

УДК 630*17 : 581.11

ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДНОГО ОБМЕНА ЛИСТЬЕВ *QUERCUS ROBUR* L. И *QUERCUS RUBRA* L. В ЧИСТЫХ И СМЕШАННЫХ ГРУППАХ

Анастасия КРИВОРУЧКО, Валентина БЕССОНОВА

Днепропетровский Государственный Аграрно-экономический университет, Украина

Abstract. The peculiarities of water metabolism of the leaves of English oak (*Quercus robur* L.) and red oak (*Quercus rubra* L.) in pure and mixed groups were examined. Twelve-year-old forest plantations of both species on an area of 1.6 ha were the object of study. It was found that in both pure and mixed groups the leaves of *Q. robur* are characterized by more intense transpiration than *Q. rubra*. The joint growth of these species, on the whole, leads to a more active evaporation of water by *Q. robur* leaves than in the single-species groups. The leaves of *Q. rubra* in two-species groups lose less or the same amount of water in the transpiration process as in the single-species groups. The leaves of *Q. rubra* having a higher water storage capacity in both variants are characterized by a more uniform and stable daily course of transpiration. As a result of the joint growth, the water deficit in the leaves of *Q. rubra* increased in July and September compared to the pure groups. The differences in the leaves of *Q. robur* between the two studied sites are unreliable. The obtained data indicate the absence of an explicit negative mutual influence between the species on the water metabolism indices of their leaves.

Key words: *Quercus robur*; *Quercus rubra*; Transpiration intensity; Water storage capacity; Water deficit.

Реферат. Изучены особенности водного обмена листьев дуба обыкновенного (*Quercus robur* L.) и дуба красного (*Quercus rubra* L.) в чистых и смешанных группах. Объектами исследования были 12-летние лесные культуры обоих видов, площадью 1,6 га. Установлено, что как в чистых, так и в смешанных группах листья *Q. robur* характеризуются более интенсивной транспирацией в сравнении с *Q. rubra*. Совместный рост этих видов приводит, в целом, к более активному испарению воды листьями *Q. robur*, чем в одновидовых группах. Листья *Q. rubra* в двувидовых группах теряют в процессе транспирации меньше или столько же воды, как в чистых. Листья *Q. rubra* отличающиеся более высокой водоудерживающей способностью в обоих вариантах опыта, характеризуются более ровным и стабильным дневным ходом транспирации. При совместном произрастании видов водный дефицит в листьях *Q. rubra* увеличивается в июле и сентябре относительно чистых групп. В листьях *Q. robur* различия на двух исследуемых участках недостоверны. Полученные данные свидетельствуют об отсутствии четко выраженного негативного взаимовлияния видов на показатели водного обмена их листьев.

Ключевые слова: *Quercus robur*; *Quercus rubra*; Интенсивность транспирации; Водоудерживающая способность; Водный дефицит.

ВВЕДЕНИЕ

Для создания устойчивых и продуктивных смешанных лесных культур и формирования естественных насаждений с оптимальным соотношением компонентов необходимым является понимание взаимодействия растений в фитоценозах. Вопрос взаимовлияния пород при их совместном произрастании нельзя сводить только к сфере питания и водообеспечения. Известны аллелопатические, биофизические, механические и другие взаимоотношения растений (Колесниченко, М. 1968). Они могут осуществляться через метаболиты корневых систем, химические вещества опада и подстилки, летучие выделения (Матвеев, Н. 1972; Гродзинский, А. 1973; Матвеев, Н. 1994), характер действия которых в лесу может проявиться лишь много лет спустя после его создания.

Оптимальным соотношением биологически совместимых видов культур в фитоценозах можно регулировать напряженность их взаимоотношений в смешанных лесных культурах. Сочетание пород в разнообразии создаваемых насаждениях имеет исключительно большое значение (Грисюк, Н. и др. 1991). Поэтому еще Г. Морозов (1949) придавал этому вопросу первостепенную роль, считая его одной из трех координат, определяющих природу леса. О напряженности межвидовых взаимоотношений древесных растений можно судить по показателям их жизнедеятельности: категориям состояния (Ирковский, Э. и др. 2013), росту и развитию, продуктивности (Подольска, Т.И др. 2011), устойчивости к болезням (Рибак, О. и др. 2015), накоплению органической массы, физиологическим и биохимическим процессам

(Колесниченко, М. 1964). Такие исследования дают возможность создавать насаждения с оптимальным соотношением компонентов и расположением их относительно друг друга (Колесниченко, М. 1968; Рахтеенко, И. 1972; Рахтеенко, И. 1976). Однако множественные аспекты взаимоотношений древесных растений изучены еще слабо, хотя исследования такого плана являются необходимыми для создания устойчивых лесных экосистем.

Цель данной работы - проанализировать особенности водного обмена листьев дуба обыкновенного (*Quercus robur* L.) и дуба красного (*Quercus rubra* L.) в чистых и смешанных группах.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектами исследования были 12-летние растения дуба красного (*Quercus rubra* L.) и дуба обыкновенного (*Quercus robur* L.), растущие на экспериментальном участке площадью 1,6 га Ленинского лесничества Днепропетровской области. Для опытов были выделены деревья в одновидовых (вариант I) и двувидовых группах (вариант II).

Для получения однородного материала при определении показателей водного обмена срывали второй и третий лист от основания однолетних побегов в трёхкратной повторности с юго-восточной стороны, со средней части кроны с трёх модельных деревьев. Интенсивность транспирации листьев была определена методом быстрого взвешивания на электронных весах ТВЕ-0,21-0,001 с экспонированием на рассеянном свете в течение 5 мин. Водоудерживающую способность определяли путем учета потери влаги через 30, 60 и 120 мин., по А.А. Арланду и выражали в процентах к общему ее содержанию. Послеполуденный водный дефицит и относительная тургоресцентность была установлена после насыщения высечек листьев водой (Бессонова, В. 2006). Одновременно с отбором проб определяли температуру и влажность воздуха электронным термогигрометром ТА308. Статистическую обработку данных проводили с помощью программы Microsoft Excel 2010.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

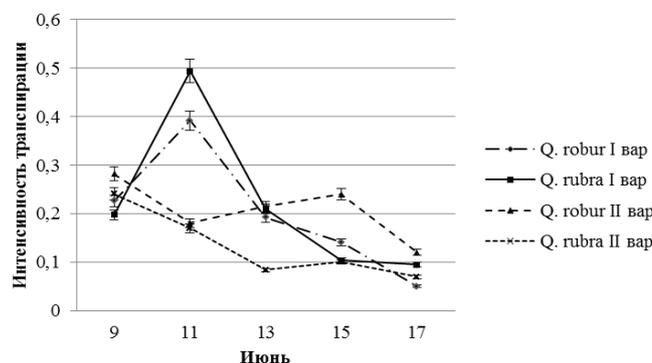
Транспирация – ведущая расходная часть водного баланса. Многочисленные исследования свидетельствуют о том, что этот процесс отражает состояние водного режима растений в конкретных экологических условиях (Бессонова, В. и др. 1975; Сырица, М. 2009; Горохова, С. 2011; Бессонова, В. и др. 2016). Исследование транспирации представляет существенный интерес и с точки зрения расчёта водного бюджета лесов в различных экологических условиях (Moltschanow, A. 1957; Polster, H. 1957; Fflloliot, P. 2000; Shipek, D. et al., 2004). В неблагоприятных условиях транспирация приобретает первостепенное водоохранное значение (Сырица, М. 2002). Сравнение дневного хода транспирации дает возможность анализировать способность растений в различных условиях произрастания противодействовать отклонению водного баланса с изменением температуры в течении дня.

В июне как у *Q. robur*, так и *Q. rubra* в одновидовых группах максимум транспирации листьев приходится на 11 часов, после чего она постепенно падает (рис. 1).

Сравнение этого процесса у обоих видов свидетельствует о его большей интенсивности у листьев *Q. robur* утром в 9 и в 15 часов и меньшей, чем у *Q. rubra*, в 11 и 17 часов, в 13 часов разница статистически недостоверна. Следовательно, определенной закономерности в превалировании активности этого процесса и того или иного вида не наблюдается.

В двувидовых группах ход кривых транспирации у листьев другой. Максимум ее у обоих видов сдвигается на 9 часов. Но у *Q. robur* после снижения интенсивности расхода воды листьями в 11 часов наблюдается подъем в 13. Достаточно высокие значения сохраняются и в 15 часов с последующим падением в 17. У листьев *Q. rubra* второй максимум интенсивности транспирации практически отсутствует.

Сравнение интенсивности процесса испарения влаги листьями исследуемых видов в смешанных группах свидетельствует, что он происходит более активно у листьев *Q. robur*. В июне нет единой закономерности в изменениях интенсивности транспирации листьев деревьев в смешанных группах относительно чистых. У *Q. robur* в двувидовых группах процесс испарения



t, °C	23	26	27	28	28	Чистые группы
	21	24	27	27	26	Смешанные группы
Влажность воздуха, %	53	39	32	28	35	Чистые группы
	52	37	30	26	30	Смешанные группы

Рисунок 1. Интенсивность транспирации листьев *Q. robur* и *Q. rubra* в чистых и смешанных группах в июне, мг·г⁻¹ сырого вещества

воды проходит почти во все часы опыта более активно, за исключением 11 часов, возможно потому, что максимум транспирации при этих условиях сдвинулся с 11 часов, как это имеет место в одновидовых группах, на 9 часов и появился второй максимум. У *Q. rubra* только утром в 9 часов показатель транспирационной потери влаги листьями, несколько выше при совместном росте деревьев двух видов, но в дневные часы – наоборот его значения меньше.

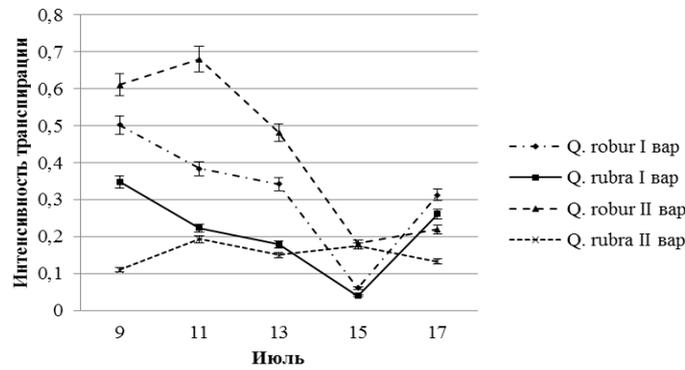
В июле, как и в июне, в одновидовых группах ход кривых интенсивности транспирации листьев обоих видов сходен. Максимум приходится на 9 часов, после чего активность этого процесса уменьшается с минимумом в 15 часов и с последующим подъемом (рис. 2). Показатели испарения воды листьями больше у *Q. robur*. В смешанных группах наивысшие значения транспирации у листьев обоих видов определены в 11 часов, причём во все часы исследования листья *Q. robur* испаряют воды больше, чем в одновидовых, кроме 17 часов. У листьев *Q. Rubra* интенсивность транспирации в смешанных группах преимущественно ниже, чем в чистых.

В сентябре потеря воды листьями *Q. robur* в одновидовых группах максимальна в 13 часов (рис. 3). Кривая дневного хода транспирации у *Q. rubra* более пологая с минимумом в 13 часов. Как и в предыдущие месяцы, показатели транспирации активнее у листьев *Q. robur*. В смешанных группах наиболее высокое значение этого процесса у *Q. robur* наблюдается в 11 часов, а в *Q. rubra* – в 9 часов, после чего его интенсивность снижается и вновь возрастает в 17 часов у листьев обоих видов. Разница в значениях интенсивности транспирации в разные часы проведения опыта в *Q. rubra* значительно меньше, чем у *Q. robur*. Как и в июне, при этих условиях процесс транспирации происходит интенсивнее у *Q. robur*.

В смешанных группах листья *Q. robur* активнее испаряют влагу, чем в чистых, за исключением 15 часов, когда показатели в обоих вариантах опыта статистически не отличаются. У листьев *Q. rubra* интенсивность транспирации ниже или в отдельные часы опыта почти такая же, как и в одновидовых группах.

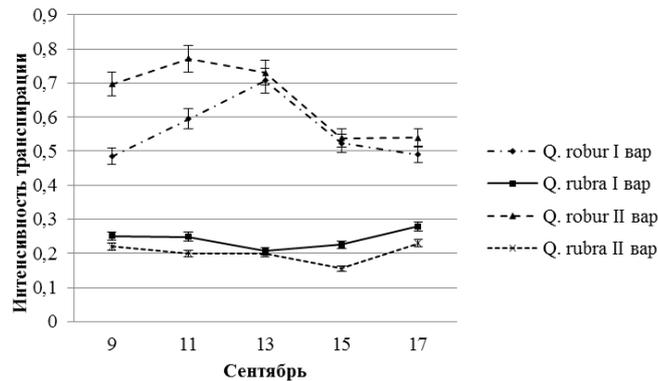
Итак, как в чистых, так и смешанных группах транспирация происходит более активно у листьев *Q. robur*. В двухвидовых группах листья *Q. robur* испаряют больше воды, чем в чистых. Для листьев *Q. rubra* в целом наблюдается тенденция к снижению активности этого процесса при совместном росте с *Q. robur*.

Содержание воды в листьях деревьев обоих видов чистых насаждений наиболее высокое в начале июня, в дальнейшем оно снижается (табл. 1). В июле и сентябре количество влаги в листьях существенно не отличается, показатели содержания в них воды у растений изучаемых видов близки по значениям. В двухвидовых группах содержание воды в листьях *Q. robur* в июне такое же, как и в чистых, но в последующие месяцы оно становится ниже. Так, в июле разница составляет 4,05 %, сентябре – 3,84 %. У листьев *Q. rubra* отличия в содержании влаги



t, °C	24	30	32	34	30	Чистые группы
	23	31	33	33	28	Смешанные группы
Влажность воздуха, %	50	35	28	25	30	Чистые группы
	45	31	26	20	24	Смешанные группы

Рисунок 2. Интенсивность транспирации листьев *Q. robur* и *Q. rubra* в чистых и смешанных группах в июле, мг·г⁻¹ сырого вещества



t, °C	25	31	34	35	30	Чистые группы
	24	33	34	36	29	Смешанные группы
Влажность воздуха, %	39	27	23	19	21	Чистые группы
	37	25	25	18	20	Смешанные группы

Рисунок 3. Интенсивность транспирации листьев *Q. robur* и *Q. rubra* в чистых и смешанных группах в сентябре, мг·г⁻¹ сырого вещества

на двух опытных участках равны в июне – 4,21, июле – 5,42 и сентябре – 5,34 %. Следовательно, разница в содержании воды в листьях растений двух вариантов больше у *Q. rubra*.

Важная роль в регулировании водного обмена растений принадлежит водоудерживающим силам, которые обусловлены, главным образом, содержанием в клетках осмотически активных веществ и способностью коллоидов к набуханию (Кушниренко, М. 1967; Бессонова, В. и др. 1975). Изменение водоудерживающей способности является интегральным показателем, отражающим итоговый результат сложных физико-химических процессов, происходящих в протоплазме клеток, и потому может служить критерием устойчивости растений при адаптации к природным факторам (Пудрикова, Л. 1971; Поспелова, Ю. 1971). При оптимальных условиях роста растений этот показатель растет (Гончарова, Э. 2005; Долгова, Л. 2010).

Как видно из табл. 2 в чистой группе листья *Q. rubra* имеют большую водоудерживающую способность во все месяцы исследования и во все сроки экспозиции (30, 60, 120 мин) по сравнению с *Q. robur*. Аналогичная закономерность наблюдается и в смешанных группах.

В одновидовом насаждении показатели водоудерживающей способности у листьев *Q. robur* наиболее высокие в июне, наименьшие – в июле. Так, в июле относительно июня потери воды

Таблица 1. Содержание воды в листьях *Q. robur* и *Q. rubra* в разных условиях роста

Вариант	Июнь	Июль	Сентябрь
<i>Q. robur</i> I вар	70,52±0,71	56,17±0,48	55,91±0,44
<i>Q. rubra</i> I вар	73,03±0,56	55,97±0,60	55,68±0,37
<i>Q. robur</i> II вар	68,82±0,34	52,12±0,42	52,07±0,42
<i>Q. rubra</i> II вар	67,86±0,68	50,55±0,37	50,34±0,62

Таблица 2. Водоудерживающая способность листьев *Q. robur* и *Q. rubra* в чистых и смешанных группах, потери воды % к начальному весу

Вариант	Через 30 мин	T	Через 60 мин	t	Через 120 мин	t
12 июня						
<i>Q. robur</i> I вар	4,14±0,33	-	8,70±0,46	-	14,54±1,22	-
<i>Q. rubra</i>	3,13±0,17	-	5,33±0,32	-	7,59±0,30	-
<i>Q. robur</i> II вар	3,19±0,21	2,43	5,55±0,45	4,92	8,71±0,54	4,38
<i>Q. rubra</i>	1,51±0,17	6,75	2,99±0,32	5,20	4,38±0,30	7,64
27 июля						
<i>Q. robur</i> I вар	9,61±0,32	-	16,14±0,42	-	19,66±1,33	-
<i>Q. rubra</i>	5,49±0,23	-	8,64±0,34	-	12,37±1,15	-
<i>Q. robur</i> II вар	12,48±0,53	4,28	19,61±0,92	3,45	27,37±1,15	4,38
<i>Q. rubra</i>	3,84±0,12	6,35	7,72±0,53	1,46	9,96±0,62	1,84
5 сентября						
<i>Q. robur</i> I вар	7,15±0,41	-	13,35±0,90	-	16,15±0,56	-
<i>Q. rubra</i>	3,50±0,25	-	6,36±0,43	-	7,78±0,62	-
<i>Q. robur</i> II вар	11,36±1,21	3,29	17,09±0,48	3,71	20,62±0,75	4,75
<i>Q. rubra</i>	5,08±0,31	3,97	9,75±0,29	6,52	10,92±0,61	3,61

Примечание: t рассчитано при сравнении показателей в чистых и смешанных группах

в исследуемые интервалы времени (30, 60, 120 мин) в листьях *Q. robur* в одновидовых группах возрастает в 2,32, 1,85, 1,35 раза, в сентябре данные показатели относительно июня составляют 1,72, 1,53 и 1,11 соответственно. У листьев *Q. rubra* значение водоудерживающей способности в чистых группах в июле также падают относительно июня в 1,75, 1,62 и 1,63 раза, а в сентябре – 3,36, 3,26 и 2,49. В сентябре относительно июля – 1,32, 1,26 и 1,09 раза.

В июне в двувидовом насаждении в листьях *Q. robur*, а у *Q. rubra* и в июле, значения водоудерживающей способности превышают таковые в одновидовом. Однако, в июле и сентябре у *Q. robur* наблюдается противоположная картина, потери воды становятся более значительными при совместном произрастании двух видов. Водоудерживающая способность в листьях *Q. rubra* становится меньше в смешанном насаждении в сентябре.

Таким образом, листья *Q. robur* более интенсивно теряют воду по сравнению с *Q. rubra*, то есть имеют меньшую водоудерживающую способность в обоих вариантах опыта и во все сроки исследования.

Водоудерживающая способность листьев у *Q. robur* в двувидовом насаждении меньше, чем в одновидовом в период наиболее высоких температур воздуха на исследуемых участках (июль, сентябрь), в то время как у *Q. rubra* только в сентябре. В смешанных группах ее показатели в листьях *Q. robur* статистически отличаются от таковых в одновидовых во все сроки исследования, у *Q. rubra* – в июне и сентябре, в июле разница достоверна только через 30 минут экспозиции.

Для сравнения степени расстройств водного баланса у растений исследуемых вариантов использовали такой показатель как водный дефицит – недостаток насыщения водой растительных клеток, возникающий в результате интенсивной потери воды, которая не компенсируется поглощением ее корнями (Генкель, П. 1946). От степени водного дефицита зависит устойчивость и продуктивность, как отдельных деревьев, так и насаждений в целом (Кулагин, А. 1998; Лир, Х. и др. 1974).

При росте растений в одновидовых группах послеполуденный водный дефицит в листьях как *Q. robur*, так и *Q. rubra*, достоверно увеличивается относительно июня только в сентябре (табл. 3).

Таблица 3. Водный дефицит листьев *Q. robur* и *Q. rubra* в чистых и смешанных группах, %

Вариант	12 июня	t	27 июля	t	5 сентября	t
	Водный дефицит					
<i>Q. robur</i> I вар	11,39±1,26	-	13,80±1,18	-	14,87±0,67	-
<i>Q. rubra</i> I вар	18,76±0,85	-	20,24±0,87	-	22,00±0,84	-
<i>Q. robur</i> II вар	10,27±0,82	0,75	11,42±0,78	1,7	15,19±0,87	0,29
<i>Q. rubra</i> II вар	17,20±1,05	1,15	25,20±0,77	4,27	26,51±0,61	4,38

У листьев *Q. rubra* величина этого показателя больше, несмотря на меньшую интенсивность транспирации и большие значения водоудерживающей способности. В смешанных группах листья *Q. robur* имеют почти такие же значения водоудерживающей способности, как и в чистых. У *Q. rubra* этот показатель в июне не отличается в обоих вариантах. Однако в июле и сентябре он более высокий при совместном произрастании видов. Значения послеполуденного водного дефицита в листьях *Q. robur* и *Q. rubra* в нашем эксперименте ниже величин, которые вызывают появление незначительных признаков повреждений (Лархер, В. 1978). Переход этого показателя за пороговую величину могло бы привести к депрессивным явлениям в метаболизме растений (Гриненко, В. и др. 1968).

Величины относительной тургоресцентности листьев *Q. robur* превышают таковые *Q. Rubra*, как в одновидовых, так и двувидовых группах. У растений первого вида на двух опытных участках различия в значениях этого показателя недостоверны во все даты проведения исследования. Но в листьях *Q. rubra* в июле и сентябре при совместном произрастании относительная

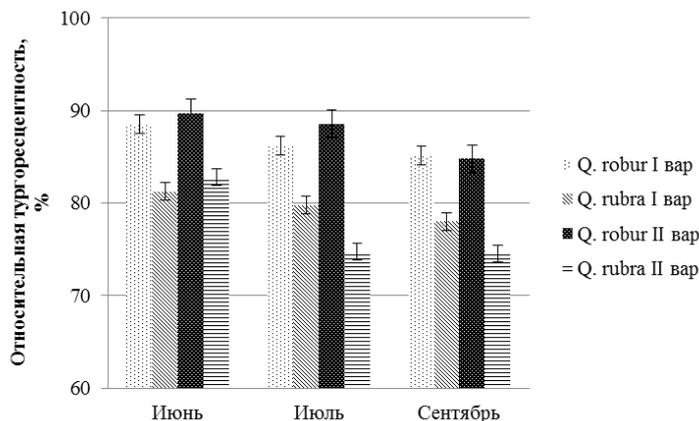


Рисунок 4. Относительная тургоресцентность в листьях *Q. robur* и *Q. rubra* в чистых и смешанных группах, %

тургоресцентность снижается в сравнении с данными для чистого насаждения (Рис. 4).

Таким образом, как в чистых, так и в смешанных группах листья *Q. robur* характеризуются более интенсивной транспирацией в сравнении с *Q. rubra*. Совместный рост этих видов приводит, в целом, к более активному испарению воды листьями *Q. robur*, чем в одновидовых группах, в то время как листья *Q. rubra* в двувидовых группах теряют в процессе транспирации меньше или столько же воды, как в чистых. Листья *Q. rubra* отличающиеся более высокой водо-

удерживающей способностью в обоих вариантах опыта, характеризуются более ровным и стабильным дневным ходом транспирации. При совместном произрастании видов водный дефицит в листьях *Q. rubra* увеличивается в июле и сентябре относительно чистых групп, в листьях же *Q. robur* различия на двух исследуемых участках недостоверны. Однако, несмотря на большую интенсивность транспирации и меньшую водоудерживающую способность листьев *Q. robur* по сравнению с листьями *Q. rubra*, у первого определен меньший водный дефицит и большая относительная тургоресцентность, как в одновидовых, так и двувидовых группах. Такие результаты можно объяснить более высокой функциональной активностью корней *Q. robur*. Водный обмен древесных растений – динамический процесс, зависящий от характеристик дерева, прежде всего сопротивления движению воды и её запасов в разных частях водопроводящей системы, подачи воды в надземную часть (Крамер, П. и др. 1983). Возрастание водного дефицита у растений зависит не только от интенсивности потери воды в процессе

транспирации, но в значительной степени от функциональной активности корневой системы и является следствием снижения скорости водопоглощения корнями (Emmert, F. 1974). Так, тургор листьев снижается синхронно с падением гидравлической проводимости корней, даже без изменений транспирации (Ehlert, Ch. et. al., 2009).

ВЫВОДЫ

При больших значениях интенсивности транспирации и меньших водоудерживающей способности листа *Q. robur*, в сравнении с *Q. rubra*, имеют в чистых и смешанных группах меньший водный дефицит. У *Q. rubra* величина водного дефицита в июле и сентябре в двухвидовых группах больше, чем в чистых, а у *Q. robur* почти не меняется. Это может быть объяснено компенсацией потери воды у *Q. robur* ее более интенсивным поступлением из корней в надземную часть, так как водный дефицит зависит в значительной степени не только от интенсивности потери влаги, но и от снабжения ею корневой системой.

При совместном произрастании двух видов водный дефицит листьев *Q. rubra*, хотя и повышается относительно чистого насаждения, однако показатели не являются критическими. Полученные показатели водного режима *Q. robur* и *Q. rubra* указывают на возможность успешного совместного произрастания деревьев этих видов в лесных культурах в условиях северной Степи Украины.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. БЕССОЛОВА, В.П., КОРЫТОВА, И.А., МИХАЙЛОВ, О.Ф. (1975). Некоторые особенности водного режима акации белой, произрастающей в различных условиях увлажнения. В: Вопросы степного лесоведения и охраны природы: сб. науч. тр. Днепропетровск: ДГУ, вып. 5, с. 136-142.
2. БЕССОЛОВА, В.П., ТКАЧ, В.В., КРИВОРУЧКО, А.П. (2016). Водний обмін листя *Quercus robur* у протиерозійному насадженні на півдні ареалу виду. В: Вісник Дніпропетровського ун-ту. Серія: Біологія, екологія, вип. 24(2), с. 444-450. ISSN 2310-0842.
3. БЕССОЛОВА, В.П. (2006). Практикум з фізіології рослин. Дніпропетровськ. 316 с. ISBN 966-8490-19-3.
4. ГЕНКЕЛЬ, П.А. (1946). Устойчивость растений к засухе и пути её повышения. Москва; Ленинград: Изд-во Академии наук СССР. 236 с.
5. ГОНЧАРОВА, Э.А. (2005). Водный статус культурных растений и его диагностика. Санкт-Петербург: ВИР. 112 с.
6. ГОРОХОВА, С.В. (2011). Интенсивность транспирации у некоторых представителей рода *Corylus* L. В: Научные ведомости Белгородского гос. ун-та. Серия: Естественные науки, вып. 14(1), № 3(98), с. 248-253. ISSN: 2075-4671.
7. ГРИНЕНКО, В.В., БОНДАРЁВА, Ю.С. (1968). Водоудерживающая способность тканей растений в зависимости от водообеспеченности. В: Водный режим растений и их продуктивность. Москва: Наука, с. 261-268.
8. ГРИСЮК, Н.М., ЦАРЕНКО, О.Н. (1991). Бобовые растения в защитном лесоразведении. Киев: Урожай. 168 с. ISBN 5-337-00704-1.
9. ГРОДЗИНСЬКИЙ, А.М. (1973). Основи хімічної взаємодії рослин. Київ: Наукова думка. 206 с.
10. ДОЛГОВА, Л.Г. (2010). Осмотично активні речовини у формуванні стійкості рослин-інтродуцентів роду *Chaenomeles Lindl.* В: Питання біоіндикації та екології. Запоріжжя: ЗНУ, вип. 15, № 2, с. 127-134.
11. ИРКОВСКИЙ, Э.Р., ПИСАРЕВА, С.В. (2013). Взаимодействие деревьев дуба и его спутников в пространстве. В: Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского гос. аграрного ун-та [Электронный ресурс]. № 91(07), с. 1728-1740. Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/115.pdf>
12. КОЛЕСНИЧЕНКО, М.В. (1968). Биохимические взаимодействия древесных растений. Москва: Лесная промышленность. 150 с.
13. КОЛЕСНИЧЕНКО, М.В. (1964). О биохимическом соответствии древесных пород в лесном насаждении. В: Известия высших учебных заведений. Лесной журнал, вып. 6, с. 3-6.
14. КРАМЕР, П.Д., КОЗЛОВСКИЙ, Т.Т. (1983). Физиология древесных растений. Москва: Лесная промышленность. 464 с.
15. КУЛАГИН, А.Ю. (1998). Ивы: техногенез и проблемы оптимизации нарушенных ландшафтов. Уфа: Гилем. 193 с. ISBN 5-7501-0043-X.
16. КУШНЕРЕНКО, М.Д. (1967). Водный режим и засухоустойчивость плодовых растений. Кишинев: Картя молдовеняскэ. 310 с.

17. ЛАРХЕР, В. (1978). Экология растений. Москва: Мир. 186 с.
18. ЛИР, Х., ПОЛЬСТЕР, Г., ФИДЛЕР, Г.И. (1974). Физиология древесных растений. Москва: Лесная промышленность. 424 с.
19. МАТВЕЕВ, Н.М. (1972). Аллелопатический режим в лесных биогеоценозах степной зоны. В: Вопросы степного лесоведения: тр. комплексной экспедиции ДГУ. Днепропетровск, с. 51- 54.
20. МАТВЕЕВ, Н.М. (1994). Аллелопатия как фактор экологической среды. Самара. 206 с.
21. МОРОЗОВ, Г.Ф. (1949). Учение о лесе. Москва: Гослесбумиздат. 455 с.
22. ПОДОЛЬСЬКА, Т.М., ГРИНИК, Г.Г. (2011). Особливості росту деревостанів з домінуванням дуба звичайного на Вінничині. В: Захист навколишнього середовища. Збалансоване природокористування. Львів: Вид-во Львівської політехніки, с. 149- 154.
23. ПОСПЕЛОВА, Ю.С. (1971). Использование показателя водоудерживающей способности тканей для оценки устойчивости сортов винограда к изменению природных факторов. В: Состояние воды и водный обмен у культурных растений. Москва: Наука, с. 246-250.
24. ПУДРИКОВА, Л.П. (1971). Изменение водоудерживающей способности тканей виноградного растения в период вегетации. В: Состояние воды и водный обмен у культурных растений. Москва: Наука, с. 240-245.
25. РАХТЕЕНКО, И.Н. (1976). Рост и питание растений в фитоценозах при взаимодействии корневых систем. В: Проблемы аллелопатии. Киев: Наукова думка, с. 7- 8.
26. РАХТЕЕНКО, И.Н., МАРТИНОВИЧ, Б.С. (1972). Взаимовлияние древесных растений в зависимости от состава насаждений. В: Основы химического взаимодействия растений в фитоценозах. Киев: Наукова думка, с. 63- 65.
27. РИБАК, О.В., РИБАК, В.О. (2015). Стійкість соснових лісостанів із підпологовими культурами дуба червоного до кореневої губки. В: Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Лісівництво та декоративне садівництво, вип. 216(1), с.146-154. ISSN 2222-8616.
28. СЫРИЦА, М.В. (2002). Роль транспирации в водном режиме дубовых лесов юго-западного Приморья: автореферат дис. ... канд. биолог. наук. Уссурийск: ПГСХА. 24 с.
29. СЫРИЦА, М.В. (2009). Роль транспирации в оценке водоохраных качеств дубовых лесов юного Приморья. В: Вестник ТГЭУ, № 1, с. 70-75. ISSN 1813-7504.
30. EHLERT, Ch., MAURER, Chr., TARDIEU, F., SIMONNEAU, T. (2009). Aquaporatin - mediated regulation in maize root hydraulic conductivity impacts cell turgor and leaf elongation even without changing transpiration. In: *Plant Physiology*, vol. 150, nr. 2, pp. 1093- 1104. ISSN 1532-2548.
31. EMMERT, F.H. (1974). Inhibition of phosphorus and water passage across intact roots by polyethylene glycol and phenylmercuric acetate. In: *Plant Physiology*, vol. 53, nr 4, pp. 663- 665. ISSN 1532-2548.
32. FFOLIOTT, P.F. (2000). An annual water budget for Emory oak woodland: an initial approximation. In: *Hydrology and water resources Arizona and the Southwest*, vol. 30, pp. 37- 41. ISSN 0272-6106.
33. MOLTSCCHANOW, A.A. (1957). Die hydrologische Rolle des Kiefernwaldes auf Sandbuden. Berlin. 404 p.
34. POLSTER, H. (1957). Transpirations intensitdt und Wasserbedarf von Pappelklonen. In: *Wiss. Abhandlungen*, nr. 27, pp. 99 - 147.
35. SNIPEK, D.C., FFOLIOTT, P.F., GOTTFRIED, G.J. et al. (2004). Transpiration and multiple use management of thinned Emory oak coppice. (Research Paper RMRS-RP-48). 8 p. Available: https://www.fs.fed.us/rm/pubs/rmrs_rp048.pdf

Data prezentării articolului: 19.04.2017

Data acceptării articolului: 17.05.2017