

Научная статья

УДК 630\*18+630\*165.61

**ПИГМЕНТНЫЙ СОСТАВ ЛИСТЬЕВ ТОПОЛЕЙ  
В ГОРОДСКИХ ПОСАДКАХ НИЖНЕГО НОВГОРОДА:  
ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЧИВОСТИ**

**Анастасия Дмитриевна Сатанова<sup>1</sup>, Никита Игоревич Шубников<sup>2</sup>,  
Наталья Николаевна Бессчетнова<sup>3</sup>**

<sup>1, 2, 3</sup> Нижегородский государственный агротехнологический университет  
им. Л. Я. Флорентьева, Нижний Новгород, Россия

<sup>1</sup> a.satanova13@gmail.com

<sup>2</sup> nikita.shubnikov@yandex.ru

<sup>3</sup> besschetnova1966@mail.ru

**Аннотация.** Спектрофотометрический анализ листьев девяти видов и форм зрелых тополей (*Populus* L.) показал видоспецифичность пигментного состава, в частности по хлорофиллу-*a* – от  $0,83 \pm 0,01$  мг/г (*P. Tremula* L.) до  $1,41 \pm 0,07$  мг/г (*P. nigra*, var. *italica*).

**Ключевые слова:** тополь, пластидные пигменты, хлорофилл-*a*, хлорофилл-*b*, каротиноиды

**Для цитирования:** Сатанова А. Д., Шубников Н. И., Бессчетнова Н. Н. Пигментный состав листьев тополей в городских посадках Нижнего Новгорода: особенности изменчивости // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXI Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 382–386.

Original article

**THE PIGMENT COMPOSITION OF POPLAR LEAVES  
IN URBAN PLANTINGS OF NIZHNY NOVGOROD:  
FEATURES OF VARIABILITY**

**Anastasia D. Satanova<sup>1</sup>, Nikita I. Shubnikov<sup>2</sup>, Natalia N. Besschetnova<sup>3</sup>**

<sup>1, 2, 3</sup> Nizhny Novgorod State Agrotechnological University, Nizhny Novgorod, Russia

<sup>1</sup> a.satanova13@gmail.com

<sup>2</sup> nikita.shubnikov@yandex.ru

<sup>3</sup> besschetnova1966@mail.ru

---

© Сатанова А. Д., Шубников Н. И., Бессчетнова Н. Н., 2025

**Abstract.** Spectrophotometric analysis of the leaves of nine species and forms of mature poplars (*Populus* L.) showed the species specificity of the pigment composition, in particular: chlorophyll-a – from  $0.83 \pm 0.01$  mg/g (*P. Tremulalis* L.) to  $1.41 \pm 0.07$  mg/g (*P. nigra*, var. *italica*).

**Keywords:** poplar, plastid pigments, chlorophyll-a, chlorophyll-b, carotenoids

**For citation:** Satanova A. D., Shubnikov N. I., Besschetnova N. N. (2025) Pigmentnyj sostav list'ev topolej v gorodskih posadkah Nizhnego Novgoroda: osobennosti izmenchivosti [The pigment composition of poplar leaves in urban plantings of Nizhny Novgorod: features of variability]. Nauchnoe tvorcestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : proceedings of the XXI All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2025. Pp. 382–386. (In Russ).

Успешная реализация Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 г. невозможна без оптимизации видового состава искусственных лесных насаждений с учетом их назначения и особенностей конструкции. Быстрорастущие деревья, в частности тополя (*Populus* L.) [1], являются важным элементом лесохозяйственной стратегии в Нижегородском Поволжье. Они распространены как в естественных условиях, так и в результате интродукции [2, 3]. Тополя широко используются в городском озеленении [4], что стимулирует проведение многочисленных разноплановых исследований этих деревьев [5]. Объектом исследования были девять видов рода Тополь (*Populus* L.):

- 1) т. Симони пирамидальный (*P. simonii* Carr. f. *pyramidalis*);
- 2) т. лавролистный (*P. laurifolia* Ledeb.);
- 3) т. итальянский (*P. nigra*, var. *italica* Münchh.);
- 4) т. бальзамический (*P. balsamifera* L.);
- 5) т. Симони (*P. simonii* Carr.);
- 6) осина (*P. tremula* L.);
- 7) т. белый пирамидальный (*P. alba* L., f. *pyramidalis*);
- 8) т. белый (*P. alba* L.);
- 9) т. черный или осокорь (*P. nigra* L.).

Хлорофилл-*a*, хлорофилл-*b*, их суммарное содержание и концентрацию каротиноиды выявляли спектрофотометрическим методом.

Исследованные тополя показали межвидовую и внутривидовую изменчивость пигментного состава листьев, обусловленную генетическими и экологическими факторами (освещенность, питание, загрязнение). Более высокая концентрация пигментов обычно связана с большей фотосинтетической активностью, хотя другие факторы также играют роль. Дальнейшие исследования необходимы для разделения влияния генетики и среды и учета возраста деревьев (табл. 1 и табл. 2).

Таблица 1

Изменчивость содержания хлорофиллов в листьях тополей

Виды и формы тополей	Хлорофилл-а			Хлорофилл-б		
	$M \pm m$	СКО	$C_v, \%$	$M \pm m$	СКО	$C_v, \%$
1	2	3	4	5	6	7
<i>P. sioniim</i>	0,91±0,03	0,17	18,71	1,46±0,06	0,29	20,13
<i>P. alba</i>	0,97±0,02	0,11	11,57	1,96±0,05	0,26	13,07
<i>P. nigra, var. italica</i>	1,41±0,07	0,35	25,11	1,69±0,09	0,43	25,31
<i>P. balsamifera</i>	0,96±0,03	0,16	17,20	2,02±0,10	0,48	23,62
<i>P. simoniif. pyramidalis</i>	0,97±0,02	0,10	9,86	1,65±0,07	0,34	20,83
<i>P. tremula</i>	0,83±0,01	0,07	8,35	1,42±0,05	0,26	18,48
<i>P. alba f. pyramidalis</i>	0,86±0,02	0,06	6,72	1,19±0,06	0,19	15,78
<i>P. laurifolia</i>	0,95±0,05	0,17	18,25	1,66±0,08	0,24	14,64
<i>P. nigra</i>	1,13±0,07	0,24	20,85	2,28±0,13	0,42	18,37
Total	1,00±0,02	0,25	25,29	1,70±0,03	0,44	25,59

Примечание. Статистики:  $M$  – среднее значение;  $\pm m$  – ошибка репрезентативности выборочного среднего; СКО – среднеквадратическое отклонение;  $C_v, \%$  – коэффициент вариации

В частности, по содержанию хлорофилл-а (табл. 1) наибольшая средняя ( $1,41 \pm 0,07$  мг/г), отмеченная в секции черные или дельтовидные тополя (*Aigeiros* Lunell) у *P. nigra, var. italica*, превысила аналогичные оценки представителей секции белых тополей *P. tremula* ( $0,83 \pm 0,01$  мг/г), *P. alba f. pyramidalis* ( $0,86 \pm 0,02$  мг/г) и *P. sioniim* ( $0,91 \pm 0,03$  мг/г) на  $0,58$  мг/г,  $0,55$  мг/г и  $0,5$  мг/г или в  $1,70$ ,  $1,64$  и  $1,55$  раза соответственно. В содержании хлорофилла-б сравниваемые виды тополей проявили свои особенности при сохранении общих тенденций в соотношении оценок. В этом случае наибольшая концентрация пигмента ( $2,28 \pm 0,13$  мг/г), зафиксирована у *P. nigra*, а наименьшая ( $1,19 \pm 0,06$  мг/г), – у *P. alba f. pyramidalis*. Это сформировало превышение большей оценки над меньшей на  $1,09$  мг/г, или в  $1,92$  раза. Содержание каротиноидов также неодинаково (см. табл. 2). Отмеченная у *P. nigra, var. italica* величина ( $0,39 \pm 0,02$  мг/г) на  $0,25$  мг/г, или в  $2,49$  раза, превысила тот же показатель, обнаруженный у *P. balsamifera* ( $0,19 \pm 0,01$  мг/г).

Таблица 2

Изменчивость содержания каротиноидов и общей суммы пигментов

Виды и формы тополей	Каротиноиды			Сумма пигментов		
	$M \pm m$	СКО	$C_v, \%$	$M \pm m$	СКО	$C_v, \%$
1	2	3	4	5	6	7
<i>P. simonii</i>	0,20±0,01	0,05	24,94	2,57±0,05	0,25	9,58
<i>P. alba</i>	0,22±0,01	0,07	32,00	3,14±0,06	0,32	10,12
<i>P. nigra, var. italica</i>	0,39±0,02	0,10	24,60	3,50±0,11	0,56	15,97

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7
<i>P. balsamifera</i>	0,19±0,01	0,04	21,14	3,17±0,13	0,63	19,87
<i>P. simoniif. pyramidalis</i>	0,21±0,01	0,04	16,89	2,83±0,08	0,42	14,82
<i>P. tremula</i>	0,21±0,01	0,07	34,60	2,46±0,06	0,28	11,40
<i>P. alba f. pyramidalis</i>	0,24±0,01	0,03	13,17	2,30±0,05	0,16	7,03
<i>P. laurifolia</i>	0,22±0,02	0,07	29,96	2,83±0,11	0,34	12,07
<i>P. nigra</i>	0,25±0,03	0,08	32,39	3,66±0,19	0,61	16,73
Total	0,24±0,01	0,09	37,73	2,94±0,04	0,58	19,78

Анализ абсолютных значений выявил значительные межвидовые различия в пигментном составе листьев тополей, особенно по хлорофиллу-*a*, что указывает на преобладающую роль генетических факторов. Хотя влияние среды возможно, более высокое содержание хлорофилла-*a* может отражать адаптацию к освещенности. Для полной интерпретации необходим учет других пигментов, возраста растений и условий произрастания, требуя дальнейших исследований. Разброс лимитов ( $\Delta_{lim} = \max - \min$ ) при этом составил: от 0,18 мг/г (*P. alba f. pyramidalis*) до 1,99 мг/г (*P. nigra var. italica*). Для хлорофилла-*b* зафиксирована иная картина в соотношении собственно лимитов, величин их диапазонов и в части расположения последних в общем координатном поле горизонтальной диаграммы. В частности, абсолютный диапазон значений указанного массива данных ( $\max = 2,98$  мг/г;  $\min = 0,41$  мг/г) достиг сравнительно большой величины (2,57 мг/г): от 0,41 мг/г у *P. simonii* до 2,98 мг/г у *P. nigra*.

Межвидовые различия в содержании каротиноидов у тополей значительны, отражаясь как в абсолютных значениях, так и в распределении данных. Генетические факторы и адаптация к свету, вероятно, играют ключевую роль, хотя и другие факторы (содержание хлорофилла, возраст, среда) требуют дальнейшего исследования. При этом общий размах варьирования достиг 0,53 мг/г, а соотношение лимитов – 54 ед.

Особенности в проявлении дисперсии имела общая сумма пигментов. Интервал лимитов ( $\max = 4,59$  мг/г;  $\min = 1,94$  мг/г), который сформировали *P. nigra var. italica* и *P. balsamifera* соответственно, составил 2,65 мг/г, а их отношение – 2,37 ед.

Таким образом, городские тополя Нижнего Новгорода (белые, черные, бальзамические) демонстрируют значительную межвидовую и внутривидовую изменчивость пигментации листьев, обусловленную, вероятно, уровнем освещенности, загрязнением, почвенными условиями и антропогенным воздействием. Различия в пигментах могут отражать адаптацию к стрессу. Дальнейшие исследования, включающие анализ условий произрастания, необходимы для оптимизации озеленения. Различия в содержании хлорофиллов и каротиноидов у тополей в городской среде свидетельствуют об

адаптации к запыленности, загрязнению, дефициту влаги и изменению освещения. Дальнейшие исследования должны оценить влияние этих факторов на фотосинтез, стресс-белки, рост и жизнеспособность, учитывая возраст, генетические особенности и почвенные условия растений. Анализ пигментов позволит оценить экологическое состояние города и эффективность озеленения, предсказывая выживаемость тополей. Сравнение с контрольной группой и использование расширенного пигментного анализа (включая флуоресценцию) обеспечат более полную картину.

## Список источников

1. Бессчетнов П. П. Тополь (Культура и селекция). Алма-Ата : Кайнар, 1969. 155 с.
2. Бессчетнов П. В., Бессчетнова Н. Н. Тополь белый (*Populus alba* L.) в объектах озеленения Нижегородской области: корреляция и регрессия параметров листового аппарата // Вестник Нижегородской ГСХА. 2019. № 2 (22). С. 25–31.
3. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Бессчетнов П. В. Содержание и баланс запасных веществ в тканях побегов тополей в Нижегородском Поволжье // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2020. Вып. 232. С. 92–104. DOI: 10.21266/2079-4304.2020.232.92-104
4. Бессчетнов П. В. Морфометрические характеристики листьев тополей в условиях городских посадок Нижнего Новгорода // Вестник Нижегородской ГСХА. 2018. № 4 (20). С. 17–27.
5. Бессчетнов П. В. Индивидуальная изменчивость морфологических характеристик листового аппарата особей тополя белого (*Populus alba* L.) // Рост и воспроизводство научных кадров в сельском и лесном хозяйстве: Всероссийская научно-практическая интернет-конференция с международным участием для обучающихся и молодых ученых (Нижний Новгород, 18–19 декабря 2019 года). Нижний Новгород : Нижегородская ГСХА, 2019. С. 68–74.