

УДК 582.681.81-144:581.543.2 (1-924.82)

## ОПТИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА ДЛЯ ВЕСЕННЕГО ОТРАСТАНИЯ ПОБЕГОВ *POPULUS NIGRA* L. НА СЕВЕРЕ

© 2012 Р.В. Малышев

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар

Поступила в редакцию 04.05.2012

Проведено изучение температурной зависимости метаболизма (дыхания и тепловыделения) развернувшихся вегетативных почек деревьев тополя черного (*Populus nigra* L.), произрастающих в парковой зоне г. Сыктывкара. Показано, что оптимальная температура для роста побегов данного вида составляет около 10°C, что близко к средней многолетней температуре в период активного отрастания побегов и свидетельствует о высокой степени адаптации метаболизма тополя черного к климатическим условиям подзоны средней тайги.

Ключевые слова: *Populus nigra*, почки, скорость роста, температура

Виды рода *Populus* (сем. Salicaceae) отличаются быстрым ростом и экологической пластичностью, что позволяет широко использовать их для создания лесозащитных полос, в рекреационных насаждениях и при озеленении городских ландшафтов [1, 2]. Некоторые виды *Populus* L. служат ценным источником для получения лекарственных препаратов, обладающих антимикробным и противогрибковым действием [3]. Положительным качеством ивовых и, в частности, представителей рода тополь, является их способность легко размножаться отпрысками, отводками и черенками. В последнее время интерес к этим растениям возрос в связи с поиском быстро возобновляемых альтернативных источников энергии [4, 5]. В парковой зоне г. Сыктывкара, а также вдоль городских магистралей и улиц произрастает *Populus nigra* L. (тополь черный). На территории Республики Коми это дерево высотой до 35 м с мощной кроной и темно-серой, почти чёрной, трещиноватой корой встречается в небольшом количестве только в устье р. Сысола и вдоль р. Вычегда [6]. В большей степени ареал данного вида приурочен к черноземной зоне европейской части России, Западной и Восточной Сибири, Кавказу [7].

Для эффективного использования ресурсов полезных растений необходимо более полное изучение их эколого-биологических свойств. В условиях европейского северо-востока России основным фактором, контролирующим рост и развитие растений, является недостаток тепла. Поэтому при интродукции

на Севере, в первую очередь, необходимо оценить способность растений расти при пониженных температурах.

**Цель работы:** изучить температурную зависимость и определить зону температурного оптимума роста для побегов *Populus nigra* L. на этапе ранневесеннего отрастания в условиях подзоны средней тайги европейского Северо-Востока.

**Материал и методы.** Объектом исследования служили раскрывшиеся вегетативные почки (без почечных чешуй), которые отбирали с 4-5 взрослых деревьев тополя черного в парковой зоне г. Сыктывкара (61.6° с.ш., 50.8° в.д.). Сбор материала проводили в первой декаде мая 2008 г., непосредственно перед началом опытов. Средняя за декаду температура составляла +4.6 °C, минимальная равнялась –6°C, а максимальная +18°C. Для изучения температурной зависимости роста побегов использовали модель, предложенную Л.Д. Хансеном с соавт. (1996). Ранее эта модель была успешно апробирована нами на двух видах сирени [8]. Модель связывает скорость роста с дыханием и тепловыделением:  $\Delta H_B R_{SG} = 455 R_{CO_2} - q$ , где  $\Delta H_B R_{SG}$  – скорость роста или количество запасенной энергии (мкВт/мг сухой массы);  $R_{CO_2}$  – дыхание (нмоль/мг сухой массы с);  $q$  – тепловыделение или количество диссипируемой энергии при окислении дыхательного субстрата (мкВт/мг сухой массы); 455 – коэффициент, показывающий изменение энтальпии окисляемых органических соединений в расчете на моль потребленного в дыхании  $O_2$  (мкВт/пмоль);  $455 R_{CO_2}$  – количество образуемой в дыхании энергии (мкВт/мг сухой массы).

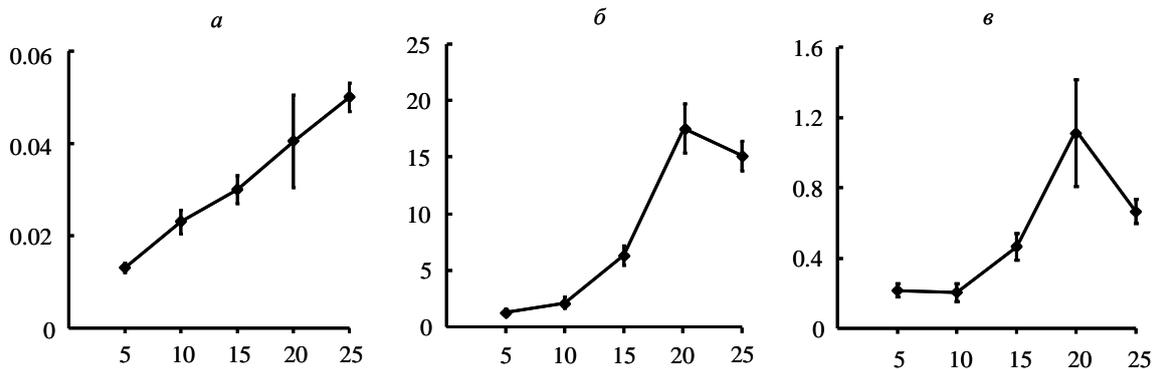
Метаболическое тепловыделение и дыхание почек тополя определяли с помощью

Малышев Руслан Владимирович, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории экологической физиологии растений. E-mail: malrus@ib.komisc.ru

изотермического калориметра Биотест-2 (ИБП, г. Пущино, Россия) в диапазоне температуры 5-25°C с шагом 5°C. Выделение метаболического тепла ( $q$ ) измеряли методом прямого калориметрирования. Интенсивность дыхания ( $R_{CO_2}$ ) определяли по тепловому эффекту реакции выделяемого образцом  $CO_2$  с 0.4 М раствором NaOH. Измерения при каждой температуре продолжительностью около 1,5 ч проводили на свежих образцах в 8-14 биологических повторностях.

**Результаты и их обсуждение.** Центральным звеном массо- и энергообмена является дыхание, которое служит основным

поставщиком необходимых для роста АТФ и метаболитов. Высокая дыхательная активность молодых органов и тканей обусловлена их ростовыми потребностями [9]. Часть извлекаемой из дыхательного субстрата энергии неизбежно рассеивается в окружающую среду в виде тепла. В наших опытах было установлено, что на начальном этапе внепочечного роста скорость дыхания молодых побегов тополя возрастала с повышением температуры от 5 до 25°C в 4 раза: от 0,013 до 0,05 нмоль/мг (рис. 1а). Скорость тепловыделения изменялась более значительно, почти в 15 раз, достигая 17 мкВт/мг при 20°C (рис. 1б).



**Рис. 1.** Дыхание (а), тепловыделение (б) и их соотношение (в) при разной температуре у побегов *Populus nigra* в период весеннего отрастания. По оси абсцисс – температура, °C; по оси ординат – дыхание, нмоль/мг сухой массы с; тепловыделение, мкВт/мг сухой массы

Следует отметить, что степень активации дыхания при повышении температуры на 10°C была неодинаковой на разных участках температурной шкалы. Так, повышение температуры от 5 до 15°C приводило к усилению дыхания более чем в 2 раза, тогда как повышение температуры от 15 до 25°C усиливало дыхание примерно в 1,5 раза (табл. 1). Такая же закономерность была отмечена для тепловыделения почек за тем исключением, что процесс тепловыделения сильнее реагировал на температуру.

**Таблица 1.** Коэффициент  $Q_{10}$  дыхания и тепловыделения побегов *Populus nigra*

Процесс	$Q_{5-15}$	$Q_{10-20}$	$Q_{15-25}$
дыхание	2,3	1,7	1,6
тепловыделение	4,9	8,0	2,3

Различия в реакции тепловыделения и дыхания на повышение температуры свидетельствуют об изменении доли диссипируемой энергии от количества энергии, образуемой в процессе дыхания. Анализ данных выявил, что температурная зависимость соотношения выделяемой побегом в форме тепла и образуемой в

дыхании энергии носит S-образный характер (рис. 1в). В области 5-10°C величина соотношения достоверно не изменялась, но сильно (в 5 раз) повышалась при увеличении температуры от 10 до 20°C.

Если рассматривать рост как запасание энергии [10], то скорость роста будет тем выше, чем дыхание больше тепловыделения. Как видно из табл. 2, в исследуемом температурном диапазоне разница между этими показателями была положительной и варьировала в пределах 4-8 мкВт/мг. Абсолютная скорость роста была наибольшей при 10-15°C, а соотношение произведенной и запасенной энергии при 5-10°C. Следовательно, температура 10°C является оптимальной для поддержания высокой скорости и эффективности запасания энергии.

Сравнение тополя черного с исследованными нами ранее двумя видами сиреней [8] показывает, что по абсолютной скорости роста отрастающие весной побеги тополя сходны с сиренью венгерской, но уступают сирени обыкновенной. При этом оптимальная температура для роста побегов тополя ниже, чем у сирени венгерской и сирени обыкновенной на 5 и 10°C соответственно.

**Таблица 2.** Количество энергии, образуемой при дыхании и запасаемой в росте побегов *Populus nigra* при разной температуре

Энергия, мкВт/мг су- хой массы	Температура, °С				
	5	10	15	20	25
образуемая	5,9±0,4	10,5±1,1	13,7±1,3	18,2±4,5	22,8±1,3
запасаемая	4,6±0,9	8,3±1,5	7,3±0,9	3,7±4,9	7,7±2,1

**Выводы:** изучение температурной зависимости показателей метаболизма – дыхания и тепловыделения развернувшихся вегетативных почек тополя черного (*Populus nigra*) показало, что оптимальная температура для весеннего отрастания побегов данного вида составляет около 10°C. Абсолютная скорость роста была наибольшей в диапазоне температуры 10-15°C, что близко к средней многолетней температуре в период активного отрастания побегов и свидетельствует о высокой степени адаптации метаболизма тополя черного к климатическим условиям произрастания.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Кулагин, А.А. Особенности развития тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.) в условиях загрязнения окружающей среды металлами // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2003. Т. 5. №2. С. 334-341.
2. Бакулин, В.Т. Селекция тополя в Сибири // Лесное хозяйство. 2006. № 6. С. 40-41.
3. Браславский, В.Б. Антимикробная активность экстрактов и эфирных масел почек некоторых видов *Populus* L. / В.Б. Браславский, В.А. Куркин,

- И.П. Жданов // Растительные ресурсы. 1991. Т. 27, вып. 2. С. 77-81.
4. Duff, S.J.B. Bioconversion of forest products industry waste cellulose to fuel ethanol / S.J.B. Duff, W.D. Murray // A review bioresour. technol. 1996. Vol. 55. P. 1-33.
5. Leland, J.C. Plants as Sources of Energy / J.C. Leland, K.P. Gopi, A. Kirakosyan, P.B. Kaufman // Recent advances in plant biotechnology. – New-York, 2009. P. 163-213.
6. Флора северо-востока европейской части СССР/ Под. ред. А.И. Толмачева. – Л.: 1976. Т. II. 316 с.
7. Ботанический атлас / Под. ред. Б.К. Шишкина. – М.-Л.: 1963. 500 с.
8. Мальшев, П.В. Рост и устойчивость *Syringa vulgaris* L. и *Syringa josikaea* Jacq. в условиях таежной зоны Республики Коми / П.В. Мальшев, Л.А. Скупченко, Т.К. Головки // Растительные ресурсы. 2009. Вып. 3. С. 44-50.
9. Головки, Т.К. Дыхание растений (физиологические аспекты). СПб., 1999. 204 с.
10. Хансен, Л.Д. Связь между ростом растения и дыханием: экологические аспекты и отбор лучших сортов культурных растений / Л.Д. Хансен, Д.С. Тейлор, Б.Н. Смит, Р.С. Кридл // Физиология растений. 1996. Т. 43, № 6. С. 805-812.

## OPTIMAL TEMPERATURE FOR THE SPRING GROWTH OF *POPULUS NIGRA* L. SHOOTS IN THE NORTH

© 2012 R.V. Malyshev

Institute of Biology Komi Scientific Center UrB RAS, Syktyvkar

Studying of temperature dependence of vegetative buds metabolism (respiration and thermal emission) of poplar black trees (*Populus nigra* L.), growing in a park zone of Syktyvkar. It is shown that the optimal temperature for shoots height of this type makes near 10°C that is close to average long-term temperature in the period of shoots active growth and testifies to high extent of adaptation of metabolism at poplar black to climatic conditions of middle taiga subzone.

Key words: *Populus nigra*, buds, growth rate, temperature