

ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ХЛОРОФИЛЛА В ХВОЕ ЕЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ

И. Э. РИХТЕР

(Белорусский технологический институт им. С. М. Кирова)

Исследования по выявлению влияния сезона года, возраста хвои и многолетнего люпина многолистного на содержание хлорофилла в хвое ели обыкновенной проведены нами в 1966—1967 гг. на стационаре 8³, заложенном в орляково-черничном ельнике Негорельского учебно-опытного лесхоза. Посадка ели произведена двухлетними сеянцами весной 1956 г. на вырубке 1955 г. Размещение культур 1×1 м. Люпин введен подзимним посевом, осенью 1960 г. Осенью 1966 г. после шестилетнего влияния многолетнего люпина средняя высота ели на контроле была 121,8 см, на секции с однорядным посевом люпина — 178,6 см, с двухрядным — 216,6 см, средний диаметр соответственно — 1,51; 1,75; 1,96 см, запас на 1 га — 1,54; 2,90 и 4,37 м³.

Почва на стационаре дерново-подзолистая, развивающаяся на супеси тяжелой, подстилаемой с глубины 108 см песком связным. В горизонте А₁ содержится 18,9% физической глины, в горизонте А₂ — 20,0%.

Исследовалась одно-, двух-, трех- и четырехлетняя хвоя, взятая с пяти средних деревьев с южной стороны побегов третьей и четвертой мутовок. Пигменты из свежей хвои извлекались ацетоном по методу Т. Н. Годнева (1952), а их концентрация в вытяжке определялась на фотоэлектроколориметре (ФЭК-М). В смешанных образцах на спектрофотометре (СФ-5) устанавливалась концентрация компонентов хлорофилла и каротиноидов. Содержание хлорофилла а и б и каротиноидов с определялось по формулам Веттштейна (1957). Всего проанализировано 370 образцов.

В результате исследований установлено, что на протяжении года содержание хлорофилла в хвое ели значительно изменяется (табл. 1). Самое высокое содержание хлорофилла в хвое всех возрастов в августе, самое низкое — в феврале—марте. В последующие месяцы, вплоть до августа, содержание хлорофилла увеличивалось, а с сентября начало медленно снижаться.

Во все сроки наблюдения содержание хлорофилла увеличивалось до трехлетнего возраста хвои. В четырехлетней хвое хлорофилла меньше, чем в трехлетней. Это объясняется появлением на поверхности хвои желтых пятен, не содержащих зеленых пигментов, и постепенным отмиранием ее.

Введение многолетнего люпина в культуры способствовало более интенсивному накоплению хлорофилла в хвое всех возрастов. На третий год после введения люпина, когда люпиновый травостой отенял ель, максимальное увеличение содержания хлорофилла в одно- и двухлетней хвое составило 102,5% (И. Э. Рихтер, 1964), на шестой — в зависимости от возраста хвои и сроков определения прибавка составила 9,2—

Динамика содержания хлорофилла в хвое ели, мг/1 г д.в. сухой хвои

Хвоя	Сроки взятия образцов	Контроль										С люпином			
		хлорофилл			каротиноиды, С	отношение			хлорофилл			отношение к контролю, %	каротиноиды, С	отношение	
		а	в	а+в		а	в	а+в	а	в	а+в			а	в
Однолетняя Двухлетняя Трехлетняя	10 февраля 1966 г.	0,89	0,23	1,12	0,58	3,87	1,93	0,49	1,92	171,4	0,71	2,92	2,70		
		1,28	0,44	1,72	0,60	2,91	2,87	0,80	3,05	177,3	1,04	2,81	2,93		
		1,10	0,42	1,52	0,63	2,62	2,41	0,83	2,81	184,9	0,94	2,39	2,99		
Однолетняя Двухлетняя Трехлетняя	12 марта 1966 г.	0,93	0,30	1,23	0,62	3,10	1,98	0,53	2,00	162,6	0,85	2,77	2,33		
		1,13	0,39	1,52	0,61	2,90	2,49	0,78	2,66	173,0	0,90	2,41	2,96		
		1,19	0,47	1,66	0,64	2,53	2,59	0,77	2,64	159,0	0,82	2,43	3,22		
Однолетняя Двухлетняя Трехлетняя	18 мая 1966 г.	0,92	0,24	1,16	0,43	3,83	2,70	0,41	1,79	154,3	0,79	3,37	2,27		
		1,29	0,34	1,63	0,57	3,79	2,86	0,60	2,45	150,3	1,09	3,08	2,24		
		1,23	0,36	1,59	0,56	3,51	2,84	0,56	2,18	137,1	0,88	2,89	2,48		
Однолетняя Двухлетняя Трехлетняя Четырехлетняя	22 июня 1966 г.	0,91	0,30	1,21	0,41	3,03	2,95	0,48	1,94	160,3	0,57	3,04	3,40		
		1,01	0,37	1,38	0,48	2,73	2,87	0,52	1,98	143,5	0,53	2,81	3,74		
		1,08	0,44	1,52	0,68	2,45	2,24	0,65	2,52	129,9	0,89	2,88	2,83		
Однолетняя Двухлетняя Трехлетняя Четырехлетняя	16 июля 1966 г.	1,05	0,25	1,30	0,48	4,20	2,71	0,56	2,16	166,2	0,52	2,86	4,15		
		1,38	0,43	1,81	0,48	3,21	3,77	0,66	2,48	137,0	0,59	2,76	4,20		
		1,54	0,55	2,09	0,54	2,80	3,87	0,86	3,37	161,2	0,75	2,51	4,49		
Однолетняя Двухлетняя Трехлетняя Четырехлетняя	25 августа 1966 г.	1,55	0,53	2,08	0,57	2,92	3,65	0,81	2,83	136,1	0,69	2,49	4,10		
		1,78	0,49	2,27	0,79	3,63	2,87	0,46	2,48	109,2	0,72	4,39	3,44		
		1,68	0,54	2,22	0,62	3,11	3,58	0,72	3,16	142,3	0,88	3,39	3,39		
Однолетняя Двухлетняя Трехлетняя Четырехлетняя	27 сентября 1966 г.	1,75	0,57	2,32	0,57	3,07	4,07	0,74	3,21	138,3	0,89	3,34	3,61		
		1,44	0,43	1,87	0,70	3,35	2,67	0,58	2,28	121,9	0,58	2,93	3,93		
		1,42	0,37	1,79	0,55	3,84	3,35	0,44	2,10	117,3	0,64	3,77	3,28		
Однолетняя Двухлетняя Трехлетняя Четырехлетняя	27 сентября 1966 г.	1,44	0,44	1,88	0,75	3,27	2,51	0,65	2,77	147,3	0,73	3,26	3,79		
		1,43	0,45	1,88	0,58	3,18	3,24	0,72	3,00	159,6	0,83	3,17	3,61		
		1,26	0,46	1,72	0,59	2,74	2,92	0,65	2,42	140,7	0,71	2,72	3,41		

Продолжение таблицы 1

Хвоя	Сроки взятия образцов	Контроль						С люпином							
		хлорофилл			каротиноиды	отношение			хлорофилл			отношение к контролю, %	отношение		
		а	в	а+в		а	в	а+в	а	в	а+в		а	в	а+в
Однолетняя Двухлетняя Трехлетняя Четырехлетняя	20 октября 1966 г.	1,21 1,35 1,51 1,45	0,37 0,43 0,52 0,52	1,58 1,78 2,03 1,97	0,52 0,60 0,66 0,58	3,27 3,14 2,90 2,79	3,04 2,97 3,08 3,40	1,84 2,20 2,24 1,79	0,58 0,71 0,75 0,68	2,42 2,91 2,99 2,47	153,2 163,5 147,3 125,4	3,17 3,10 2,99 2,63	2,55 3,34 2,99 3,38		
Однолетняя Двухлетняя Трехлетняя Четырехлетняя	25 ноября 1966 г.	1,33 1,60 1,64 1,35	0,43 0,52 0,58 0,47	1,76 2,12 2,22 1,83	0,57 0,71 0,55 0,52	3,09 3,08 2,83 2,89	3,09 2,99 4,04 3,52	1,61 2,07 2,11 1,62	0,53 0,77 0,75 0,63	2,14 2,84 2,85 2,25	121,6 134,0 128,0 123,0	3,04 2,69 2,81 2,57	3,10 3,59 5,02 4,17		
Однолетняя Двухлетняя Трехлетняя Четырехлетняя	25 января 1967 г.	1,26 1,45 1,60 1,28	0,42 0,49 0,56 0,48	1,68 1,94 2,16 1,76	0,68 0,53 0,78 0,60	3,00 2,96 0,86 2,67	2,47 3,66 2,77 2,93	1,66 2,08 2,28 1,84	0,56 0,70 0,83 0,67	2,22 2,78 3,11 2,51	132,1 143,3 143,9 142,6	2,66 2,97 2,75 2,75	2,27 3,85 3,57 3,30		

84,9%. Аналогичные данные по влиянию многолетнего люпина на содержание хлорофилла в хвое сосны получены Б. Д. Жилкиным (1959), И. А. Юшкевичем (1960) и В. П. Григорьевым (1963).

В зависимости от сезона года и возраста хвои содержание каротиноидов изменяется без определенной закономерности. Правда, наблюдается тенденция к повышению содержания каротиноидов в двух- и трехлетней хвое по сравнению с одно- и четырехлетней и снижению их содержания в хвое всех возрастов в июне—июле. Многолетний люпин оказал положительное влияние на накопление каротиноидов в хвое.

У лучше освещенной однолетней хвои отношение $a : b$ выше, чем у хуже освещенной двух- и четырехлетней хвои. В определенных условиях освещения вырабатывается система пигментов пластид, обеспечивающая наилучшее использование света. Хлорофилл b в отличие от хлорофилла a сильнее поглощает лучи коротковолновой части спектра. Этими лучами обогащен рассеянный свет, достигающий затененной хвои, поэтому в более затененной хвое соотношение компонентов хлорофилла более низкое. Улучшение условий почвенного питания не оказало существенного влияния на это соотношение. Однако в большинстве случаев наблюдается незначительное снижение величины этого соотношения на секциях с люпином. В октябре—марте полученное соотношение $a : b$ ниже, чем в мае—сентябре. В зависимости от освещенности для большинства растений по исследованиям Вильштеттера и Штоля (1918) соотношение компонентов хлорофилла в летний период выражено величиной $2,9 \pm 0,6$, в осенний $2,3 \pm 0,8$.

Соотношение компонентов хлорофилла и каротиноидов $(a + b) : c$ в большинстве случаев увеличивается с возрастом хвои и улучшением условий почвенного питания. Самая низкая величина этого соотношения получена в феврале—мае, когда содержание хлорофилла снижалось, а каротиноидов увеличивалось.

Данные о содержании хлорофилла в хвое ели за июнь обработаны методом дисперсионного анализа путем решения двухфакторного комплекса.

На основании вычисленных сумм варьирования и степеней свободы определяли меру варьирования s^2 и показатели достоверности Θ , свидетельствующие о том, что возраст хвои и многолетний люпин оказывают существенное влияние на содержание хлорофилла в единице веса. Ошибка такого вывода составляет только один случай из 1000 (Θ выч. больше Θ_{01}). Влияние возраста хвои и люпина на содержание хлорофилла оказалось несущественным.

При дальнейшем анализе полученного комплекса влияние возраста хвои на содержание хлорофилла определялось без учета влияния люпина. Оказалось, что все возрасты хвои приводят к дальнейшему увеличению содержания хлорофилла в хвое ели (Θ выч. больше Θ_{01}), по сравнению с хвоей однолетнего возраста.

Литература

- Годнев Т. Н. 1952. Строение хлорофилла и методы его количественного определения. Минск. Григорьев В. П. 1964. Улучшение роста сосновых молодячков междурядной культурой многолетнего люпина. Автореф. Минск. Жилкин Б. Д. 1959. Опыт посева люпина в лесах БССР. М.—Л. Рихтер И. Э. 1964. Влияние многолетнего люпина на содержание хлорофилла в хвое ели обыкновенной. В сб.: Ботаника (исследования), 6. Юшкевич И. А. 1960. Фотосинтез и продуктивность культур сосны в связи с внесением в почву зеленого удобрения. В Сб. ботанич. работ, 2. Минск. Willstätter R., Stoll A. 1918. Untersuchungen über die Assimilation der Kohlensäure. Berlin.