

РОСТОВЫЕ И ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ САЖЕНЦЕВ ХВОЙНЫХ ПОРОД ПОД ФЛУОРЕСЦЕНТНЫМИ ПЛЕНКАМИ

¹Козина Л.В., ¹Титова М.С., ¹Ивашенко Е.А., ¹Резинкина Г.А., ²Карасев В.Е.,
²Мирочник А.Г.

¹ ФГБУН Горнотаежная станция им. В.Л. Комарова ДВО РАН, с. Горно-Таежное, Россия (692533, Приморский край, г. Уссурийск, с. Горно-Таежное, ул. Солнечная, 26), e-mail: titovamarser@rambler.ru

² ФГБУН Институт химии ДВО РАН, г. Владивосток, Россия (690022, Приморский край, г. Владивосток, проспект 100-летия Владивостока, 159), e-mail: mirochnik@ich.dvo.ru

Представлены результаты изучения сезонной динамики роста и содержания фотосинтетических пигментов в хвое ювенильных саженцев хвойных пород в лесном питомнике под флуоресцентными пленками. Исследования проводили на следующих видах хвойных пород: *Picea ajanensis*, *Picea koraiensis*, *Picea abies*, *Pinus densiflora*, *Pinus strobus*. Установлена видоспецифичность ответных ростовых и фотосинтетических реакций саженцев хвойных пород на влияние пленок разного спектрального состава. Отмечены экранирующие и теплоудерживающие свойства исследуемых пленок и их защитные свойства от «солнечных ожогов» хвои, часто возникающих при воздействии ФАР и УФ – радиации в ранневесенний период вегетации. Проведенные нами исследования позволяют рекомендовать изучаемые флуоресцентные пленки, как укрывной материал для ювенильных саженцев хвойных пород в лесных питомниках.

Ключевые слова: хвойные породы, саженцы, фотосинтетические пигменты, флуоресцентные пленки, ФАР и УФ – радиация.

GROWTH AND PHOTOSYNTHETIC PROCESS OF SEEDLINGS CONIFEROUS SPECIES UNDER THE FLUORESCENT ENVELOPE

¹Kozina L.V., ¹Titova M.S., ¹Ivaschenko E.A., ¹Rezinkina G.A., ²Karasev V.E.,
²Mirochnik A.G.

¹Mountain-Taiga Station of V.L. Komarov FEB RAS, Russia (692533, Primorye Region, Ussuriisk, Mountain-Taiga Station, e-mail: titovamarser@rambler.ru

²Institute of Chemistry FEB RAS Russia (690022, Primorye Region, Vladivostok, e-mail: mirochnik@ich.dvo.ru

The results of the study of seasonal dynamics of growth and photosynthetic pigments content in the needles of juvenile seedlings of softwood forest nursery under fluorescent envelope. Investigations were carried out on these kinds of conifers: *Picea ajanensis*, *Picea koraiensis*, *Picea abies*, *Pinus densiflora*, *Pinus strobus*. Established species-specific responses of growth and photosynthetic responses of seedlings of coniferous species on the influence of envelope of different spectral composition. Marked shielding and heat-carrying properties of the test envelope and protective properties of "sunburn" needles, often arising from the impact UV - radiation in early spring growing season. Our studies allow us to recommend studied fluorescent envelope as covering material for juvenile softwood seedlings in forest nurseries.

Keywords: conifers, plants, photosynthetic pigments, fluorescent envelope, UV - radiation.

Важным фактором, определяющим устойчивость растений, является способность растений адаптироваться к условиям среды. В ранневесенний период вегетации наиболее сильному влиянию солнечной радиации подвергаются ювенильные саженцы древесных растений, особенно молодой подрост хвойных пород, хвоя которых в значительной степени повреждается «солнечными ожогами». При этом часто наблюдается массовое пожелтение и гибель хвои, повреждение верхушечных точек роста.

Свет разного спектрального состава влияет на фотосинтетические функции, рост и продуктивность растений, что объясняется присутствием в ассимиляционном аппарате

растений специфических фоторецепторов. Известно, что преобладание красным светом защищает фотосинтетический аппарат растений от УФ-радиации солнечного света [2], [3]. Установлено влияние разного спектрального состава света на морфогенез каллусной ткани *Larix sibirica* [1], при этом содержание хлорофилла изменялось в зависимости от спектра света. Количество пигментов увеличивалось при белом свете люминесцентных ламп почти в три раза меньше, чем при красном свете.

Полисветановые материалы обладают свойством интенсивного поглощения УФ-радиации и ее трансформации в область 590 – 690 нм. В исследованиях, проведенных ранее на Горнотаежной станции, установлена теплоудерживающая способность исследуемой пленки «Полисветан» [7]. Пленка «Полисветан» за счет введенных в ее состав соединений, интенсивно поглощающих ИК-радиацию, обладает такими свойствами в большей степени, чем ранее применяемые пленочные материалы.

Как укрывной материал флуоресцентные пленки, со встроенными при их изготовлении люминофорами, исследованы на сельскохозяйственных (овощных) культурах [5].

Целью настоящей работы являлось изучение влияния разных по спектральному составу флуоресцентных пленок на рост, развитие и содержание пигментов в хвое саженцев хвойных пород в открытом грунте на территории лесного питомника Горнотаежной станции ДВО РАН.

Объекты и методы. Исследования проводили на четырех – пяти летних саженцах хвойных пород, основными из которых были местные виды – ель аянская (*Picea ajanensis* Lindl et Cold.), ель корейская (*Picea koraiensis* N.), ель обыкновенная интродуцент (*Picea abies* (L) Karst.), сосна густоцветковая (*Pinus densiflora* Sibb. et Zucc.), сосна веймутова интродуцент (*Pinus strobus* L.). Опыт был заложен в мае 2011 г. и продолжался в течение вегетационного периода с первой декады мая месяца 2011 г. и по октябрь 2014 года. В вариантах опыта саженцы хвойных высаживались под пленки разного качества: №2, №4 и №6. Контроль 1- обычная полиэтиленовая пленка, контроль 2 – открытое пространство.

В течение вегетации ежемесячно с мая по август проводили биометрические и морфометрические измерения саженцев хвойных, определение интенсивности ростовых процессов и продуктивности работы ассимиляционного аппарата. В марте и начале мая определяли качественный состав пигментов и их количество [6]. Кроме того, подекадно (5, 15, 25 числа каждого месяца) проводили мониторинг показателей микроклимата под флуоресцентными пленками, под обычной полиэтиленовой пленкой (контроль 1) и на открытом пространстве (контроль 2), с регистрацией следующих параметров: температуры и влажности воздуха, освещенности ФАР и интенсивности УФ солнечного света.

Результаты и обсуждение. Саженцы хвойных пород высаживали в начале вегетации в первой декаде мая под пленками разного спектрального состава – №2, №4 и №6 – варианты опыта и под обычной полиэтиленовой пленкой – контроль. Спектры люминесценции исследуемых пленок с различной концентрацией люминофора приведены на рисунке 1.

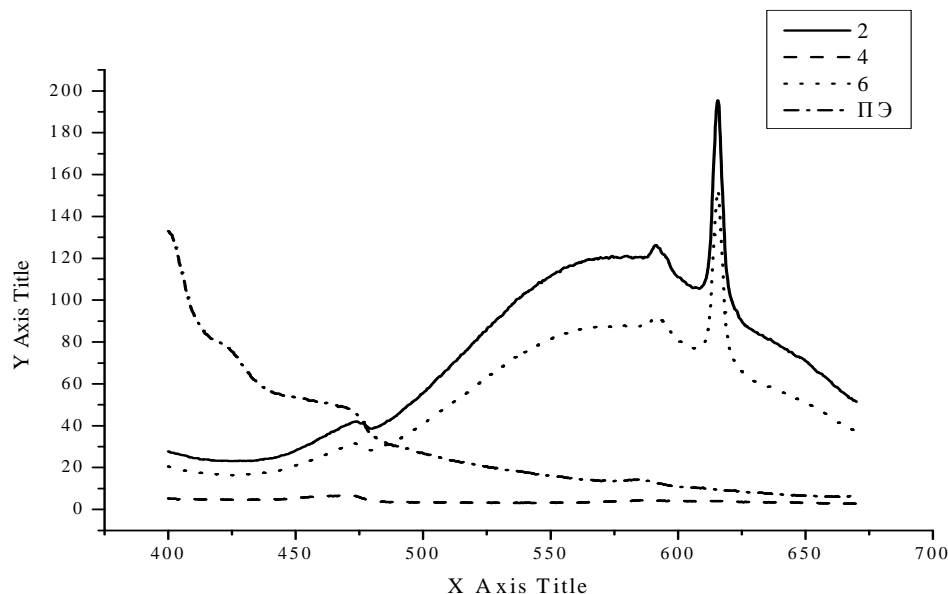


Рис. 1. Спектры люминесценции пленок

Исследуемые пленки изготовлены в заводских условиях по ГОСТУ 10354-82. В качестве полимерной основы применялся гранулированный полиэтилен высокого давления. Изготовлены пленки с пигментом красного цвета и люминофорами. Оптимальная концентрация люминофора 0,1-0,5% определена эмпирическим путем. Оптимальная концентрация пигмента 0,5-1% обусловлена тем, что при этом достигается минимальная возможная прозрачность в видимой и ИК-области – 20%. Светопропускание пленки №4 на длине волны 400 нм – 26%, на длине волны 600 нм – 30%. Наиболее высокую интенсивность люминесценции имеют пленки №2 и №6 с длиной волны от 600 до 625 нм.

В 2013 году температура воздуха в летний период вегетации с 25.05 по 25.09 варьирует под пленками от 23,6 до 35,7⁰ С. Температура воздуха под пленкой №4 меньше на 2,4 - 3,5⁰С, чем под обычной полиэтиленовой пленкой и на 0,9 -4,1 меньше, чем температура воздуха на открытом пространстве. Влажность воздуха под пленкой №4 на 11,2 -18,4% больше, чем под обычной полиэтиленовой пленкой и на 28.5 % больше, чем на открытом пространстве.

Анализ микроклиматических данных за 2014 год показал, что только под пленкой №4 температура воздуха более чем на 3⁰С превышает контрольные данные под обычной полиэтиленовой пленкой или соответствует данным в контроле 2. В летние месяцы влажность воздуха больше под пленками, по сравнению с контролем. Самые высокие

показатели влажности отмечены под пленками №4 и №6 -76,6-76,8%, а на открытом пространстве и под полиэтиленовой пленкой всего 54,0%.

Освещенность под пленками №2 и №6 практически соответствует освещенности в контрольных условиях 2013 года (рис. 2). Самый низкий уровень освещенности отмечен под пленкой №4, светопропускающая способность которой составляла 57-77% по отношению к контролю. Показатели УФ света также на 35-63% ниже под пленкой № 4, чем в контроле и под пленками – №2 и №6. В связи с этим все исследуемые флуоресцентные пленки имеют экранирующие свойства, так как ФАР и УФ – радиация под этими пленками значительно меньше, чем показатели освещенность и УФ – радиация на открытом пространстве и под обычной полиэтиленовой пленкой.

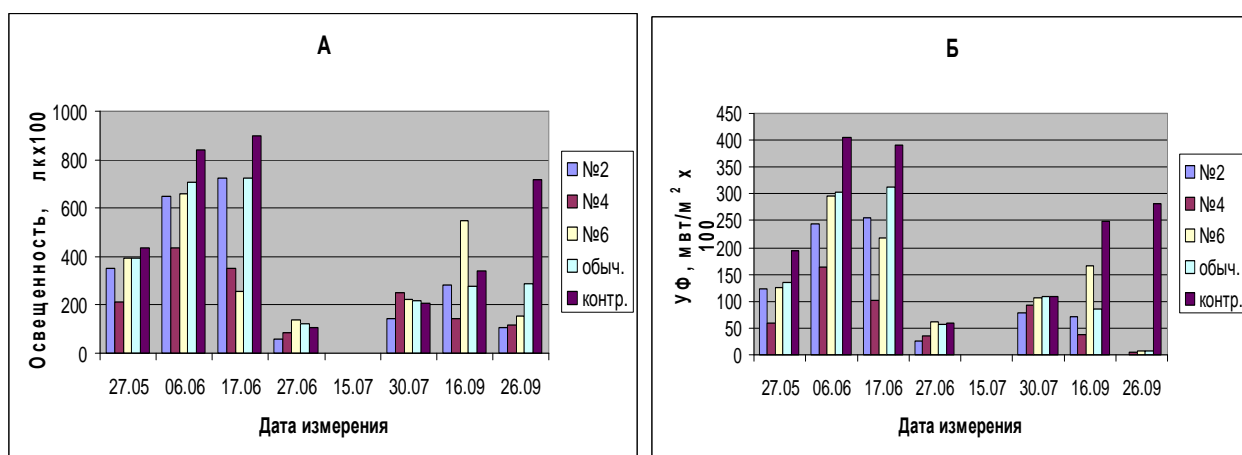


Рис. 2. А - Освещенность саженцев хвойных в варианте под пленками разного спектра (2013г); Б - УФ-радиация саженцев хвойных в варианте под пленками разного спектра (2013г).

Показатели ФАР и УФ – радиации под флуоресцентными пленками №2 №4 №6 за вегетационный период 2014 года представлены на рисунке 3. Сезонная динамика освещенности и УФ – света за летний период 2014 года практически идентична характеристикам освещенности и УФ – радиации, полученным за летний период вегетации 2013 года. Также наибольшая пропускная способность ФАР и УФ – света соответствует пленкам №2 , №6 и меньше всего эти показатели у пленки №4.

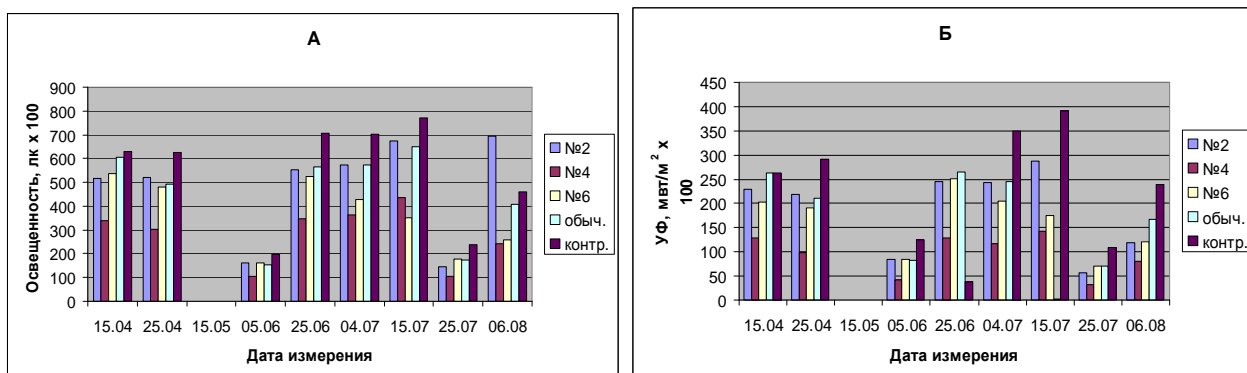


Рис. 3. А - Освещенность саженцев хвойных в варианте под пленками разного спектра (2014г); Б - УФ-радиация саженцев хвойных в варианте под пленками разного спектра (2014 г).

Верхушечный прирост побегов к концу июля 2013 года у всех саженцев завершен, за исключением интродуцента ели обыкновенной, для которой характерен другой ритм развития, по сравнению с местными видами (табл. 1). У разных видов ели величина прироста побегов находится в пределах от 17,6 до 56,0 см под разными флуоресцентными пленками. В июле наибольший прирост побегов у саженцев ели аянской под пленкой №2 – 35,3 см. Рост побегов ели корейской под пленкой №6 – 56,0 см, что почти в 1,5 раза больше, чем под обычной полиэтиленовой пленкой. Саженцы сосен густоцветковой и веймутовой растут под всеми изучаемыми пленками более интенсивно, чем саженцы видов ели. По завершению ростовых процессов прирост побегов у них варьирует от 36,1 до 86,7 см в среднем на 1 растение, (учитывая длину всех побегов этого года на растении). Наибольший прирост у растений сосны густоцветковой под пленками №2 – 63,1 см и № 4 – 85,4; у интродуцента сосны веймутовой под пленкой № 2 – 86,7 см.

Таблица 1

Сезонная динамика роста саженцев хвойных под цветными пленками (2013 г)

Растение	Варианты опыта	Прирост верхушечных побегов (среднее на 1 растение), см		
		май	июнь	июль
Ель аянская	№ 2	15,3	34,1	35,3
	№ 4	16,5	32,0	32,7
	№ 6	14,6	30,3	30,5
	*К ₁	16,3	30,6	31,4
Ель корейская	№ 2	9,2	15,0	17,6
	№ 4	12,8	30,1	26,3
	№ 6	25,6	54,8	56,0

	К ₁	5,7	12,3	36,8
Ель обыкновенная	№ 2	1,8	17,0	22,0
	№ 4	-	10,9	13,2
	№ 6	1,2	20,3	23,3
	К ₁	3,6	14,1	32,3
Сосна густоцветковая	№ 2	37,0	62,0	63,1
	№ 4	57,2	83,0	85,4
	№ 6	19,6	35,0	36,05
	К ₁	43,1	56,2	57,0
Сосна веймутова	№ 2	33,3	84,6	86,7
	№ 4	14,8	39,6	41,9
	№ 6	13,9	41,7	41,9
	К ₁	44,05	70,7	57,9

*К₁ – обычная полиэтиленовая пленка

В летний период вегетации температура и влажность воздуха не являются лимитирующими факторами. Как указывалось выше температура воздуха в июле под пленками соответствует контрольным показателям и даже на 2,7 – 3,9⁰С больше под пленками №2 и №4. Под этими же пленками влажность воздуха на 9,0 – 18% больше, чем в контроле 1. Показатели освещенности (ФАР) под пленками имеют близкие значения к контрольным данным. Освещенность под пленками №2 и №4 превышает в 4,8 – 5,8 раз показатели ФАР под обычной полиэтиленовой пленкой в контроле 1.

Изучаемые флуоресцентные пленки обладают экранирующими свойствами при поступлении УФ-радиации к растениям. Так, например, в течение вегетации под всеми изучаемыми пленками УФ – свет был меньше, чем на открытом пространстве, под пленкой №2 в 1,6 – 2,5 раз, под пленкой №4 в 2,5 – 3,8 раз.

В течение вегетационного периода 2014 года было продолжено изучение влияния флуоресцентных пленок на рост саженцев хвойных. Рост саженцев местных видов ели аянской и корейской (рис. 1 а, б) начинался с третьей декады апреля и заканчивался к середине июля.

Флуоресцентные пленки оказывали лимитирующее свет влияние, в связи с этим рост саженцев ели под пленками меньше, чем под обычной полиэтиленовой пленкой и на открытом пространстве. Наибольший прирост побегов саженцев ели отмечен под пленкой № б, по сравнению с другими пленками (см. рис 1 а,б).

В летний период вегетации 2014 года у саженцев ели аянской прирост побегов меньше, чем у саженцев других видов ели (корейской и обыкновенной) и к периоду завершения

ростовых процессов прирост верхушечных побегов ели аянской варьировал от 6,6 до 10,9 см под разными пленками (рис. 4). Прирост побегов ели корейской составил 14,9 – 19,2 см, а ели обыкновенной 14,9 – 17,8 см. Следует отметить, что наилучшие условия для роста были под пленкой №6, по сравнению с пленками № 2 и № 4. Под пленкой № 6 прирост верхушечных побегов всех видов ели был больше, чем в контроле – под обычной полиэтиленовой пленкой, а также и под пленкой № 2 и № 4.

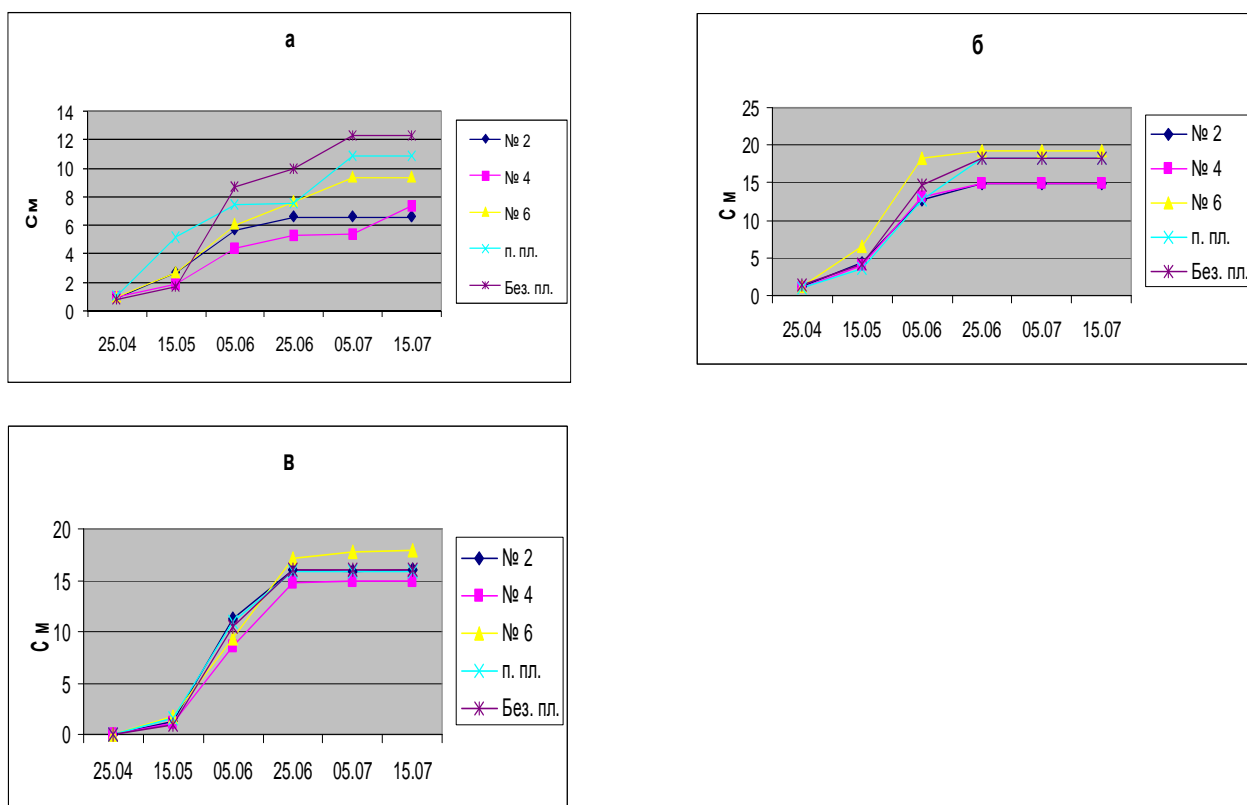


Рис. 4. Сезонная динамика роста саженцев ели под флуоресцентными пленками в опыте, 2014 года.); а – ель аянская; б – ель корейская; в – ель обыкновенная

Рост саженцев сосен – веймутовой и густоцветковой начинается раньше, чем у растений ели (рис. 5). Растут побеги сосен более интенсивно, чем побеги растений ели и рост сосен имеет более длительный период. К моменту завершения ростовых процессов прирост верхушечных побегов у сосны густоцветковой составил 17,3 – 20,0 см под пленками и 13,7 см в контроле. У сосны веймутовой (интродуцент) эти показатели несколько меньше – 11,3 – 19,9 см. Так же, как и у саженцев ели, наибольший прирост верхушечных побегов отмечен под пленкой № 6, по сравнению с пленками № 2 и № 4.

На открытом пространстве рост верхушечных побегов, в основном, соответствовал приросту побегов в контроле под обычной полиэтиленовой пленкой, за исключением сосны густоцветковой, верхушечный прирост которой на 6,5% больше, чем у контрольных растений.

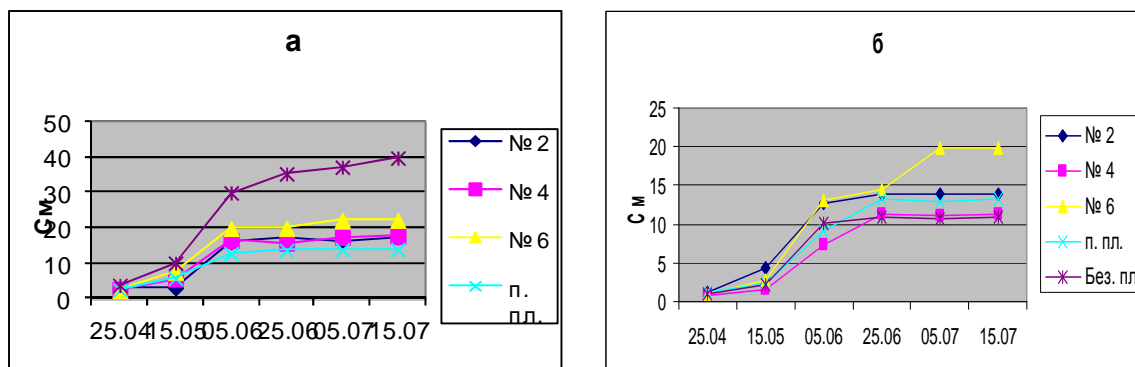


Рис. 5. Сезонная динамика роста саженцев сосен под флуоресцентными пленками среднее на одно растение, 2014 г. а – сосна густоцветковая; б – сосна веймутова

Как следует из анализа сезонной динамики верхушечного роста за вегетационный период 2014 года (рис 4 , 5), саженцы хвойных пород имеют видоспецифичность ростовых процессов. Среди изучаемых видов ели следует отметить более позднее начало роста, но более интенсивное развитие ростовых процессов у интродуцента – ели обыкновенной. Рост побегов у этой ели начинается в середине мая, позднее, чем у саженцев ели аянской и ели корейской и заканчивается в первой декаде июля. Наибольший прирост побегов ели обыкновенной отмечен также под пленкой № 6. В связи с тем, что ель аянская на юге Приморья находится на южном пределе своего ареала и характеризуется в этих условиях более низким уровнем ростовых процессов. У нее более низкие показатели по приросту побегов, чем у других видов ели – корейской и обыкновенной.

Фотосинтетические пигменты в хвое в значительной мере определяют интенсивность метаболических и фотосинтетических процессов в растении. По данным 2012 года установлено, что у сосны веймутовой и ели колючей наибольшее количество пигментов в хвое составляло под пленкой №6 – 2,56 мг/г и 2,71 мг/г сырого веса соответственно. В хвое ели корейской максимальное значение пигментов содержится под пленкой №2 – 3,03 мг/г. Содержание каротиноидов у разных пород варьировало от 0,10 у ели корейской под пленкой №2 до 0,30 у сосны веймутовой под пленкой №2. В период активной вегетации в августе месяце, у всех изучаемых пород хвойных наибольшее количество пигментов было под пленкой №2 и пленкой №4, под которыми сумма $X_{л(a+b)}$ и сумма всех пигментов были больше, чем под пленкой №6 и больше, чем в контроле 1. Детальный анализ сезонной динамики фотосинтетических пигментов в хвое саженцев проведен нами ранее в 2012 – 2013 годах [4].

По данным 2014 года количество пигментов под пленками в марте месяце (24.03.2014) по их сумме в хвое всех видов саженцев варьирует от 1,19 до 2,35 мг на г сырого веса ткани,

за исключением сосны густоцветковой, у которой количество пигментов значительно меньше, всего 0,73-0,93 мг на г (табл. 2).

Таблица 2

Содержание фотосинтетических пигментов у саженцев сосен под пленками

Варианты опыта	Содержание пигментов, мг/1г сырой навески			
	A _a	A _b	A _{кар}	A _{a+b+кар}
Сосна веймутова				
№2	<u>0,65±0,07*</u>	<u>0,34±0,05</u>	<u>0,39±0,01</u>	<u>1,38±0,13</u>
	0,90±0,03	0,46±0,02	0,33±0,01	1,69±0,06
№4	<u>0,56±0,04</u>	<u>0,21±0,04</u>	<u>0,42±0,02</u>	<u>1,19±0,04</u>
	0,95±0,05	0,50±0,06	0,31±0,01	1,76±0,12
№6	<u>0,58±0,02</u>	<u>0,24±0,04</u>	<u>0,41±0,01</u>	<u>1,23±0,06</u>
	1,07±0,01	0,62±0,03	0,33±0,02	2,02±0,06
K ₁	<u>0,71±0,03</u>	<u>0,24±0,05</u>	<u>0,29±0,02</u>	<u>1,25±0,10</u>
	1,06±0,04	0,62±0,06	0,39±0,02	2,07±0,12
K ₂	<u>0,57±0,06</u>	<u>0,22±0,04</u>	<u>0,39±0,03</u>	<u>1,18±0,13</u>
	0,75±0,05	0,28±0,07	0,33±0,01	1,36±0,13
Сосна густоцветковая				
№2	<u>0,43±0,03</u>	<u>0,15±0,04</u>	<u>0,35±0,01</u>	<u>0,93±0,08</u>
	0,83±0,05	0,44±0,04	0,31±0,01	1,58±0,10
№4	<u>0,33±0,05</u>	<u>0,10±0,06</u>	<u>0,29±0,03</u>	<u>0,73±0,14</u>
	0,80±0,02	0,44±0,01	0,27±0,02	1,51±0,05
№6	<u>0,52±0,01</u>	<u>0,24±0,02</u>	<u>0,21±0,01</u>	<u>0,91±0,04</u>
	0,79±0,04	0,50±0,03	0,31±0,02	1,60±0,09
K ₁	<u>0,47±0,08</u>	<u>0,17±0,05</u>	<u>0,37±0,02</u>	<u>1,01±0,15</u>
	0,73±0,03	0,43±0,04	0,30±0,03	1,46±0,10
K ₂	<u>0,40±0,03</u>	<u>0,14±0,07</u>	<u>0,38±0,01</u>	<u>0,92±0,11</u>
	0,84±0,01	0,51±0,01	0,35±0,02	1,70±0,04

* Над чертой – показатели за март, под чертой – показатели за май.

К маю месяцу суммарное количество пигментов увеличилось только в хвое саженцев сосен. При этом разница в содержании пигментов с марта по май месяц составляет 0,31-0,79 мг на г (табл. 3). Количество пигментов в хвое видов ели за этот период практически не увеличивается.

Таблица 3

Содержание фотосинтетических пигментов у саженцев ели под пленками

Варианты опыта	Содержание пигментов, мг/1г сырой навески			
	A _a	A _b	A _{кар}	A _{a+b+кар}
Ель аянская				
№2	<u>1,04±0,09</u>	<u>0,42±0,05</u>	<u>0,43±0,04</u>	<u>1,89±0,16</u>
	1,00±0,06	0,44±0,05	0,35±0,02	1,79±0,12
№4	<u>1,20±0,05</u>	<u>0,49±0,02</u>	<u>0,42±0,01</u>	<u>2,11±0,08</u>
	1,02±0,02	0,49±0,03	0,28±0,02	1,79±0,07
№6	<u>0,93±0,06</u>	<u>0,36±0,03</u>	<u>0,38±0,02</u>	<u>1,67±0,11</u>
	1,03±0,08	0,51±0,02	0,31±0,01	1,85±0,11
K ₁	<u>0,98±0,03</u>	<u>0,34±0,04</u>	<u>0,40±0,03</u>	<u>1,72±0,09</u>
	1,09±0,02	0,56±0,01	0,27±0,01	1,92±0,04
K ₂	<u>1,04±0,02</u>	<u>0,40±0,02</u>	<u>0,39±0,05</u>	<u>1,83±0,09</u>
	1,32±0,03	0,70±0,02	0,29±0,03	2,31±0,08
Ель корейская				
№2	<u>0,95±0,04</u>	<u>0,39±0,03</u>	<u>0,44±0,01</u>	<u>1,78±0,08</u>
	1,02±0,05	0,55±0,03	0,29±0,02	1,87±0,10
№4	<u>1,28±0,06</u>	<u>0,77±0,05</u>	<u>0,30±0,04</u>	<u>2,35±0,15</u>
	1,06±0,03	0,49±0,04	0,27±0,02	1,82±0,09
№6	<u>1,02±0,02</u>	<u>0,41±0,03</u>	<u>0,43±0,03</u>	<u>1,86±0,08</u>
	1,04±0,02	0,50±0,01	0,30±0,01	1,84±0,04
K ₁	<u>0,94±0,07</u>	<u>0,39±0,05</u>	<u>0,42±0,02</u>	<u>1,75±0,14</u>
	0,92±0,06	0,46±0,05	0,23±0,03	1,61±0,14
K ₂	<u>0,77±0,11</u>	<u>0,26±0,16</u>	<u>0,37±0,02</u>	<u>1,40±0,27</u>
	1,01±0,09	0,47±0,10	0,28±0,03	1,76±0,21
Ель обыкновенная				
№2	<u>1,12±0,04</u>	<u>0,55±0,03</u>	<u>0,40±0,01</u>	<u>2,07±0,08</u>
	1,04±0,05	0,61±0,04	0,30±0,01	1,95±0,10
№4	<u>1,09±0,06</u>	<u>0,40±0,05</u>	<u>0,45±0,04</u>	<u>1,94±0,15</u>
	0,82±0,04	0,40±0,03	0,24±0,01	1,46±0,08
№6	<u>0,83±0,10</u>	<u>0,37±0,12</u>	<u>0,36±0,02</u>	<u>1,56±0,24</u>
	1,05±0,03	0,59±0,08	0,30±0,02	1,94±0,17
K ₁	<u>0,80±0,06</u>	<u>0,39±0,09</u>	<u>0,35±0,04</u>	<u>1,54±0,18</u>
	0,97±0,07	0,50±0,05	0,25±0,01	1,72±0,13
K ₂	<u>0,72±0,11</u>	<u>0,32±0,16</u>	<u>0,31±0,02</u>	<u>1,35±0,27</u>

	1,07±0,02	0,53±0,02	0,26±0,01	1,86±0,05
--	-----------	-----------	-----------	-----------

* Над чертой – показатели за март, под чертой – показатели за май.

Сумма хлорофиллов Аа и Аб в хвое сосен больше под пленками №2 и №6, у всех видов ели – под пленками №4 и №6. Так же, как и в 2013 году, за период вегетации 2014 года сумма пигментов в хвое всех саженцев больше у растений на открытом пространстве, чем под цветными пленками, особенно у саженцев интродуцентов – сосны веймутовой и ели обыкновенной.

Синтез каротиноидов наиболее успешно осуществляется в ранневесенний период. В марте количество каротиноидов в хвое сосны веймутовой больше, чем в контроле 1 и контроле 2. Синтез каротиноидов у растений ели осуществлялся интенсивнее под пленками №2и №6. В ранневесенний период года в отдельные дни нами зафиксирован резкий подъем температуры воздуха: в марте до +12 – +18 °С и в марте 2014 года +20,7 – +22,5 °С, сопровождался интенсивным увеличением ФАР и УФ – радиации в этот период вегетации.

Выводы. Проведенные нами наблюдения показали, что микроклиматические условия для роста саженцев под флуоресцентными пленками были оптимальными.

Интенсивность ростовых процессов саженцев хвойных пород под флуоресцентными пленками не имела существенных различий от контрольных показателей под обычной полиэтиленовой пленкой. По завершении ростовых процессов прирост верхушечных побегов был больше у растений ели корейской под пленкой №6, сосны густоцветковой под пленкой №4, сосны веймутовой под пленкой №2 в 1,5 раза больше, чем под обычной полиэтиленовой пленкой. На основе полученных данных по сезонной динамике роста саженцев ели и сосны получены видовые различия по ритмам развития этих пород. Так, у саженцев ели интенсивный рост побегов у растений ели корейской и обыкновенной заканчивается к 25 июня, у саженцев ели аянской – в первой декаде июля. Интенсивный рост сосен завершается в основном к третьей декаде июня, за исключением саженцев сосны веймутовой, рост которых под пленкой № 6 продолжался до середины июля месяца (см. рис. 4,5).

Наибольшее количество пигментов в начале вегетации (по их сумме) содержится в хвое саженцев сосен под пленкой №2, у саженцев ели – под пленками №2 и №4. К маю месяцу их количество в хвое сосен увеличивается под всеми изучаемыми пленками. В течение всего периода вегетации уровень пигментов в хвое саженцев под пленками соответствует контрольным данным и даже превышает их содержание в хвое растений под обычной пленкой, что обусловлено качеством исследуемых пленок. Так, наиболее высокая интенсивность люминесценции была у пленок №2 и №6 с длиной волны от 600 до 625 нм, а пленка №4 (длина волны от 400 до 600нм), оказалась наиболее оптимальной для синтеза пигментов.

Общеизвестный факт, что ранневесенние лучи губительны для нежных всходов ювенильных саженцев хвойных. Мониторинг показателей освещенности и УФ-радиации проводился нами в годовой динамике с 2010 по 2014 год. Установлено, что все изучаемые пленки имеют экранирующее ФАР и УФ – радиацию свойства. Показатели ФАР в январе и апреле месяцах могут иметь очень высокие значения, более чем в 2 раза превышающие их значения в последующие месяцы, что может провоцировать «солнечные ожоги» хвои. Уровень УФ – радиации под исследуемыми пленками №2,4 и 6 с мая по июль месяц в 1,4 - 3.8 раза, а в сентябре – октябре месяцах в 3,6 – 7,6 раза меньше, чем показатели УФ-радиации на открытом пространстве.

Проведенные нами исследования позволяют рекомендовать изучаемые флуоресцентные пленки, изготовленные коллективом Института Химии ДВО РАН, как укрывной материал для ювенильных саженцев хвойных пород в лесных питомниках.

Список литературы

1. Иванова А.Н., Гаевский Н.А., Пак М.Э. Влияние спектрального состава света на морфогенетические способности каллусной ткани *Larix sibirica*. VII Съезд Общества физиологов России. Международная научная школа. Тезисы докладов. – Нижний Новгород, 2011. – С. 278-279.
2. Креславский В.Д., Любимов В.Ю. Красный свет низкой интенсивности и холинсодержащие ретарданты как индукторы стресс-устойчивости фотосинтетического аппарата. VII Съезд Общества физиологов растений России. Международная научная школа. Тезисы докладов. – Нижний Новгород, 2011. – С. 279-280.
3. Креславский В.Д., Ширшикова Г.Н., Шабнова Н.И., Любимов В.Ю., Бутанаев А.М. Предоблучение растений арабидопсиса кратковременным красным светом защищает фотосинтетический аппарат от УФ-радиации. VII Съезд Общества физиологов растений России. Международная научная школа. Тезисы докладов. – Нижний Новгород, 2011. – С. 380-381.
4. Козина Л.В., Репин Е.Н., Иващенко Е.А., Резинкина Г.А., Титова М.С., Карасев В.Е., Мирочник А.Г. Влияние пленок разного спектрального состава на ростовые и продукционные процессы у хвойных пород. Проблемы современной науки и образования. Москва. – 2014. - №3 (21). – С. 36–46.
5. Минич А.С. Экологические и морфофизиологические особенности продуктивности растений под флуоресцентными пленками.// Автореф. дисс. д.б.н., Томск. ФГБОУ ВПО «Томский педагогический университет», 2011. – 43 с.

6. Шлык А.А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев // Биохимические методы в физиологии растений. – М.: Наука, 1971. – С. 154-170.
7. Щетинин Т.В., Карасев В.Е., Толкачева Л.П., Журавлев Ю.Н. Первый опыт применения пленок «Полисветан» с целью повышения продуктивности растений в Приморье. Биологические исследования на Горнотаежной станции. – Владивосток, 1989. – С. 78-87.

Рецензенты:

Зориков П.С., д.б.н., профессор, директор Горнотаежной станции им. В.Л. Комарова ДВО РАН, Горнотаежная станция им. В.Л. Комарова ДВО РАН, Приморский край, с. Горнотаежное;

Манько Ю.И., д.с.-х.н., профессор, ФГБУН Биолого-почвенный институт ДВО РАН, г. Владивосток.