

Биолог. журн. Армении, 1-2 (57), 2005

УДК 581.13:581.14

О ЗАВИСИМОСТИ ПРОДУКТИВНОСТИ ДРЕВЕСНЫХ ИНТРОДУЦЕНТОВ ОТ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ И ГОРМОНАЛЬНОГО БАЛАНСА В РАЗЛИЧНЫХ ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫХ ЗОНАХ АРМЕНИИ

В.А. ДАВТЯН, Р.Г. АРУТЮНЯН, А.В. АРУСТАМЯН

Институт ботаники НАН Армении, 375063, Ереван

Показано, что почвенно-климатические условия мезофильно-лесной зоны Армении (Ванадзор) по сравнению с полупустынной (Ереван) способствовали повышению содержания азота, его белковой фракции и активности ауксинов в листьях древесных интродуцентов- софоры японской, клена сахарного и лиственницы сибирской. Одновременно содержание растворимых сахаров, крахмала (за исключением лиственницы сибирской) и активность ингибиторов роста снижались. Эти изменения коррелируют с ростом и продуктивностью деревьев по выходу древесины, которые намного выше в мезофильно-лесной зоне.

Մեզոֆիլ-անտառային գոտու (Վանաձոր) հողա-կլիմայական պայմանները նպաստել են ինտրոդուկցված ծառատեսակների՝ սոֆորա ճապոնական, թխկի շաքարային և խեժափիժի սիբիրյան, տերևներում ընդհանուր, սպիտակուցային ազոտի, ամինաթթուների պարունակության և ածման խթանիչների ակտիվության բարձրացմանը: Զուգահեռաբար նվազել է լուծվող շաքարների և օսլայի պարունակությունը (բացի խեժափիժուց) և ածման արգելակիչների ակտիվությունը: Նշված փոփոխությունները ուղեկցվել են ծառերի ածման ցուցանիշների և արդյունավետության (բնափայտի ելքի) բարձրացմամբ:

It was shown that soil-climatic conditions of the mesophyll-forest zone of Armenia (Vanadzor) as compared with the semi-desert promoted the increase of the nitrogen content, its protein fraction and the auxin activity in the introduced tree's leaves of *Sophora japonica*, *Acer saccharum* and *Larix sibirica*. At the same time the contents of the soluble carbohydrates and the starch (with the exception of *Larix sibirica*) and activity inhibitors decreased. These changes were accompanied by trees growth and productivity (wood receiving) which were more increased in the mesophyll-forest zone.

Интродуценты - условия произрастания - обмен веществ - гормоны роста - продуктивность

Изменения в жизнедеятельности древесных интродуцентов происходят в соответствии с новыми условиями жизни. Эти изменения охватывают как обменные [4], так и гормональные [7] сферы, приводящие к сдвигам в интенсивности роста и продуктивности деревьев.

Армения характеризуется исключительным многообразием почвенно-климатических условий, где из самых различных флористических регионов мира интродуцировано множество древесных пород, отличающихся интенсивностью ростовых процессов [5]. Физиологические исследования

различного поведения этих интродуцентов являются важной задачей для выяснения связи показателей роста и продуктивности с интенсивностью их жизнедеятельности в данных условиях существования.

Исходя из этого, в последние 4 года нами исследовалась зависимость роста и продуктивности от углеводно-азотного обмена и гормонального баланса у ряда хозяйственно ценных древесных растений, интродуцированных в различных почвенно-климатических условиях Армении.

Материал и методика. Объектом исследований служили 40-45-летние деревья софоры японской (*Sophora japonica* L.), клена сахарного (*Acer saccharum* Marsh.) и лиственницы сибирской (*Larix sibirica* L. db), интродуцированных в полупустынной (Ботанический сад НАН Армении, Ереван, 1250 м над ур. моря) и мезофильно-лесной (Ванадзорский бот. сад, 1450 м над ур. моря) лесорастительных зонах Армении.

Почвенно-климатические условия последних подробно описаны в работе [5], согласно которой климат полупустынной зоны резко континентальный с жарким сухим летом и холодной зимой. Среднегодовая температура воздуха 10,6°, годовое количество осадков достигает 350 мм. Почвы бурые, каменистые, маломощные, карбонатные с плохим водно-воздушным режимом.

Климатические условия мезофильно-лесной зоны более умеренные и влажные во все сезоны года. Среднегодовая температура воздуха 8,2°, количество осадков за год доходит до 640 мм. Почвы коричнево-лесные, мелкозернистые, мощные, богаты гумусом.

В период бурного роста вегетационного сезона в листьях подопытных объектов определяли содержание углеводов по Хагедорн-Иенсену, различных форм азота - по Къельдалю [3], активность ауксинов и ингибиторов роста по Кефели и Турецкой [6]. В опыт включались 15-17 деревьев, повторность анализов 4-кратная.

Результаты и обсуждение. Исследования показали, что почвенно-климатические условия вызывают определенные количественные изменения углеводов в листьях интродуцентов (табл. 1).

Таблица 1. Содержание углеводов в листьях древесных интродуцентов в условиях Еревана и Ванадзора, % от сух. массы ($M \pm m$)

Объекты	Растворимые сахара	Крахмал	Сумма
Ереван			
<i>Sophora japonica</i> L.	11.00 $\pm$ 0.43	3.40 $\pm$ 0.13	14.40 $\pm$ 0.14
<i>Acer saccharum</i> Marsh.	5.49 $\pm$ 0.26	2.42 $\pm$ 0.21	7.91 $\pm$ 0.33
<i>Larix sibirica</i> L. db	6.37 $\pm$ 0.31	1.64 $\pm$ 0.12	8.01 $\pm$ 0.32
Ванадзор			
<i>Sophora japonica</i> L.	6.50 $\pm$ 0.36	2.60 $\pm$ 0.20	9.10 $\pm$ 0.41
<i>Acer saccharum</i> Marsh.	5.38 $\pm$ 0.13	2.00 $\pm$ 0.07	7.38 $\pm$ 0.13
<i>Larix sibirica</i> L. db	7.50 $\pm$ 0.25	1.86 $\pm$ 0.16	9.36 $\pm$ 0.29

Из данных табл. 1 видно, что у софоры и клена содержание сахаров и крахмала выше в полупустынной зоне, что можно объяснить защитной ролью этих соединений и их участием в регуляции водного режима деревьев [1]. У лиственницы же сибирской увеличивалось содержание углеводов в мезофильно-лесной зоне. Возможно, в последней углеводный обмен в ассимилирующих органах смещается в сторону накопления растворимой фракции, о чем свидетельствует высокое соотношение растворимых сахаров к крахмалу по сравнению с другими видами.

Приспособление интродуцентов к условиям исследуемых зон сопровождалось количественными изменениями азотсодержащих веществ (табл. 2). Оказалось, что содержание общего и белкового азота у софоры, клена и лиственницы соответственно на 28.4 и 30.8; 19.0 и 39.7; 31.7 и 46.4% выше в мезофильно-лесной зоне, по сравнению с таковыми в полупустынной зоне. Это обстоятельство, несомненно, связано с богатством почвы гумусом и атмосферными факторами, благоприятствующими интенсивному метаболическому превращению азота в листьях ванадзорских интродуцентов.

Таблица 2. Содержание различных форм азота и свободных аминокислот в листьях древесных интродуцентов, % от сух. массы ($M \pm m$)

Объекты	Азот			Аминокислоты, мг/%
	Общий	Белковый	Небелковый	
Ереван				
<i>Sophora japonica</i> L.	25.91±1.09	22.82±0.54	3.09±0.11	540.2±28.6
<i>Acer saccharum</i> Marsh.	24.39±1.17	21.69±0.48	2.70±0.12	407.3±21.2
<i>Larix sibirica</i> L. db	22.17±1.11	17.87±0.41	4.30±0.18	782.4±37.7
Ванадзор				
<i>Sophora japonica</i> L.	28.02±0.93	24.82±0.59	3.20±0.13	369.2±15.9
<i>Acer saccharum</i> Marsh.	31.31±1.24	28.37±1.19	2.94±0.13	332.3±16.4
<i>Larix sibirica</i> L. db	26.38±0.91	23.17±0.86	3.21±0.16	542.1±23.8

Что касается небелковой формы, то закономерных изменений не констатировано. Можно отметить только, что содержание аминокислот, входящих в эту фракцию азота, превалирует в листьях деревьев полупустынной зоны (в зависимости от вида — 18.0–31.6%). Это свидетельствует об активном синтезе белковых соединений путем интенсивного включения свободных аминокислот в их молекулу в условиях мезофильно-лесной зоны.

Приспособленность растений к новым условиям жизни, помимо обменных процессов, определяется также изменениями в гормональной сфере. При определении активности ауксинов и ингибиторов роста выяснилось, что качественный состав последних в листьях одних и тех же видов в различных почвенно-климатических условиях одинаков (рис.).

Из рис. видно, что число ауксиновых соединений в листьях софоры и лиственницы в мезофильно-лесной зоне по сравнению с полупустынной увеличивается, а ингибиторов — сокращается. В отношении клена сахарного констатирована обратная картина. Однако более существенное значение имело изменение активности этих веществ: в листьях софоры суммарная активность ауксинов у ванадзорских индивидов была выше примерно в 9, а ингибиторов — ниже более чем в 2 раза. У клена сахарного эти цифры соответственно составляли 2 и 1.5 раза.

Выявлено также, что сравнительно высокую ауксиновую активность имели соединения с Rf 0.33–0.45 и 0.63, соответствующие индолил-уксусной кислоте, ингибиторную же — с Rf 0.6–0.7 и 0.9–0.97, входящие в состав

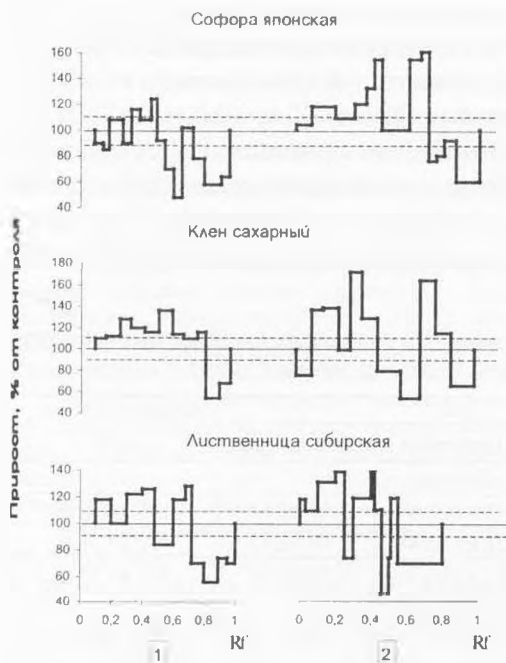


Рис. Активность ауксинов и ингибиторов роста в листьях интродуцентов в полупустынной (1) и мезофильно-лесной (2) зонах Армении.

β -ингибиторного комплекса [6].

Описанные изменения активности ауксинов и ингибиторов роста вызывали сдвиги в их соотношении, которое является одним из внутренних факторов, определяющих интенсивность ростовых процессов [9]. В этой связи анализ данных выявил низкое значение этого показателя у софоры, клена и лиственницы (0.15; 1.17 и 0.6) в полупустынной и существенное его возрастание (соответственно 2.3; 2.7 и 1.5) в мезофильно-лесной зоне.

Полученные данные позволяют прийти к выводу, что изменения в трофической и гормональной сферах интродуцентов происходят в соответствии с условиями

окружающей среды. Интегральным показателем этих изменений явились рост и продуктивность подопытных объектов (табл. 3)

Таблица 3. Дендрометрические показатели и продуктивность древесных интродуцентов ($M \pm m$)

Объекты	Высота, м	Диаметр ствола на выс. 1.3 м, см	Текущий рост, см	Продуктив- ность, м ³ /дерево
Ереван				
<i>Sophora japonica</i> L.	11.5 $\pm$ 0.46	30.5 $\pm$ 1.31	11.2 $\pm$ 0.53	0.42
<i>Acer saccharum</i> Marsh.	13.6 $\pm$ 1.12	19.5 $\pm$ 1.40	10.1 $\pm$ 0.78	0.32
<i>Larix sibirica</i> L. db	9.4 $\pm$ 0.06	14.0 $\pm$ 0.58	6.8 $\pm$ 0.40	0.16
Ванадзор				
<i>Sophora japonica</i> L.	17.8 $\pm$ 0.87	41.3 $\pm$ 2.05	22.6 $\pm$ 1.14	0.88
<i>Acer saccharum</i> Marsh.	14.8 $\pm$ 1.98	46.2 $\pm$ 4.40	19.9 $\pm$ 1.43	0.82
<i>Larix sibirica</i> L. db	18.4 $\pm$ 0.71	30.6 $\pm$ 1.91	10.9 $\pm$ 0.22	0.88

Из данных табл. 3 видно, что высокими показателями текущего роста, высоты и диаметра ствола отличались деревья, произрастающие в мезофильно-лесной зоне. Так, например, текущий рост софоры японской здесь превалирует над таковым в ереванских насаждениях в 2, высота деревьев- в 1.55, а диаметр ствола- в 1.35 раза. Аналогичные различия получены и для клена и лиственницы. Эти данные свидетельствуют о том, что

интенсивность ростовых процессов интродуцентов положительно коррелировала как с ходом углеводно-азотного обмена, так и активностью ауксинов и ингибиторов и их соотношением. В этом плане показано [8,10], что ауксины стимулируют синтез РНК и белка в растениях, тем самым участвуя в их ростовых процессах.

Конечным результатом неодинакового роста полопытных деревьев в различных почвенно-климатических условиях Армении являлась продуктивность по выходу древесины. В зависимости от вида этот показатель в 2-4 раза был выше у ванадзорских индивидов.

Известно, что биопродуктивность древесных зависит от высоты ствола [2]. Наши данные согласуются с этим положением и одновременно показывают, что выход древесины, помимо высоты, определяется еще и диаметром ствола, однако при этом отсутствует прямая пропорциональность между ними.

На основании проведенных исследований можно заключить, что способность определенного уровня роста и формирования древесины интродуценты приобретают в ходе длительного произрастания в данных условиях жизни и приспособления к ним.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахматов К.А. Адаптация древесных растений к засухе. Фрунзе, "Илим", 196, 1976.
2. Ащеулов В.И. Тез. докл. конф. "Проблема лесоведения и лесной экологии", 1, М., 193-194, 1990.
3. Белозерский А.Н., Проскуряков Н.И. Практическое руководство по биохимии растений. М., "Советская наука", 388, 1951.
4. Казарян В.В. Автореф. докт. дисс., Ереван, 43, 1992.
5. Казарян В.О., Арутюнян Л.В., Хуришудян П.А., Григорян А.А., Барсегян А.М. Научные основы облесения и озеленения Армянской ССР. Ереван, Изд. АН Арм ССР, 347, 1974.
6. Кефели В.И., Турецкая Р.Х. В кн. "Методы определения регуляторов роста и гербицидов", Л., "Наука", 20-44, 1966.
7. Лихолат Т.В. Регуляторы роста древесных растений. М., "Лесная промышленность", 238, 1983.
8. Сабинин Д.А. Физиология развития растений. М., Изд. АН СССР, 194, 1963.
9. Федорова А.И. Фитогормоны и рост дерева (на примере лиственницы). Новосибирск, "Наука", СО, 248, 1982.
10. Masuda Yochio, Tanimoto Eiichi, Wada Shunji *Physiol. plantarum*, 20, 3, 713-719, 1967.

Поступила 29.X.2004