

Библиографический список

1. Основы фитомониторинга / Н. П. Бунькова, С. В. Залесов, Е. С. Залесова, А. Г. Магасумова, Р. А. Осипенко. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2020. – 90 с.
2. Стоноженко Л.В., Коротков С.А., Гришенков В.А. Возобновление под пологом леса в национальном парке «Угра» // Лесхоз. информ.: электрон. сетевой журн. – 2018. – № 2. – С. 35–45.
3. Матвеева А.С., Беляева Н.В., Кази И.А. Влияние подлеска на подрост ели разных фенологических форм // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2017. – Т. 5. – № 9 (35). – С. 90–98.

УДК: 630*181.1+635.9+581.132.1

Н. Н. Бессчетнова, В. П. Бессчетнов, А. В. Вышегородцев
(N. N. Besschetnova, V. P. Besschetnov, A. V. Vyshegorodtsev)
НГСХА, Нижний Новгород
NSAA, Nizhniy Novgorod
А. И. Широков
(A. I. Shirokov)
НИНГУ, Нижний Новгород
(NRNSU, Nizhny Novgorod)

**ПИГМЕНТНЫЙ СОСТАВ ХВОИ ТИСА ПРИ ИНТРОДУКЦИИ
В НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ
(PIGMENT COMPOSITION OF YEW NEEDLES DURING
INTRODUCTION IN NIZHNY NOVGOROD)**

Исследовали пигментный состав фотосинтезирующего аппарата представителей рода тис (Taxus L.) в условиях интродукции в Нижегородской области. Тис канадский, тис ягодный и его золотисто-кончиковая форма видоспецифичны по содержанию и соотношению пластидных пигментов. Эти особенности их физиологии проявились на выровненном экологическом фоне и могут быть признаны генотипически обусловленными.

The pigment composition of the photosynthetic apparatus of representatives of the genus yew (Taxus L.) was studied under the conditions of introduction to the Nizhny Novgorod region. Canadian yew, Berry yew, and its Golden-tipped form are species-specific in terms of the content and ratio of plastid pigments. These features of their physiology appeared on a leveled ecological background and can be recognized as genotypically determined.

Оптимизация среды урбанизированных территорий становится весьма актуальной задачей, требующей своего незамедлительного решения [1]. Одним из надежных средств стабилизации экологической обстановки в городах выступают насаждения из деревьев и кустарников, способных эффективно выполнять санитарно-гигиенические, декоративно-эстетические и рекреационно-бальнеологические функции. В их числе представители рода тис (*Taxus L.*), хорошо зарекомендовавшие себя в искусственных насаждениях различного функционального назначения и конструкций. В Нижегородской области они являются интродуцентами, где в силу недостаточной изученности их физиологических особенностей и ресурсов адаптации в культуре пока еще весьма ограничены. В этой связи требуют дальнейшей детализации представления о пигментном составе фотосинтезирующего аппарата, который во многом определяет жизнеспособность и устойчивость экзотов к лимитирующим факторам среды, обеспечивает наиболее полную реализацию их биологического потенциала в местах интродукции. При этом известно, что разнообразные адаптивные реакции хвойных часто сопровождаются изменениями в их пигментном составе.

В контексте сказанного целью исследований была сравнительная оценка пигментного состава хвои представителей рода тис. Объектом исследования служили два его вида и один сорт: тис ягодный (*Taxus baccata L.*), тис канадский (*Taxus canadensis Marshall*) и декоративная золотисто-кончиковая форма тиса ягодного (*Taxus baccata L., f. Capitata Aurea*). Они произрастают в ботаническом саду Нижегородского госуниверситета им. Н.И. Лобачевского, место дислокации которого, согласно системе лесорастительного районирования, относится к зоне хвойно-широколиственных лесов, входит в район хвойно-широколиственных (смешанных) лесов европейской части Российской Федерации, имеет координаты № 56°19'43", Е 44°00'07" и высоту над уровнем моря 141 м. Указанные выше объекты в организационно-методической схеме опыта представлены в соответствии с их текущей сохранностью и возрастной однотипностью.

Учитывая принцип единственного логического различия, одновременно заготавливали однотипные одновозрастные побеги без признаков повреждения биотическими и абиотическими факторами, находящиеся в одинаковом фенологическом состоянии на периферии среднего яруса хорошо освещенного участка кроны растений. Содержание пластидных пигментов определяли по общепринятым методикам с учетом имеющихся разработок [2–5]. Реализован спектрофотометрический анализ (спектрофотометр СФ-2000 с программным обеспечением GRASSGIS 7.6.1 / QGIS 3.4) с построением спектров поглощения, по которым на мониторе компьютера вели отсчет показаний прибора при длинах волн: 665 нм (хлорофилл-*a*); 649 нм (хлорофилл-*b*); 452,5 нм (каротиноиды). Он является достаточно точным методом количественного определения пигментного состава листового аппарата по оптической плотности вытяжки в 96 % эта-

ноле без её предварительного разделения. Концентрации пигментов вычисляли по уравнениям Ветштейна и Хольма. Первичной единицей выборки выступала экстракционная навеска хвои одного учетного побега. Всего подготовлено 70 образцов экстракционных навесок, у каждого из которых регистрировали содержание пластидных пигментов (хлорофилла-*a*, хлорофилла-*b*, каротиноидов), а также вычисляли их суммарное количество и соотношение. Концентрации пигментов вычисляли в электронных таблицах Excel по уравнениям Ветштейна и Хольма. Статистическая обработка опытных данных выполнена в соответствии с существующими методиками.

Установлено, что представители исследуемых видов тиса и его наследственно обусловленных форм обладали заметным различием в многочисленных характеристиках пигментного состава своего фотосинтезирующего аппарата (табл. 1–5). Отчетливо прослеживается их специфика в содержании хлорофилла-*a* в однолетней хвое (см. табл. 1).

Таблица 1

Статистики содержания хлорофилла-*a* в хвое видов и форм тиса

Вид, форма	М	СКО	max	min	±m	Cv, %	t	P, %
<i>T. baccata</i>	4,82	0,13	5,12	4,59	0,02	2,80	195,7	0,51
<i>T. canadensis</i>	4,20	0,22	4,68	3,84	0,05	5,22	85,64	1,17
<i>T. f. Capitata Aurea</i>	5,33	0,38	5,99	4,84	0,09	7,15	62,54	1,60
Total	4,84	0,50	5,99	3,98	0,08	10,26	57,67	1,73

Наибольшее количество указанного пигмента присутствовало в образцах *T. f. Capitata Aurea* ($5,33 \pm 0,09$ мг/г), что на 1,13 единицы, или в 1,27 раза, больше, чем в образце *T. canadensis* ($4,20 \pm 0,05$ мг/г), который содержал наименьшее его количество. Обобщенное среднее значение (Total) составило $4,84 \pm 0,08$ мг/г. Некоторое изменение позиций в соотношении между видами наблюдалось при их сравнении по содержанию в однолетней хвое хлорофилла-*b* (см. табл. 2).

Таблица 2

Статистики содержания хлорофилла-*b* в хвое видов и форм тиса

Вид, форма	М	СКО	max	min	±m	Cv, %	t	P, %
<i>T. baccata</i>	6,26	1,08	8,47	3,91	0,20	17,17	31,91	3,13
<i>T. canadensis</i>	6,67	1,41	9,71	3,98	0,32	21,18	21,11	4,74
<i>T. f. Capitata Aurea</i>	9,16	1,66	11,24	4,74	0,37	18,10	24,70	4,05
Total	7,19	1,90	11,07	3,91	0,32	26,48	22,34	4,48

В этом случае наибольшее среднее значение ($9,16 \pm 0,37$ мг/г) также обнаружено у *T. f. Capitata Aurea*. Его превышение над минимальной оценкой ($6,26 \pm 0,20$ мг/г) у *T. baccata* было на 2,90 единицы, или в 1,46 раза, при обобщенном среднем значении (вариант Total) $7,19 \pm 0,32$ мг/г. Содержание каротиноидов в тех же биологических пробах (см. табл. 3) больше соответствовало наличию в хвое хлорофилла-*a* (см. табл. 1).

Таблица 3

Статистики содержания каротиноидов в хвое видов и форм тиса

Вид, форма	M	СКО	max	min	±m	Cv,%	t	P,%
<i>T. baccata</i>	1,40	0,16	1,73	0,92	0,03	11,20	48,89	2,05
<i>T. canadensis</i>	1,12	0,11	1,30	0,94	0,03	10,07	44,40	2,25
<i>T. f. Capitata Aurea</i>	1,31	0,19	1,65	0,93	0,04	14,60	30,63	3,26
Total	1,31	0,21	1,73	0,92	0,04	16,30	36,30	2,75

Однако по данной пигментной группе самая высокая оценка свойственна *T. baccata* ($1,40 \pm 0,03$ мг/г). Это на 0,28 единицы, или в 1,25 раза, выше, чем у *T. canadensis* ($1,12 \pm 0,03$ мг/г). *T. f. Capitata Aurea* в данном случае занимал среднее место ($1,31 \pm 0,04$ мг/г), предельно приближаясь к обобщенному среднему (вариант Total): $1,31 \pm 0,04$ мг/г. В конечном итоге общая сумма пигментов в однолетней хвое по исследуемым видам распределилась в следующем порядке (см. табл. 4). Наибольшие значения показателя ($15,80 \pm 0,34$ мг/г) характерны для *T. f. Capitata Aurea*, что в 1,32 раза, или на 3,81 единиц, больше, чем у *T. canadensis* ($12,00 \pm 0,33$ мг/г). Обобщенное среднее (вариант Total) в этот раз составило $13,33 \pm 0,36$ мг/г.

Таблица 4

Суммарное содержание пигментов в хвое видов и форм тиса

Вид, форма	M	СКО	max	min	±m	Cv,%	t	P,%
<i>T. baccata</i>	12,49	1,08	14,51	10,19	0,20	8,67	63,15	1,58
<i>T. canadensis</i>	12,00	1,50	15,09	9,37	0,33	12,47	35,87	2,79
<i>T. f. Capitata Aurea</i>	15,80	1,52	18,53	12,09	0,34	9,61	46,52	2,15
Total	13,33	2,15	18,53	9,37	0,36	16,14	36,64	2,73

Полученный на данном этапе работы материал статистически достоверен и надежен, что подтверждено величинами t-критериев Стьюдента и показателем точности опыта (относительная ошибка P), которые соответствовали табличным пределам на пятипроцентном уровне значимости.

Можно отметить, что исследованные виды рода тис в условиях интродукции в Нижегородскую область заметно различались содержанием и соотношением хлорофиллов и каротиноидов в однолетней хвое, что позволяет предполагать и их неодинаковую адаптированность к местным условиям.

Библиографический список

1. Данчева А.В., Залесов С.В. Экологический мониторинг лесных насаждений рекреационного назначения: учебное пособие. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2015. – 152 с.
2. Бессчетнова Н.Н. Содержание основных пигментов в хвое плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Вестник Московского государственного университета леса. Лесной вестник. – 2010. – № 6 (75). – С. 4–10.
3. Бессчетнова Н.Н. Многомерная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) по показателям пигментного состава хвои // Вестник Марийского государственного технического университета. – Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2013. – № 1 (17). – С. 5–14.
4. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Ершов П.В. Генотипическая обусловленность пигментного состава хвои плюсовых деревьев ели европейской // Лесной журнал. – 2019. – № 1. – С. 63–76. (Изв. высш. учеб. заведений). DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.1.63.
5. Кулькова А.В. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Многопараметрическая оценка таксономической близости видов ели (*Picea A. Dietr.*) по пигментному составу хвои // Вестник Поволжского государственного технологического университета. – Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2018. – № 1(37). – С. 5–18.

УДК 630.55

А. А. Вайс
(A. A. Vais)

СибГУ им. М.Ф. Решетнева, Красноярск
(RSSU, Krasnoyarsk)

**ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЧИСТЫХ БЕРЕЗОВЫХ
НАСАЖДЕНИЙ ЮЖНОЙ ЧАСТИ СРЕДНЕЙ СИБИРИ
(AGE FEATURES OF PURE BIRCH STANDS IN THE SOUTHERN
PART OF CENTRAL SIBERIA)**

Установлено, что на территории юга Средней Сибири формирование моноберезняков в большей степени негативно влияет на качество лесного фонда.