

## СЕЗОННАЯ И ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ПИГМЕНТОВ В ХВОЕ СОСНЫ, ПОРАЖЕННОЙ КОРНЕВОЙ ГУБКой

Н. И. ФЕДОРОВ

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

Одной из основных причин куртинного отмирания деревьев в сосновых насаждениях является корневая губка (*Fomitopsis annosa* (Fr.) Karst.). Этот гриб, поселяясь на сосне, вызывает загнивание и отмирание корней, что приводит к нарушению водоснабжения и минерального питания пораженных деревьев.

Изменения в физиологическом состоянии, происходящие в онтогенезе древесных растений, а также вызванные различными внешними причинами, оказывают определенное влияние на синтез и накопление зеленых пигментов в хвое.

Изучение сезонной и возрастной динамики содержания хлорофилла имеет значение в связи с организацией производства хвойной хлорофилло-каротиновой пасты и установлением возможности использования зараженных корневой губкой деревьев сосны, вырабатываемых при проведении санитарных рубок, в качестве сырья для получения пасты.

Исследования проводились в сосновом насаждении 28-летнего возраста в Минском лесничестве Минского лесхоза.

Таксационная характеристика насаждения следующая: состав — 10С, средний диаметр — 13,0 см, средняя высота — 10,6 м, полнота — 0,7, тип леса — сосняк мшистый, запас на 1 га — 120 м<sup>3</sup>. Насаждение заражено корневой губкой, в результате засыхания деревьев образовались прогалины. Вокруг них располагаются большие деревья, пораженные корневой губкой в разной степени.

Для проведения исследований было отобрано по 5 моделей из категории здоровых, слабозараженных и сильнозараженных деревьев. При определении категории обращалось внимание на величину текущего прироста по высоте, цвет хвои, развитие кроны и место расположения дерева относительно прогалин. В конце исследования производилась раскопка корневых систем модельных деревьев и определялся процент поражения корней.

Из средней части кроны каждого модельного дерева во второй декаде каждого месяца в трехкратной повторности брались пробы для определения содержания пигментов в хвое. Пигменты из свежей хвои извлекались с помощью ацетона по методу Т. Н. Годнева (1952). Количественное определение хлорофилла и каротиноидов осуществлялось на спектрофотометре СФ-5 с последующим вычислением содержания пигментов в миллиграммах на 1 г сухого веса по формулам Витштейна. Результаты определений обработаны с применением методов математической статистики.

Проведенные исследования показали, что общее содержание хлорофилла (сумма  $a+b$ ) изменяется в зависимости от времени года и воз-

Общее содержание хлорофилла (a+b) в хвое здоровых и зараженных корневой губкой деревьев сосны, мг/1 г сухого веса хвои

Состояние деревьев	1 9 6 4 г.				1 9 6 5 г.				1 9 6 6 г.					
	июль	июль	август	сеп- тябрь	ок- тябрь	январь	май	июль	август	сеп- тябрь	ок- тябрь	январь	апрель	май
Здоровые	1,53	1,68	1,86	2,07	1,85	1,70	1,27	2,46	3,08	2,68	2,52	2,49	2,28	2,21
Обабозараженные	1,37	1,43	1,60	1,77	1,72	1,60	1,20	1,83	2,82	2,57	2,48	2,36	2,17	2,11
В процентах к здоровым	89,5	85,2	86,1	85,5	93,0	94,1	94,5	78,5	91,7	95,9	98,5	94,8	95,2	95,5
Сильнозараженные	1,22	1,35	1,50	1,62	1,57	1,27	0,91	1,48	2,56	2,38	2,31	2,18	1,85	1,64
В процентах к здоровым	79,8	80,4	80,7	78,2	84,8	74,7	71,7	60,2	83,2	88,8	91,6	87,6	81,0	74,4

раста хвои (табл. 1). Во время формирования новой хвои содержание зеленых пигментов в ней все время возрастает и достигает максимума в конце вегетационного периода (сентябрь). В этот период прекращается прирост древесины, интенсивность физиологических процессов снижается и происходит подготовка деревьев к зимнему периоду покоя. Количество хлорофилла в осенние месяцы снижается на 10—15% и продолжает постепенно уменьшаться в зимний период.

С началом роста деревьев в высоту, отложением прироста древесины по диаметру и образованием новой хвои, количество зеленых пигментов в прошлогодней хвое резко возрастает, достигая максимума в

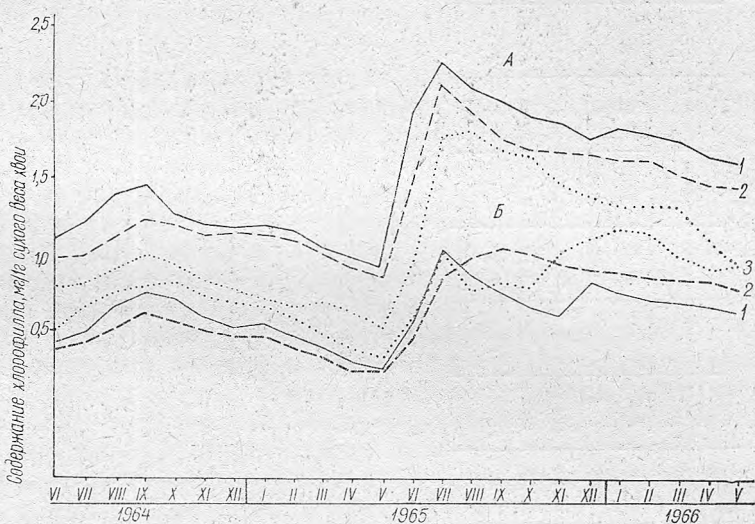


Рис. 1. Сезонная динамика накопления хлорофилла а (А) и хлорофилла б (Б) здоровых и зараженных корневой губкой деревьев сосны в течение 1964—1966 гг.

1 — здоровые деревья; 2 — слабозараженные деревья; 3 — сильнозараженные деревья.

июле, после чего постепенно снижается до начала следующего периода вегетации.

Общее содержание хлорофилла в двухлетней хвое примерно на 30—40% выше, чем в однолетней, как в летний, так и в зимний периоды.

Эти данные для здоровых деревьев согласуются с результатами определения зеленых пигментов в хвое сосны, проведенными С. А. Мамаевым (1965) в условиях Среднего Урала.

У деревьев, пораженных корневой губкой, характер накопления хлорофилла, его сезонная и возрастная динамика существенно не отличаются от здоровых деревьев. Корневая губка, как известно, развивается в корнях, вызывая их загнивание и отмирание и токсины этого гриба не оказывают непосредственного влияния на ассимилирующий аппарат хвои. Однако в результате отмирания корневой системы, нарушения нормального обеспечения растущих деревьев водой и минеральным питанием и подавления жизнедеятельности процессы синтеза и накопления пигментов в хвое больных деревьев протекают слабее и общее содержание хлорофилла в хвое снижается на 15—30%. При этом уменьшение содержания хлорофилла зависит от степени поражения

корневой системы. У сильнозараженных деревьев, имеющих около 75% загнивших корней, содержание хлорофилла уменьшается до 30%.

Сезонная и возрастная динамика содержания хлорофилла а и б в хвое здоровых и больных деревьев показана на рис. 1.

Максимальное содержание хлорофилла а и б в первый год жизни хвои наблюдается в конце вегетационного периода, в осенний и зимний периоды количество этих компонентов уменьшается и достигает минимального значения в мае, до начала образования новой хвои.

С наступлением нового вегетационного периода концентрация хлорофилла возрастает более чем в два раза, а затем с конца лета и до мая незначительно снижается. В хвое больных деревьев доля участия хлорофилла во все сроки определения ниже, чем у здоровых деревьев на 10—30%.

Содержание хлорофилла б в однолетней хвое больных деревьев незначительно отличается от его содержания в хвое здоровых деревьев, на втором году жизни хвои количество хлорофилла под влиянием грибной инфекции у больных деревьев возрастает, превышая данные для здоровых деревьев.

Снижение общего количества хлорофилла, наблюдаемое в хвое зараженных корневой губкой деревьев, происходит в основном за счет хлорофилла а, который, как показали исследования Т. В. Бавриной, Т. Н. Годнева и других, имеет менее прочную связь с липопротеидами хлоропластов.

Данные по сезонному изменению содержания каротиноидов в хвое сосны, приведенные в табл. 2, показывают, что во вновь образовавшейся хвое наряду с синтезом зеленых пигментов происходит довольно интенсивное образование каротиноидов, содержание которых у здоровых деревьев достигает максимального значения к концу вегетационного периода. В зимний период содержание каротиноидов сохраняется на одном уровне, значительно снижаясь весной. С наступлением нового вегетационного периода количество каротиноидов вновь возрастает и слабо изменяется в течение осеннего и зимнего периода. По содержанию каротиноидов однолетняя хвоя незначительно отличается от двухлетней (не более 10%). Грибная инфекция оказывает слабое влияние на накопление каротиноидов. У больных деревьев в течение вегетации содержание каротиноидов ниже, а в зимний и весенний периоды выше, чем у здоровых деревьев.

Проведенные исследования показывают, что образование и накопление зеленых пигментов и каротиноидов представляют единый процесс образования пластид в ассимилирующих органах, непосредственно связанный с онтогенезом растений и зависящий от многих факторов. Можно при этом отметить, что периодам активной жизнедеятельности у растений соответствует максимальное содержание пигментов в хвое.

Количественное соотношение хлорофилла а : б зависит, по данным Вильштеттера и Штоля, Любименко, Годнева и других, от условий освещенности и иных факторов и колеблется в пределах от 1 до 5.

Нашими исследованиями установлено, что соотношение между хлорофиллом а : б изменяется в хвое здоровых и больных деревьев в не больших пределах от 1,2 до 3,6.

Наиболее высокие показатели соотношения компонентов хлорофилла характерны для летних месяцев, в течение которых происходит зна-

Таблица 2

Содержание каротиноидов в хвое здоровых и зараженных корневой губкой деревьев сосны,  
мг/г сухого веса хвои

Состояние деревьев	1 9 6 4 г.			1 9 6 5 г.			1 9 6 6 г.						
	июль	август	сен- тябрь	ок- тябрь	январь	май	июль	август	сен- тябрь	ок- тябрь	январь	апрель	май
Здоровые	0,52	0,57	0,62	0,69	0,67	0,48	0,73	0,78	0,81	0,79	0,78	0,73	0,68
Слабозараженные	0,46	0,52	0,56	0,59	0,63	0,57	0,62	0,73	0,78	0,80	0,76	0,71	0,69
В процентах к здоровым	88,6	91,2	90,3	85,5	94,0	118,8	85,0	93,6	96,3	101,3	97,4	97,3	101,5
Сильнозараженные	0,41	0,48	0,59	0,64	0,68	0,65	0,64	0,68	0,74	0,78	0,86	0,78	0,74
В процентах к здоровым	78,9	84,2	95,2	92,8	101,5	135,5	87,7	87,1	91,4	98,8	110,2	107,0	109,0

чительное накопление хлорофилла *a*, в зимний период это соотношение снижается у больных деревьев до 1,2—1,3.

Отношение суммы хлорофилла (*a+b*) к каротиноидам также изменяется в пределах от 1,4 до 3,8 и достигает максимального значения в летние месяцы. У больных деревьев это соотношение ниже, чем у здоровых.

### Выводы

1. Содержание зеленых и желтых пигментов в хвое сосны изменяется в зависимости от времени года и возраста хвои.

2. Максимальное количество пигментов в хвое первого года наблюдается в конце вегетационного периода, в двухлетней хвое — в середине лета. В зимний и весенний периоды содержание пигментов постепенно уменьшается до начала следующего вегетационного периода.

3. Заражение сосны корневой губкой не нарушает общей направленности в формировании ассимилирующего аппарата. Кривые сезонной и возрастной динамики содержания пигментов в хвое здоровых и больных деревьев имеют одинаковый вид.

4. Отмирание корневой системы и ослабление жизнедеятельности, вызываемое корневой губкой, отрицательно сказывается на процессах синтеза и накопления пигментов в хвое больных деревьев, в результате чего общее содержание хлорофилла в хвое уменьшается на 15—30%.

Снижение содержания зеленых пигментов в хвое больных деревьев происходит в основном за счет хлорофилла *a*, имеющего менее прочные связи с липопротеидами хлоропластов.

### Литература

- Баврина Т. В. 1966. Влияние длины дня на хлорофилл-белково-липидный комплекс растений. «Физиология растений», 13, 4. Годнев Т. Н. 1963. Хлорофилл, его строение и образование в растении. Минск. Любименко В. Н. 1908. Влияние света различной напряженности на накопление сухого вещества и хлорофилла у светолюбивых и теневыносливых растений. Тр. по лесному делу в России, 13. Мамаев С. А. 1965. Сезонная и возрастная динамика содержания хлорофилла *a* и *b* в хвое сосны. В сб. Физиология и экология древесных растений. 43, Свердловск. Правдин Л. Д., Щербина К. Г. 1961. Динамика содержания хлорофилла в хвое и жирность семян сосны обыкновенной разного географического происхождения. В сб.: Вопросы лесоводства и лесоведения. Тр. Ин-та леса и древесины СО АН СССР, 2. Красноярск. Willstätter R., Stoll A. 1918. Untersuchungen über die Assimilation der Kohlensäure. Berlin.