

УДК 630*174.752:581.522.4

Г.Т. КРИНИЦКИЙ, В.К. ЗАЙКА

Украинский государственный лесотехнический университет

Криницкий Григорий Томкович родился в 1944 г., окончил в 1969 г. Львовский лесотехнический институт, доктор биологических наук, профессор, проректор по научной работе, заведующий кафедрой лесоводства Украинского государственного лесотехнического университета. Имеет более 90 научных трудов в области физиологии и селекции древесных растений, лесоводства.



Зайка Владимир Константинович родился в 1961 г., окончил в 1987 г. Львовский лесотехнический институт, ассистент Украинского государственного лесотехнического университета. Имеет около 15 научных трудов в области физиологии и селекции древесных растений.



ОСОБЕННОСТИ БИОСИНТЕЗА МОНОТЕРПЕНОВ У ПОЛУСИБСОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В НАЧАЛЬНЫЙ ПЕРИОД ФОРМИРОВАНИЯ НАСАЖДЕНИЙ

Показано, что биосинтез монотерпенов у сосны обыкновенной является строго генетически детерминированным признаком, влияние на него внешних фитоценологических факторов проявляется слабо.

It has been shown, that biosynthesis of monoterpenes of Scotch pine is a strictly genetically determined attribute, the influence of external phytocoenosis factors on it being weak.

В настоящее время количественный и качественный состав монотерпенов древесных растений, в частности сосны обыкновенной, изучен довольно детально. Установлены общие закономерности изменения количественного состава терпеновых углеводов в географическом [2, 17] и возрастном [9, 12, 15, 18] аспектах, их зависимость от физиологического состояния растений и условий минерального питания [16, 18]. Исследована связь биосинтеза монотерпенов с физиолого-биохимическими процессами

[10] и выявлен характер наследования их потомством при разных способах размножения [4, 7, 8, 11 – 14]. Менее изученной остается физиологическая роль монотерпенов. Одни исследователи указывают на участие монотерпенов в процессах обмена веществ [3, 10] и световом питании растений [6], другие рассматривают монотерпены как фактор защиты деревьев от вредителей и грибных болезней [1].

Проведенные нами исследования направлены на изучение особенностей биосинтеза монотерпеновых углеводов у молодых полусибсовых деревьев в начальный период формирования насаждений, когда резко возрастает фитоценотическая напряженность среды.

Объектами исследований являлись 8-летние деревья сосны обыкновенной двух полусибсовых потомств – быстрорастущего (+1) и среднего по энергии роста (2Н). Материнские деревья изучаемых потомств также относятся к разным селекционным категориям: (+1) – плюсовое дерево, (2Н) – нормальное.

Для проведения исследований в каждом потомстве было отобрано по 50 моделей разной интенсивности роста (табл. 1). Образцы хвои заготавливали в декабре с однолетних побегов верхней части кроны. Извлечение монотерпенов производили диэтиловым эфиром [5], а их содержание определяли на газовом хроматографе ЛХМ-8М.

Исследования показывают, что наиболее распространенными монотерпеновыми углеводородами у молодых деревьев сосны обыкновенной являются α -пинен, Δ^3 -карен, камфен и β -пинен. Доля α -пинена в хвое деревьев разных категорий роста в среднем составляет 55 ... 64 %, β -пинена – 4 ... 6 %, Δ^3 -карена и камфена – 10 ... 18 %, мирцена – около 3 %, доля других монотерпенов (лимонена, β -фелландрена, терпинолена) не превышает 2 % (табл. 2).

Таблица 1

**Биометрические показатели модельных деревьев сосны обыкновенной
в полусибсовых потомствах**

Категория роста деревьев	Высота, см	Прирост, см	Диаметр корневой шейки, мм	Диаметр кроны, см
Потомство (+1)				
Быстрорастущие	357...408	64...96	86...115	170...250
Среднерастущие	250...350	47...82	52...106	130...235
Медленнорастущие	193...241	40...56	33...70	95...135
Среднее значение показателя	290±4	60±2	76±1	197±3
Потомство (2Н)				
Быстрорастущие	341...387	75...93	91...108	150...205
Среднерастущие	223...335	52...84	48...129	95...225
Медленнорастущие	135...211	25...62	27...87	70...135
Среднее значение показателя	256±4	50±3	73±3	174±3

Таблица 2

Доля монотерпенов (%) в хвое 8-летних деревьев полусибсовых потомств различных категорий роста

Монотерпены	Быстрорастущие	V, %	Среднерастущие	V, %	Медленнорастущие	V, %	В среднем по потомству	V, %
Потомство (+1)								
α -Пинен	<u>41,24...74,85</u> 58,62±3,68	19,8	<u>32,65...72,29</u> 55,43±2,00	19,5	<u>32,69...76,78</u> 55,67±3,33	20,7	<u>32,65...76,78</u> 56,11±1,57	20,0
β -Пинен	<u>2,92...7,53</u> 6,03±0,49	19,8	<u>2,63...7,98</u> 4,62±0,28	33,1	<u>2,67...5,99</u> 4,11±0,32	27,3	<u>2,63...7,98</u> 4,78±0,22	33,2
Камфен	<u>9,75...20,05</u> 15,53±1,11	22,6	<u>6,12...21,52</u> 14,78±0,86	31,5	<u>9,65...19,78</u> 14,39±0,80	19,3	<u>6,12...21,52</u> 14,84±0,57	27,5
Мирцен	<u>1,83...4,45</u> 3,30±0,23	22,4	<u>1,75...5,21</u> 3,11±0,16	28,2	<u>1,78...5,39</u> 3,03±0,28	31,6	<u>1,75...5,39</u> 3,13±0,12	28,0
Δ^3 -Карен	<u>Сл...31,12</u> 12,08±3,67	96,4	<u>Сл...36,30</u> 17,90±2,03	61,0	<u>Сл...40,38</u> 18,36±3,06	57,7	<u>Сл...40,38</u> 16,86±1,57	66,6
Лимонен	<u>1,13...2,58</u> 1,71±0,12	22,4	<u>0,30...2,54</u> 3,39±0,09	36,3	<u>0,89...2,39</u> 1,67±0,11	23,1	<u>0,30...2,58</u> 1,52±0,07	31,6
β -Фелландрен	<u>0,56...2,58</u> 1,36±0,17	40,2	<u>0,30...2,95</u> 1,30±0,13	53,3	<u>0,89...2,34</u> 1,34±0,13	33,4	<u>0,30...2,95</u> 1,32±0,09	46,6
Терпинолен	<u>0,60...2,44</u> 1,37±0,15	34,5	<u>0,30...3,08</u> 1,47±0,14	49,7	<u>0,66...2,97</u> 1,43±0,17	40,6	<u>0,30...3,08</u> 1,44±0,09	45,4

Продолжение табл. 2

Монотерпены	Быстрорастущие	V, %	Среднерастущие	V, %	Медленнорастущие	V, %	В среднем по потомству	V, %
Потомство (2Н)								
α -Пинен	<u>46,72...79,49</u> 60,11±2,59	13,6	<u>28,34...68,33</u> 56,74±1,81	15,6	<u>50,00...73,12</u> 63,66±2,01	11,4	<u>28,34...79,48</u> 59,38±1,29	14,8
β -Пинен	<u>2,56...6,54</u> 4,20±0,47	35,6	<u>2,91...7,69</u> 4,95±0,31	38,4	<u>1,98...6,53</u> 4,58±0,36	28,7	<u>1,98...7,69</u> 4,69±0,22	31,6
Камфен	<u>8,41...17,95</u> 13,94±0,94	21,3	<u>7,87...24,00</u> 14,54±0,68	22,9	<u>7,14...21,91</u> 12,94±1,02	28,3	<u>7,14...24,00</u> 13,96±0,50	24,5
Мирцен	<u>1,28...4,00</u> 2,78±0,27	30,5	<u>1,67...4,73</u> 3,29±0,22	32,6	<u>1,48...4,87</u> 2,77±0,22	28,9	<u>1,28...4,87</u> 3,04±0,14	32,7
Δ^3 -Карен	<u>Сл...22,42</u> 14,83±1,86	39,6	<u>Сл...44,09</u> 15,88±1,81	55,8	<u>Сл...21,42</u> 10,80±1,66	55,5	<u>Сл...44,09</u> 14,25±1,15	55,3
Лимонен	<u>0,64...2,02</u> 1,55±0,15	29,7	<u>0,86...4,73</u> 1,81±0,16	43,1	<u>0,91...5,35</u> 2,19±0,33	53,9	<u>0,64...5,35</u> 1,86±0,13	47,9
β -Фелландрен	<u>0,57...2,63</u> 1,28±0,19	47,5	<u>0,43...3,16</u> 1,51±0,16	50,9	<u>0,69...3,57</u> 1,47±0,25	61,3	<u>0,43...3,57</u> 1,45±0,11	54,0
Терпинолен	<u>0,57...3,85</u> 1,31±0,29	68,8	<u>0,41...2,36</u> 1,28±0,11	41,0	<u>0,44...3,57</u> 1,59±0,23	53,1	<u>0,41...3,85</u> 1,37±0,11	53,0

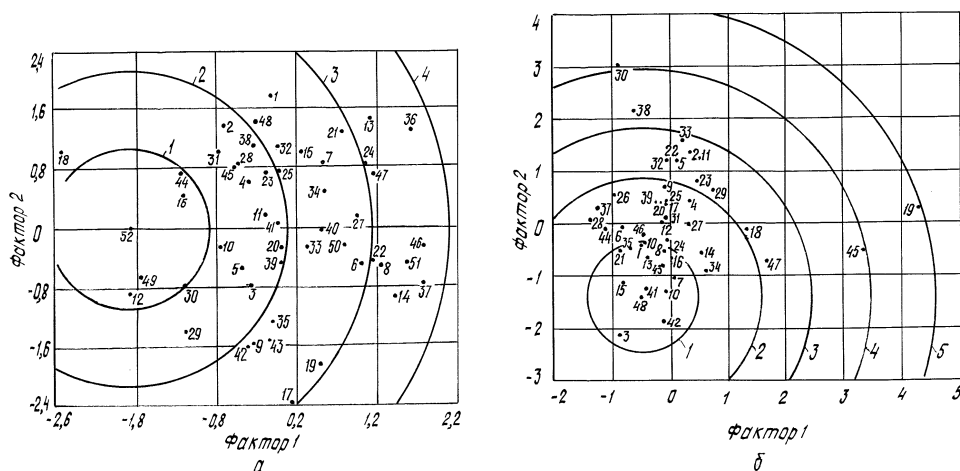
Примечание. 1. В числителе приведены пределы изменения содержания монотерпенов, в знаменателе – среднее значение с учетом ошибки определения. 2. Сл. – следовое количество монотерпенов; V – коэффициент вариации.

Особенности биосинтеза монотерпенов у молодых деревьев сосны обыкновенной определяются, в основном, генетическими свойствами. Однако формирование насаждений и возрастание фитоценотической напряженности накладывают некоторый отпечаток на содержание монотерпеновых углеводов. Так, у быстрорастущего потомства (+1) наблюдается тенденция к уменьшению биосинтеза α - и β -пинена, камфена, мирцена, β -фелландрена и увеличению Δ^3 -карена от быстро- до медленно растущих деревьев. У среднерастущего потомства (2Н), характеризующегося менее напряженной фитоценотической обстановкой по сравнению с (+1), более высоким содержанием β -пинена, мирцена, β -фелландрена и Δ^3 -карена отличаются среднерастущие деревья, а α -пинена, лимонена и терпинолена – медленно растущие.

Необходимо также отметить, что даже в пределах одной категории роста деревья имеют большую вариабельность содержания монотерпенов. Особенно высокое значение коэффициента вариации у обоих потомств отмечено для Δ^3 -карена (39,6 ... 96,4 %), β -фелландрена (33,4 ... 61,3 %) и терпинолена (34,5 ... 68,8 %).

В целом, четкой корреляции между интенсивностью роста деревьев, их положением в формирующемся насаждении и содержанием монотерпенов не наблюдается. Экземпляры, относящиеся к различным категориям роста, во многих случаях характеризуются однотипным характером биосинтеза монотерпенов и одинаковым их содержанием.

Особенности распределения деревьев в насаждениях по содержанию монотерпенов представлены на рисунке, из которого видно, что по характеру группирования моделей между потомствами существуют



Распределение деревьев полусибирских потомств по содержанию монотерпенов: а – быстрорастущее потомство (+ 1) (1 – 10 – быстрорастущие экземпляры; 11 – 40 – среднерастущие; 41 – 51 – медленно растущие; 52 – материнское дерево); б – среднее по энергии роста потомство (2Н) (1 – 10 – быстрорастущие экземпляры; 11 – 34 – среднерастущие; 35 – 47 – медленно растущие; 48 – материнское дерево)

значительные различия, обусловленные прежде всего различиями в наследовании содержания монотерпенов. В целом дерево (2Н) более четко передает наследственные особенности биосинтеза монотерпеновых углеводов потомству, чем (+1). В потомстве (2Н) на расстоянии факторной единицы (факторы 1 и 2 – условные математические единицы, рассчитанные на основании экспериментальных данных о содержании монотерпенов) от материнского дерева находится 27,5 % моделей, тогда как в потомстве (+1) – только 9,8 %, на расстоянии двух единиц – соответственно 42,5 и 35,3 %, трех – 21,3 и 35,3 %. Наиболее слабо наследуют материнский характер биосинтеза монотерпенов полусибсовые деревья, находящиеся на расстоянии 4-5 единиц. Таких экземпляров в потомстве (2Н) имеется 8,6 %, (+1) – 19,6 %. Вероятно, у семейства (2Н) характер наследования монотерпеновых углеводов идет по материнскому типу, а у потомства (+1) – по промежуточному.

Таким образом, проведенные исследования показывают, что характер биосинтеза монотерпенов является строго генетически детерминированным признаком. Влияние на него внешних фитоценологических факторов проявляется слабо. При этом наследование особенностей биосинтеза монотерпенов полусибсовыми потомствами сосны обыкновенной напрямую не зависит от степени наследования интенсивности роста. Очевидно эти признаки наследуются разными системами генов, находящихся в различных хромосомах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Балковая Е.Н. Физиолого-биохимическая характеристика эфиромасличных растений. - Днепропетровск: Гос. ун-т, 1958. - 183 с. [2]. Гут Р.Т., Криницкий Г.Т. Химический состав монотерпенов как показатель географической изменчивости сосны обыкновенной // Лесн. журн. - 1989. - № 3. - С. 85 - 88. - (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Зауралов О.А. О физиологическом значении эфирных масел в растениях // Растительные ресурсы. - 1975. - Т. 10, вып. 2. - С. 289 - 304. [4]. Криницкий Г.Т. Морфофизиологические основы селекции древесных растений: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. - Киев, 1993. - 46 с. [5]. Максимов В.М. К методике извлечения эфирного масла из хвои сосны обыкновенной. - М., 1982. - № 11. - С. 103-122. (Деп. В ЦБНТИлесхоз № 112, ЛД – Д 82). [6]. Николаев А.Г. Биологическая роль компонентов эфирных масел // Химическая изменчивость растений. - Кишинев: Штиинца, 1972. - С. 9 - 28. [7]. О составе летучих масел, отгоняемых из живицы и из ветвей маточных деревьев сосны крымской и их прививок / И.И. Бардышев, Г.И. Мальцев, Р.И. Зенько, Е.П. Проказин // Лесн. журн. - 1971. - № 2. - С. 164 - 167. - (Изв. высш. учеб. заведений). [8]. Подгорный Ю.К., Акимов Ю.А. Наследуемость содержания эфирного масла в хвое и побегах сосны пицундской // Лесоведение. - 1975. - № 5. - С. 70-71. [9]. Полтавченко Ю.А., Рудаков Г.А. Эфирные масла хвойных деревьев Прибайкалья и вопросы генезиса терпенов // Синтетические продукты из канифоли и скипидара. - Горький: Волго-Вят. кн. изд-во, 1970. - С. 82-94. [10]. Танасиенко Ф.С. Эфирные масла. Содержание и состав в растениях. - Киев: Наукова думка, 1985. - 264 с. [11]. Чернодубов А.И., Белякова Е.Ю. Состав монотерпенов сосны

обыкновенной при контролируемом скрещивании // Гибридизация лесных древесных пород. - Воронеж: ВГУ, 1988. - С. 120 - 124. [12]. Чернодубов А.И., Дерюжкин Р.И., Колесникова Р.Д. Наследование состава эфирного масла из хвои сосны обыкновенной // Лесн. журн. - 1984. - № 2. - С. 101 - 103. - (Изв. высш. учеб. заведений). [13]. Чернодубов А.И., Дерюжкин Р.И. Эфирные масла сосны: состав, получение, использование. - Воронеж: ВГУ, 1990. - 112 с. [14]. Чудный А.В., Докучаева М.И. О наследовании состава терпентинных масел потомством привитых деревьев // Лесоведение. - 1979. - № 2. - С. 34 - 38. [15]. Чудный А.В. Изменчивость состава терпентинных масел сосны обыкновенной // Растительные ресурсы. - 1977. - Т. 13, вып. 2. - С. 291 - 304. [16]. Чудный А.В., Проказин Е.П., Суворов В.И. Сохранение состава терпентинных масел при изменении физиологического состояния деревьев сосны обыкновенной // Физиология растений. - 1974. - Т. 21, № 1. - С. 98 - 101. [17]. Geographic monoterpene variability of *Pinus albicaulis* / E. Zavarin, Z. Raffi, L. Cool, K. Spajberk // Forest Sci. - 19, № 2. - P. 147 - 156. [18]. Squillace A.E. Inheritance of monoterpene composition in cortical oleoresin of slashpine // Forest Sci. - 1971. - Vol. 17. - P. 68 - 76.

Поступила 20 июня 1996 г.