

# **Динамика содержания марганца и пигментов фотосинтеза в хвое сосны обыкновенной в зависимости от сезонности**

**Автор:**

Перевышина Кристина  
10 класс, МОУ лицей №102

**Научный руководитель:**

Похлебаев Сергей  
Михайлович  
д.п.н, профессор ЧГПУ

# Введение

- Эколого-физиологические исследования, раскрывающие механизмы взаимодействия растений со средой, имеют большое значение для понимания их географического распределения и анализа соответствия метаболизма климатическим условиям. Среди механизмов адаптации особое место занимает так называемый □ ответ на температурный стресс□. Ответ растений на действие низкой температуры сопровождается многочисленными физиологическими и биохимическими изменениями, затрагивающие многие стороны метаболизма растительной клетки.

# Введение

- Удобной моделью для изучения ответных реакций на действие низких температур являются хвойные растения. Способность большинства из хвойных сохранять листья круглый год и осуществлять фотосинтез даже зимой свидетельствует о широком температурном спектре действия ферментативных систем этих растений и специфичности состояния многих кофакторов фотосинтетического процесса.

# Введение

- Хорошо известно, что содержание пигментов и активность работы фотосинтетического аппарата во многом обусловлена накоплением целого ряда микроэлементов. Среди них большое значение имеет марганец, кроме того, предполагается, что марганец входит в состав белков холодового шока.

Учитывая выше сказанное, представляло интерес исследовать динамику его содержания марганца и пигментов фотосинтеза в хвое сосны обыкновенной.

# Объект исследования

- Объектами исследования служили хвоинки сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.). Образцы хвои первого и второго года отбирали из средней части кроны 20-25-летних деревьев. Содержание основных и дополнительных пигментов и марганца определяли спектрофотометрическим методом.



Сосна  
обыкновенная

# Образцы хвои первого и второго года



# Результаты исследований

- Результаты исследования фотосинтетических пигментов в хвое первого и второго года в зависимости от сезонности представлены на рис. 1,2,3.
- Результаты исследований показали, что сезонные колебания содержания зеленых пигментов в хвое сосны обыкновенной довольно значительны. Для хвои 2 года характерно более высокое содержание обеих форм хлорофилла и каротиноидов по сравнению с хвоей 1 года. Первоначально это связано с развитием молодой хвои. Более низкое содержание пигментов в молодой хвое обусловлено с одной стороны тем, что в ней только начинает формироваться фотосинтетический аппарат в летний период ее развития, а с другой стороны частичной деградацией хлоропластов и пигментов в зимний период.

# Содержание хлорофилла А в хвое сосны обыкновенной первого и второго года

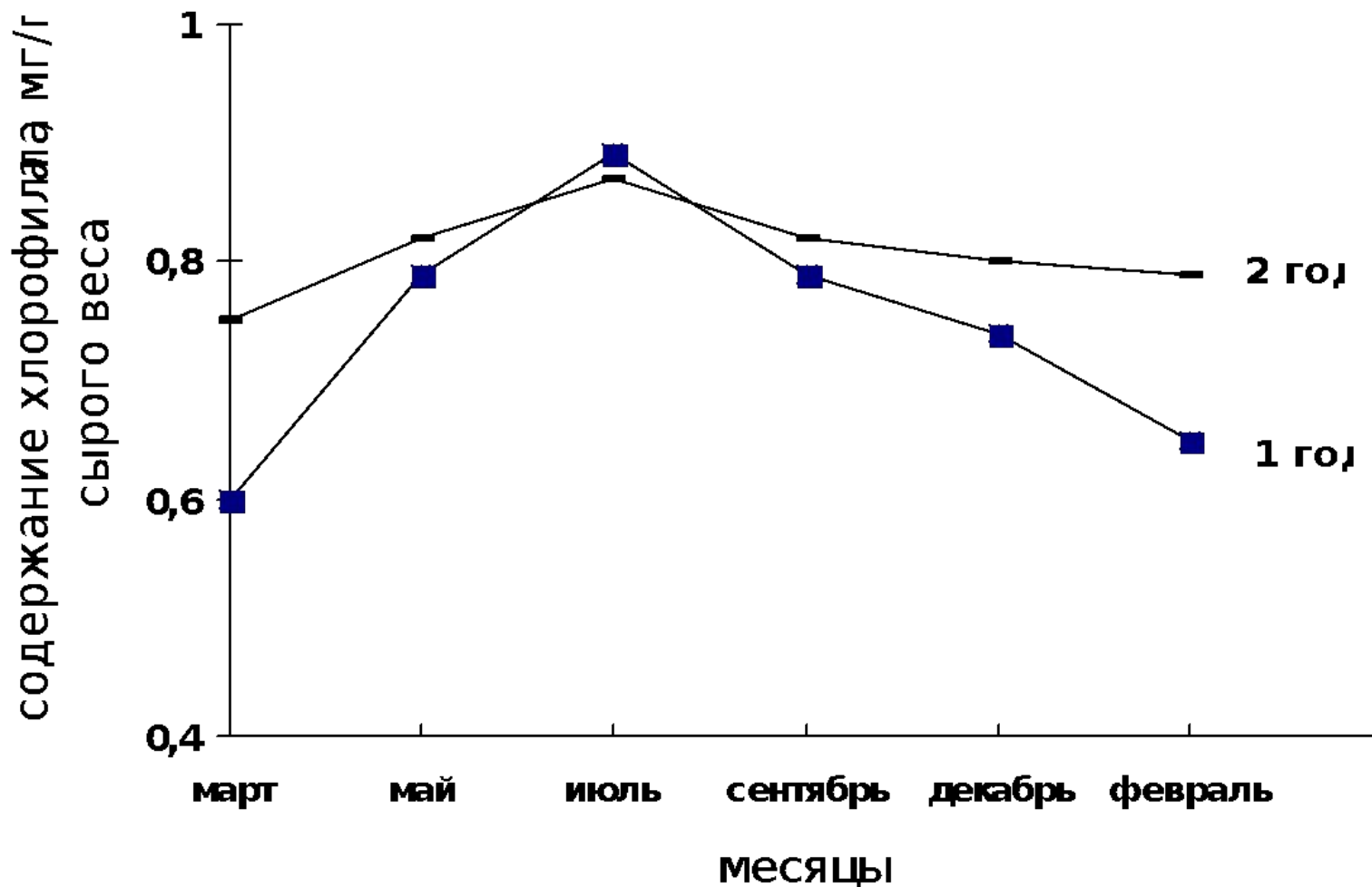


Рис. 1.



# Содержание хлорофилла В в хвое сосны обыкновенной первого и второго года

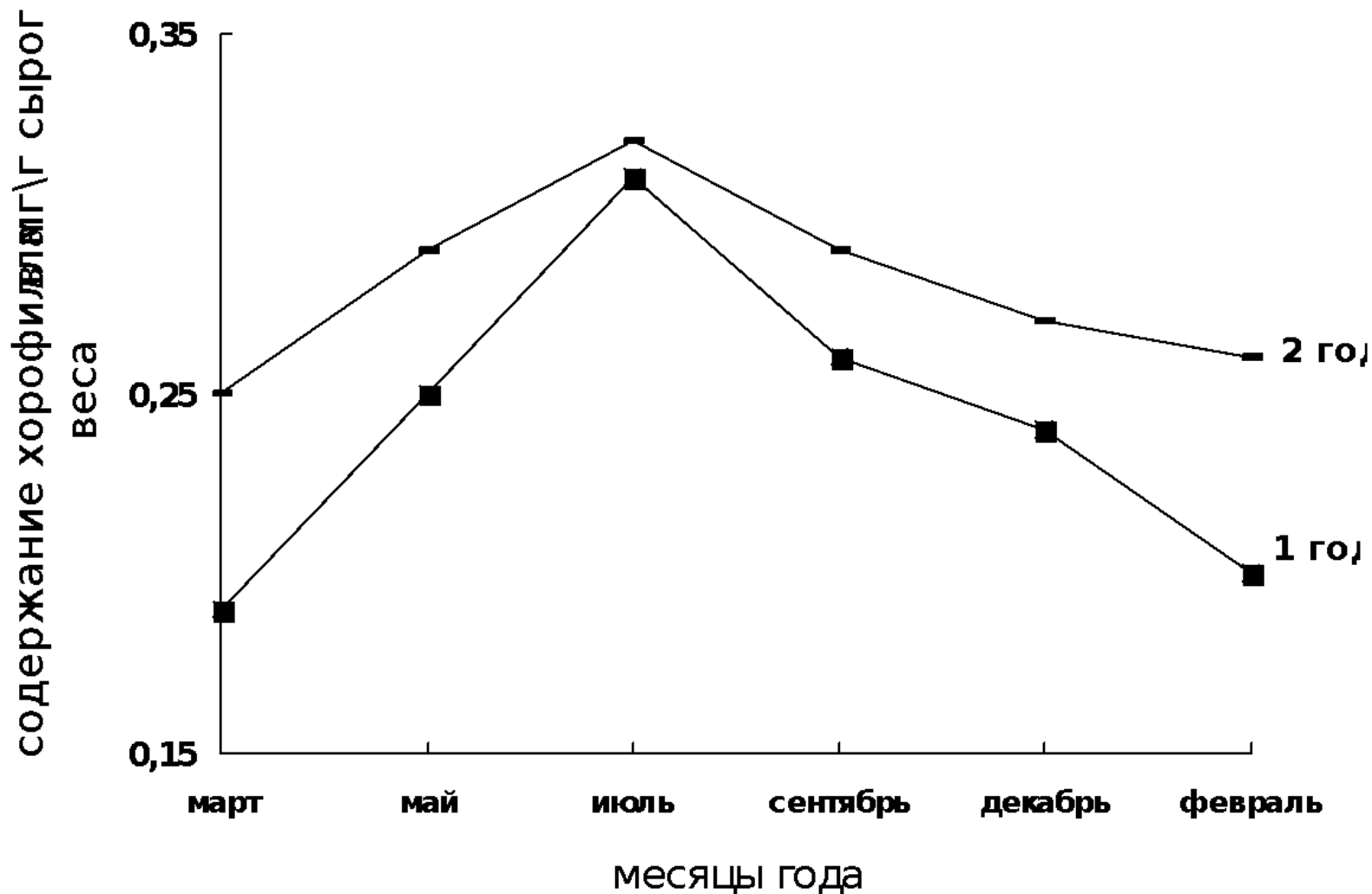


Рис. 2.

## Содержание каротиноидов в хвое сосны обыкновенной первого и второго года

■ Кроме зеленых пигментов важную роль в процессе фотосинтеза играют каротиноиды, которые, кроме того, участвуют в защите клеток от воздействия неблагоприятных факторов среды.

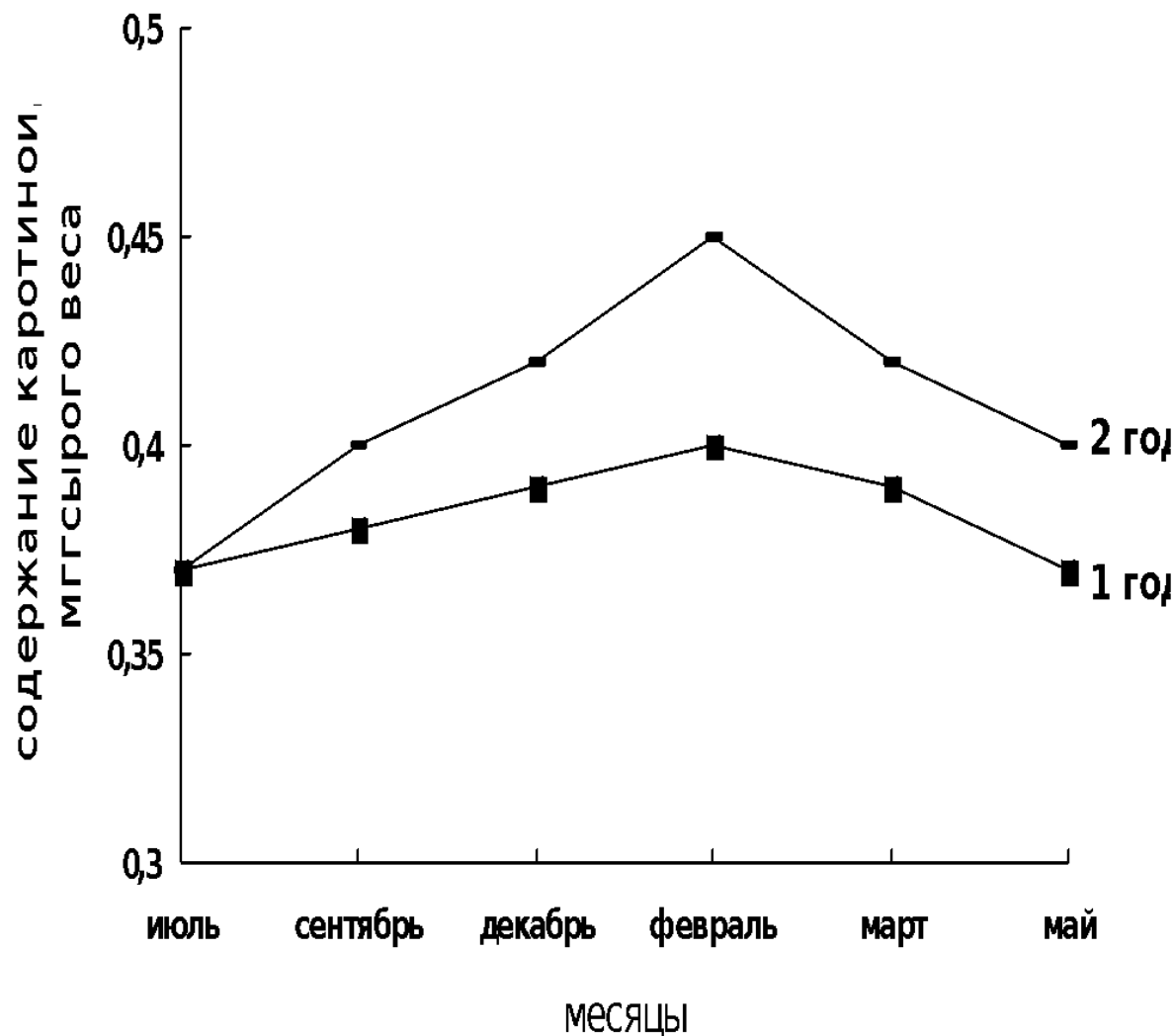


Рис.3.

## ***Динамика содержания марганца в хвое сосны обыкновенной в зависимости от сезонности***

С позиций понимания адаптации хвойных растений к действию низких отрицательных температур изучение динамики накопления марганца в хвое сосны обыкновенной в зависимости от сезонности показало, что его содержание в расчете на абсолютно сухой вес колеблется значительно (рис.4). Так, начиная с сентября, у сосны обыкновенной содержание марганца резко увеличивается как в хвое первого года, так и особенно в хвое второго года. Это согласуется с литературными данными, по которым марганец повышает устойчивость фотосинтетического аппарата, где он наряду с каротиноидами играет ключевую роль в фотоокислении воды и выделении кислорода.

# Содержание марганца в хвое сосны обыкновенной первого и второго года в зависимости от сезонности

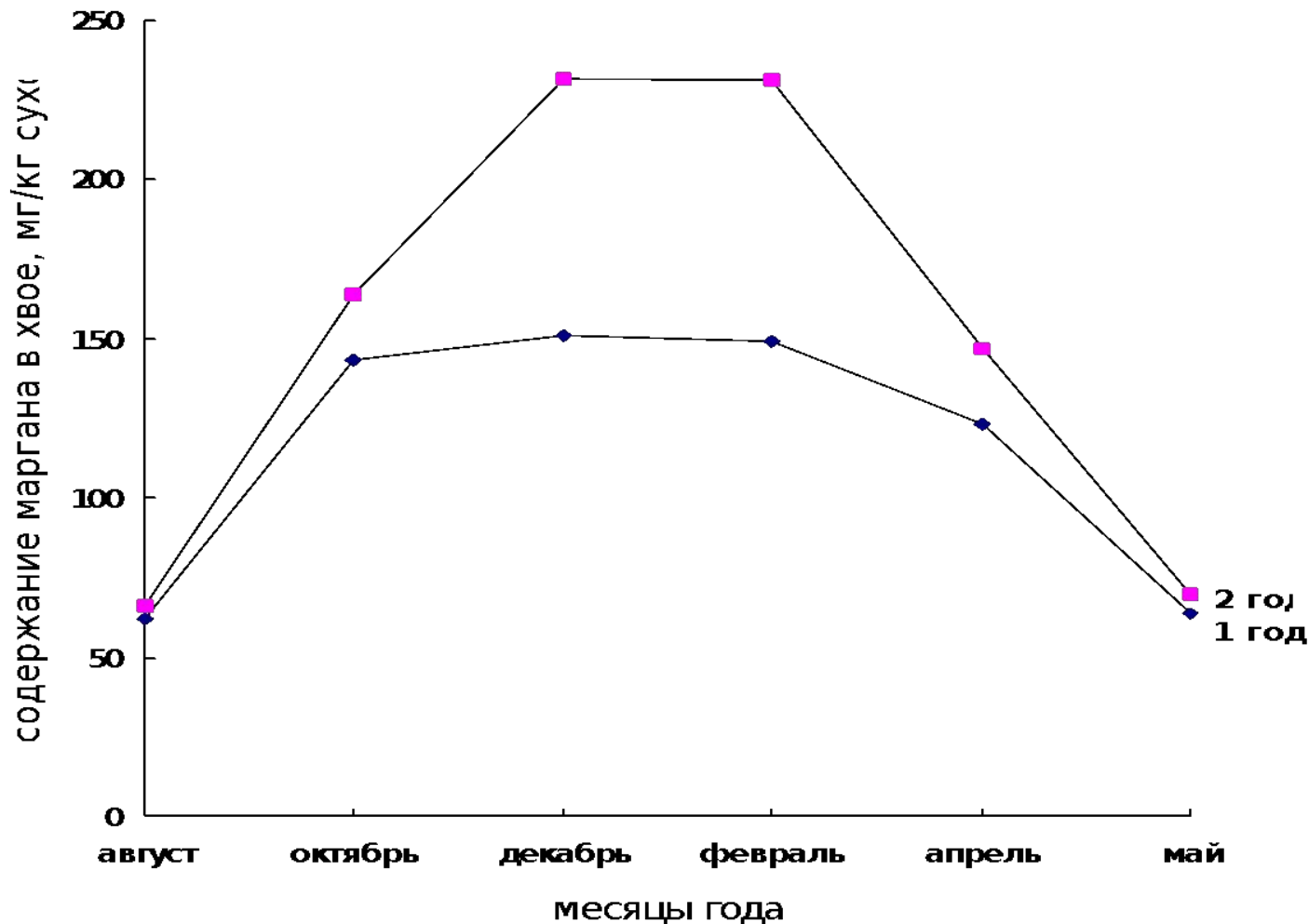


Рис. 4.

## ***Связь марганца с каротиноидами***

- Сходная динамика содержания марганца и каротиноидов, по-видимому, не случайна, так как известно, что данный микроэлемент повышает содержание каротиноидов. Особое внимание заслуживает то, что повышенное содержание каротиноидов в хвое сосны обыкновенной в зимний период обеспечивает повышение температуры хвои на 10-15 С по сравнению с температурой окружающего воздуха. Это обуславливает возможность осуществления фотосинтеза в зимний период.

## ***Выводы:***

- Содержание зеленых и желтых пигментов не остается постоянным в течении года. Минимальное содержание хлорофиллов отмечается в зимний период, но полного разрушения хлорофиллов в этот период не наблюдается.
- Одна из причин относительно высокой устойчивости хвойных к низким отрицательным температурам, в частности сосны обыкновенной, может быть обусловлена повышением содержания каротиноидов в зимние месяцы.
- Повышенное содержание каротиноидов в зимний период обеспечивает повышение температуры хвои на 10–15 С по сравнению с температурой окружающей среды, что способствует осуществлению фотосинтеза в период низких отрицательных температур.

## ***Выводы:***

- Устойчивость хвойных вечнозеленых пород деревьев (сосна обыкновенная) к действию низких отрицательных температур обусловлена не только повышенным содержанием желтых пигментов, но и марганца, содержание которого в зимний период года также наибольшее.
- Высокое содержание активного марганца, входящего в состав фотосинтетической мембраны и связанного с белками (вероятно стрессовыми белками), по-видимому, способствует адаптации сосны обыкновенной к низким отрицательным температурам.
- В эксперименте четко прослеживается прямая корреляция между отрицательными температурами и содержанием каротиноидов и марганца. Это указывает на то, что они совместно принимают участие в адаптации сосны обыкновенной к низким отрицательным температурам.





A photograph of a dense forest of tall evergreen trees, likely spruce or fir, with a grassy field in the foreground. The text is overlaid on the image in a large, white, bold, italicized font.

***Уважаемые  
слушатели,  
спасибо за внимание!***