

УДК 54.056

## ВЛИЯНИЕ ЭКСТРАКТА ПОЧЕК ТОПОЛЯ БАЛЬЗАМИЧЕСКОГО *POPULUS BALZAMIFERA* НА РОСТ И РАЗВИТИЕ КАПУСТЫ БЕЛОКОЧАННОЙ

© А.Г. Мещанова\*, В.В. Поляков, С.А. Кротова

НАО Северо-Казахстанский университет им. М. Козыбаева, ул. Пушкина,  
86, Петропавловск, 150000, Казахстан, Mechshanova\_a@ptr.nis.edu.kz

В последние годы ведется настойчивый поиск новых приемов, технологий возделывания отдельных культур с целью повышения их продуктивности и улучшения качества продукции. Все большее внедрение получают новые методы предпосевной обработки семян биологическими стимуляторами, повышающими не только урожайность культур, но и изменяющими (в сторону увеличения) содержание важных питательных веществ (белки, жиры, углеводы, масла и другие). Несмотря на стремительное развитие химии и рост числа новых высокоэффективных препаратов биотехнологического и синтетического происхождения, растения продолжают занимать значительное место в качестве стимуляторов роста сельскохозяйственных культур.

Цель работы – оценить влияние экстракта тополя на рост и развитие капусты белокочанной.

Задачи: исследовать качественный состав водного экстракта почек тополя; установить ростостимулирующую активность экстракта почек тополя бальзамического по отношению к семенам капусты белокочанной.

Методология и научные подходы: в процессе работы проводились экспериментальные исследования по извлечению природных соединений почек тополя бальзамического, оценки эффективности действия экстракта почек тополя бальзамического на рост и развитие капусты белокочанной.

Полученные результаты и выводы: в составе водного экстракта почек тополя идентифицированы такие классы соединений, как флавоноиды, дубильные вещества, кумарины, сапонины, аминокислоты, фенолоксиды, полисахариды; применение экстракта почек тополя оказало существенное влияние на морфогенез, физиолого-биохимические показатели, продуктивность капусты белокочанной сорта «Подарок».

*Ключевые слова:* *Populus balsamifera*, ростостимулирующая активность, капуста белокочанная, водный экстракт, почки тополя.

---

**Для цитирования:** Мещанова А.Г., Поляков В.В., Кротова С.А. Влияние экстракта почек тополя бальзамического *Populus balsamifera* на рост и развитие капусты белокочанной // Химия растительного сырья. 2024. №1. С. 381–390. DOI: 10.14258/jcprm.20240112745.

---

### Введение

Флора Казахстана представляет собой уникальные запасы биологически активных соединений, обладающих широким спектром разнообразного действия. Страна богата природным растительным сырьем. В качестве объекта исследования был выбран тополь бальзамический (*Populus balsamifera*) вследствие широкого распространения и доступности на территории Северного Казахстана. Экстракт почек тополя является стимулятором роста растений благодаря наличию в своем составе насыщенных и ненасыщенных жирных кислот, липидов, фенольных и полифенольных соединений, аминокислот, эфирных масел, витаминов, которые обеспечивают стабильное ростостимулирующее действие [1].

Почки содержат углеводы, органические кислоты (яблочную, аскорбиновую, бензойную и др.), эфирное масло, фенолкарбоновые кислоты, фенолглюкозиды, халконы, флавоноиды, лейкоантоцианы и жирное масло. Ведущей группой биологически активных соединений (БАС) почек тополя являются флавоноиды (около 30%), среди которых доминируют флаваноны пиноцембрин и пиностробин [2]. Большой частью БАС почек представляют собой агликоновые соединения. Также в почках тополя обнаружены в большом коли-

---

\* Автор, с которым следует вести переписку.

честве фенилпропаноиды (представители 30 коричных кислот: кофейная, *n*-кумаровая, феруловая и коричная). Эфирное масло (около 0.5–2.0%) является второй группой активных соединений почек тополя [3]. К одной из важнейших функций фенольных веществ относят их участие в процессе дыхания за счет обратимого окисления и восстановления, кроме того, эти соединения выполняют в растениях также защитные функции, связанные с воздействием неблагоприятных условий среды [4]. Фенольные соединения участвуют в процессе роста растений, исполняя роль стимуляторов, и наиболее интенсивно образуются в молодых, энергично растущих тканях, к которым можно отнести и почки растений [5, 6].

Гиббереллины, входящие в состав почек тополя, являются стимуляторами роста растений, ускоряют развитие листьев, созревание семян. Известно 27 гиббереллинов; все они принадлежат к тетрациклическим дитерпеноидам и являются карбоновыми кислотами. Так как гиббереллины вызывают резкое ускорение роста зеленой массы растений, применение их должно сопровождаться усилением питания растений [7, 8].

Природные запасы бывают исчерпаемы, поэтому их использование должно быть бережным. И для этого в качестве сырья оптимально использовать отходы деревопереработки, не нанося ущерб природе.

Практическая значимость – использование отходов лесозаготовки (почки тополя) для получения экстракта почек тополя бальзамического *Populus balsamifera*, которые оказывают влияние на рост и развитие капусты белокочанной.

Цель исследования – оценить влияние растительных экстрактов на рост и развитие капусты белокочанной.

Задачи:

1. Исследовать качественный состав водного экстракта почек тополя.
2. Установить ростостимулирующую активность экстракта почек тополя бальзамического по отношению к семенам капусты белокочанной.

### **Экспериментальная часть**

*Получение экстракта почек тополя бальзамического.* Свежесобранные почки тополя измельчали до размеров 2–5 мм, заливали горячей водой, оставляли на 3 дня для получения экстракта. Далее экстракт отфильтровывали через бумажный фильтр.

Данный способ является экономически выгодным, так как исключает использование дорогостоящих легковоспламеняющихся растворителей. Кроме того, конечный продукт не содержит остаточного количества растворителей, загрязняющих субстанцию и увеличивающих ее токсичность.

*Оценка эффективности действия экстракта почек тополя бальзамического на рост и развитие капусты белокочанной.* В качестве объекта исследования использовали сорт капусты белокочанной «Подарок», районированный в Северо-Казахстанской области. Водная эмульсия экстракта тополя бальзамического применялась для некорневой подкормки растений.

*Схема опыта:*

- Посев сухих семян в грунт-К1.
- Посев семян в грунт, замоченных в воде-К2.
- Посев семян в грунт, замоченных в 0.03% водной эмульсии экстракта тополя бальзамического (ЭКТЬ).
- Посев сухих семян в грунт с некорневой подкормкой в онтогенезе 0.003% водной эмульсией ЭКТЬ.

*Физиологическая активность экстрактов.* Физиологическая активность экстрактов определялась путем замачивания семян в водных эмульсиях (0.3, 0.03, 0.003%-ные) в течение 18, 24, 36 ч.

*Влияние биостимуляторов на интенсивность дыхания.* Интенсивность дыхания семян определяли с помощью респираторного прибора И.М. Толмачева и титрированного раствора барита  $Ba(OH)_2$ , который поглощает углекислый газ, выделяемый семенами. Опыт проводили при температуре 20–22 °С. Интенсивность дыхания вычисляли по количеству поглощенного кислорода единицей биомассы за единицу времени проводили по формулам, приведенным в практикуме по физиологии растений [9].

*Влияние биостимуляторов на содержание хлорофилла.* Общее содержание хлорофилла определялось фотометрически методом градуировочного графика, построенного с использованием реактива Гетри. Для экстракции использовали 80%-ный раствор ацетона [10, 11].

*Влияние биостимуляторов на водный обмен.* Интенсивность транспирации измерялась по методу быстрого взвешивания Л.А. Иванова: изменение веса системы (часть листа) за время экспозиции – 3 мин [12]. Замеры проводились с периодом – 2 ч [13].

*Влияние биостимуляторов на содержание белков.* Определение содержания белка проводили биуретовым методом [12].

*Влияние биостимуляторов на количество сахара и витамина С.* Количество сахара в капусте белокочанной определяли по ГОСТ 8756.13-87. Определение содержания витамина «С» проводили по методу Тильсмана [14].

### Обсуждение результатов

При проведении химического анализа исследуемого экстракта методом капельного анализа установили наличие основных групп БАВ. На обнаруженные классы БАВ был проведен количественный анализ согласно фармакопейным статьям. Числовые значения количественного анализа выражены в процентных долях в пересчете на сухое растительное сырье в пересчете на коэффициент сухости. Содержание влаги в растительном сырье составило 7.66% [15–17].

Из данных таблицы можно сделать вывод, что водный экстракт почек тополя содержит такие вещества, как флавоноиды, дубильные вещества, кумарины, сапонины, аминокислоты, фенолоксилоны, полисахариды.

К одной из важнейших функций фенольных веществ относят их участие в процессе дыхания за счет обратимого окисления и восстановления, фенольные соединения участвуют в процессе роста растений, исполняя роль стимуляторов роста.

Для определения качественного состава водного экстракта использовали метод тонкослойной хроматографии на пластинке марки Silufoll, в системе бензол–хлороформ–муравьиная кислота–этиловый спирт–диэтиловый эфир (30 : 5 : 5 : 5 : 10).

Данную хроматограмму рассматривали при обычном, ультрафиолетовом свете ( $\lambda=365$  нм;  $\lambda=254$  нм), а также обрабатывали парами аммиака, 5% раствором карбоната натрия, серной кислотой в спирте (70% раствор), гидроксидом натрия в спирте и фосфорномолибденовой кислотой (табл. 2).

При обработке данной хроматограммы 70%-м спиртовым раствором серной кислоты пятно с  $R_f=0.29$  показало в ультрафиолетовом свете желтое свечение, при прогревании данной хроматограммы в сушильном шкафу при 120 °С в течение 10 мин пятно, не изменив цвета, стало флуоресцировать, что, согласно литературным данным [18], указывает на наличие гиббереллинов, в частности гиббереллина А7.

Таблица 1. Биологически активные вещества водного экстракта тополя

Группа БАВ	Качественная реакция	Наблюдения	Количество, %
Флавоноиды	Хлорид алюминия (III)	Образование желтого цвета, обесцвечивается при добавлении кислоты	2.96
Дубильные вещества	10% раствор ацетата свинца	Выпадение творожистого осадка	2.11
Кумарины	Лактонная проба	Образование белого осадка	0.42
Сапонины	Пенообразование	Устойчивая пена в растворе соляной кислоты	2.89
Аминокислоты	Нингидриновая реакция	Фиолетовое окрашивание	7.72
Фенолоксилоны	Метод Фолина-Чикольте	Изменение цвета раствора на желто-оранжевый	1.01
Алкалоиды	Реактив Драгендорфа	Изменений не наблюдается	–
Полисахариды	Осаждение спиртом	Образование белого осадка	4.15

Таблица 2. Тонкослойная хроматография водного экстракта тополя

№ пятна	Rf	Цвет пятна при действии проявителей					Предполагаемый класс соединения
		H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NaOH (спирт)	ФМК	УФ <sub>365 нм</sub> +NH <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	
1	0.9	нет	нет	нет	флуоресцирование	светло-желтый	фенолоксилоны
2	0.77	нет	нет	нет	флуоресцирование	нет	фенолоксилоны
3	0.58	нет	красный	светло-коричневый	красный	светло-красный	халкон
4	0.52	светло-желтый	желто-зеленый	синий	темный	желтый	кумарины
5	0.29	желтый	светло-красный	светло-коричневый	нет	нет	гиббереллины
6	0.03	красный	красный	коричневый	темный	темно-красный	поликонденсированные флавоноиды

Гиббереллины являются стимуляторами роста растений, ускоряют развитие листы, созревание семян. Известно 27 гиббереллинов; все они принадлежат к тетрациклическим дитерпеноидам и являются карбоновыми кислотами. Гиббереллины неустойчивы и быстро разрушаются в кислой или щелочной среде [19–21]. Их применяют в практике растениеводства для повышения выхода волокна конопли и льна, для увеличения размеров ягод у бессемянных сортов винограда, ускорения плодоношения томатов, для повышения урожайности трав, стимуляции прорастания семян (обработка гиббереллинами нарушает состояние покоя тканей и оказывает стратифицирующее действие на семена; при естественном выходе семян из состояния покоя содержание эндогенных гиббереллинов повышается) и др. Так как гиббереллины вызывают резкое ускорение роста зеленой массы растений, применение их должно сопровождаться усилением питания растений [22, 23].

*Оценка эффективности действия экстракта почек тополя бальзамического на рост и развитие капусты белокочанной.* Темпы роста и развития растительного организма, а в конечном итоге и его продуктивность во многом зависят от напряженности энергетического обмена, в частности от интенсивности дыхания. Результаты исследований свидетельствуют, что чем выше интенсивность дыхания у растений, тем быстрее темпы его роста и развития, тем выше его продуктивность.

Данные таблицы 3 показывают, что интенсивность дыхания капусты белокочанной сорта «Подарок» изменяется в онтогенезе. Причем это изменение идет в сторону снижения интенсивности дыхания с наступлением последующих фаз роста растения. Так, интенсивность дыхания в фазе накопления листовой массы и дальнейшего роста корневой системы (возраст 60 дней) ниже, чем в фазу начального роста розетки и корней (возраст 30–35 дней), во всех вариантах опыта.

Так, у растений, выращенных из семян, замоченных в 0.03%-й водной эмульсии ЭКТБ, интенсивность дыхания – 2.7 мг CO<sub>2</sub> на 1 г сухого вещества, что составляет по отношению к контролю 1 (К1) 540%, по отношению к контролю 2 (К2) – 270% и превышает урожайность по сравнению с другими вариантами обработки.

Интенсивность дыхания и продуктивность растений, получивших некорневую подкормку 0.003% водной эмульсией ЭКТБ, также превышает соответствующие показатели в контрольных образцах. Так, интенсивность дыхания в фазе начального роста розетки и корней – 1.9 мг CO<sub>2</sub> на 1 г сухого вещества, что составляет по отношению к контролю 1 (К1) 380%, по отношению к контролю 2 (К2) – 190%. Урожайность составляет 1008 ц/га.

Таблица 3. Влияние биостимуляторов на интенсивность дыхания в онтогенезе капусты белокочанной сорта «Подарок»

Варианты опыта	Фаза начального роста розетки и корней (возраст 30–35 дней)			Фаза накопления листовой массы и дальнейшего роста корневой системы (возраст 60 дней)			Урожай, ц/га
	Интенсивность дыхания, мг CO <sub>2</sub> /1 г сухого вещества	Отношение к контролю (К1), %	Отношение к контролю (К2), %	Интенсивность дыхания, мг CO <sub>2</sub> /1 г сухого вещества	Отношение к контролю (К1), %	Отношение к контролю (К2), %	
Посев сухих семян в грунт-К1	0.5	100	50	0.3	100	75	894
Посев семян в грунт, замоченных в воде-К2	1.0	200	100	0.4	133	100	9990
Посев семян в грунт, замоченных в 0.03% водной эмульсии ЭКТБ	2.7	540	270	2.3	766	75	1156
Посев сухих семян в грунт с некорневой подкормкой в онтогенезе 0.003% водной эмульсией ЭКТБ	1.9	380	190	1.7	566	425	1008

Применение биостимуляторов оказало влияние и на содержание хлорофилла в листьях в онтогенезе капусты белокочанной сорта «Подарок». Содержание хлорофилла в фазе начального роста растения розетки и корней и во время накопления листовой массы и дальнейшего роста корневой системы увеличивается при использовании водной эмульсии ЭКТБ, что видно из данных в таблице 4.

В период вегетации были определены интенсивность транспирации и содержание сухих веществ. Данные таблицы 5 свидетельствуют о том, что водообмен растений, выращенных из семян, обработанных биостимуляторами и получивших некорневую подкормку в онтогенезе, неодинаковы. Данные таблицы показывают, что растения опытных вариантов имеют наименьшую интенсивность транспирации, что говорит об экономном расходовании ими воды.

Интенсивность транспирации растений контрольных вариантов составила К1 – 1205 мг/см<sup>2</sup>·ч, К2 – 749 мг/см<sup>2</sup>·ч. Интенсивность транспирации растений, выращенных из семян, замоченных в 0.03%-ной водной эмульсии ЭКТБ, – 628, этот же показатель у растений, получивших некорневую подкормку в онтогенезе 0.003% водной эмульсией ЭКТБ – 425 мг/см<sup>2</sup>·ч.

Одним из наиболее важных показателей биологического качества овощных культур является содержание в них сухого вещества. Необходимо отметить, что при обработке семян 0.03%-ной водной эмульсии ЭКТБ содержание сухого вещества составило 8%, что выше, чем в контрольных вариантах.

Одним из показателей, характеризующих качество капусты, является содержание в ней белка. Результаты исследований показали, что применяемые биостимуляторы способствовали повышению содержания количества сырого белка в онтогенезе капусты белокочанной сорта «Подарок» (табл. 6).

Таблица 4. Влияние биостимуляторов на содержание хлорофилла в онтогенезе капусты белокочанной сорта «Подарок»

Варианты опыта	Фаза начального роста розетки и корней (возраст 30–35 дней)			Фаза накопления листовой массы и дальнейшего роста корневой системы (возраст 60 дней)		
	Содержание хлорофилла, % на вес сухих листьев	Отношение к контролю (К1), %	Отношение к контролю (К2), %	Содержание хлорофилла, % на вес сухих листьев	Отношение к контролю (К1), %	Отношение к контролю (К2), %
Посев сухих семян в грунт-К1	0.1	100	91	0.09	100	86
Посев семян в грунт, замоченных в воде-К2	0.11	110	100	0.10	115	100
Посев семян в грунт, замоченных в 0.03% водной эмульсии ЭКТБ	0.16	160	145	0.12	135	117
Посев сухих семян в грунт с некорневой подкормкой в онтогенезе 0.003% водной эмульсией ЭКТБ	0.17	170	155	0.12	145	125

Таблица 5. Влияние биостимуляторов на водный обмен

Варианты опыта	Интенсивность транспирации, мг/см <sup>2</sup> ·ч	Содержание сухого вещества, %
Посев сухих семян в грунт-К1	1205	6
Посев семян в грунт, замоченных в воде-К2	749	7
Посев семян в грунт, замоченных в 0.03% водной эмульсии ЭКТБ	628	8
Посев сухих семян в грунт с некорневой подкормкой в онтогенезе 0.003% водной эмульсией ЭКТБ	425	8

Таблица 6. Влияние биостимуляторов на содержание белков в онтогенезе капусты белокочанной сорта «Подарок»

Варианты опыта	Фаза начального роста розетки и корней (возраст 30–35 дней)			Фаза накопления листовой массы и дальнейшего роста корневой системы (возраст 60 дней)			Фаза образования кочана (возраст 120–150 дней)		
	Содержание белка в 100 г сырой массы, г	Отношение к контролю (K1), %	Отношение к контролю (K2), %	Содержание белка в 100 г сырой массы, г	Отношение к контролю (K1), %	Отношение к контролю (K2), %	Содержание белка в 100 г сырой массы, г	Отношение к контролю (K1), %	Отношение к контролю (K2), %
Посев сухих семян в грунт-K1	0.2	100	40	0.5	100	71	0.7	100	77
Посев семян в грунт, замоченных в воде-K2	0.5	250	100	0.7	140	100	0.9	129	100
Посев семян в грунт, замоченных в 0.03% водной эмульсии ЭКТБ	0.9	450	180	1.5	300	214	2.0	286	222
Посев сухих семян в грунт с некорневой подкормкой в онтогенезе 0.003% водной эмульсией ЭКТБ	1.2	600	240	1.3	260	186	1.6	229	177

Данные таблицы показывают, что содержание белка в 100 грамм сырой капусты в фазе начального роста розетки и корней у растений, выращенных из сухих семян, составляет 0.2 г, а у растений, выращенных из семян, замоченных в 0.03%-ной водной эмульсии ЭКТБ – 0.9 г. Содержание сырого белка в фазе накопления листовой массы и дальнейшего роста корневой системы составляет в K1 – 0.5 г, в K2 – 0.7 г, у растений, выращенных из семян, замоченных в 0.03%-ной водной эмульсии ЭКТБ, – 1.5 г, у растений, получивших некорневую подкормку в онтогенезе 0.003% водной эмульсией ЭКТБ, – 1.3 г. В фазе образования кочана наблюдается значительное увеличение содержания белка на грамм сухого вещества. Так, содержание белка у растений, выращенных из семян, замоченных в 0.03%-ной водной эмульсии ЭКТБ, – 2.0 г, у растений, получивших некорневую подкормку в онтогенезе 0.003% водной эмульсией ЭКТБ, – 1.6 г. Полученные данные свидетельствуют об эффективности применяемых экстрактов.

Белокочанная капуста весьма ценна наличием в ней сахаров и витаминов. Результаты исследований показали, что применение биостимуляторов оказало влияние на содержание редуцирующих сахаров и витамина С в капусте (табл. 7).

Биостимуляторы оказали влияние на содержание сахаров на сырой вес капусты. Данные таблицы показывают, что у растений, выращенных из семян, замоченных в 0.03%-ной водной эмульсии ЭКТБ, содержание сахара составляет 177% по отношению к K1 и 167% – по отношению к K2, у растений, получивших некорневую подкормку в онтогенезе 0.003% водной эмульсией ЭКТБ, содержание сахара составляет 158% по отношению к K1 и 148% – по отношению к K2. Применение экстрактов оказало влияние и на содержание витамина С (аскорбиновой кислоты). Наибольший эффект на содержание витамина С показало замачивание семян в 0.03%-ной водной эмульсии ЭКТБ. Количество аскорбиновой кислоты в мг на 100 г составило у этих растений 63.2.

Об эффективности новых приемов технологии можно судить по урожайности капусты, выращенной безрассадным способом. Учет урожайности зеленой массы проводили методом сплошной уборки учетной

площади делянки с последующим пересчетом на 1 га. Из данных таблицы 8 следует, что применение экстракта почек тополя для предпосевной обработки семян и для некорневой подкормки оказало влияние на повышение продуктивности культуры и качество урожая (плотность кочана).

Прибавка урожая в сравнении с К1 составила 114–360 ц/га, в сравнении с К2 18–264 ц/га. Максимальная урожайность получена при выращивании растений, семена которых были замочены в 0.03%-ной водной эмульсии ЭКТБ.

Предпосевная обработка семян в водных эмульсиях оказала большое влияние на продуктивность и качество продукции в сравнении с некорневой подкормкой. Наибольшая значимость может быть обусловлена длительностью последствия экстракта и его действием на физиологию семени, проростков и взрослых растений.

Таблица 7. Влияние биостимуляторов на количество редуцирующих сахаров и витамина С в капусте белокочанной сорта «Подарок»

Варианты опыта	Количество редуцирующих сахаров на сырой вес капусты, %	Отношение к контролю (К1), %	Отношение к контролю (К2), %	Количество витамина С, мг/100г	Отношение к контролю (К1), %	Отношение к контролю (К2), %
Посев сухих семян в грунт-К1	2.9	100	93	17.5	100	84
Посев семян в грунт, замоченных в воде-К2	3.1	106	100	20.7	118	100
Посев семян в грунт, замоченных в 0.03% водной эмульсии ЭКТБ	5.2	177	167	63.2	361	305
Посев сухих семян в грунт с некорневой подкормкой в онтогенезе 0.003% водной эмульсией ЭКТБ	4.6	158	148	36.7	209	176

Таблица 8. Влияние растительных экстрактов и способов их применения на продуктивность капусты белокочанной сорта «Подарок»

Варианты опыта	Урожай, ц/га	Качество урожая	
		Средний вес кочана, кг	Плотность кочана
Посев сухих семян в грунт-К1	894	3.7	0.4
Посев семян в грунт, замоченных в воде-К2	990	4.1	0.4
Посев семян в грунт, замоченных в 0.03% водной эмульсии ЭКТБ	1254	5.2	0.7
Посев сухих семян в грунт с некорневой подкормкой в онтогенезе 0.003% водной эмульсией ЭКТБ	1008	4.3	0.5

### Выводы

Установлен качественный состав водного экстракта почек тополя.

Применение экстракта почек тополя оказало существенное влияние на морфогенез, физиолого-биохимические показатели, продуктивность капусты белокочанной сорта «Подарок», выращиваемой в Северном Казахстане безрассадным способом.

Действие экстракта повышает посевные качества семян.

Последствие применения экстракта прослеживалось в онтогенезе растений на изменении важных физиологических процессов, которые влияли на продуктивность продукции и ее качество.

Применение ЭКТБ для обработки семян более эффективно, в вариантах опыта урожайность составила 1008–1254 ц/га в сравнении с контрольными вариантами (894–990 ц/га), прибавка урожая составила в сравнении с К1 составила 114–360 ц/га, в сравнении с К2 18 – 264 ц/га.

**Финансирование**

Данная работа финансировалась за счет средств бюджета Северо-Казахстанского университета имени М. Козыбаева. Никаких дополнительных грантов на проведение или руководство данным конкретным исследованием получено не было.

**Конфликт интересов**

Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

**Открытый доступ**

Эта статья распространяется на условиях международной лицензии Creative Commons Attribution 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), которая разрешает неограниченное использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии, что вы дадите соответствующие ссылки на автора(ов) и источник и предоставите ссылку на Лицензию Creative Commons и укажете, были ли внесены изменения.

**Список литературы**

1. Поляков В.В., Вилков К.В. Эфирные масла растений и их биологическая активность. Алматы, 2005. 196 с.
2. Поляков В.В., Тангулова Б.М., Ахметова С.Б., Садырбеков Д.Т. Биологическая активность эфирного масла тополя бальзамического // Фармация Казахстана. 2005. №2. С. 12–13.
3. Лобанова А.А., Будаева В.В., Сакович Г.В. Исследование биологически активных флавоноидов в экстрактах из растительного сырья // Химия растительного сырья. 2004. №1. С. 47–52.
4. Сорокина И.В. и др. Роль фенольных антиоксидантов в повышении устойчивости органических систем к свободно-радикальному окислению // Экология. Серия аналитических обзоров мировой литературы. 1997. №46. С. 3–58.
5. Мещанова А.Г. и др. Ростостимулирующая активность флавоноидов экстрактов почек тополя бальзамического *Populus balsamifera* // Химия растительного сырья. 2022. №4. С. 269–276. DOI: 10.14258/jerpm.20220411385.
6. Дуктов А.П., Воронцов Г.В. Микробиология. Курс лекций: учеб.-метод. пособие. Горки, 2017. 136 с.
7. Лупова Е.И., Виноградов Д.В., Мастеров А.С. Совершенствование технологии возделывания сурепицы. Рязань, 2020. 176 с.
8. Никонович Т.В., Иванистов А.Н., Французенок В.В. Биотехнология в растениеводстве: курс лекций. Горки, 2017. 84 с.
9. Лушникова Т.А. Практикум по физиологии растений. Курган, 2018. 94 с.
10. Третьяков Н.Н. и др. Практикум по физиологии растений. М., 2003. 288 с.
11. Зимина Е.В., Кукушкин И.А., Петрова О.А. Методика проведения лабораторных занятий по теме «Водный режим растений» // Достижения вузовской науки. 2014. №8. С. 20–26.
12. Алпеева М.И. и др. Особенности определения белка в ряске (*Lemna minor*) // Пищевые инновации и биотехнологии. 2017. С. 11–12.
13. Иванов Л.А., Сирина А.А., Цельникер Ю.Л. О методике быстрого взвешивания для определения транспирации в естественных условиях // Ботанический журнал. 1950. Т. 35, №2. С. 171–185.
14. Филиппова Г.Г., Смолич И.И. Биохимия растений: метод. рекомендации к лабораторным занятиям, задания для самостоятельной работы студентов. Минск, 2004. 60 с.
15. Корулькин Д.Ю. и др. Антрахиноны растений рода *Polygonum* L. с рострегулирующей активностью // Фенольные соединения: функциональная роль в растениях. 2018. С. 214–216.
16. Шевченко А.С., Музычкина Р.А., Корулькин Д.Ю. Изучение химического состава некоторых казахстанских растений рода горец *Polygonum* L. // Вестник национальной инженерной академии РК. 2017. №3. С. 60–65.
17. Routray W., Orsat V. Microwave-assisted extraction of flavonoids: a review // Food and Bioprocess Technology. 2012. Vol. 5, no. 2. Pp. 409–424. DOI: 10.1007/s11947-011-0573-z.
18. Максимов И.В., Абизгильдина Р.Р., Пусенкова Л.И. Стимулирующие рост растений микроорганизмы как альтернатива химическим средствам защиты от патогенов (обзор) // Прикладная биохимия и микробиология. 2011. Т. 47, №4. С. 373–385.
19. Mukusheva G.K. et al. Synthesis and Cytotoxicity of Pinostrobin Hydrazone Derivatives // Chemistry of Natural Compounds. 2015. Vol. 51, no. 3. Pp. 464–471.
20. Pignatelli P. et al. The flavonoids quercetin and catechin synergistically inhibit platelet function by antagonizing the intracellular production of hydrogen peroxide // The American journal of clinical nutrition. 2000. Vol. 72, no. 5. Pp. 1150–1155. DOI: 10.1093/ajcn/72.5.1150.
21. Kohler N., Lipton A. Platelets as a source of fibroblast growth-promoting activity // Experimental cell research. 1974. Vol. 87, no. 2. Pp. 297–301. DOI: 10.1016/0014-4827(74)90484-4.
22. Ahmad F., Ahmad I., Khan M.S. Screening of free-living rhizospheric bacteria for their multiple plant growth promoting activities // Microbiological research. 2008. Vol. 163, no. 2. Pp. 173–181. DOI: 10.1016/j.micres.2006.04.001.
23. Reddy A.V.B. et al. Recent improvements in the extraction, cleanup and quantification of bioactive flavonoids // Studies in natural products chemistry. 2020. Vol. 66. Pp. 197–223.

Поступила в редакцию 27 марта 2023 г.

После переработки 21 апреля 2023 г.

Принята к публикации 5 сентября 2023 г.



Meshchanova A.G.\* , Polyakov V.V., Krotova S.A. INFLUENCE OF *POPULUS BALZAMIFERA* BUDNEY EXTRACT ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF CABBAGE

NJSC North Kazakhstan University named after. M. Kozybaeva, Pushkina st., 86, Petropavlovsk, 150000, Kazakhstan, e-mail: Mechshanova\_a@ptr.nis.edu.kz

In recent years, there has been a persistent search for new methods and technologies for cultivating individual crops in order to increase their productivity and improve product quality. New methods of pre-sowing seed treatment with biological stimulants are increasingly being introduced, increasing not only crop yields, but also changing (increasingly) the content of important nutrients (proteins, fats, carbohydrates, oils, and others). Despite the rapid development of chemistry and the growth in the number of new highly effective drugs of biotechnological and synthetic origin, plants continue to occupy a significant place as a growth stimulator of agricultural crops.

The aim of the work is to evaluate the effect of poplar extract on the growth and development of white cabbage.

Tasks: to investigate the qualitative composition of the aqueous extract of poplar buds; to establish the growth-stimulating activity of the extract of balsamic poplar buds in relation to the seeds of white cabbage.

Methodology and scientific approaches: in the course of the work, experimental studies were carried out on the extraction of natural compounds of balsam poplar buds, evaluating the effectiveness of the balsam poplar bud extract on the growth and development of white cabbage.

Results and conclusions: in the composition of the aqueous extract of poplar buds, such classes of compounds as flavonoids, tannins, coumarins, saponins, amino acids, phenolic acids, polysaccharides were identified; the use of poplar bud extract had a significant impact on morphogenesis, physiological and biochemical parameters, and the productivity of white cabbage of the "Gift" variety.

Keywords: *Populus balzamifera*, growth-stimulating activity, white cabbage, water extract, poplar buds.

**For citing:** Meshchanova A.G., Polyakov V.V., Krotova S.A. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2024, no. 1, pp. 381–390. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.20240112745.

### References

1. Polyakov V.V., Vilkov K.V. *Efirnyye masla rasteniy i ikh biologicheskaya aktivnost'*. [Essential oils of plants and their biological activity]. Almaty, 2005. 196 p. (in Russ.).
2. Polyakov V.V., Tangulova B.M., Akhmetova p.B., Sadyrbekov D.T. *Farmatsiya Kazakhstana*, 2005, no. 2, pp. 12–13. (in Russ.).
3. Lobanova A.A., Budayeva V.V., Sakovich G.V. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2004, no. 1, pp. 47–52. (in Russ.).
4. Sorokina I.V. et al. *Ekologiya. Seriya analiticheskikh obzorov mirovoy literatury*. 1997, no. 46, pp. 3–58. (in Russ.).
5. Meshchanova A.G. et al. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2022, no. 4, pp. 269–276. DOI: 10.14258/jcprm.20220411385. (in Russ.).
6. Duktov A.P., Vorontsov G.V. *Mikrobiologiya. Kurs lektsiy: ucheb.-metod. posobiye*. [Microbiology. Course of lectures: educational and methodological manual]. Gorki, 2017, 136 p. (in Russ.).
7. Lupova Ye.I., Vinogradov D.V., Masterov A.S. *Sovershenstvovaniye tekhnologii vzdelyvaniya surepitsy*. [Improving the technology of cultivating rapeseed]. Ryazan, 2020, 176 p. (in Russ.).
8. Nikonovich T.V., Ivanistov A.N., Frantsuzenok V.V. *Biotehnologiya v rasteniyevodstve: kurs lektsiy*. [Biotechnology in crop production: a course of lectures]. Gorki, 2017, 84 p. (in Russ.).
9. Lushnikova T.A. *Praktikum po fiziologii rasteniy*. [Workshop on plant physiology]. Kurgan, 2018, 94 p. (in Russ.).
10. Tret'yakov N.N. et al. *Praktikum po fiziologii rasteniy*. [Workshop on plant physiology]. Moscow, 2003, 288 p. (in Russ.).
11. Zimina Ye.V., Kukushkin I.A., Petrova O.A. *Dostizheniya vuzovskoy nauki*, 2014, no. 8, pp. 20–26. (in Russ.).
12. Alpeyeva M.I. et al. *Pishchevyye innovatsii i biotekhnologii*, 2017, pp. 11–12. (in Russ.).
13. Ivanov L.A., Silina A.A., Tsel'niker Yu.L. *Botanicheskiy zhurnal*, 1950, vol. 35, no. 2, pp. 171–185. (in Russ.).
14. Filiptsova G.G., Smolich I.I. *Biokhimiya rasteniy: metod. rekomendatsii k laboratornym zanyatiyam, zadaniya dlya samostoyatel'noy raboty studentov*. [Biochemistry of plants: method. recommendations for laboratory classes, assignments for students' independent work]. Minsk, 2004, 60 p. (in Russ.).
15. Korul'kin D.Yu. et al. *Fenol'nyye soyedineniya: funktsional'naya rol' v rasteniyakh*, 2018, pp. 214–216. (in Russ.).
16. Shevchenko A.S., Muzychkina R.A., Korul'kin D.Yu. *Vestnik natsional'noy inzhenernoy akademii RK*, 2017, no. 3, pp. 60–65. (in Russ.).
17. Routray W., Orsat V. *Food and Bioprocess Technology*, 2012, vol. 5, no. 2, pp. 409–424. DOI: 10.1007/s11947-011-0573-z.
18. Maksimov I.V., Abizgil'dina R.R., Pusenkova L.I. *Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya*, 2011, vol. 47, no. 4, pp. 373–385. (in Russ.).
19. Mukusheva G.K. et al. *Chemistry of Natural Compounds*, 2015, vol. 51, no. 3, pp. 464–471.
20. Pignatelli P. et al. *The American journal of clinical nutrition*, 2000, vol. 72, no. 5, pp. 1150–1155. DOI: 10.1093/ajcn/72.5.1150.
21. Kohler N., Lipton A. *Experimental cell research*, 1974, vol. 87, no. 2, pp. 297–301. DOI: 10.1016/0014-4827(74)90484-4.

\* Corresponding author.

22. Ahmad F., Ahmad I., Khan M.S. *Microbiological research*, 2008, vol. 163, no. 2, pp. 173–181. DOI: 10.1016/j.micres.2006.04.001.
23. Reddy A.V.B. et al. *Studies in natural products chemistry*, 2020, vol. 66, pp. 197–223.

*Received March 27, 2023*

*Revised April 21, 2023*

*Accepted September 5, 2023*

#### **Сведения об авторах**

*Мещанова Анна Геннадьевна* – докторант,  
Mechshanova\_a@ptr.nis.edu.kz

*Поляков Владilen Васильевич* – доктор химических наук, профессор кафедры химии и химической технологии, vpolyakov44@rambler.ru

*Кротова Светлана Александровна* – кандидат биологических наук, доцент

#### **Information about authors**

*Meshchanova Anna Gennadievna* – doctoral student,  
Mechshanova\_a@ptr.nis.edu.kz

*Polyakov Vladilen Vasilievich* – Doctor of Chemical Sciences, Professor of the Department of Chemistry and Chemical Technology, vpolyakov44@rambler.ru

*Krotova Svetlana Alexandrovna* – Candidate of Biological Sciences, assistant professor