

Г. Г. МОВСЕСЯН, В. А. ДАВТЯН,
А. П. ХУРШУДЯН

ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЛИСТЬЕВ И ПРОДУКТИВНОСТЬ БЫСТРОРАСТУЩИХ ТОПОЛЕЙ В УСЛОВИЯХ АРМЕНИИ. I: АРМАШ

Исследовались интенсивность фотосинтеза и транспирации, содержание различных форм воды и продуктивность 16- и 4-летних американских гибридов быстрорастущих тополей, произрастающих на солончах-солончаках содово-хлоридно-сульфатного типа. Показано, что исследуемые гибриды отличаются по этим показателям. Причем, между последними существует определенная связь, особенно между интенсивностью фотосинтеза и выходом древесины. Обнаруженные различия объясняются разной приспособленностью гибридных тополей к засолению почвы, которой определяется уровень физиологической активности листьев и продуктивности деревьев. Предложен ряд практических рекомендаций относительно целесообразности выращивания того или иного гибрида в данных условиях.

Մոլիփայան Գ. Գ., Դավթյան Վ. Ա., Խուրշուդյան Պ. Ա. Արագած բարդիների փերենների ֆիզիոլոգիական ակտիվությունը և արդյունավետությունը Նայաստանի պայմաններում: 1. Արմաշ: Արարատի մարզի Արմաշ գյուղի սոդային-քլորիդային-սուլֆատային փխի աղուր-ալկալի հողերում կրթնահվություն միջոցով աճեցված արագած բարդիների ամերիկյան DN-1, Eugenci, IH-78, IH-37/61, IH-262, NM-2, NM-4, NM-6, NE-222, DN-1, DN-10, DN-55, Imperial, DTAC-61, Robusta և I-214 4-ամյա հիբրիդների բույսերի անձամբ շրջանում ուսումնասիրվել է ֆոտոսինթեզի և տրանսպիրացիայի ինտենսիվությունը, ջրի պարբեր ձեռքի պարունակությունն ու ձևերի արդյունավետությունը: Պարզվել է, որ ուսումնասիրվող հիբրիդները տարբերվում են նշված ցուցանիշներով: Ըստ որում, որոշակի կապ է հայտնաբերվում փերենների ֆիզիոլոգիական ակտիվության և ձևերի արդյունավետության միջև: Այս փնտհանքից ֆոտոսինթեզի և տրանսպիրացիայի ինտենսիվությունը, ջրի պարբեր ձեռքի բարենպաստ պարունակությունը և հարաբերությունը և փայրանյութի ելքը բարձր են եղել IH-78, NM-2 և ցածր՝ MD-1, NE-222, DN-1 և Robusta հիբրիդների մոտ: Սրացված արդյունքները բացատրվում են աղուր հողերի հիբրիդների տարբեր հարմարվողության: Արված են գործնական առաջարկություններ նշված պայմաններում հիբրիդների նպատակային աճեցման համար:

Movsesyan G. G., Davtyan V. A., Khurshudyan A. P. Physiological activity and productivity of fast-growing poplars in the conditions of Armenia. I: Armash. Intensity of photosynthesis and transpiration, content of different water forms and productivity of 16 4-year-old American hybrids of fast-growing poplars growing on saline soils of soda-chloride-sulphate type are investigated. It is shown that the investigated hybrids differ according to these indices. Certain connection between the photosynthesis intensity and wood outcome is found out. The revealed differences are explained by different adaptation of hybrid poplars to soil salinization. A series of practical recommendations concerning the expediency of growing of different hybrid poplars in the given conditions is offered.

В последние годы в различных почвенно-климатических условиях Армении проводились широкомаштабные испытания американских гибридов быстрорастущих тополей. Часть из них была размещена на территории села Армаш Араратской области Армении.

Климат данной области резко континентальный с высокой среднегодовой температурой (11—12,3°). Абсолютный максимум доходит до 40°, минимум — до 31°. Среднегодовое количество осадков колеблется в пределах 200—235 мм с наименьшим количеством в летний период. Здесь выше испаряемость (1160—1480 мм), а годовой коэффициент увлажнения по Н. И. Иванову составляет 0,15—0,20 (Эдилян и др., 1976).

Почвы полупустынные, солонцевато-солончаковые с резко выраженной щелочной реакцией (рН=10 и более) по всему вертикальному профилю. По данным Г. П. Петросяна (1976) в водной вытяжке сумма солей составляет 1,861—0,402 %, CO_3^{2-} — 0,17—0,48, общий HCO_3^- — 0,92—8,22, Na^+ (по разн.) 25,78—4,79, Cl^- — 8,28—0,99, SO_4^{2-} — 14,77—1,93, Ca^{2+} — 0,35—0,20, Mg^{2+} — 0,40—0,16 мг эквивалент на 100 г почвы.

Анализ химического состава водной вытяжки почв с. Армаш показали, что по вертикальному профилю 0—

100 см рН колеблется в пределах 8,95—8,85, сумма солей — 0,401—0,975 %, CO_3^{2-} — 0,17—0,48, общая HCO_3^- — 1,28—0,72, Cl^- — 2,28—4,57, SO_4^{2-} — 2,30—9,22, Ca^{2+} — 0,65—0,20, Mg^{2+} — 0,80—0,16, K^+ + Na^+ (по вын.) — 5,27—13,09 мг-эквивалент. Количество водорастворимого K^+ составляет 0,005—0,04, Na^+ — 5,22—13,04, а поглощенного — соответственно 0,71—1,95 и 13,04—18,50 мг-эквивалент.

Эти данные характеризуют почвы с. Армаш как солончак-солончаки содово-хлоридно-сульфатного типа.

Установлено, что при засолении почв в растениях происходят анатомические, морфологические, физиологические изменения, направленные на их приспособление в указанных условиях (Строганов, 1967). Поскольку в роде *Populus* встречаются виды с различной степенью солеустойчивости (Колесниченко, 1981), логично полагать, что аналогичные различия существуют и у гибридных тополей. Они могут отражаться на интенсивности их физиологических процессов и продуктивности.

Выявление физиологических особенностей этих деревьев в условиях засоления почв необходимо с целью подбора устойчивых гибридов, обеспечения их быстрого роста и высокой продуктивности.

Исходя из этого нами исследовались интенсивность фотосинтеза, некоторые показатели водного режима, роста и продуктивности 4-летних деревьев гибридных тополей, выращенных на засоленных почвах с. Армаш.

Объекты и методика. Объектом исследований служили гибридные тополя: MD-1, Eugenci, IH-78 "Gicommetti", IH-37/61 "Tripolo", IH-262 "Russo", NM-2, NM-4, NM-6 cv Max, NE-222, DN-1 "Allenstein", DN-10, DN-55, Imperial, DTAC-61, Robusta, I-214, черенки которых были высажены на территории с. Армаш Араратской области по схеме 1,5+2 м.

В четырехлетнем возрасте, в фазе бурного роста проводились исследования интенсивности фотосинтеза по Чацкому и Славику (1960), транспирации — методом быстрого взвешивания, содержания различных форм воды в листьях по Маринчик (Сказкин и др., 1958).

Повторность определений — 4-кратная.

Результаты и обсуждение. Результаты исследований показали, что интенсивность фотосинтеза гибридных тополей колеблется в больших пределах (рис. 1). Высокой способностью ассимиляции CO_2 отличались IH-78, NM-2 и I-214, низкой — MD-1, NM-4, NE-222 и Robusta.

Важным лимитирующим фактором интенсивности фотосинтеза растений при засолении почвы считаются солевой и водный стрессы (Drake, 1989), при которых уменьшается содержание хлорофилла, накапливается сахароза в тканях листьев из-за ослабления ее оттока (Бородулина и др., 1959) и т. д. В таких условиях падает эффективность работы электроннотранспортной системы, приводящей к значительному снижению ассимиляции CO_2 (Королева, 1990). На основании этих положений можно полагать, что исследуемые гибриды проявляют неодинаковую способность к адаптации почвенному засолению, вследствие чего их ассимиляционный аппарат по разному реагирует на эти условия.

Неодинаковая реакция гибридных тополей к засолению выражалась также содержанием различных форм воды в них (Табл. 1).

Высокое содержание общей воды было присуще листьям гибридов IH-37/61, IH-262, NM-6, DN-10, DN-55, Imperial, I-214 тогда как у NM-2, NM-4, DTAC-61 и Robusta этот показатель намного ниже.

По-видимому, различная оводненность листьев связана с неодинаковой способностью подопытных гибридов преодолеть осмотическое давление почвенного раствора и поглощать воду. С другой стороны, этот процесс связан с накоплением солей в растении, что создает условия для поступления и нагнетания воды в листовую ткань (Захарин, 1994).

Физиологическая активность листьев в значительной степени обусловлена качественным составом воды, который определяет интенсивность процессов жизнедеятельности в клетках. В этом направлении выявлены существенные различия в содержании свободной и связанной воды в листьях гибридных тополей.

Таблица 1.
Содержание различных форм воды в листьях и интенсивность транспирации гибридных тополей ($M \pm m$).

| Наименование | Формы воды, % на сырой вес | | | Отношение свободной воды к связанной | Интенсивность транспирации мг/г сыр. веса, час |
|--------------|----------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|--|
| | общая | свободная | связанная | | |
| MD-1 | 66,8±0,75 | 32,7±2,10 | 34,1±1,15 | 0,96 | 589±17,1 |
| Eugenci | 66,1±0,68 | 37,8±0,86 | 28,4±0,78 | 1,32 | 666±51,3 |
| ИН-78 | 67,4±0,50 | 40,1±1,15 | 27,3±1,54 | 1,47 | 760±5,0 |
| ИН-37/61 | 72,2±1,60 | 42,0±1,70 | 30,2±1,32 | 1,39 | 657±2,1 |
| ИН-262 | 68,9±0,34 | 44,4±1,24 | 24,5±1,47 | 1,81 | 558±27,7 |
| NM-2 | 64,9±0,86 | 36,7±0,93 | 28,2±0,65 | 1,30 | 812±38,1 |
| NM-4 | 62,7±1,14 | 32,5±1,22 | 30,2±0,78 | 1,08 | 744±42,8 |
| NM-6 | 68,5±1,63 | 38,8±1,02 | 29,7±0,71 | 1,30 | 738±34,7 |
| NE-222 | 67,2±0,87 | 31,0±0,66 | 36,2±0,16 | 0,86 | 413±16,2 |
| DN-1 | 66,3±0,40 | 37,1±0,56 | 29,2±0,43 | 1,27 | 633±27,7 |
| DM-10 | 68,5±1,18 | 38,8±0,82 | 29,7±0,73 | 1,30 | 760±42,3 |
| DN-55 | 68,0±0,10 | 41,1±1,50 | 26,9±1,12 | 1,52 | 640±23,5 |
| Imperial | 68,4±1,21 | 37,7±0,73 | 30,7±0,48 | 1,23 | 854±18,9 |
| DTAC-61 | 63,6±1,14 | 38,8±0,84 | 29,8±1,04 | 1,13 | 904±28,6 |
| Robusta | 64,4±1,20 | 31,7±1,26 | 32,7±0,77 | 0,97 | 684±36,8 |
| I-214 | 70,1±1,68 | 40,7±0,91 | 29,4±0,83 | 1,38 | 717±35, |

По содержанию свободной воды в листьях четко выделялись гибриды ИН-78, ИН-37/61, ИН-262, DN-55 и I-214 (выше 40 % от сырого веса). Далее следуют Eugenci, NM-2, NM-6, DN-1, DN-10 и Imperial (36–39 %), затем MD-1, NM-4, NE-222, DTAC-61 и Robusta (31–34 %). Однако такое группирование не означает, что пропорционально увеличивалось или уменьшалось количество связанной воды. Оно у различных гибридов представляется разными величинами, что, вероятно связано с неодинаковым накоплением солей, а также эндогенных осматиков в листовой ткани. Свидетельством такого предположения могут служить результаты опытов, проведенных с древесными (Бородулина и др., 1959) и травянистыми (Иваницкая, 1962) растениями.

В результате отмеченных изменений создавалось различное соотношение свободной и связанной воды, имеющее важное значение для функциональной активности листьев (Петин, 1959). Данное положение прослеживается при сопоставлении результатов определений интенсивности фотосинтеза. Однако, то же самое нельзя сказать для расхода воды в ходе транспирации. Так, некоторые гибриды с высокой оводненностью листьев и

отношении свободной воды к связанной (ИН-262, DN-10) транспирировали меньше, другие (NM-4, DN-1, DTAC-61, Robusta) при более низких значениях этих показателей сравнительно больше расходовали воды.

По-видимому, в условиях засоления, кроме устьичной, через тонкостенные стенки эпидермиса осуществляется и внеустьичная транспирация, занимающая известную долю в водном балансе растения (Генкель и др., 1956). Считаем, что между изученными гибридами существуют различия по этому показателю, что оставляет свой отпечаток на расходовании воды.

При исследовании дендрометрических показателей гибридных тополей оказалось (Табл. 2), что сильным

ростом в высоту характеризуются ИН-78, ИН-262, NM-2, DN-10, I-214, средним – ИН-37/61, NM-6, DN-1, Imperial, DTAC-61, DN-55, тогда как DM-1, Eugenci, NM-4, и Robusta демонстрируют слабый, а NE-222 – весьма слабый рост. Аналогичная картина наблюдалась в отношении радиального роста ствола.

Литературные данные убеждают, что различия в интенсивности роста являются результатом стрессового воздействия засоленности почвы и нарушения процессов питания и обмена веществ (Hesson, 1972; Иванов и др., 1977), непотребления азотистых соединений на рост (Строганов, 1967), подавления роста корней (Захарин, 1994), при котором коррелятивно подавляется рост в наземной сфере.

Естественно полагать, что подобные явления имели место и у гибридных тополей, однако, с различной интенсивностью. При этом, у некоторых гибридов (ИН-78, I-214) засоленность почвы стимулировала рост, гибриды со средним ростом малочувствительны, а со слабым и весьма слабым ростом высокочувствительны к этому фактору.

Из вертикального и радиального роста сложилась продуктивность гибридных деревьев. При этом, разница между отдельными гибридами составляла более чем 42

раза.

В условиях содово-хлоридно-сульфатного засоления почв с. Армаш наибольшую продуктивность имел гибрид I-214, затем ИН-78, среднюю ИН-262, NM-2, низкую – Eugenci, ИН-37/61, NM-6, DN-10, DN-55, DN-1, Imperial, DTAC-61 и незначительную – гибриды NM-4, NE-222 и Robusta.

Проведенные исследования дают основание для практических рекомендаций, критериями для которых служили интенсивность фотосинтеза, транспирации и продуктивность деревьев. В этой связи в производственных целях следует создавать плантации гибридов ИН-78, NM-2 и I-214 и то на хорошо водообеспеченных участках с. Армаш.

Для озеленения поливных территорий целесообразно выращивать гибриды Eugenci, ИН-37/61, NM-6, Imperial, DN-55 и DTAC-61, поскольку они обладают средней и высокой интенсивностью транспирации. На менее обеспеченных водой участках для аналогичных целей следует выращивать гибриды DN-10, ИН-262.

В содово-хлоридно-сульфатных почвах с. Армаш не рекомендуем выращивать гибриды MD-1, NM-4, NE-222,

Таблица 2.

Некоторые дендрометрические показатели и продуктивность гибридных тополей.

| Наименование гибридов | Высота деревьев, м | Диаметр ствола у основания, мм | Продуктивность мЗ/г |
|-----------------------|--------------------|--------------------------------|---------------------|
| MD-1 | 2,4 | 31 | 1,51 |
| Eugenci | 2,9 | 44 | 3,67 |
| ИН-78 | 4,3 | 54 | 8,20 |
| ИН-37/61 | 3,4 | 41 | 3,74 |
| ИН-262 | 4,1 | 43 | 4,96 |
| NM-2 | 4,2 | 43 | 5,08 |
| NM-4 | 2,0 | 32 | 1,34 |
| NM-6 | 3,2 | 41 | 3,52 |
| NE-222 | 1,2 | 17 | 0,23 |
| DN-1 | 3,0 | 32 | 2,01 |
| DN-10 | 4,0 | 39 | 3,98 |
| DN-55 | 3,3 | 42 | 3,81 |
| Imperial | 3,2 | 38 | 3,02 |
| DTAC-61 | 3,4 | 37 | 3,04 |
| Robusta | 2,4 | 30 | 1,41 |
| I-214 | 4,3 | 59 | 9,79 |

DN-1 и Robusta из-за низкой продуктивности и неэкономичного расходования воды, которое требует повышение нормы и частоты полива.

Таким образом, физиологические особенности подопытных гибридов тополя позволяют составить представление об их устойчивости к содово-хлоридно-сульфатному засолению почв, в основе которой лежат защитно-приспособительные реакции (например, образование комплексов органических веществ клетки – органические кислоты, гидрофильные белки и т. д. – и минеральных элементов). Они предохраняют коллоиды плазмы от коагулирующего действия солей и повышают устойчивость клеток, тем самым обеспечивая нормальный ход физиологических процессов. По-видимому, эти механизмы действуют также у гибридных тополей, но с различной интенсивностью.

Авторы выражают искреннюю благодарность заведующему лабораторией Института Почвоведения и Агротехники МСХ Республики Армения, кандидату сельскохозяйственных наук В. Н. Нуриджяну за проведение анализов почвенных образцов с Армаш и любезное предоставление данных авторам настоящей статьи.

ЛИТЕРАТУРА

Бородулина Ф. З., Алексеева Т. А., Борисова Г. Н. 1959. Фотосинтез семян дуба в условиях засоления. // "Проблемы фотосинтеза", II Всес. Конф. по фотосинтезу: 593–597. Москва.
Генкель П. А., Антипов Н. И. 1956. Водный режим эвгалофитов в природной обстановке. // Физиол. раст., 3, 4: 337–342.

Гусев Н. А. 1967. Физиология водообмена растений. // Физиология сельскохозяйственных растений, 3: 5–86. Москва.
Захарин А. А. 1994. Быстрая кинетика роста растений при солевом стрессе. // Физиол. раст., 41, 1: 101–106.
Иваницкая Е. Ф. 1962. Особенности анатомического строения растений в условиях разнокачественного засоления почвы. // Физиол. раст., 9, 2: 199–209.
Иванов В. Ф., Иванова А. С. 1977. Взаимосвязь между ростом и минеральным питанием персика в условиях засоления почв. // Физиол. раст., 24, 3: 607–613.
Колесниченко М. В. 1981. Лесомелиорация с основами лесоводства. Москва.
Королева О. Я., Кольчевский К. Г. 1990. Влияние засоления почвы на пигментную систему и фотосинтез растений различных экологических групп. // Тез. Докл. II съезда ВОФР: 46. Москва.
Петин Н. С. 1959. Физиология орошаемой пшеницы. Москва.
Петросян Г. П. 1976. Солонцы-солончаки гидрофильные. // Почвы Армянской ССР: 298–311. Ереван.
Сказкин Ф. Д., Ловчиновская Е. И., Миллер М. С., Аникиев В. В. 1958. // Практикум по физиологии растений. Москва.
Строганов Б. П. 1967. Солеустойчивость растений. // Физиология сельскохозяйственных растений, 3: 270–325. Москва.
Чатский И., Славик Б. 1960. Прибор для определения интенсивности фотосинтеза. // Biol. Plant., 2 (2): 107–112.
Эдлиян Р. А., Парсаданян Н. Р., Мелконян К. Г. 1976. Лугово-бурые орошаемые полупустынные почвы. // Почвы Армянской ССР: 268–286. Ереван.

мг CO_2 /дм² час

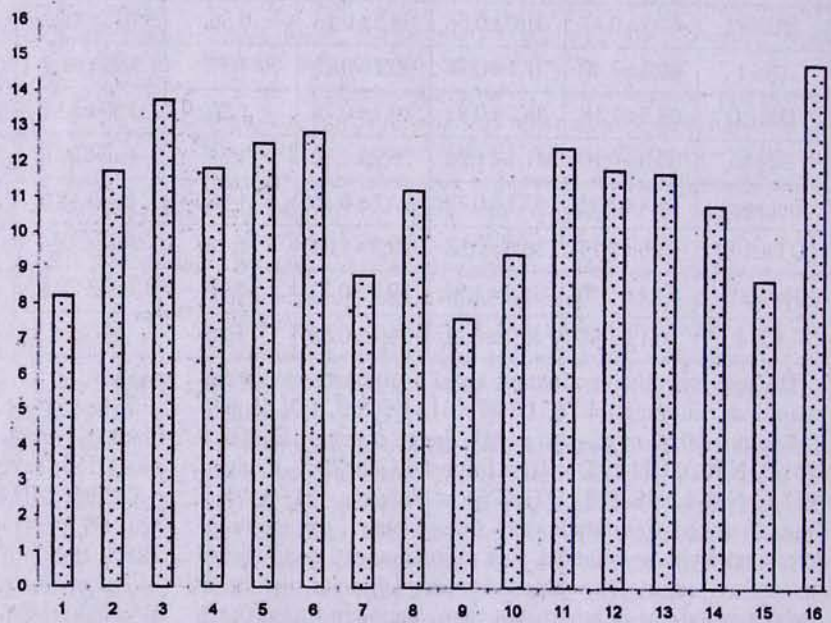


Рис. 1 Интенсивность фотосинтеза листьев быстрорастущих гибридных тополей в условиях засоленных почв с Армаш. 1. MD-1, 2. Eugenci, 3. ИН-78, 4. ИН-37/61, 5. ИН-262, 6. NM-2, 7. NM-4, 8. NM-6, 9. NE-222, 10. DN-1, 11. DN-10, 12. DN-55, 13. Imperial, 14. DTAC-61, 15. Robusta, 16. I-214. Освещенность – 118 Клх, t° воздуха 32°, относительная влажность воздуха – 42%. Р % = 1,8–5,2.

Drake B. G. 1989. Photosynthesis of salt marsh species. // Aquat. Bot., 34, 1–3: 167–180.
Hesson-Porath E., Kahara I., Polja Koff-Mayaber A. 1972. The effect of chloride and sulphate types of Solinity on Growth and osmotic adaptation of Pea seedlings. // Plant and Soil, 36, 2: 449–454