

*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	M	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±0,09 мг/г), что на 1,13 единицы, или в 1,27 раза, больше, чем в образце *T. canadensis* (4,20±0,05 мг/г), который содержал наименьшее его количество. Обобщенное среднее значение (Total) составило 4,84±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	M	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	$\pm m$	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	$\pm m$	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.*