

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

ЛЕСОВЕДЕНИЕ

(ОТДЕЛЬНЫЙ ОТТИСК)

МОСКВА · 1993

УДК 630*160.21/22 (477.52)

© 1993 г. И. Н. ПАТЛАЙ, Ю. И. ГАЙДА

**ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ
БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО**

Приведены данные по географической изменчивости содержания макроэлементов и ряда органических соединений в различных органах дуба черешчатого. Установлены особенности сезонной динамики этих параметров как для дуба черешчатого в целом, так и для отдельных его экотипов. Определен уровень информативности биохимических показателей для ранней диагностики роста климатипов.

Дуб черешчатый, географические культуры, изменчивость, экотипы, макроэлементы, органические соединения, ранняя диагностика роста.

Одной из важных характеристик, которые могут быть использованы в качестве диагностических при отборе экотипов древесных пород, является содержание азота и зольных элементов в различных органах растений. Большая часть имеющихся работ, посвященных этому вопросу, относится к изучению минерального состава ассимиляционных органов лесных пород, преимущественно хвойных [1, 3, 4, 7, 14, 20]. Лиственные виды, в том числе дуб черешчатый, в этом отношении исследованы значительно меньше [8, 11, 15]. Недостаточно изучены у экотипов дуба и особенности биосинтеза органических соединений [9, 18]. Цель исследования — в некоторой мере восполнить эти пробелы.

Объекты и методика

Исследования проводились в 1986—1987 гг. в географических культурах дуба черешчатого, заложенных в 1976—1977 гг. в Нескучанском лесничестве Тростянецкого лесхоззага (ЛХЗ) Сумской обл. — составной части новой государственной сети географических культур основных лесообразующих пород.

Исследовали листья, побеги, кору и корни следующих происхождений (республика, область, лесхоз, лесхоззаг, лесокомбинат)¹:

1. Гомельская, Буда-Кошелевский;
2. Могилевская, Осиповичский;
3. Гродненская, Волковысский;
4. Воронежская, Воронцовский;
5. Белгородская, Шебекинский;
6. Белгородская, Алексеевский;
7. Башкирия, Туймазинский;
8. Оренбургская, Бузулукский;
9. Волгоградская, Краснослободской;
10. Молдова, Каларашский;
11. Закарпатская, Мукачевский;
12. Винницкая, Винницкий;
13. Сумская, Тростянецкий;
14. Луганская, Луганский;

¹ Нумерация объектов сохраняется и в таблицах.

15. Ровенская, Рокитновский;
16. Кировоградская, Чернолесский;
17. Крымская, Белогорский.

В 1986 г. отбор образцов листьев, побегов, коры и корней проводили в третьей декаде августа, в 1987 г. образцы листьев отбирали ежемесячно в последних числах с мая по сентябрь. Осенью 1986 г. отобраны образцы желудей, заготовленных в географических культурах 1931 г. в Тростянецком ЛХЗ.

В каждом варианте опыта у 10 средних по размерам и развитию деревьев, равномерно размещенных по площади, из средней части кроны южной экспозиции срезали по два-три побега. Образцы массой 250—300 г состояли из здоровых, не поврежденных листоверткой и не пораженных мучнистой росой листьев майских побегов, побеги измельчали секатором. Кору (луб) снимали узкими полосками длиной до 10 см. Корни 2—3-го порядка (не > 1 см) отбирали при частичной раскопке корневых систем с южной стороны у трех средних модельных деревьев. Параллельно с отбором проб на химический анализ в 3-кратной повторности брали навески для определения первоначальной влажности. В лабораторных условиях образцы выдерживали 15—20 мин в сушильном шкафу при температуре 105°, а затем при 60—65° до состояния ломкости тканей.

Биохимические анализы по определению содержания азота, фосфора, калия, кальция, сырого жира, сырой клетчатки и углеводов (растворимых и легкогидролизуемых) выполнены по методикам, изложенным в «Руководстве по анализам кормов» [17] и соответствующих ГОСТах.

Результаты и обсуждение

Анализируя химический состав листьев дуба разного географического происхождения (табл. 1, 2), следует отметить, что по большинству макроэлементов прослеживается существенная межпопуляционная изменчивость. Наибольшее содержание азота — в листьях экотипов дуба из Оренбургской, Могилевской, Закарпатской областей (2,34—2,42%). Листья дуба из Белгородской, Ровенской и Гомельской областей отличаются самым низким содержанием этого элемента (1,42—1,58%). Средняя концентрация азота для листьев дуба разного происхождения — 1,93%, что меньше полученных ранее значений (2,26% — [15]; 2,10% — [11]). Изменчивость этого показателя в наших исследованиях несколько выше.

По содержанию в листьях основных зольных элементов (P, K, Ca) климатипы ранжируются в ином порядке. Наибольшее количество фосфора в листьях гродненских, калия — молдавских, кальция — ровенских дубков. Обращает на себя внимание гомельский экотип. Ранораспускающаяся форма этого варианта отличается высоким содержанием N в побегах и коре, P — в побегах и корнях, Ca — в лубе, K — в корнях, а позднезрелая форма — наибольшим количеством N в корнях, P — в коре, Ca — в побегах. Потомство луганской популяции имеет совершенно противоположный характер накопления азота, минеральных элементов и органических соединений. По многим биохимическим показателям этот вариант занимает последние места (по содержанию фосфора, калия, жира, клетчатки в листьях, фосфора в побегах, фосфора, калия, кальция в корнях).

Д. П. Митрофанов [13], проводивший исследование химизма лесных растений средней тайги Сибири, пришел к выводу о перспективности изучения изменчивости содержания не только минеральных элементов и азота, но и различных органических соединений. Нашими исследованиями установлена существенная межпопуляционная изменчивость содержания в листьях дуба черешчатого некоторых органических соединений. Так, количество жира варьирует от 4,28% у луганской до 6,64% у гродненской популяции; растворимых и легкоферментируемых углеводов — от 9,08% у крымского до 14,07% у винницкого климатипов. При сопоставлении 2-летних данных по содержанию органических соединений заметно

Таблица 1

Изменчивость биохимических показателей листьев ранней (Р) и поздней (П) форм дуба черешчатого разного географического происхождения, % к сухому весу

| Объект | Феноформа | Листья | | | |
|-----------------------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | азот | фосфор | калий | кальций |
| 1 | Р | 1,42 | 0,22 | 1,04 | 1,55 |
| 1 | П | 1,55 | 0,29 | 1,12 | 1,53 |
| 2 | Р | 2,38 | 0,25 | 1,11 | 1,25 |
| 3 | Р | 2,23 | 0,34 | 1,13 | 1,49 |
| 4 | П | 2,36 | 0,32 | 1,15 | 1,45 |
| 5 | П | 1,58 | 0,24 | 1,00 | 1,36 |
| 6 | Р | 1,43 | 0,27 | 1,17 | 1,54 |
| 7 | Р | 2,29 | 0,31 | 1,15 | 1,40 |
| 8 | П | 2,42 | 0,25 | 1,12 | 1,40 |
| 9 | Р | 2,05 | 0,25 | 1,19 | 1,54 |
| 10 | Р | 1,97 | 0,28 | 1,29 | 1,43 |
| 11 | Р | 2,34 | 0,26 | 0,98 | 1,25 |
| 12 | Р | 2,06 | 0,31 | 1,27 | 1,32 |
| 13 | Р | 1,79 | 0,31 | 1,06 | 1,47 |
| 13 | П | 2,15 | 0,24 | 1,19 | 1,59 |
| 14 | Р | 1,86 | 0,19 | 0,91 | 1,39 |
| 15 | П | 1,47 | 0,22 | 0,94 | 1,83 |
| 16 | П | 1,68 | 0,32 | 1,13 | 1,62 |
| 17 | Р | 1,60 | 0,28 | 1,00 | 1,60 |
| $\bar{x} \pm s_x$ | | 1,93 ± 0,08 | 0,27 ± 0,01 | 1,10 ± 0,02 | 1,47 ± 0,03 |
| С. V., % | | 18,5 | 15,0 | 9,4 | 9,5 |
| $\bar{x} \pm s_x$ [Р] | | 1,95 ± 0,10 | 0,27 ± 0,01 | 1,11 ± 0,03 | 1,44 ± 0,03 |
| $\bar{x} \pm s_x$ [П] | | 1,89 ± 0,15 | 0,27 ± 0,02 | 1,09 ± 0,03 | 1,54 ± 0,06 |

| Объект | Феноформа | Листья | | | |
|-----------------------|-----------|---------------|-------------|-----------------|--------------|
| | | сырой протеин | сырой жир | сырая клетчатка | сахар |
| 1 | Р | 8,88 | 5,43 | 21,22 | 10,91 |
| 1 | П | 9,69 | 5,21 | 20,02 | 11,47 |
| 2 | Р | 14,88 | 5,72 | 18,26 | 12,14 |
| 3 | Р | 13,94 | 6,64 | 20,15 | 12,55 |
| 4 | П | 14,75 | 5,76 | 20,82 | 11,82 |
| 5 | П | 9,88 | 5,59 | 19,83 | 10,58 |
| 6 | Р | 8,94 | 4,36 | 20,69 | 12,05 |
| 7 | Р | 14,31 | 6,16 | 20,17 | 14,05 |
| 8 | П | 15,12 | 5,31 | 20,13 | 11,84 |
| 9 | Р | 12,81 | 5,09 | 19,90 | 11,86 |
| 10 | Р | 12,31 | 4,92 | 19,22 | 13,32 |
| 11 | Р | 14,62 | 5,57 | 19,56 | 11,41 |
| 12 | Р | 12,88 | 5,52 | 18,96 | 14,07 |
| 13 | Р | 11,19 | 5,52 | 21,01 | 11,13 |
| 13 | П | 13,44 | 5,64 | 20,05 | 12,06 |
| 14 | Р | 11,63 | 4,28 | 18,21 | 13,05 |
| 15 | П | 9,19 | 4,52 | 19,02 | 11,35 |
| 16 | П | 10,50 | 4,47 | 19,46 | 11,50 |
| 17 | Р | 10,00 | 5,67 | 21,45 | 9,08 |
| $\bar{x} \pm s_x$ | | 12,05 ± 0,51 | 5,34 ± 0,14 | 19,9 ± 0,21 | 11,91 ± 0,27 |
| С. V., % | | 18,5 | 11,6 | 4,6 | 10,0 |
| $\bar{x} \pm s_x$ [Р] | | 12,2 ± 0,61 | 5,41 ± 0,19 | 19,9 ± 0,32 | 12,14 ± 0,41 |
| $\bar{x} \pm s_x$ [П] | | 11,8 ± 0,96 | 5,21 ± 0,20 | 19,9 ± 0,21 | 11,50 ± 0,18 |

Примечание. $\bar{x} \pm s_x$ — среднее арифметическое и его ошибка; С. V. — коэффициент вариации; $\bar{x} \pm s_x$ [Р] и $\bar{x} \pm s_x$ [П] — среднее арифметическое и его ошибка для ранней и поздней форм.

Таблица 2

Изменчивость содержания элементов питания у побегов, луба и корней ранней (Р) и поздней (П) форм дуба черешчатого разного географического происхождения, % к сухому весу

| Объект | Феноформа | Побеги | | | |
|--------|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | азот | фосфор | калий | кальций |
| 1 | Р | 1,64 | 0,18 | 0,50 | 2,69 |
| 1 | П | 1,18 | 0,16 | 0,43 | 2,79 |
| 2 | Р | 0,94 | 0,17 | 0,48 | 1,66 |
| 3 | Р | 0,95 | 0,14 | 0,45 | 1,45 |
| 4 | П | 0,89 | 0,15 | 0,38 | 1,72 |
| 5 | П | 1,20 | 0,17 | 0,51 | 2,03 |
| 6 | Р | 1,36 | 0,12 | 0,41 | 2,00 |
| 7 | Р | 1,12 | 0,12 | 0,38 | 1,46 |
| 8 | П | 0,98 | 0,16 | 0,51 | 1,96 |
| 9 | Р | 0,90 | 0,15 | 0,43 | 1,80 |
| 10 | Р | 0,93 | 0,12 | 0,50 | 1,60 |
| 11 | Р | 0,94 | 0,17 | 0,50 | 1,61 |
| 12 | Р | 0,91 | 0,11 | 0,46 | 1,83 |
| 13 | Р | 1,11 | 0,17 | 0,43 | 1,92 |
| 13 | П | 1,03 | 0,17 | 0,37 | 1,87 |
| 14 | Р | 0,98 | 0,11 | 0,42 | 1,60 |
| 15 | П | 1,46 | 0,17 | 0,46 | 2,64 |
| 16 | П | 1,25 | 0,15 | 0,46 | 2,24 |
| 17 | Р | 1,27 | 0,16 | 0,50 | 1,83 |
| | $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ | 1,11 ± 0,05 | 0,15 ± 0,01 | 0,45 ± 0,01 | 1,93 ± 0,09 |
| | С. V., % | 19,2 | 15,4 | 10,2 | 20,6 |
| | $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ [Р] | 1,09 ± 0,07 | 0,14 ± 0,01 | 0,46 ± 0,01 | 1,79 ± 0,10 |
| | $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ [П] | 1,14 ± 0,07 | 0,16 ± 0,03 | 0,45 ± 0,02 | 2,18 ± 0,15 |

| Объект | Феноформа | Луб | | | |
|--------|-------------------------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|
| | | азот | фосфор | калий | кальций |
| 1 | Р | 1,48 | 0,24 | 0,53 | 4,41 |
| 1 | П | 0,93 | 0,30 | 0,51 | 2,92 |
| 2 | Р | 1,27 | 0,25 | 0,46 | 4,38 |
| 3 | Р | Не определялись | | | |
| 4 | П | 1,32 | 0,27 | 0,52 | 3,39 |
| 5 | П | 1,16 | 0,27 | 0,59 | 3,65 |
| 6 | Р | Не определялись | | | |
| 7 | Р | 1,20 | 0,21 | 0,32 | 2,54 |
| 8 | П | 0,94 | 0,25 | 0,56 | 3,09 |
| 9 | Р | Не определялись | | | |
| 10 | Р | То же | | | |
| 11 | Р | 0,93 | 0,26 | 0,54 | 3,43 |
| 12 | Р | 1,29 | 0,21 | 0,39 | 3,81 |
| 13 | Р | 1,08 | 0,24 | 0,50 | 4,41 |
| 13 | П | 1,03 | 0,24 | 0,58 | 3,72 |
| 14 | Р | 1,30 | 0,22 | 0,42 | 4,14 |
| 15 | П | 0,92 | 0,24 | 0,53 | 3,37 |
| 16 | П | 0,84 | 0,25 | 0,55 | 3,58 |
| 17 | Р | 1,25 | 0,10 | 0,38 | 4,62 |
| | $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ | 1,13 ± 0,05 | 0,24 ± 0,01 | 0,49 ± 0,02 | 3,7 ± 0,16 |
| | С. V., % | 16,9 | 18,8 | 16,3 | 16,4 |
| | $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ [Р] | 1,23 ± 0,06 | 0,22 ± 0,02 | 0,44 ± 0,03 | 3,97 ± 0,25 |
| | $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ [П] | 1,02 ± 0,06 | 0,26 ± 0,01 | 0,55 ± 0,01 | 3,39 ± 0,11 |

Таблица 2 (продолжение)

| Объект | Феноформа | Корни | | | |
|--------|-----------------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|
| | | азот | фосфор | калий | кальций |
| 1 | Р | 0,60 | 0,60 | 1,09 | 1,57 |
| 1 | П | 0,98 | 0,51 | 0,94 | 2,14 |
| 2 | Р | 0,88 | 0,48 | 0,92 | 1,60 |
| 3 | Р | Не определялись | | | |
| 4 | П | 0,74 | 0,47 | 0,83 | 1,70 |
| 5 | П | 0,73 | 0,46 | 0,99 | 1,85 |
| 6 | Р | Не определялись | | | |
| 7 | Р | 0,88 | 0,44 | 0,84 | 2,09 |
| 8 | П | 0,76 | 0,56 | 0,87 | 2,69 |
| 9 | Р | Не определялись | | | |
| 10 | Р | То же | | | |
| 11 | Р | 0,76 | 0,51 | 0,87 | 1,61 |
| 12 | Р | 0,82 | 0,41 | 0,61 | 1,86 |
| 13 | Р | 0,60 | 0,48 | 0,81 | 1,92 |
| 13 | П | 0,91 | 0,42 | 1,10 | 1,72 |
| 14 | Р | 0,74 | 0,31 | 0,44 | 1,40 |
| 15 | П | 0,72 | 0,47 | 0,85 | 1,84 |
| 16 | П | 0,50 | 0,41 | 0,99 | — |
| 17 | Р | 0,69 | 0,46 | 0,97 | 1,55 |
| | $\bar{x} \pm s_x$ | 0,75 ± 0,03 | 0,47 ± 0,02 | 0,87 ± 0,04 | 1,82 ± 0,09 |
| | С. V., % | 17,0 | 14,6 | 19,5 | 17,8 |
| | $\bar{x} \pm s_x$ [Р] | 0,75 ± 0,04 | 0,46 ± 0,03 | 0,82 ± 0,05 | 1,70 ± 0,08 |
| | $\bar{x} \pm s_x$ [П] | 0,76 ± 0,06 | 0,47 ± 0,02 | 0,94 ± 0,04 | 1,99 ± 0,15 |

Примечание. Условные обозначения см. в табл. 1.

значительное колебание количества сахаров в листьях климатипов дуба (табл. 1). Флуктуация содержания жиров и клетчатки значительно меньше.

Изменчивость большинства биохимических показателей (по коэффициенту вариации), согласно шкале С.А. Мамаева [12], характеризуется средним уровнем (13—20%). Очень низкий уровень изменчивости ($\leq 7\%$) свойствен только содержанию сырой клетчатки в листьях (табл. 1), калия и углеводов — в желудях (табл. 3). Принимая во внимание наши данные, а также материалы других исследований [11, 14, 15], можно предположить, что биохимические признаки, такие, как содержание в органах древесных растений азота, макроэлементов и ряда органических соединений, характеризуются в большинстве случаев низким или средним уровнем изменчивости, что подтверждает мысль С. А. Мамаева [12] о высокой признакоспецифичности амплитуды изменчивости.

Предпринятая попытка установить направление внутривидовой изменчивости биохимических признаков в географическом аспекте не дала результатов. Изучение этого вопроса путем группировки популяций по крупным регионам, как это осуществил В. Б. Лукьянец [11], нам представляется возможным лишь при условии объединения популяций, относящихся к одному эдафотипу. Это в большинстве случаев, как и в наших опытах, из-за ограниченного набора популяций проблематично.

Анализ фенологических форм дуба черешчатого свидетельствует о том, что по большинству изучаемых параметров различия между ними недостоверны (табл. 1, 2). Только по содержанию Са в побегах ($t = 2,16$; $t_{0,05} = 2,11$), К ($t = 4,11$) и Са ($t = 2,47$) в коре обнаружены существенные различия между рано и поздно распускающимися формами дуба черешчатого.

При сравнении средних концентраций азота и минеральных элементов в

Таблица 3

Изменчивость биохимических показателей желудей дуба черешчатого, собранных в географических культурах 1931 г. в Тростянецком ЛХЗ, % к сухому весу

| Географическое происхождение | Азот | Фосфор | Калий | Кальций | Сырой протенин | Сырой жир | Сырая клетчатка | Сахар |
|----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|-----------|-----------------|------------|
| Центральные области РСФСР | 0,92 | 0,07 | 1,09 | 0,16 | 5,75 | 6,79 | 4,83 | 14,43 |
| Украинское (центральное) Полесье | 0,93 | 0,09 | 0,94 | 0,18 | 5,81 | 9,10 | 5,74 | 13,90 |
| Северная правобережная Лесостепь | 1,02 | 0,08 | 1,01 | 0,21 | 6,38 | 7,36 | 5,26 | 14,45 |
| Северная левобережная Лесостепь | 1,13 | 0,08 | 1,07 | 0,16 | 7,06 | 7,64 | 4,73 | 13,26 |
| Южная левобережная Лесостепь | 1,13 | 0,10 | 1,07 | 0,17 | 7,06 | 10,57 | 6,50 | 13,02 |
| Среднее, $\bar{x} \pm \sigma_x$ | 1,03±0,05 | 0,08±0,01 | 1,04±0,03 | 0,18±0,01 | 6,41±0,29 | 8,29±0,69 | 5,41±0,33 | 13,81±0,29 |
| Коэффициент вариации (С. V.), % | 10,0 | 13,6 | 5,9 | 11,8 | 10,0 | 18,5 | 13,4 | 4,8 |

* Естественнно-исторические районы Украины по П. П. Кожевникову (1936).

различных органах дуба были получены ряды, в которых части растений расположены в порядке уменьшения содержания элемента¹. Для N этот ряд выглядит так: листья>кора≈побеги≈желуди>корни; для P: корни>листья>кора>побеги>желуди; для K: листья>желуди>корни>кора>побеги; для Ca: кора>побеги≈корни>листья>желуди. Эти ряды хорошо видны на рис. 1.

Как известно, содержание азота, зольных элементов и органических соединений в тканях растений в значительной мере подвержено сезонным изменениям [2, 6, 10, 21—23]. На рис. 2 показана сезонная динамика изучаемых параметров в листьях пяти экотипов дуба (местный вариант изучали на уровне феноформ дуба: ранней и поздней). В целом для вида обнаружен сходный характер сезонного накопления и потребления в листьях N и K (рис. 2, а, в). Наибольшее содержание этих элементов наблюдается в весенний период, к концу вегетации происходит снижение их концентрации. Если говорить не об общей тенденции, а о конкретных экотипах, то для вариантов, представленных ранней формой (крымский, гомельский, сумской ранний, башкирский), характерна сходная динамика содержания N в листьях. Поздние дубки из Воронежской и Сумской областей на протяжении почти всего вегетационного периода имели несколько большее, чем предыдущие климатипы, количество N в листьях. Содержание P снижалось в начале вегетационного периода и возрастало в конце (рис. 2, б). В отношении Ca замечена иная закономерность — у большинства экотипов на протяжении всей вегетации

¹ Знак > означает достоверность различий между органами дуба в содержании элемента (на 5%-ном уровне), а знак ≈ — отсутствие достоверных различий.

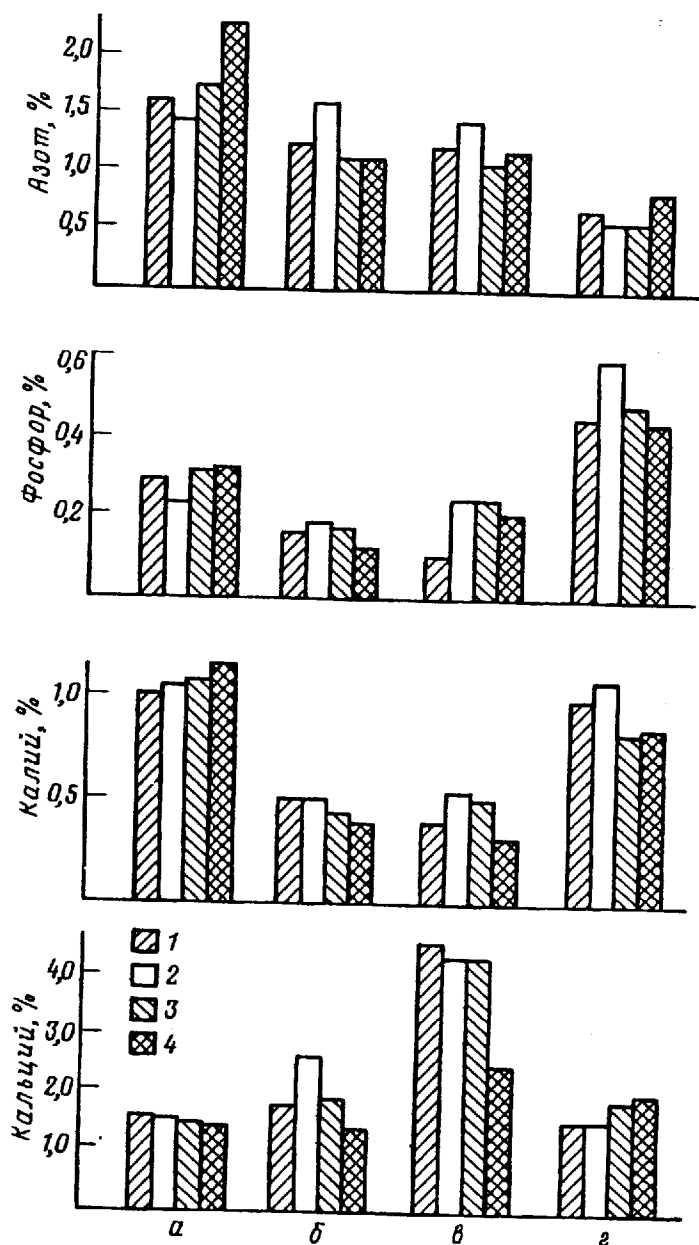


Рис. 1. Содержание азота и зольных элементов (в % от абсолютно сухого веса) в различных органах и частях деревьев экотипов дуба: 1 — крымский; 2 — гомельский; 3 — сумской; 4 — башкирский; *a* — листья; *б* — побеги; *в* — кора; *г* — корни

происходило постепенное его накопление в листьях, за исключением крымского варианта с двумя максимумами аккумуляции — в конце мая и августа (рис. 2, *г*).

Обнаружен своеобразный характер синтеза и потребления углеводов в листьях климатипов дуба (рис. 2, *д*). В начале вегетационного периода (май — июнь) количество сахаров в листьях башкирского и сумского (ранняя форма) экотипов менялось незначительно. Затем шло резкое повышение их содержания (у местных поздно распускающихся дубков оно начинается в мае). У одних экотипов (крымский, сумской) максимум содержания сахаров — в июле, у других — в августе. Считается, что большое накопление сахаров в листьях во второй половине

Биометрические показатели дуба черешчатого разного географического происхождения (10-летние культуры)

Таблица 4

| Объект | Феноформа | Высота, м | | Диаметр, см | |
|------------------------------------|-----------|---------------------------|----------|---------------------------|----------|
| | | $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ | С. V., % | $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ | С. V., % |
| 1 | Р | 2,7 ± 0,07 | 21,0 | 2,8 ± 0,1 | 41,4 |
| 1 | П | 3,1 ± 0,11 | 18,0 | 3,1 ± 0,2 | 30,9 |
| 2 | Р | 2,1 ± 0,06 | 24,4 | 2,1 ± 0,1 | 46,2 |
| 3 | Р | 2,9 ± 0,21 | 23,4 | 2,7 ± 0,3 | 38,8 |
| 4 | П | 2,6 ± 0,07 | 24,0 | 2,5 ± 0,1 | 43,8 |
| 5 | П | 2,7 ± 0,07 | 23,5 | 2,7 ± 0,1 | 43,3 |
| 6 | Р | 3,1 ± 0,15 | 10,8 | 3,6 ± 0,6 | 33,5 |
| 7* | Р | 2,5 ± 0,06 | 21,8 | 3,0 ± 0,1 | 33,5 |
| 8* | П | 3,4 ± 0,08 | 20,6 | 3,5 ± 0,1 | 40,9 |
| 9 | Р | 2,4 ± 0,06 | 26,0 | 2,4 ± 0,1 | 49,1 |
| 10** | Р | 3,1 ± 0,09 | 28,4 | 3,4 ± 0,2 | 52,9 |
| 11 | Р | 2,8 ± 0,08 | 26,4 | 2,8 ± 0,1 | 41,6 |
| 12* | Р | 2,4 ± 0,06 | 24,8 | 2,4 ± 0,1 | 43,8 |
| 13 | Р | 2,4 ± 0,08 | 18,3 | 2,2 ± 0,2 | 41,8 |
| 13 | П | 2,9 ± 0,13 | 25,0 | 3,2 ± 0,3 | 43,8 |
| 14 | Р | 1,8 ± 0,05 | 24,8 | 1,7 ± 0,1 | 46,2 |
| 15 | П | 3,0 ± 0,14 | 28,9 | 3,7 ± 0,3 | 46,1 |
| 16 | П | 3,0 ± 0,07 | 21,0 | 3,6 ± 0,2 | 40,0 |
| 17 | Р | 2,3 ± 0,06 | 24,5 | 2,1 ± 0,1 | 44,9 |
| Общее среднее по всем повторностям | | 2,8 ± 0,06 | 9,6 | 3,0 ± 0,1 | 13,6 |

* 11-летние культуры.

** 12-летние культуры.

Примечание. Условные обозначения см. в табл. 1.

вегетации важно для своевременной и успешной подготовки растений к зимним условиям [19]. В период пожелтения и опадания листьев наблюдалось значительное уменьшение количества сахаров в листьях всех экотипов. По всей видимости, это происходит по причине интенсивного оттока из листьев как углеводов, так и других энергоемких соединений в другие части дерева.

Практическое применение биохимических показателей многие авторы видят в возможности их использования в качестве коррелятивных или косвенных признаков в селекционных работах. Ряд исследователей получили достоверные зависимости между ростом и процентным содержанием азота и некоторых макроэлементов в ассимиляционных органах древесных растений [4, 5, 7, 16]. Для дуба такой сопряженности не было обнаружено [11, 15]. Корреляционный анализ биометрических (табл. 4) и биохимических показателей (табл. 1, 2) климатипов дуба подтвердил отсутствие связи между высотой культур и содержанием в листьях азота и минеральных элементов. Не информативны в этом отношении и побеги. Более показательными для диагностики роста климатипов оказались концентрации элементов питания в лубе и корнях. При табличном $t_{0,05} = 2,16$ коэффициент корреляции составил для азота $-0,676 \pm 0,204$, $t = 3,31$, для кальция $-0,582 \pm 0,226$, $t = 2,58$ и для калия $0,634 \pm 0,215$, $t = 2,95$ в лубе; для кальция $0,582 \pm 0,226$, $t = 2,58$, для калия $0,567 \pm 0,228$, $t = 2,49$, для фосфора $0,544 \pm 0,233$, $t = 2,33$ в корнях. Обнаружены также достоверные корреляции

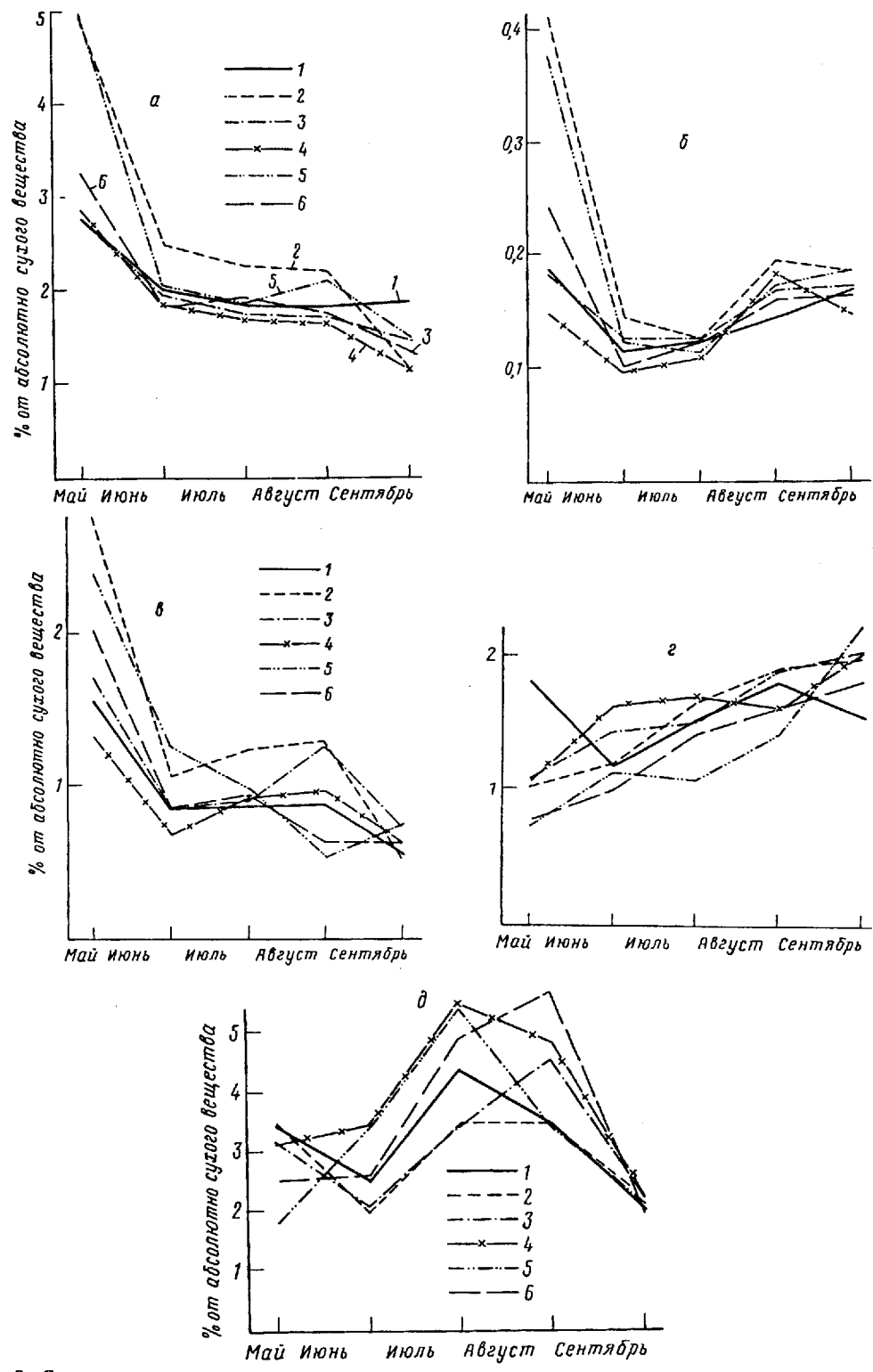


Рис. 2. Сезонная динамика содержания азота (а), фосфора (б), калия (в), кальция (г), углеводов (д) в листьях экотипов дуба: 1 — крымский; 2 — воронежский; 3 — гомельский; 4 — сумской ранний; 5 — сумской поздний; 6 — башкирский

ляционные связи между содержанием ряда макроэлементов в различных органах дубков и средними диаметрами их стволов: кальция в листьях $0,457 \pm 0,216$, $t=2,12$ (для листьев табличное $t_{0,05}=2,11$), азота — $0,690 \pm 0,201$, $t=3,43$ и кальция — $0,641 \pm 0,213$, $t=3,01$ в коре, кальция в корнях $0,649 \pm 0,211$, $t=3,08$.

Заключение. Для дуба черешчатого в географических культурах характерна существенная географическая изменчивость содержания азота и зольных элементов не только в листьях, но и в других органах и частях растения (побегах, коре и корнях). Установлены значительные различия в содержании органических соединений (жира, сахаров) в листьях климатипов дуба в сравнительных опытных культурах. Получены данные, подтверждающие высокую для признаков специфичность в амплитуде изменчивости, выражаемой различными коэффициентами вариации. Преобладающими являются низкие и средние уровни изменчивости изученных биохимических показателей.

Фенологические формы в условиях совместного произрастания по большинству биохимических показателей существенно не отличаются друг от друга. Для большинства климатипов прослеживается сходный характер сезонной динамики содержания в листьях макроэлементов и органических соединений. В то же время некоторые экотипы имеют специфический характер накопления и потребления этих элементов.

Информативными для ранней диагностики роста экотипов могут быть некоторые биохимические показатели коры (содержание N, Ca и K) и корней (содержание P, K и Ca).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бопп Л. А.* Об изменчивости сосны обыкновенной (*Pinus silvestris*) по содержанию в хвое азота, фосфора, калия // Науч. докл. высш. школы. Биол. науки. 1971. № 1. С. 61—63.
2. *Гоцуляк В. Д.* Сезонное поглощение азота и зольных веществ сеянцами и саженцами дуба и ясеня // Тр. Ин-та леса АН СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1955. Т. 24. С. 137—143.
3. *Гут Р. Т.* Динамика содержания основных элементов питания в хвое сосны различного географического происхождения // Матер. 37-й науч.-техн. конф. Львов. лесотехн. ин-та. Львов, 1985. С. 126—129.— Деп. в ЦБНТИлесхоз 19.02.86 г., № 447-лх.
4. *Дерюжкин Р. И., Рычкова А. Г., Мезенцева В. Т.* Щелочность золы хвои лиственницы сибирской как показатель роста ее культур // Лесоведение. 1973. № 5. С. 84—86.
5. *Кошельков С. П.* Опыт применения листового анализа при изучении режима питания сосняков // Лесн. журн. 1968. № 4. С. 152—153.
6. *Крамер П., Козловский Т.* Физиология древесных растений. М.: Лесная пром-сть, 1983. 464 с.
7. *Куракин Б. И., Степанова Л. А.* Содержание элементов питания в хвое сеянцев ели разного географического происхождения // Лесн. хоз-во. 1987. № 4. С. 42—44.
8. *Лукьянец В. Б.* Содержание азота и зольных элементов в желудях дуба различного географического происхождения // Лесохозяйственная информация. Реферат. выпуск. М., 1976. № 23. С. 13—14.
9. *Лукьянец В. Б.* Содержание аминокислот в желудях различных видов и климатипов дуба // Изв. вузов. Лесн. журн. 1978. № 4. С. 29—32.
10. *Лукьянец В. Б.* Внутривидовая изменчивость дуба черешчатого в центральной лесостепи. Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1979. 216 с.
11. *Лукьянец В. Б.* Содержание азота и зольных элементов в листьях дуба различного географического происхождения // Лесоведение. 1980. № 1. С. 52—57.
12. *Мамаев С. А.* О закономерностях внутривидовой изменчивости древесных растений // Теоретические основы внутривидовой изменчивости и структура популяций хвойных пород: Тр. ин-та экологии растений и животных УНЦ АН СССР. Свердловск, 1974. Вып. 90. С. 3—12.
13. *Митрофанов Д. П.* Химический состав лесных растений Сибири. Новосибирск: Наука, 1977. 120 с.
14. *Патлай И. Н.* Содержание азота, фосфора, калия и кальция в хвое сосны разного географического происхождения // Лесоведение. 1973. № 6. С. 18—23.
15. *Патлай И. Н., Бойко А. В.* Содержание азота и зольных макроэлементов в листьях дуба черешчатого в географических культурах // Лесоведение. 1978. № 4. С. 100—103.
16. *Победов В. С., Волчков В. Е.* Диагностика режима питания и применение удобрений в сосновых лесах БССР // Питание древесных растений и проблема повышения продуктивности лесов. Петрозаводск: Карелия, 1972. С. 34—36.
17. *Руководство по анализам кормов.* М.: Колос, 1982. 74 с.
18. *Рязанцева Л. А., Шутяев А. М.* Физиолого-биохимические особенности фенологических разно-

- видностей дуба черешчатого в географических культурах // Генетика, селекция, семеноводство и интродукция лесных пород. Воронеж: ЦНИИЛГиС, 1978. С. 87—91.
19. *Рязанцева Л. А., Шутяев А. М., Федченко А. И.* Физиолого-биохимические особенности дуба черешчатого разных происхождений // Селекционные основы повышения продуктивности лесов. Воронеж: ЦНИИЛГиС, 1979. С. 109—113.
 20. *Тюкин Н. Т.* Содержание азота, фосфора и калия в хвое маточных деревьев сосны различного географического происхождения // Генетика, селекция, семеноводство и интродукция лесных пород. М.: ВНИИЛМ, 1975. С. 175—188.
 21. *Тюлин А. Ф., Щербина К. Г.* Минеральное питание дуба в Теллермановском опытном лесничестве // Тр. Ин-та леса АН СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1955. Т. 24. С. 270—280.
 22. *Щербаков А. П.* Вопросы минерального питания сеянцев древесных пород // Тр. Ин-та леса АН СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1955. Т. 24. С. 7—49.
 23. *Щербаков А. П., Валикова В. Ф.* О распределении элементов золы и азота в различных тканях и органах лиственных пород и о физиологической роли кальция в связи с этим // Тр. Ин-та леса АН СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1955. Т. 27. С. 148—162.

Украинский научно-исследовательский институт
лесного хозяйства и агролесомелиорации
им. Г. Н. Высоцкого, Харьков

Поступила в редакцию
14.11.1991

I. N. Patlai, Yu. I. Gaida

GEOGRAPHICAL VARIABILITY OF SOME BIOCHEMICAL INDICES IN QUERCUS ROBUR L.

Investigations were conducted in oak provenances, placed at the Trostyanetsky forestry (Sumy province, Ukraine) in 1976—1977. The contents of nitrogen and ashy elements in leaves, shoots, bark, roots and the amount of some organic substances in leaves are found to vary depending on the provenance. The data on high specificity of the variation amplitude, expressed by a coefficient of variation, are given. Most of oak provenances has a similar seasonal dynamics of microelement and organic compound contents in leaves. Their accumulation and absorption are specific in some provenances. Biochemical indices (the contents on N, K, Ca in bark; P, K, Ca in roots) are found to be perspective for early diagnostics of ecotypes' growth.