

В.П. Григорьев, канд. с.-х. наук,  
Л.И. Лахтанова, канд. биол. наук  
(БТИ)

## ВЛИЯНИЕ СЛОЖНОСМЕШАННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА СЕЗОННУЮ ДИНАМИКУ И КАЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ КОМПОНЕНТОВ ХЛОРОФИЛЛА В ХВОЕ СОСНЫ

В литературе [1–5] есть немало сведений о положительном влиянии удобрений на синтез зеленых пигментов в хвое сосны и других древесных растений. Вопрос этот имеет важное значение. Во-первых, повышенное содержание хлорофилла является в определенной степени фактором, способствующим активизации фотосинтеза. Во-вторых, увеличение содержания хлорофилла и каротиноидов в хвое повышает ее ценность при изготовлении хвойно-витаминной муки и других продуктов углубленной переработки.

Изучая влияние сложносмешанных минеральных удобрений на рост сосны в полевом опыте [6], мы предприняли попытку выявить степень воздействия удобрений и других факторов на содержание хлорофилла в хвое сосны. Исследования проводились на протяжении 11 месяцев в посадках сосны 9-летнего возраста. Размещение посадочных мест 2,0 x 0,5. Почва на участке дерново-подзолистая: слабоподзоленная, развивающаяся на супеси легкой, подстилаемой песком рыхлым. Тип леса сосняк орляково-брусничный. В опыте имелось 6 вариантов: контроль (1)  $N_{40}P_{40}K_{40}$  (2),  $N_{80}P_{80}K_{80}$  (3),  $N_{160}K_{160}P_{160}$  (4),  $N_{240}K_{160}P_{160}$  (5),  $N_{240}K_{240}P_{240}$  (6) в трехкратной повторности. Постоянные соотношения NPK – особенность сложносмешанных удобрений. В варианте 5 дополнительно внесена селитра из расчета 80 кг/га азота.

Образцы для анализа содержания пигментов в однолетней хвое брались на третий год после внесения удобрений. Хвоя по 0,5–1 г ошипывалась у 50 деревьев каждого варианта с южной стороны верхушечных побегов. Для установления размеров индивидуальных различий в содержании пигментов дерева подразделялись на господствующие (Г) и угнетенные (У), испытывающие заметное затенение. Анализ проводился на спектрофотометре СФ–4 в ацетоновых вытяжках из смешанных (по вариантам и категориям деревьев) образцов, приготовленных по общепринятой методике Т.Н. Годнева. Содержание хлорофиллов "а", "в" и каротиноидов рассчитывалось по известным формулам Веттштейна.

К концу четвертого (1979) года опыта, когда было завершено взятие образцов для анализа пигментов, общая картина опыта выглядела следующим образом. Удобрения оказали в целом небольшое влияние на линейные показатели роста сосны в высоту и по диаметру и более существенное на весовые показатели биомассы сосны. Вес надземной фитомассы сосны, установленный по модельным деревьям, в процентах от контроля составил: в варианте 2 – 99, 3 – 126, 4 – 132, 5 – 140, 6 – 121% соответственно. На эти конечные

Таблица 1. Содержание хлорофилла (а + в) в хвое сосны по вариантам опыта (1–6), сезонам года и положение деревьев (Г, У), мг/г

Варианты	Деревья	Месяцы				Средние за год по	
		IV–V	VI–VIII	IX–XI	I–III	деревьям	вариантам
1	Г	1,31	1,98	1,73	1,31	1,58	1,68
	У	1,63	2,45	1,60	1,43	1,78	
2	Г	1,33	2,09	1,65	1,21	1,57	1,70
	У	1,56	2,51	1,90	1,35	1,83	
3	Г	1,27	2,14	1,76	1,36	1,63	1,71
	У	1,32	2,49	1,90	1,42	1,78	
4	Г	1,30	2,16	1,82	1,28	1,64	1,76
	У	1,65	2,35	1,91	1,60	1,87	
5	Г	1,28	2,26	1,89	1,22	1,66	1,82
	У	1,66	2,57	2,29	1,42	1,98	
6	Г	1,37	2,19	1,85	1,27	1,67	1,79
	У	1,59	2,60	2,00	1,48	1,92	
Средние по деревьям	Г	1,31	2,14	1,78	1,28	1,63	
	У	1,57	2,50	1,93	1,45	1,86	
Средние по сезонам		1,44	2,32	1,86	1,36		
Общая средняя						1,74	

результаты сильное влияние оказывали изменчивость почвенного плодородия в пределах опыта и конкуренции за питание между сосной и довольно мощным травяным покровом. Учет влияния этих факторов с помощью ковариационного анализа позволил считать вполне достоверными (с вероятностью 95%) прибавки веса фитомассы сосны лишь в вариантах 4 и 5.

Помесячные изменения содержания в хвое сосны хлорофилла (а + в), показанные на рис. 1, согласуются с известными в литературе данными [5,7]. Наблюдаются некоторые изменения и по вариантам опыта. Возникает вопрос: насколько они существенны и закономерны. Его решение было сделано с помощью трехфакторного дисперсионного анализа [8]. Для удобства обозрения и вычислений данные о содержании хлорофилла (а + в) в хвое сосны, усредненные по сезонам с учетом годичного цикла развития хвои, приведены в табл. 1.

Как видно из графика (рис. 1) и табл. 1,2, содержание хлорофилла в хвое сосны существенно различается по сезонам года, достигая максимума в

Т а б л и ц а 2. Дисперсионный анализ данных табл. 1

Источники варьирования	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	Показатели достоверности		Сила влияния фактора, %
				F	F <sub>0,5</sub>	
Общее	8,339	42				100
Сезон года	7,184	3	2,395	217,7	2,92	86
Удобрения	0,154	5	0,031	2,82	2,50	2
Положение деревьев	0,653	1	0,653	59,4	4,17	8
Остаток + взаимодействие	0,348	32	0,011			4

П р и м е ч а н и е. Наименьшие существенные различия ( $НСР_{0,5}$ ) составляют: для сравнения средних по сезонам — 0,09, для средних по деревьям — 0,03, а для средних по удобрениям — 0,11 мг/г.

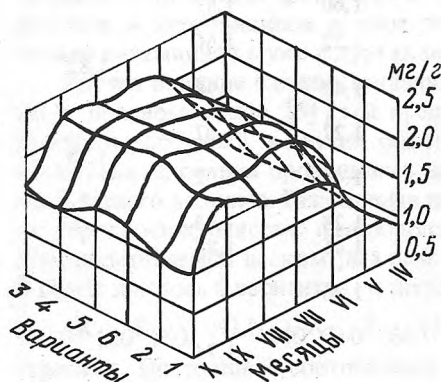


Рис. 1. Динамика содержания хлорофилла (а + в) в хвое сосны по вариантам опыта.

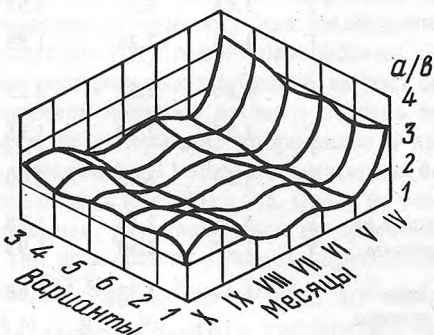


Рис. 2. Динамика соотношения хлорофиллов "а" и "в" в хвое сосны по вариантам опыта.

июле. На контроле абсолютный максимум приходится на сентябрь (рис. 1). Различия по сезонам во всех случаях достоверны ( $F > F_{05}$ ). Изменчивость содержания хлорофилла по сезонам весьма высока, сила влияния сезонного фактора — 86%. На этом фоне изменения, вызванные влиянием удобрений, незначительны. Лишь в летние месяцы в вариантах с самыми высокими дозами удобрений наблюдаются существенные отклонения от контроля. Устойчиво и достоверно различаются показатели содержания хлорофилла в хвое господствующих и угнетенных сосен, что, возможно, связано с различием освещенности деревьев. Угнетенные деревья более активно синтезируют хлорофилл, приспосабливаясь к худшим условиям освещенности.

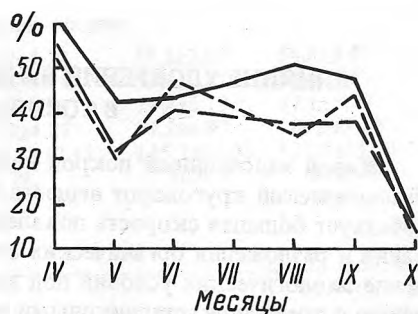
Характер изменений компонентов хлорофиллов "а" и "в" по вариантам опыта (в зависимости от удобрений) практически одинаков, но сезонные из-

менения весьма существенны (см. рис. 2). В молодой хвое с мая по август соотношение а/в снижается до 1,5–2,0, а в зимне-осенний период повышается до 2,5–3,0, что согласуется с данными [5], отмечавшими резкое повышение доли компонента "а" в январе.

Представляют некоторый интерес данные об извлекаемости хлорофилла 60%-ным ацетоном (рис. 3), что свидетельствует о степени прочности связи пигментов с белками и липоидами [4]. Самая высокая степень извлекаемости приходится на апрель – начало сокодвижения. Интенсивные физиологические процессы, происходящие в этот период и в летние месяцы, обуславливают меньшую связность хлорофилла с белками. К зиме связность комплекса возрастает. Что касается удобрений, то можно отметить лишь несколько более прочную связь под их влиянием в мае и августе, в остальные месяцы различия не существенны. Эти выводы в основном согласуются с выводами [5], полученными для ели.

Рис. 3. Извлекаемость хлорофилла (а+в) 60%-ным ацетоном:

— контроль; - - -  $N_{80}P_{80}K_{80}$ ;  
- - - -  $N_{240}P_{240}K_{240}$ .



В ы в о д ы. 1. В течение года наблюдаются значительные колебания хлорофилла и его компонентов в хвое сосны по сезонам, достигая максимальных значений в июне и сентябре.

2. Влияние удобрений на содержание хлорофилла невелико, существенное увеличение наблюдается только при максимальных дозах в летние месяцы.

3. В хвое угнетенных сосен содержание хлорофилла всегда выше, чем у господствующих, вне зависимости от сезона и применяемых удобрений.

4. Соотношение компонентов хлорофилла а/в снижается в летние месяцы и практически не зависит от режима питания, определяемого дозами минеральных удобрений.

5. Прочность связи хлорофилла с белково-липидным комплексом в весенне-летние месяцы невысокая и резко возрастает к осени. Удобрения в отдельные месяцы в небольшой степени повышают прочность связи.

#### Л и т е р а т у р а

1. Р и х т е р И.Э. Влияние многолетнего люпина на содержание хлорофилла в хвое ели обыкновенной. – В сб.: Ботаника. Минск, 1964, вып. 6, с. 186–194. 2. Г р и г о р ь е в В.П., Л а х т а н о в а Л.И. Влияние метафосфата калия на рост ели обыкновенной, сосны обыкновенной и люпина многолетнего. – В сб.: Лесоведение и лесное хозяйство. Минск, 1975, вып. 9, с. 105–113. 3. И п а т ь е в В.А., Б л и н ц о в И.К., А т -

рощенко О.А. Влияние удобрений на накопление хлорофилла в хвое осушенных основных насаждений. — В сб.: Лесоведение и лесное хозяйство, Минск, 1975, вып. 10, с. 114–120. 4. Царегородцева С.О., Новицкая Ю.Е. Сезонные изменения состояния хлорофилл-белкового комплекса хвои ели в зависимости от условий минерального питания. — Лесоведение, 1970, № 4, с. 46–49. 5. Новицкая Ю.С., Чикина П.Ф. Азотный обмен у сосны на Севере. — Л., 1980. — 166 с. 6. Лахтанова Л.И., Григорьев В.П. Влияние сложносмешанных удобрений на рост сосны обыкновенной в полевом опыте. — В сб.: Лесоведение и лесное хозяйство, 1981, вып. 16, с. 53–57. 7. Сезонные изменения содержания пигментов в хвое сосны обыкновенной, произрастающей в разных типах леса/И.В. Гуняженко, А.И. Блинов, Л.С. Пашкевич, Е.И. Петров. — В сб.: Лесоведение и лесное хозяйство, Минск, 1980, вып. 15, с. 13–16. 8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. — М., 1973. — 336 с.

УДК 630\*231.332

И.Э. Рихтер, канд. с.-х. наук  
(БТИ)

### ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА ЖИВОЙ НАПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ В СОСНЯКЕ МШИСТОМ

Живой напочвенный покров под пологом леса и на вырубках влияет на биологический круговорот веществ в лесных фитоценозах [1,2]. Этому способствует большая скорость появления и наращивания им фитомассы, отмирания и разложения органических остатков, более быстрая реакция на изменение экологических условий под влиянием тех или иных факторов по сравнению с древесно-кустарниковыми ярусами. Последнее можно использовать при осуществлении контроля за эффективностью лесохозяйственных мероприятий наряду с изучением их влияния на древостой, агрохимические свойства и другие компоненты фитоценозов.

По исследованиям многих авторов [3–7], уже в год внесения минеральных удобрений в лесные фитоценозы и в последующие годы наблюдается изменение численности и видового состава травяного покрова, улучшение роста и повышение содержания в нем азота и зольных элементов и частичное отмирание мхов.

Влияние различных доз минеральных удобрений на видовой состав и запас фитомассы живого напочвенного покрова мы изучали в течение пяти лет на постоянной пробной площади 3Р, заложенной в сосняке мшистом Негорельского учебно-опытного лесхоза. Перед началом исследований состав древостоя был 10СедЕБ, возраст 70 лет, класс бонитета I, полнота 0,8. В подросте встречались ель, сосна и береза, в подлеске — можжевельник и ива, в живом напочвенном покрове — мхи Шребера и дикранум, черника, брусника, папоротник орляк, вейник наземный, овсяница овечья и другие виды. Средняя мощность лесной подстилки 4,1 см. Почва на пробной площади дерново-подзолистая, среднеподзоленная, развивающаяся на песке связном, подстилаемом песком рыхлым.

Учет надземной фитомассы живого напочвенного покрова производили в первой декаде июля на девяти учетных площадках для каждого варианта.