

УДК 547.51

РОСТОСТИМУЛИРУЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ ФЛАВОНОИДОВ ЭКСТРАКТОВ ПОЧЕК ТОПОЛЯ БАЛЬЗАМИЧЕСКОГО *POPULUS BALSAMIFERA*

© А.Г. Мещанова*, Ю.С. Бызова, К.А. Островной, В.В. Поляков

НАО Северо-Казахстанский университет им. М. Козыбаева,
ул. Пушкина, 86, Петропавловск, 150000 (Казахстан),
e-mail: Mechshanova_a@ptr.nis.edu.kz

В настоящее время остро стоит задача ускоренной разработки альтернативных мер защиты растений, что связано с усугублением экологической ситуации, стремлением уменьшить загрязнение агроландшафтов и получать сельскохозяйственную продукцию с минимальным использованием агрохимикатов. Экстракт 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. Цель – оценить стимулирующую активность экстрактов почек тополя бальзамического *Populus balsamifera* на семенную продуктивность льна.

Задачи: выделить сумму флавоноидов из тополя бальзамического; установить ростостимулирующую активность экстракта почек тополя бальзамического по отношению к семенам льна.

Методология и научные подходы: способ получения предлагаемого экстракта тополя бальзамического включает использование почек тополя бальзамического, высушивание на воздухе, измельчение, экстракцию 90% этанолом в аппарате Сокслета, фильтрацию и упаривание до получения целевого продукта.

Полученные результаты и выводы: результаты изучения ростостимулирующей активности экстрактов тополя бальзамического *Populus balsamifera* показали высокую семенную продуктивность льна томской селекции в контрольной группе; условия воспроизводства положительно повлияли на урожайность льна.

Ключевые слова: флавоноиды, *Populus balsamifera*, ростостимулирующая активность, семена льна, экстракт.

Введение

В Казахстане произрастает свыше 5 тыс. видов растений, в Северо-Казахстанской области – более тысячи видов 95 семейств высших растений [1]. Наличие стабильной сырьевой базы делает возможным производство современных стимуляторов роста сельскохозяйственных культур на основе отечественных фитопрепаратов из природного возобновляемого растительного сырья. В качестве объекта исследования был выбран тополь бальзамический (*Populus balsamifera*) вследствие широкого распространения и доступности на территории Северного Казахстана.

Тополь, насчитывающий более 15 видов в Казахстане, интересен по своему многообразию, запасам и возможностям практического применения. Тополь бальзамический имеет высоту 25–30 м; толщина ствола до 2 м, кора молодых деревьев гладкая, серовато-зеленая, у взрослых деревьев – серая. Почка представляет собой яйцевидные объекты с заостренной верхушкой, клейкие красновато-коричневого цвета, 1.5–2

Мещанова Анна Геннадьевна – докторант,

e-mail: Mechshanova_a@ptr.nis.edu.kz

Бызова Юлия Сергеевна – докторант,

e-mail: yusbyzova@ku.edu.kz

Островной Кирилл Александрович – старший

преподаватель кафедры химии и химических технологий,

e-mail: kaostrovnoj@ku.edu.kz

Поляков Владислав Васильевич – доктор химических наук,

профессор кафедры химии и химических технологий,

e-mail: vpolyakov44@rambler.ru

длины и 0.6–0.8 см толщины. Тополь бальзамический в Северном Казахстане растет повсеместно [2, 3]. Уменьшение зависимости сельскохозяйственного производства от неблагоприятных климатических воздействий – одна из главнейших проблем для региона Северного Казахстана. Зерновым культурам приходится испытывать комплекс негативных природных явлений: в период всходов

* Автор, с которым следует вести переписку.

– низкие температуры, во время кущения-выхода в трубку – сильную засуху, в последующие периоды, наоборот, обильное выпадение осадков и понижение температуры, что создает благоприятные условия для развития инфекционных заболеваний и зачастую приводит к полеганию посевов. Экстракт 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 [4]. В сложившейся обстановке особенного внимания заслуживает применение физиологически активных веществ (ФАВ): регуляторов роста, витаминов, гумусовых веществ, антибиотиков, органических кислот, микроэлементов и т.д. Физиологически активные вещества в небольших дозировках улучшают питание, увеличивают урожайность сельскохозяйственных культур, а также улучшают качество полученной продукции [5].

К достоинствам биологических препаратов на основе тополя бальзамического можно отнести их низкую стоимость, отсутствие отрицательного влияния на продуктивность растений, высокую специфичность, низкую токсичность. Основное отличие биологических препаратов от остальных средств защиты растений состоит в том, что они способны стимулировать естественные защитные способности самих растений, влияя тем самым на вредные организмы. Применение таких препаратов является одним из путей решения экологических проблем в сельском хозяйстве и мощным средством повышения эффективности как защиты растений от фитопатогенов, так и растениеводства в целом [6]. В почках бальзамических тополей, произрастающих в Северном Казахстане, установлено наличие в составе полифенолов таких соединений, как пиностробин, пиноцембрин, хризин, тектохризин, апигенин, кемпферол, кверцетин, мирицетин, галангин, изальпинин, изорамнетин, рамнетин, 2,6-дигидрокси-4'-метоксисалкон и 4',6'-дигидроксиалкон. В составе почек тополя обнаружены также протокатеховая, галловая, транскоричная, *n*-кумаровая, феруловая и кофейная кислоты [7].

Цель исследования – оценить стимулирующую активность экстрактов почек тополя бальзамического на семенную продуктивность льна.

Задачи:

1. Выделить сумму флавоноидов из тополя бальзамического.
2. Установить ростостимулирующую активность экстракта почек тополя бальзамического по отношению к семенам льна.

Экспериментальная часть

Выделение суммы флавоноидов из растительного сырья. На основе результатов качественного анализа основных групп биологически активных веществ был осуществлен подбор оптимального экстрагента, с помощью которого представляется возможным определить весь комплекс соединений в растительном сырье. Растворитель должен отвечать следующим требованиям: извлекать действующие вещества из сырья в максимальной степени, быть доступным для производства с экономической точки зрения, хорошо смачивать растительный материал для свободного проникновения через клеточные мембраны. В качестве растворителя был выбран этиловый спирт благодаря его экологической безопасности, хорошей консервирующей способности и низкой температуре кипения. Способ получения предлагаемого экстракта тополя бальзамического, обладающего ростостимулирующей активностью, включает использование почек тополя бальзамического, высушивание на воздухе, измельчение, экстракцию 90% этанолом в аппарате Сокслета при температуре 60 °С в течение 24 ч, фильтрацию и упаривание до получения целевого продукта [8, 9].

Идентификация флавоноидов в полученных экстрактах. Идентификация флавоноидов осуществлялась при помощи метода тонкослойной хроматографии и цветных реакций с 2% хлоридом алюминия, проба Синода, проба Брианта, 1% раствором ацетата свинца основного, 10% раствором гидроксида натрия.

Для проведения качественного анализа навеску 5 г сухого сырья, измельченного до 1–2 мм, заливали 90% этиловым спиртом до 50 мл и кипятили на водяной бане с обратным холодильником в течение 2 ч.

Количественное определение суммы флавоноидов в растительном сырье. Для количественного определения содержания флавоноидов в экстракте тополя бальзамического использовали реакцию комплексообразования флавоноидов с хлоридом алюминия в слабокислой среде методом спектрофотометрии, так как данная реакция дает наиболее стабильные результаты. Для этого измельчили сырье путем дробления до 0.4–2 мм, далее навеску 1 г измельченного сырья поместили в колбу со шлифом, добавили 30 мл 90% этанола, содержащего 1% концентрированной соляной кислоты, и нагревали на водяной бане в течение 30 мин с

обратным холодильником. Охлаждение проводили под струей холодной воды до температуры 20 °С. Содержимое колбы фильтровали через бумажный фильтр в мерную колбу вместимостью 150 мл. Повторяли описанный процесс еще два раза, объединенные извлечения фильтровали в ту же мерную колбу, объем фильтрата доводили до 150 мм 90% этиловым спиртом (раствор А).

2 мл раствора А помещали в мерную колбу вместимостью 25 мл, прибавляли 1 мл 1% раствора хлорида алюминия в 95% этаноле и доводили объем раствора до 25 мл 95% этанолом; спустя 20 мин определяли оптическую плотность раствора на спектрофотометре NIR BK-S430 при длине волны 430 нм в кювете на 10 мм. Раствор сравнения готовили следующим образом: 2 мл раствора А помещали в мерную колбу на 25 мл и доводили объем раствора до метки 95 % этанолом.

Содержание суммы флавоноидов в пересчете на кверцетин и абсолютно сухое сырье определяли по формуле:

$$X = \frac{D \cdot 100 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 25}{764.6 \cdot m \cdot 2 \cdot (100 - w)},$$

где D – плотность исследуемого раствора; 764.6 – удельный показатель поглощения комплекса кверцетина с хлоридом алюминия при 430 нм; m – масса сырья, г; w – потеря в массе при высушивании сырья, %.

Оценка эффективности действия экстракта почек тополя бальзамического на семенную продуктивность льна северного. Почки измельчали до размеров 0.4–2 мм, растирали до однородной массы, экстрагировали этанолом в течение 24 ч при нагревании на водяной бане при 60 °С. Затем экстракты отфильтровывали через два слоя ткани. Семена льна (по 100 шт.) прорастивали в чашках Петри на фильтровальной бумаге на 0.05%-ных растворах исследуемых экстрактов в темноте при постоянной температуре 20 °С в течение 7 суток. В качестве контроля использовали дистиллированную воду. Согласно ГОСТ 12038-84 подсчет проросших семян в опыте проводили на 3 и 7 сутки, использовали 4-кратную повторность [10].

Обсуждение результатов

Был исследован состав экстракта почек тополя методом тонкослойной хроматографии. В системе петролейный эфир – этилацетат – уксусная кислота (4 : 2 : 0.1) на пластинке Silufol осмотр хроматограммы показал наличие большого числа пятен. Идентификацию пятен производили под действием ультрафиолетового света. Значения R_f, цвет, в видимом свете и под действием УФ обнаруженных пятен приведены ниже (табл. 1).

Двумерную хроматографию проводили на пластинке марки Silufol в двух системах. Сначала ставили хроматограмму с нанесенным веществом в систему состава петролейный эфир – этилацетат – уксусная кислота (4 : 1 : 0.1) для более тщательного разделения веществ и с целью повышения значения R_f в вышеуказанной системе хроматограмму ставили два раза, после просушивания перпендикулярно полученному треку хроматограмму ставили в систему состава бензол – хлороформ – муравьиная кислота – этиловый спирт – диэтиловый эфир (30 : 5 : 5 : 5 : 10). Данное действие позволило разделить вещества с близкими значениями R_f (рис. 1).

Таким образом, применение двумерной хроматографии позволило более четко разделить вещества, находящиеся в фильтрате экстракта почек тополя. В одномерной хроматограмме обнаружено лишь 8 пятен различных веществ, когда как в двумерной хроматограмме обнаружено 11, что оправдало предположение о наложении некоторых веществ друг на друга в одномерной хроматограмме.

Таблица 1. Тонкослойная хроматография экстракта тополя

Номер пятна	R _f	Цвет пятна в видимом свете	Цвет пятна в УФ	Предполагаемый класс соединения
1	0.58	светло-желтый	ярко-желтый	кислоты
2	0.47	светло-желтый	тёмно-коричневый	кислоты
3	0.37	светло-желтый	желтый	флавонол
4	0.29	светло-желтый	темно-коричневый	флавонол
5	0.24	нет	нет	флавонол
6	0.18	желто-зеленый	темно-коричневый	флавонол
7	0.05	оранжевый	красно-коричневый	пигменты
8	старт	красно-коричневый	красно-коричневый	полифлаванониды

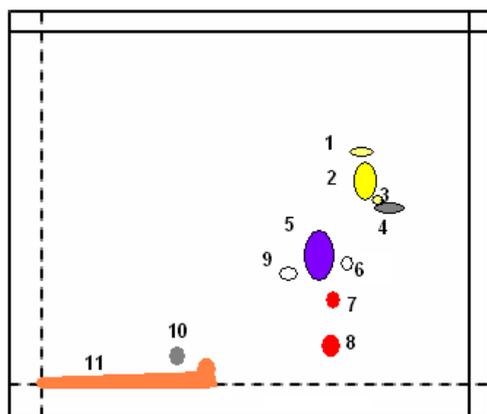


Рис. 1. Двумерная тонкослойная хроматография фильтрата экстракта тополя

Фиксируем пятна при видимом свете под действием УФ-света ($\lambda=365$ нм), а также обрабатываем полученную хроматограмму 5%-м водным раствором хлорида алюминия и парами аммиака. Результаты с указанием цвета пятен разделенных веществ приведены ниже (табл. 2).

Данные двумерной хроматографии показали, что возможно разделение веществ фракции экстракта тополя друг от друга методом двумерной препаративной хроматографии.

Идентификация флавоноидов при проведении цветных реакций с 2% хлоридом алюминия, проба Синода, проба Брианта, 1% раствором ацетата свинца основного, 10% раствором гидроксида натрия показывает следующие результаты. В результате проведения качественных реакций получены характерные результаты реакций во всех изучаемых образцах, подтверждающие присутствие флавоноидов (табл. 3).

Установление наличия флавоноидов в исходном спиртовом экстракте, полученном из почек тополя бальзамического, проводили с использованием УФ-спектроскопии (рис. 2).

Из рисунка 2 следует, что УФ-спектр спиртового экстракта почек тополя бальзамического имеет основной максимум поглощения при длине волны около 290 нм. Аналогичные результаты получены для раствора образца пиностробина [11, 12]. Кроме того, в этой области УФ-спектра находится один из максимумов поглощения гидроксикоричных кислот, в частности феруловой (λ макс 291 нм), которые присутствуют в почках тополя. Известно, что подобный УФ-спектр имеет и раствор кофейной кислоты (λ макс 299 нм), также найденной в экстракте из почек тополя [13]. Сопоставление полученных результатов с литературными данными позволило сделать вывод о том, что характер кривой поглощения экстракта из почек тополя определяется, в основном, веществами флавоноидной природы.

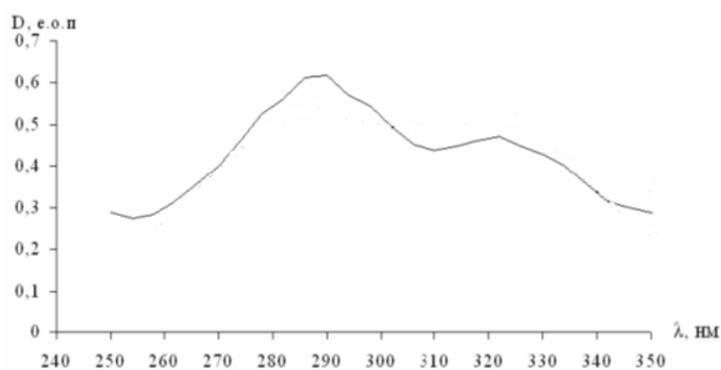
Таблица 2. Результаты двумерной тонкослойной хроматографии фильтрата экстракта тополя

№ пятна	Цвет пятна						Предполагаемый класс соединения
	Видимый свет	УФ (365нм)	NH ₃ +УФ	AlCl ₃ видимый свет	AlCl ₃ + УФ	AlCl ₃ + NH ₃ + УФ	
1	светло-желтый	светло-желтый	светло-желтый	светло-желтый	светло-желтый	светло-желтый	фенолокислота
2	желтый	темно-зеленый	темно-зеленый	желто-оранжевый	темно-зеленый	темно-зеленый	флавонолы
3	светло-желтый	светло-желтый	светло-желтый	желтый	светло-желтый	светло-желтый	флавонолы
4	темный	светло-желтый	светло-желтый	темный	светло-желтый	светло-желтый	неидентифицированное вещество
5	серый	светло-зеленый	темно-зеленый	серый	темно-зеленый	зелено-желтый	кислота синаповая
6	нет	флюорисценция	голубое	нет	светло-желтый	желтое	фенолокислота
7	красный	оранжевый	оранжевый	красный	красный	красный	антоцианы
8	красный	оранжевый	оранжевый	красный	красный	красный	антоцианы
9	нет	нет	нет	нет	темный	темный	неидентифицированное вещество
10	темно-фиолетовый	темный	темный	темный	темный	темный	неидентифицированное вещество
11	красный	красно-оранжевый	красно-оранжевый	красный	красный	красный	полифлавоноиды

Таблица 3. Цветные реакции на флавоноиды

Качественная реакция	Наблюдение	Результаты реакции
Реакция с 2% хлоридом алюминия	желтое окрашивание	+
Проба Синода	оранжево-красное окрашивание	+
Проба Брианта	окрасились оба слоя (октанол и исходная фаза)	в сырье присутствуют флавоноиды как в виде гликозидов, так и в виде агликонов
Реакция 1% раствором ацетата свинца основного	розовое окрашивание	+
Реакция 10% раствором гидроксида натрия	зеленое окрашивание	+

Рис. 2. УФ-спектр спиртового экстракта почек тополя бальзамического



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 [14, 15]. 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 [16–19].

Эффективность действия стимулятора роста на семенную продуктивность льна северного проводили по двум вариантам [20, 21]: вариант 1 – контрольный, замачивание семян в дистиллированной воде; вариант 2 – замачивание семян в 0.05% водном растворе экстракта почек тополя (рис. 3).

Как видно из приведенных данных таблицы 4, наблюдается значительная разница ростостимулирующей активности препарата Варианта 2, то есть экстракт почек тополя. По сравнению с контрольным вариантом, в котором энергия прорастания составляет 55.5%, введение экстракта почек тополя повышает энергию прорастания до 67%.

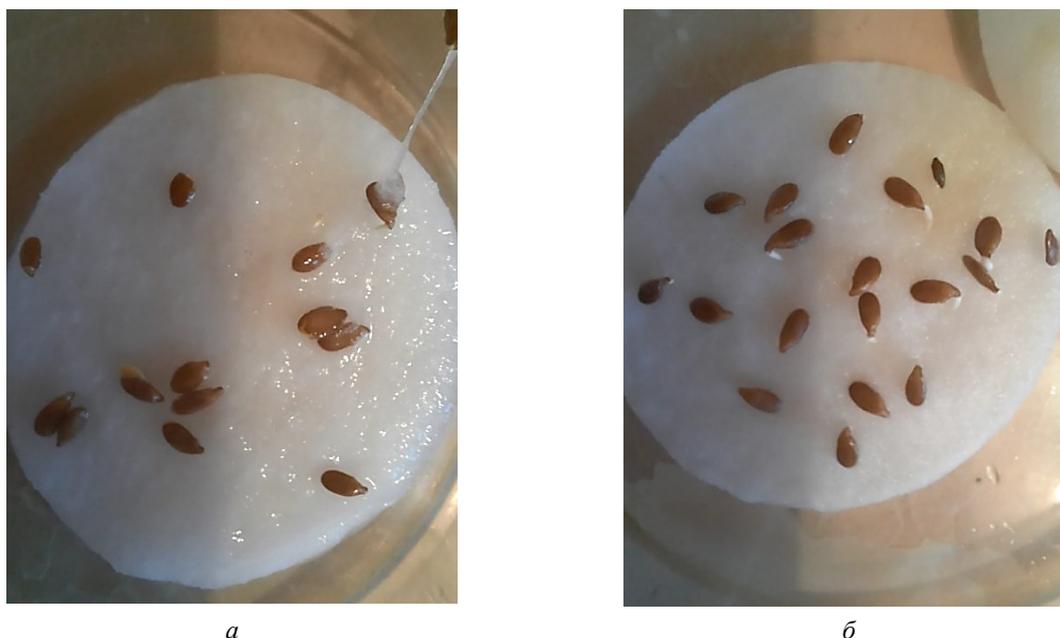


Рис. 3. Проращивание семян льна северного по варианту 1 (а) и варианту 2 (б)

Влияние обработки семян и посевов льна экстрактом из почек тополя бальзамического, собранных в фазу пробуждения, на показатели продуктивности представлено в таблице 5.

Влияние препарата на процесс выращивания льна:

– предпосевная обработка семян препаратом повышает энергию прорастания и всхожесть семян, формирует мощную разветвленную корневую систему, повышает стойкость растений к заболеваниям и неблагоприятным климатическим условиям (засуха, низкая температура, засоленность почвы);

– предпосевная обработка семян препаратом совместима с обработкой семян протравителями, усиливает их эффективность, при этом потребность в последних снижается на 30–50%;

– некорневая подкормка посевов препаратом в фазу кушения увеличивает интенсивность дыхания растений в 2–4 раза, интенсивность транспирации (расход воды) снижается в 1.8–2.4 раза;

– некорневая подкормка посевов препаратом совместима с обработкой посевов гербицидами, без снижения эффективности поражения сорняков, при этом не происходит наступление болезненного состояния посевов после обработки гербицидами;

– повышение густоты посева на 10–11%, снижение инфекционных заболеваний на 39–47%, снижение засоренности посевов на 25–42%.

Таблица 4. Параметры показателей качества семян льна северного

Результат анализа	Число дней от начала проращивания до подсчета	Процент проращивания семян							
		Вариант 1				Вариант 2			
		Пробы				Пробы			
		1	2	3	4	1	2	3	4
Нормально проросшие семена в срок учета энергии прорастания	3	53	59	56	54	65	67	66	70
Нормально проросшие семена в срок учета всхожести	7	77	76	80	79	100	99	99	100
Энергия прорастания, %		55.5%				67%			
Всхожесть, %		78%				99.5%			

Таблица 5. Влияние обработки семян и посевов льна экстрактом из почек тополя бальзамического, собранных в фазу пробуждения, на показатели продуктивности

Параметры	Значения
Дополнительная эффективность протравливания семян, %	15.2
Повышение лабораторной энергии прорастания семян, %	9–10
Повышение лабораторной всхожести, %	2–3
Повышение полевой всхожести, %	8.9–9.4
Снижение семян сорняков, %	32–44
Повышение энергии прорастания выращенных семян, %	15–18
Повышение всхожести выращенных семян, %	3–4
Дополнительная урожайность, ц/га	2.8–3.3

Выводы

В процессе исследования были выделены флавоноиды из почек тополя бальзамического. Присутствие флавоноидов в этанольном экстракте подтверждено с помощью качественных реакций.

Был исследован состав экстракта почек тополя методом тонкослойной хроматографии. Установлено, что в составе экстракта из почек тополя в основном содержатся вещества флавоноидной природы.

Результаты изучения ростостимулирующей активности экстрактов тополя бальзамического *Populus balsamifera* показали высокую семенную продуктивность льна томской селекции в контрольной группе. Условия воспроизводства положительно повлияли на урожайность льна.

Таким образом, экстракт тополя бальзамического обладает высокой стимулирующей активностью и может быть использован в качестве природного стимулятора роста растений.

Список литературы

1. Шестой национальный доклад Республики Казахстан о биологическом разнообразии. Астана, 2018. 256 с.

2. Юсупов Д.В., Рихванов Л.П., Барановская Н.В., Ялалтдинова А.Р. Геохимические особенности элементного состава листьев тополя урбанизированных территорий // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2016. Т. 327. №6. С. 25–36.
3. Худорожкова О.А., Ложкина Г.А., Исаева Е.В. Исследование химического состава листьев тополя бальзамического // Лесной и химический комплексы – проблемы и решения. 2007. С. 39.
4. Поляков В.В., Вилков К.В. Эфирные масла растений и их биологическая активность. Алматы, 2005. 196 с.
5. 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.
6. 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.
7. Тихонов Б.Б. и др. Комплексная экстракция гликанов и флавоноидов из растительного сырья // Вестник ТвГТУ. 2011. Т. 128. №19. С. 57–63. DOI: 10.33619/2414-2948/47/04.
8. Поляков В.В., Рубе В.А., Люлин А.С. Биологически активные природные вещества, их свойства и применение. Петропавловск, 2008. 124 с.
9. Люлин А.С., Поляков В.В., Альжанов А.Е. Технология производства эфирного масла из почек тополя бальзамического. Петропавловск, 2008. С. 390–392.
10. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. М., 2011. 32 с.
11. Матвеев А.М., Шугуров И.В. О современных методиках оценки экономической эффективности использования сельскохозяйственной техники // Вестник Курганской ГСХА. 2014. №4 (12). С. 5–8.
12. Поляков В.В., Лежнева М.Ю. Почка тополя – сырье, содержащее биологически активные вещества // Разработка теоретических основ и создание ресурсосберегающих экологически чистых технологий, методов и материалов. Алма-Ата, 1991. С. 73.
13. Kohler N., Lipton A. Platelets as a source of fibroblast growth-promoting activity // Experimental cell research. 1974. Vol. 87. N2. Pp. 297–301. DOI: 10.1016/0014-4827(74)90484-4.
14. 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. N2. Pp. 173–181. DOI: 10.1016/j.micres.2006.04.001.
15. Vlodavsky I. et al. Involvement of heparan sulfate and related molecules in sequestration and growth promoting activity of fibroblast growth factor // Cancer and Metastasis Reviews. 1996. Vol. 15. N2. Pp. 177–186. DOI: 10.1007/BF00437470.
16. 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.
17. Soquetta M.B., Terra L.M., Bastos C.P. Green technologies for the extraction of bioactive compounds in fruits and vegetables // CyTA-Journal of Food. 2018. Vol. 16. N1. Pp. 400–412. DOI: 10.1080/19476337.2017.1411978.
18. Routray W., Orsat V. Microwave-assisted extraction of flavonoids: a review // Food and Bioprocess Technology. 2012. Vol. 5. N2. Pp. 409–424. DOI: 10.1007/s11947-011-0573-z.
19. Prommuak C., De-Eknamkul W., Shotipruk A. Extraction of flavonoids and carotenoids from Thai silk waste and antioxidant activity of extracts // Separation and Purification Technology. 2008. Vol. 62. N2. Pp. 444–448. DOI: 10.1016/j.seppur.2008.02.020.
20. Стручков Н.М. Определение энергии прорастания и всхожести семян квиноа (*Chenopodium quinoa* Willd.) при применении фитогормонов и стимуляторов роста // Вклад студентов в развитие аграрной науки. 2019. С. 123–126.
21. Стаценко А.П., Галиуллин А.А. Способ определения всхожести семян. 1999.

Поступила в редакцию 20 мая 2022 г.

После переработки 22 июня 2022 г.

Принята к публикации 27 июня 2022 г.

Для цитирования: Мещанова А.Г., Бызова Ю.С., Островной К.А., Поляков В.В. Ростостимулирующая активность флавоноидов экстрактов почек тополя бальзамического *Populus balsamifera* // Химия растительного сырья. 2022. №4. С. 269–276. DOI: 10.14258/jcrpm.20220411385.

*Meshchanova A.G.**, *Byzova Yu.S.*, *Ostrovnoy K.A.*, *Polyakov V.V.* GROWTH PROMOTING ACTIVITY OF FLAVONOIDS OF EXTRACTS OF *POPULUS POPULUS BALSAMIFERA* BUDS

Non-profit limited company «Manash Kozybayev North Kazakhstan university», ul. Pushkina, 86, Petropavlovsk, 150000 (Kazakhstan), e-mail: Mechshanova_a@ptr.nis.edu.kz

At present, the urgent task is to accelerate the development of alternative measures for the protection of plants, which is associated with the aggravation of the environmental situation, the desire to reduce pollution of agricultural landscapes and obtain agricultural products with minimal use of agrochemicals. Poplar extract is a plant growth stimulant due to the presence in its composition of saturated and unsaturated fatty acids, lipids, phenolic and polyphenolic compounds, amino acids, essential oils, vitamins, which provide a stable growth-stimulating effect. The aim was to evaluate the stimulating activity of extracts of balsamic poplar buds *Populus balsamifera* on the seed productivity of flax.

Tasks: isolate the amount of flavonoids from balsamic poplar; to establish the growth-stimulating activity of balsamic poplar bud extract in relation to flax seeds.

Methodology and scientific approaches: The method for obtaining the proposed balsam poplar extract includes the use of balsam poplar buds, air drying, grinding, extraction with 90% ethanol in a Soxhlet apparatus, filtration and evaporation to obtain the target product.

Results and conclusions: the results of studying the growth-stimulating activity of extracts of balsam poplar *Populus balsamifera* showed high seed productivity of flax of Tomsk selection in the control group; reproduction conditions had a positive effect on the yield of flax.

Keywords: flavonoids, *Populus balsamifera*, growth-stimulating activity, flax seeds, extract.

Referenses

1. *Shestoy natsional'nyy doklad Respubliki Kazakhstan o biologicheskoy raznoobrazii*. [Sixth national report of the Republic of Kazakhstan on biological diversity]. Astana, 2018, 256 p. (in Russ.).
2. Yusupov D.V., Rikhvanov L.P., Baranovskaya N.V., Yalaltdinova A.R.. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov*, 2016, vol. 327, no. 6, pp. 25–36. (in Russ.).
3. Khudorozhkova O.A., Lozhkina G.A., Isayeva Ye.V. *Lesnoy i khimicheskoy kompleksy – problemy i resheniya*, 2007, pp. 39. (in Russ.).
4. 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.).
5. Polyakov V.V., Tangulova B.M., Akhmetova S.B., Sadyrbekov D.T. *Farmatsiya Kazakhstana*, 2005, no. 2, pp. 12–13. (in Russ.).
6. Lobanova A.A., Budayeva V.V., Sakovich G.V. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2004, no. 1, pp. 47–52. (in Russ.).
7. Tikhonov B.B. i dr. *Vestnik TvGTU*, 2011, vol. 128, no. 19, pp. 57–63. DOI: 10.33619/2414-2948/47/04. (in Russ.).
8. Polyakov V.V., Rube V.A., Lyulin A.S. *Biologicheskii aktivnyye prirodnyye veshchestva, ikh svoystva i primeneniye*. [Biologically active natural substances, their properties and application]. Petropavlovsk, 2008, 124 p. (in Russ.).
9. Lyulin A.S., Polyakov V.V., Al'zhanov A.Ye. *Tekhnologiya proizvodstva efirnogo masla iz pochek topolya bal'zamicheskogo*. [Technology for the production of essential oil from the balsamic poplar buds]. Petropavlovsk, 2008, pp. 390–392. (in Russ.).
10. *GOST 12038-84. Semena sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. Metody opredeleniya vskhozhesti*. [GOST 12038-84. Seeds of agricultural crops. Germination methods]. Moscow, 2011, 32 p. (in Russ.).
11. Matveyev A.M., Shugurov I.V. *Vestnik Kurganskoy GSKhA*, 2014, no. 4 (12), pp. 5–8. (in Russ.).
12. Polyakov V.V., Lezhneva M.Yu. *Razrabotka teoreticheskikh osnov i sozdaniye resursosberegayushchikh ekologicheskii chistykh tekhnologiy, metodov i materialov*. [Development of theoretical foundations and the creation of resource-saving environmentally friendly technologies, methods and materials]. Alma-Ata, 1991, p. 73. (in Russ.).
13. Kohler N., Lipton A. *Experimental cell research*, 1974, vol. 87, no. 2, pp. 297–301. DOI: 10.1016/0014-4827(74)90484-4.
14. 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.
15. Vlodavsky I. et al. *Cancer and Metastasis Reviews*, 1996, vol. 15, no. 2, pp. 177–186. DOI: 10.1007/BF00437470.
16. Reddy A.V.B. et al. *Studies in natural products chemistry*, 2020, vol. 66, pp. 197–223.
17. Soquetta M.B., Terra L.M., Bastos C.P. *CyTA-Journal of Food*, 2018, vol. 16, no. 1, pp. 400–412. DOI: 10.1080/19476337.2017.1411978.
18. Routray W., Orsat V. *Food and Bioprocess Technology*, 2012, vol. 5, no. 2, pp. 409–424. DOI: 10.1007/s11947-011-0573-z.
19. Prommuak C., De-Eknamkul W., Shotipruk A. *Separation and Purification Technology*, 2008, vol. 62, no. 2, pp. 444–448. DOI: 10.1016/j.seppur.2008.02.020.
20. Struchkov N.M. *Vklad studentov v razvitiye agrarnoy nauki*, 2019, pp. 123–126. (in Russ.).
21. Statsenko A.P., Galiullin A.A. *Sposob opredeleniya vskhozhesti semyan*. [Method for determining seed germination]. 1999. (in Russ.).

Received May 20, 2022

Revised June 22, 2022

Accepted June 27, 2022

For citing: Meshchanova A.G., Byzova Yu.S., Ostrovnoy K.A., Polyakov V.V. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2022, no. 4, pp. 269–276. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.20220411385.

* Corresponding author.