3). Показатели содержания золы в коре и листьях дуба различаются незначительно. С возрастом количество калия в коре уменьшается, а кальция увеличивается. Древостои дуба до 80 лет содержат калия в коре меньше, чем в листьях, в старшем возрасте различия не существенны. Более заметны различия содержания кальция в коре и листьях дуба. В 50-летнем древостое количество кальция в листьях в два раза больше, чем в коре.

Заключение

Анализ результатов исследования свидетельствует, что в древостоях наблюдается большое варьирование зольности, содержания калия и кальция в листьях и коре дуба. Установлено, что с возрастом содержание золы в листьях и коре увеличивается. Существенного различия зольности листьев и коры дуба в древостоях семенного и порослевого происхождения не наблюдается. Количество калия в листьях и коре дуба с возрастом уменьшается, а кальция увеличивается. Древостои дуба до 80 лет содержат калия в листьях больше чем в коре. Более заметны различия содержания кальция в коре и листьях дуба. В молодом возрасте до 50 лет количество кальция в листьях в два раза больше, чем в коре. На динамику зольных элементов накладываются определенный отпечаток, наряду с возрастом, густота и происхождение дубрав.

Список литературы

1. Особенности химического состава фитомассы некоторых дикорастущих и культивируемых древесных растений: к оценке зольного компонента / О.М. Брагина [и др.] // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. – Т. 16, № 1(3). – С. 724–727.

2. Лир Х. Физиология древесных растений / Х. Лир, Г. Польстер, Г.-И. Фидлер; пер. с нем. Н.В. Лобанова, науч. ред. Н.В. Лобанов. – М.: Лесная промышленность, 1974. – 424 с.

3. Новиков Н.Н. Биохимия растений / Н.Н. Новиков. – М.: Ленанд, 2014. – 680 с.

4. Химия растительного сырья: учебное пособие / А.В. Вураско, А.Р. Минакова, А.К. Жвирблите, И.А. Блинова. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. лесотехн. ун-та, 2013. – 90 с.

5. Тюлькова Е.Т. Зольность и морфометрические параметры листьев древесных растений как индикаторы загрязнения окружающей среды (на примере г. Гомеля) / Е.Т. Тюлькова // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. – 2016. – № 3 (96). – С. 64–69.

6. ОСТ 56-69-83. Площади пробные лесоустroительные. Метод закладки. – М.: Отраслевой стандарт, 1983. – 63 с.

7. ГОСТ Р56881-2016 Биомасса. Определение зольности стандартным методом. – М.: Стандартинформ, 2016. – 41 с.

8. Стифатов Б.М. Пламенная фотометрия: Методические указания к лабораторной работе / Б.М. Стифатов, О.В. Рублинецкая. – Самара: Самарский государственный технологический университет, 2017. – 13 с.

9. Маркина З.Н. Оценка влияния лесорастительных свойств дерново-подзолистых почв на рост древесных насаждений полезашитных лесных полос Брянской области / З.Н. Маркина, В.В. Вечеров // Проблемы лесоведения и лесоводства: сборник научных трудов ИЛНАН Беларуси. Вып. 77. – Гомель: Институт леса НАН Беларуси, 2017. – С. 375–379.

References

1. Osobennosti ximicheskogo sostava fitomassy nekotoryx dikorastushhix i kul'tiviruemyx drevesnyx rastenij: k ocenke zol'nogo komponenta / O.M. Bragina [i dr.] // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. – 2014. – T. 16, № 1(3). – P. 724–727.

2. Lir X. Fiziologiya drevesnyx rastenij / X. Lir, G. Pol'ster, G.-I. Fidler; per. s nem. N.V. Lobanova, nauch. red. N.V. Lobanov. – M.: Lesnaya promyshlennost', 1974. – 424 p.

3. Novikov N.N. Bioximiya rastenij / N.N. Novikov. – M.: Lenand, 2014. – 680 p.

4. Ximiya rastitel'nogo syr'ya: uchebnoe posobie / A.V. Vurasko, A.R. Minakova, A.K. Zhvirblite, I.A. Blinova. – Ekaterinburg: Izd-vo Ural. gos. lesotexn. un-t, 2013. – 90 p.

5. Tyul'kova E.T. Zol'nost' i morfometricheskie parametry list'ev drevesnyx rastenij kak indikator'y zagryazneniya okruzhayushhej sredy' (na primere g. Gomelya) / E.T. Tyul'kova // Izvestiya Gomeľ'skogo gosudarstvennogo universiteta imeni F. Skoriny'. – 2016. – № 3 (96). – P. 64–69.

6. OST 56-69-83. Ploshhadi probny'e lesoustroitel'ny'e. Metod zakladki. – M.: Otrasleyvoj standart, 1983. – 63 p.

7. GOST R56881-2016 Biomassa. Opredelenie zol'nosti standartny'm metodom. – M.: Standartinform, 2016. – 41 p.

8. Stifatov B.M. Plamennaya fotometriya: Metodicheskie ukazaniya k laboratornoj rabote / B.M. Stifatov, O.V. Rublineczkaya. – Samara: Samarskij gosudarstvennyj tehnologicheskij universitet, 2017. – 13 p.

9. Markina Z.N. Ocenka vliyanija lesorastitel'nyx svojstv dernovo-podzolistyx pochv na rost drevesnyx nasazhdenij polezashhitnyx lesnyx polos Bryanskoj oblasti / Z.N. Markina, V.V. Večerov // Problemy lesovedeniya i lesovodstva: sbornik nauchnyx trudov ILNAN Belarusi. Vy'p. 77. – Gomeľ: Institut lesa NAN Belarusi, 2017. – P. 375–379.