

УДК 577.13:577.152.166:581.19:631.8:633.39:633.11

ВЛИЯНИЕ ОЧИЩЕННОЙ СУММЫ ТРИТЕРПЕНОВЫХ ГЛИКОЗИДОВ И ОБОГАЩЕННОГО ИМИ ЭКСТРАКТА ИЗ ЛИСТЬЕВ *SILPHIUM PERFOLIATUM* L. НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ И АКТИВНОСТЬ В НИХ КАТАЛАЗЫ

© Э.С. Давидянц

Ставропольский научно-исследовательский институт сельского хозяйства Россельхозакадемии, ул. Никонова, 49, Михайловск, Ставропольский край, 356241 (Россия), e-mail: ei_davidyants@mail.ru

На двух сортах озимой пшеницы (*Tritium aestivum* L.) изучено влияние очищенной суммы тритерпеновых гликозидов (ОСТГ), содержащей в качестве основных компонентов гликозиды олеаноловой кислоты – сальфиозиды В, С, Е, G и обогащенного ими экстракта (Э) из листьев *Silphium perfoliatum* L. (*Asteraceae*) на прорастание семян и активность в них каталазы (КФ 1.11.1.6). Показано, что обработка семян растворами ОСТГ в концентрациях 0.0005 и 0.001% и Э в концентрациях 0.2 и 0.4% повышает интенсивность их набухания в течение 48 ч после намачивания на 3.1–5.2% по сравнению с контролем, что приводит к более раннему достижению пороговых уровней, необходимых для активизации метаболических процессов. В результате исследования изменения активности каталазы в прорастающих семенах в динамике через 1, 3 и 7 суток после намачивания выявлено, что наибольший эффект от обработки семян исследуемыми препаратами ТГ проявляется через 1 и 7 суток наблюдений, величина его по отношению к контролю составляет, соответственно, 25–35% и 35–55% в зависимости от сорта. Стимулирующее действие препаратов ТГ на активность каталазы в прорастающих семенах озимой пшеницы установлено впервые. Под влиянием обработки препаратами ТГ повышается энергия прорастания и лабораторная всхожесть семян, соответственно, на 3–8% и 3–6% в зависимости от сорта. Полученные данные позволяют рассматривать суммарные препараты ТГ, выделенные из листьев *S. perfoliatum* L., в качестве перспективных стимуляторов роста для предпосевной обработки семян озимой пшеницы.

Ключевые слова: *Silphium perfoliatum* L., *Tritium aestivum* L., тритерпеновые гликозиды, каталаза, сальфиозиды, энергия прорастания и всхожесть семян.

Введение

Тритерпеновые гликозиды (ТГ) образуют химически сложную и структурно разнообразную группу природных соединений, которые широко распространены в растениях. Биологические функции ТГ еще во многом не познаны. Принято считать, что эти вторичные метаболиты защищают растения от различного рода патогенов, насекомых-вредителей, травоядных животных, а также участвуют в аллелопатических взаимодействиях между растениями [1]. Качественный состав и количественное содержание ТГ сильно варьируют в зависимости от вида, органа, ткани, фазы развития растения и условий окружающей среды. Результаты многих исследований, представленные в обзорных работах последних лет [2–3], дают основания полагать, что ТГ могут играть важную роль в растениях на разных стадиях онтогенеза, включая прорастание семян, вегетативный рост, дифференциацию, плодоношение, а также процесс образования клубеньков у бобовых культур.

Исследование физиолого-биохимических основ фитотрегулирующего действия экзогенных ТГ необходимо для понимания биологической роли этих соединений, а также разработке способов их возможного практического использования в качестве регуляторов роста растений. Интерес в этом плане представляют ТГ, выделенные из листьев *Silphium perfoliatum* L., обладающие ростстимулирующей и антифунгальной активностью [4–6].

Давидянц Элеонора Сергеевна – кандидат химических наук, доцент, старший научный сотрудник,
e-mail: ei_davidyants@mail.ru

Прорастание семян – важный этап в жизни растения. Эта фаза онтогенеза характеризуется вы-

ходом семени из состояния покоя и возобновлением роста зародыша при поступлении воды в семя и его набухании [7]. Вода является не только обязательным условием, но и триггером прорастания [8]. Поэтому интенсивность прорастания семян в значительной мере зависит от скорости их набухания.

Процесс прорастания семян регулируется фитогормонами. Если абсцизовая кислота участвует в регуляции покоя семян, то гиббереллины играют ключевую роль при выходе семян из состояния покоя и стимуляции прорастания. Поступающая в семя вода запускает синтез гиббереллинов и цитокининов, которые, как правило, содержатся в покоящихся семенах в малых количествах. Эти гормоны управляют метаболизмом прорастающих семян: оказывают влияние на экспрессию генов, кодирующих ферменты, индуцируя их синтез *de novo*, а также активируют некоторые ферменты, присутствующие в семенах в неактивном состоянии. В семенах однодольных культур функцию регулирования образования гидролитических ферментов выполняют гиббереллины [9]. Продукты гидролиза запасных веществ используются как строительный материал для синтеза новых соединений, необходимых для активного роста зародыша, или как дыхательный субстрат. Поставщиком энергии (АТФ) для синтетических реакций является дыхание, интенсивность которого в прорастающих семенах значительно возрастает [7].

Важную роль в окислительно-восстановительном гомеостазе растительной клетки играет каталаза (КФ 1.11.1.6) – высокоактивный гемосодержащий фермент, катализирующий реакцию восстановления пероксида водорода до воды и молекулярного кислорода. Каталаза является одним из наиболее важных антиоксидантных ферментов, изменение активности которого может рассматриваться как ответная реакция растений на действие стрессовых факторов окружающей среды и биотические вызовы [10].

Применение физиологически активных веществ, используемых в качестве регуляторов роста растений для предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур, позволяет усилить поглощение семенами воды, стимулируют в них ферментативную активность, ростовые и метаболические процессы, повышает энергию прорастания, всхожесть семян и, в конечном итоге, продуктивность растений [11, 12].

Таким образом, выявление биологического действия суммарных препаратов ТГ на прорастание семян и активность ферментов в них имеет теоретическое значение и может быть использовано в практике растениеводства.

Цель данной работы – изучить влияние обработки семян озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) растворами очищенной суммы тритерпеновых гликозидов (ОСТГ) и обогащенного ими экстракта (Э) из листьев *Silphium perfoliatum* L. (сильфия пронзеннолистная) на поглощение воды семенами, активность в них каталазы, энергию прорастания и всхожесть семян.

Экспериментальная часть

Экстракт (Э), обогащенный тритерпеновыми гликозидами (ТГ), получали путем экстракции измельченных воздушно-сухих листьев растений *S. perfoliatum*, интродуцированных в Ставропольском крае. Растения собирали в фазу цветения в августе 2018 г. В качестве экстрагента использовали метанол, при этом растительное сырье предварительно многократно обрабатывалось ацетоном для удаления липофильных и фенольных соединений. ОСТГ получали из части полученного метанольного Э по методике, описанной ранее [13]. Полученные суммарные препараты сильфиозидов анализировали методом тонкослойной хроматографии. ТСХ проводили на пластинках Silufol UV-254 (Чехия), использовали систему растворителей этилацетат-этанол-вода 10 : 2 : 3. Вещества на хроматограммах проявляли 25%-ным раствором фосфорно-вольфрамовой кислоты.

В опытах использовали семена озимой пшеницы сортов Багира и Виктория 11 селекции Северо-Кавказского ФНАЦ [14]. Семена обрабатывали эффективными ростстимулирующими концентрациями ОСТГ (0.0005 и 0.001%), Э (0.2 и 0.4%) и гиббереллина А₃ (ГА₃) (0.0005 и 0.001%), который использовали в качестве стандарта, из расчета 1мл/100 г семян. Ростстимулирующая активность указанных выше концентраций ОСТГ и Э была установлена ранее [15]. Контрольные образцы семян обрабатывали аналогичным способом дистиллированной водой. Обработанные зерновки подсушивали при комнатной температуре, затем проращивали в чашках Петри на фильтровальной бумаге, смоченной 6 мл дистиллированной воды, в термостате при температуре 22–23 °С. Интенсивность набухания семян определяли весовым методом. Активность каталазы в прорастающих семенах определяли по методу А.Н. Баха и А.И. Опарина, основанному на учете количества пероксида водорода, оставшегося в реакционной среде после действия фермента, титрованием

перманганатом калия [16]. Активность каталазы выражали в микромолях (мкМ) пероксида водорода, разложившегося под действием фермента за 1 мин, в расчете на 1 г сухой массы зерновок. Энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян определяли по ГОСТ 12038.

В таблицах и рисунках представлены средние арифметические значения опытов, состоящих из четырех биологических и трех аналитических повторностей, и их стандартные ошибки. Достоверность различий между вариантами оценивали с помощью t-критерия Стьюдента при доверительной вероятности 0.95.

Обсуждение результатов

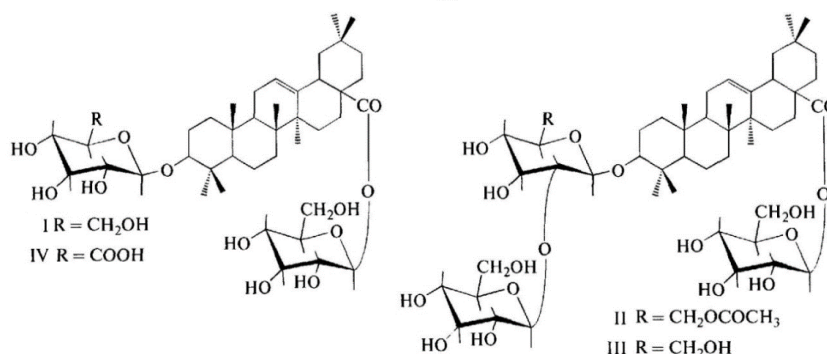
Доминирующими компонентами ОСТГ и Э по данным ТСХ являются сальфиозиды В (I), С (II), Е (III), и G (IV), структура которых была установлена нами ранее [17–20]. Рассматриваемые соединения содержат в качестве агликона олеаноловую кислоту и являются бисдесмозидами. Качественный набор сахаров в гликозидах представлен D-глюкозой и D-глюкуроновой кислотой.

Результаты изучения влияния обработки семян ОСТГ и Э на начальные фазы прорастания семян – водопоглощение и набухание семян, представлены в таблице 1. Активное водопоглощение семенами озимой пшеницы отмечалось уже в первые 4 ч намачивания. К этому времени семена достигли влажности 18–19% (сорт Багира) и 20% (сорт Виктория 11). Существенных различий между контрольным и опытными вариантами не наблюдалось. Через 24 ч семена сорта Багира, обработанные ГА₃ в концентрации 0.0005% и ОСТГ в концентрации 0.0005%, достигли уровня пороговой влажности 48.0 и 47.5%, что превысило контроль на 5.7 и 5.2% соответственно. Через 48 ч на всех опытных вариантах интенсивность набухания семян была выше, чем в контроле, но наибольший эффект от обработки отмечался на вариантах с ГА₃ в концентрации 0.0005%, ОСТГ в концентрации 0.0005% и Э в концентрации 0.4%. Превышение контрольных данных составило, соответственно, 4.9, 5.1 и 3.1%. (табл. 1).

Процессы водопоглощения и набухания у семян озимой пшеницы сорта Виктория 11 протекали более активно, чем у семян сорта Багира. Через 24 ч после намачивания семена сорта Виктория 11 достигли уровня влажности 52.1–56.5% по всем вариантам опыта, включая контроль. При этом интенсивность набухания семян, обработанных ОСТГ в концентрации 0.001%, Э в концентрации 0.4% и ГА₃ в концентрации 0.001%, была заметно выше, чем в контроле, – на 4.4, 3.9 и 4.2% соответственно.

Следовательно, интенсивность набухания семян озимой пшеницы после их обработки препаратами ТГ в зависимости от сорта повышалась относительно контроля в течение 48 ч на 3.1–5.2%.

Во время набухания семян при повышении оводненности и достижении для каждого процесса пороговых уровней начинают функционировать основные метаболические пути. При достижении 18–20%-ной влажности начинается активизация дыхания за счет гликолиза и цикла Кребса, а также аминокислотный метаболизм и переход в активное состояние соответствующих ферментов. Дальнейшее повышение оводненности до 45% приводит к завершению митохондриогенеза и, следовательно, повышению интенсивности дыхания до максимальной. В интервале влажности 45–55% начинается транскрипция, рибосомы приобретают активную конфигурацию и начинают функционировать, становится возможным гидролиз запасных веществ. К моменту, когда влажность достигает 60%, в семенах активирован и функционирует основной метаболизм [8].



Химическая структура основных тритерпеновых гликозидов *Silphium perfoliatum* L.: I – сальфиозид В; II – сальфиозид С; III – сальфиозид Е; IV – сальфиозид G

Таблица 1. Влияние очищенной суммы тритерпеновых гликозидов и обогащенного ими экстракта из листьев *S. perfoliatum* L. на интенсивность набухания семян озимой пшеницы

Препарат, концентрация, %	Интенсивность набухания семян, % от воздушно-сухой массы		
	4 ч	24 ч	48 ч
<i>сорт Багира</i>			
Контроль	117.5±1.8	142.3±1.2	152.6±1.2
ОСТГ 0.0005	118.2±1.6	147.5*±1.4	157.7*±1.3
ОСТГ 0.001	117.3±1.3	142.0±1.3	155.7±1.1
Э 0.2	118.1±0.5	143.4*±1.5	156.0±0.9
Э 0.4	119.1±0.4	144.0*±1.0	156.6*±0.8
ГАЗ 0.0005	119.3±1.7	148.0*±1.1	157.5*±1.2
<i>сорт Виктория 11</i>			
Контроль	120.0±1.2	152.1±0.9	162.9±1.4
ОСТГ 0.0005	120.6±1.0	155.5±1.4	165.6±1.6
ОСТГ 0.001	120.0±0.7	156.5*±1.2	165.3±0.9
Э 0.2	120.1±0.8	152.4±1.5	162.5±0.7
Э 0.4	120.3±1.0	156.0*±1.0	163.7±1.4
ГАЗ 0.001	120.5±0.5	156.3*±1.2	165.3±1.6

Примечание. *Статистически значимые различия между контрольными и опытными вариантами ($p \leq 0.05$).

Таким образом, под влиянием обработки семян озимой пшеницы препаратами ТГ после первых суток наблюдается увеличение темпов водопоствупления в семена, которое приводит к более раннему достижению пороговых уровней, необходимых для активизации метаболических процессов.

Активность каталазы в прорастающих семенах пшеницы возрастает параллельно интенсивности дыхания [12, 21, 22] и может рассматриваться в качестве меры интенсивности и продуктивности общего метаболизма [23]. При изучении в динамике изменения активности каталазы в семенах озимой пшеницы стимулирующий эффект от обработки препаратами ТГ через сутки после намачивания семян зафиксирован по всем вариантам опыта на обоих сортах (табл. 2).

Под действием различных концентраций препаратов ТГ активность каталазы повышается относительно контроля в семенах сорта Багира на 8–25%, в семенах сорта Виктория 11 – на 5–32%, при этом наибольший эффект наблюдается от обработки семян растворами Э в концентрации 0.2 и 0.4%. Через трое суток после намачивания семян активность каталазы в них достигает максимального уровня, что согласуется с данными литературы [21, 22], но степень воздействия исследуемых препаратов была не столь выраженной. На 7-е сутки активность каталазы в прорастающих семенах несколько снижается, но величина активности фермента в опытных вариантах существенно превышает контроль. У сорта Багира наибольшее увеличение активности каталазы (на 35% по сравнению с контролем) отмечается в семенах, обработанных ОСТГ в концентрации 0.0005%, у сорта Виктория 11 – в семенах, обработанных ОСТГ в концентрации 0.001% (на 55% по сравнению с контролем). Эффект препаратов на активность каталазы в данном случае превосходит эффект ГАЗ.

Таким образом, в ходе исследований установлено стимулирующее действие исследуемых препаратов ТГ на активность каталазы в прорастающих семенах пшеницы, которое максимально проявляется на 1-е и 7-е сутки наблюдений. Полученные данные дополняют результаты ранее проведенных исследований, которыми показано увеличение активности α -амилазы, пероксидазы, полифенолоксидазы и нитратредуктазы в прорастающих семенах пшеницы после обработки их сильфиозидами [15, 24, 25]. Увеличение активности ферментов в прорастающих семенах пшеницы под влиянием ТГ свидетельствует о повышении в семенах интенсивности обменных процессов, что выражается в повышении показателей их прорастания – энергии прорастания и лабораторной всхожести (рис. а и б).

Обработка семян озимой пшеницы суммарными препаратами ТГ вызывает у сорта Багира повышение абсолютных значений энергии прорастания на 5–8% и лабораторной всхожести семян – на 4–6%, у сорта Виктория 11 увеличение этих показателей относительно контроля составляет 3–4%. Существенных различий в действии различных концентраций препаратов ТГ и ГАЗ не наблюдается. Максимальное повышение всхожести семян обоих сортов отмечается под влиянием ОСТГ в концентрации 0.001%.

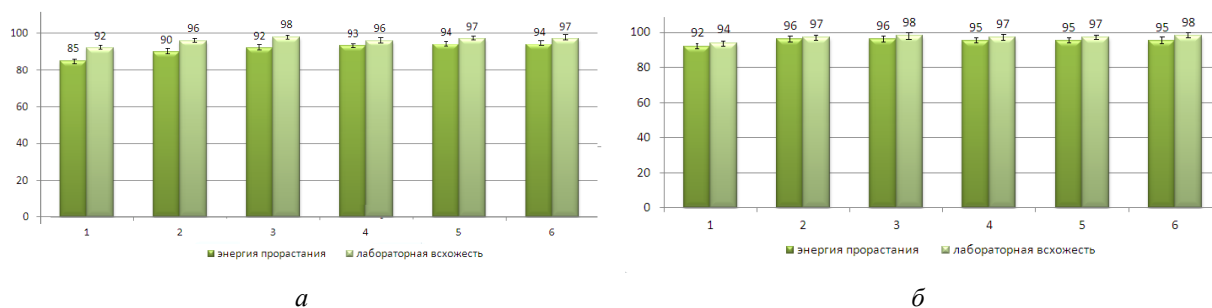
Важно отметить, что обработка семян озимой пшеницы исследуемыми концентрациями препаратов ТГ также стимулировала рост, сырую и сухую массу формирующихся проростков [15].

Таким образом, под влиянием препаратов ТГ улучшаются посевные качества семян и их способность к ускоренному прорастанию, что может иметь большое значение для дальнейшего вегетативного и репродуктивного развития растений.

Таблица 2. Влияние очищенной суммы тритерпеновых гликозидов (ОСТГ) и обогащенного ими экстракта (Э) из листьев *S. perfoliatum* L. на активность каталазы в семенах озимой пшеницы

Препарат, концентрация, %	Активность каталазы, мкМ разложившегося H ₂ O ₂ за 1 мин/1г сухой массы зерновки		
	1 сут.	3 сут.	7 сут.
<i>сорт Багира</i>			
Контроль	36.6±0.1	122.8±0.2	60.9±0.2
ОСТГ 0.0005	41.3*±0.2	128.4*±0.3	82.2*±0.6
ОСТГ 0.001	39.6*±0.2	122.5±0.3	65.4*±0.2
Э 0.2	45.6*±0.4	127.1*±0.2	70.0*±0.2
Э 0.4	44.2*±0.1	125.5*±0.2	67.5*±0.6
ГА ₃ 0.0005	48.2*±0.2	123.0±0.2	66.8*±0.4
<i>сорт Виктория 11</i>			
Контроль	84.0±0.1	135.7±0.2	63.5±0.7
ОСТГ 0.0005	87.8*±0.1	136.7±0.2	66.2*±0.5
ОСТГ 0.001	92.2*±0.2	138.1*±0.2	98.7*±1.0
Э 0.2	106.8*±0.4	139.3*±0.6	86.2*±0.9
Э 0.4	110.8*±0.2	139.1*±0.3	87.8*±0.6
ГА ₃ 0.001	97.6*±0.5	143.8*±0.6	81.5*±0.4

Примечание. *Статистически значимые различия между контрольными и опытными вариантами (p≤0.05).



Влияние очищенной суммы тритерпеновых гликозидов (ОСТГ) и обогащенного ими экстракта (Э) из листьев *S. perfoliatum* L. на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян озимой пшеницы а) сорта Багира, б) сорта Виктория 11: 1 – контроль (обработка водой), 2 – обработка ОСТГ (концентрация 0.0005%), 3 – обработка ОСТГ (концентрация 0.001%), 4 – обработка Э (концентрация 0.2%), 5 – обработка Э (концентрация 0.4%), 6 – обработка ГА₃

Выводы

1. Установлено стимулирующее действие обработки семян озимой пшеницы растворами очищенной суммы тритерпеновых гликозидов (ОСТГ) в концентрациях 0.0005 и 0.001% и обогащенного ими экстракта (Э) из листьев *S. perfoliatum* L. в концентрациях 0.2 и 0.4% на прорастание семян. Показано, что под влиянием препаратов ТГ интенсивность набухания семян в течение 48 ч их намачивания в зависимости от сорта увеличивается по сравнению с контролем на 3.1–5.2%, что приводит к более раннему достижению пороговых уровней, необходимых для активизации метаболических процессов.

2. В ходе изучения изменения активности каталазы в прорастающих семенах озимой пшеницы в динамике через 1, 3 и 7 суток после намачивания выявлено, что наибольший эффект от обработки семян препаратами ТГ проявляется через 1 и 7 суток наблюдений, величина его по отношению к контролю составляет, соответственно, 25–35% и 35–55% в зависимости от сорта. Повышение активности каталазы в прорастающих семенах озимой пшеницы под влиянием препаратов ТГ установлено впервые.

3. Обработка семян озимой пшеницы исследуемыми препаратами повышает энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян, соответственно, на 3–8% и 3–6% в зависимости от сорта. По степени воздействия на интенсивность набухания семян, активность в них каталазы, энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян исследуемые препараты ТГ близки к экзогенному гиббереллину А₃. Полученные данные позволяют рассматривать суммарные препараты ТГ, выделенные из листьев *S. perfoliatum* L., в качестве перспективных стимуляторов роста для предпосевной обработки семян озимой пшеницы.

Список литературы

1. Augustin M., Kuzina V., Andersen S.B., Bak S. Molekular activities, biosynthesis and evaluation of triterpenoid saponins // *Phytochemistry*. 2011. Vol. 72. Pp. 435–457.
2. Moses T., Papadopoulou K.K., Osbourn A. Metabolic and functional diversity of saponins, biosynthetic intermediates and semi-synthetic derivatives // *Crit. Rev. Biochem. Molec. Biol.* 2014. Vol. 49. №6. Pp. 439–462. DOI: 10.3109/10409238.2014.953628.
3. Faizal A., Geelen D. Saponins and their role in biological processes in plants // *Phytochem. Rev.* 2013. Vol. 12. Pp. 877–893. DOI: 10.1007/s11101-013-9322-4.
4. Давидянц Э.С., Нешина Л.П., Нешин И.В. Влияние тритерпеновых гликозидов *Silphium perfoliatum* L. на рост проростков гороха и пшеницы // *Растительные ресурсы*. 2001. Т. 37, вып. 3. С. 93–96.
5. Давидянц Э.С. Рострегулирующая активность тритерпеновых гликозидов *Silphium perfoliatum* (*Asteraceae*) // *Растительные ресурсы*. 2006. Т. 42, вып. 1. С. 127–136.
6. Давидянц Э.С., Карташева И.А. Влияние тритерпеновых гликозидов *Silphium perfoliatum* на фитопатогенные грибы // *Растительные ресурсы*. 1997. Т. 33, вып. 4. С. 93–97.
7. Кузнецов В.В., Дмитриева Г.А. Физиология растений. М.: Абрис, 2011. 783 с.
8. Обручева Н.В., Синькевич И.А., Летягина С.В., Новикова Г.В. Особенности водного режима при прорастании семян // *Физиология растений*. 2017. Т. 64. №4. С. 311–320. DOI: 10.7868/S0015330317030137.
9. Нефедьева Е.Э., Белопухов С.Л., Верхотуров В.В., Лысак В.И. Роль фитогормонов в регуляции прорастания семян // *Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология*. 2013. №5. С. 61–66.
10. Mhamdi A., Queval G., Chaouch S., Vanderauwera S., Van Breusegem F., Noctor G. Catalase function in plants: a focus on *Arabidopsis thaliana* mutants as stress-mimic models // *Journal of Experimental Botany*. 2010. Vol. 61. N15. Pp. 4197–4220. DOI: 10.1093/jxb/erq282.
11. Исайчев В.А., Провалова Е.В. Влияние регуляторов роста на ранних этапах роста и развития озимой пшеницы // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса*. 2012. №3 (27). С. 80–85.
12. Иващенко И.Н. Влияние регуляторов роста на устойчивость к стрессовым факторам, урожайность и качество зерна озимой пшеницы на черноземе выщелоченном: аттест. дис. канд. с.-х. наук. Ставрополь, 2010. 27 с.
13. Давидянц Э.С. Химическое строение тритерпеновых гликозидов *Silphium perfoliatum*: дис. ... канд. хим. наук. Ташкент, 1986. 127 с.
14. Кулинцев В.В., Чумакова В.В., Кравцов В.В. и др. Сорты и гибриды сельскохозяйственных культур селекции ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» и его сети: каталог. Ставрополь, 2020. 165 с.
15. Давидянц Э.С. Влияние очищенной суммы тритерпеновых гликозидов и обогащенного ими экстракта из листьев *Silphium perfoliatum* на рост и активность нитратредуктазы растений озимой пшеницы // *Химия растительного сырья*. 2019. №4. С. 441–448. DOI: 10.14258/jcrpm.2019045482.
16. Величко А.К., Соловьев В.Б., Генгин М.Т. Методы лабораторного определения общей перекиси разрушающей активности ферментов растений // *Известия Пензенского государственного педагогического университета им. В.Г. Белинского*. 2009. №14(18). С. 44–48.
17. Давидянц Э.С., Путиева Ж.М., Бандюкова В.А., Абубакиров Н.К. Тритерпеновые гликозиды *Silphium perfoliatum* // *Химия природных соединений*. 1984. №1. С. 120–121.
18. Давидянц Э.С., Путиева Ж.М., Бандюкова В.А., Абубакиров Н.К. Тритерпеновые гликозиды *Silphium perfoliatum* II // *Химия природных соединений*. 1984. №5. С. 666–667.
19. Давидянц Э.С., Путиева Ж.М., Бандюкова В.А., Абубакиров Н.К. Тритерпеновые гликозиды *Silphium perfoliatum*. III. Строение сифиозида E // *Химия природных соединений*. 1984. №6. С. 750–753.
20. Давидянц Э.С., Путиева Ж.М., Шашков А.С., Бандюкова В.А., Абубакиров Н.К. Тритерпеновые гликозиды *Silphium perfoliatum*. IV. Строение сифиозида C // *Химия природных соединений*. 1985. №4. С. 519–522.
21. Симонова Е.Н., Кравченко Н.С. Активность ферментов в прорастающих семенах мягкой озимой пшеницы в условиях смены светового режима при УФ-облучении семян // *Зерновое хозяйство России*. 2019. №1(61). С. 18–21. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-61-1-18-21.
22. Костин В.И., Костин О.В., Музурова О.Г., Романов А.В., Офицеров Е.Н. Пектин из амаранта в технологии возделывания сельскохозяйственных культур для получения экологически чистой продукции. Ульяновск, 2013. 130 с.
23. Полевой В.В., Саламатова Т.С. Физиология роста и развития растений. Л.: ЛГУ, 1991. 239 с.
24. Давидянц Э.С. Влияние тритерпеновых гликозидов на активность α - и β -амилаз и содержание суммарного белка в проростках пшеницы // *Прикладная биохимия и микробиология*. 2011. Т. 47. №5. С. 530–536.
25. Давидянц Э.С. Влияние обработки семян тритерпеновыми гликозидами на активность пероксидазы, ИУК-оксидазы и полифенолоксидазы в проростках пшеницы // *Химия растительного сырья*. 2013. №4. С. 225–231. DOI: 10.14258/jcrpm.1304225.

Поступила в редакцию 4 августа 2020 г.

После переработки 23 ноября 2020 г.

Принята к публикации 4 февраля 2021 г.

Для цитирования: Давидянц Э.С. Влияние очищенной суммы тритерпеновых гликозидов и обогащенного ими экстракта из листьев *Silphium perfoliatum* L. на прорастание семян озимой пшеницы и активность в них каталазы // *Химия растительного сырья*. 2021. №2. С. 353–360. DOI: 10.14258/jcrpm.2021028275.

Davidyants E.S. THE EFFECT OF PURIFIED AMOUNT OF TRITERPENE GLYCOSIDES AND THEIR ENRICHED EXTRACT FROM LEAVES OF SILPHIUM PERFOLIATUM L. ON THE GERMINATION OF SEEDS OF WINTER WHEAT AND THE ACTIVITY OF CATALASE IN THEM

Stavropol Research Institute of Agriculture of the Russian Agricultural Academy, ul. Nikonova, 49, Mikhailovsk, Stavropol Territory, 356241 (Russia), e-mail: ei_davidyants@mail.ru

The effect of purified amount of triterpene glycosides (PATG) containing, as major components, oleanolic acid glycosides – sylphiosides B, C, E, G and extract (E) enriched with them from *Silphium perfoliatum* L. (*Asteraceae*) leaves on seed germination and catalase activity (EC 1.11.1.6) in them on two varieties of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) was studied. It has been shown that, the treatment of seeds with PATG solutions at concentrations of 0.0005 and 0.001% and E at concentrations of 0.2 and 0.4% increases the intensity of their swelling within 48 hours after soaking by 3.1–5.2% compared to the control, which leads to an earlier achievement of the threshold levels necessary for the activation of metabolic processes. As a result of a study of changes in catalase activity in germinating seeds of winter wheat after 1, 3 and 7 days after soaking, it was revealed that the greatest effect of seed treatment with TG preparations in manifested after 1 and 7 days of observation, its value in relation to the control respectively is 25–35% and 35–55% depending on the variety. The stimulating effect of TG preparations on catalase activity in germinating seeds of winter wheat was established for the first time. Under the influence of treatment with TG preparations the germination energy and laboratory germination of seeds increase by 3–8 and 3–6%, respectively, depending on the variety. The data obtained make it possible to consider the total preparation of TG isolated from leaves of *S. perfoliatum* as promising growth promoters for pre-sowing treatment of winter wheat seeds.

Keywords: *Silphium perfoliatum* L., *Triticum aestivum* L., triterpene glycosides, catalase, sylphiosides, germination energy and seed germination.

References

1. Augustin M., Kuzina V., Andersen S.B., Bak S. *Phytochemistry*, 2011, vol. 72, pp. 435–457.
2. Moses T., Papadopoulou K.K., Osbourn A. *Crit. Rev. Biochem. Molec. Biol.*, 2014, vol. 49, no. 6, pp. 439–462. DOI: 10.3109/10409238.2014.953628.
3. Faizal A., Geelen D. *Phytochem. Rev.*, 2013, vol. 12, pp. 877–893. DOI: 10.1007/s11101-013-9322-4.
4. Davidyants E.S., Neshina L.P., Neshin I.V. *Rastitel'nyye resursy*, 2001, vol. 37, no. 3, pp. 93–96. (in Russ.).
5. Davidyants E.S. *Rastitel'nyye resursy*, 2006, vol. 42, no. 1, pp. 127–136. (in Russ.).
6. Davidyants E.S., Kartasheva I.A. *Rastitel'nyye resursy*, 1997, vol. 33, no. 4, pp. 93–97. (in Russ.).
7. Kuznetsov V.V., Dmitriyeva G.A. *Fiziologiya rasteniy*. [Plant physiology]. Moscow, 2011, 783 p. (in Russ.).
8. Obrucheva N.V., Sin'kevich I.A., Letyagina S.V., Novikova G.V. *Fiziologiya rasteniy*, 2017, vol. 64, no. 4, pp. 311–320. DOI: 10.7868/S0015330317030137. (in Russ.).
9. Nefed'yeva Ye.E., Belopukhov S.L., Verkhoturov V.V., Lysak V.I. *Izvestiya vuzov. Prikladnaya khimiya i biotekhnologiya*, 2013, no. 5, pp. 61–66. (in Russ.).
10. Mhamdi A., Queval G., Chaouch S., Vanderauwera S., Van Breusegem F., Noctor G. *Journal of Experimental Botany*, 2010, vol. 61, no. 15, pp. 4197–4220. DOI: 10.1093/jxb/erq282.
11. Isaychev V.A., Provalova Ye.V. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa*, 2012, no. 3 (27), pp. 80–85. (in Russ.).
12. Ivashchenko I.N. *Vliyaniye regulyatorov rosta na ustoychivost' k stressovym faktoram, urozhaynost' i kachestvo zerna ozimoy pshenitsy na chernozeme vyshchelochennom: atoref. dis. kand. s.-kh. nauk*. [The influence of growth regulators on resistance to stress factors, yield and grain quality of winter wheat on leached chernozem: atoref. dis. Cand. s.-kh. sciences]. Stavropol', 2010, 27 p. (in Russ.).
13. Davidyants E.S. *Khimicheskoye stroeniye triterpenovykh glikozidov Silphium perfoliatum: dis. ... kand. khim. nauk*. [Chemical structure of triterpene glycosides in *Silphium perfoliatum*: dis. Cand. chem. sciences]. Tashkent, 1986, 127 p. (in Russ.).
14. Kulintsev V.V., Chumakova V.V., Kravtsov V.V. i dr. *Sorta i gibridy sel'skokhozyaystvennykh kul'tur selektsii FGBNU «Severo-Kavkazskiy FNATS» i yego seti: katalog*. [Varieties and hybrids of agricultural crops selected by the Federal State Budgetary Scientific Institution "North Caucasian Federal Research Center" and its networks: catalog]. Stavropol', 2020, 165 p. (in Russ.).
15. Davidyants E.S. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2019, no. 4, pp. 441–448. DOI: 10.14258/jcprm.2019045482. (in Russ.).
16. Velichko A.K., Solov'yev V.B., Gengin M.T. *Izvestiya Penzenskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. V.G. Belinskogo*, 2009, no. 14(18), pp. 44–48. (in Russ.).
17. Davidyants E.S., Putiyeva Zh.M., Bandyukova V.A., Abubakirov N.K. *Khimiya prirodnnykh soyedineniy*, 1984, no. 1, pp. 120–121. (in Russ.).
18. Davidyants E.S., Putiyeva Zh.M., Bandyukova V.A., Abubakirov N.K. *Khimiya prirodnnykh soyedineniy*, 1984, no. 5, pp. 666–667. (in Russ.).
19. Davidyants E.S., Putiyeva Zh.M., Bandyukova V.A., Abubakirov N.K. *Khimiya prirodnnykh soyedineniy*, 1984, no. 6, pp. 750–753. (in Russ.).
20. Davidyants E.S., Putiyeva Zh.M., Shashkov A.S., Bandyukova V.A., Abubakirov N.K. *Khimiya prirodnnykh soyedineniy*, 1985, no. 4, pp. 519–522. (in Russ.).
21. Simonova Ye.N., Kravchenko N.S. *Zernovoye khozyaystvo Rossii*, 2019, no. 1(61), pp. 18–21. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-61-1-18-21. (in Russ.).

22. Kostin V.I., Kostin O.V., Muzurova O.G., Romanov A.V., Ofitserov Ye.N. *Pektin iz amaranta v tekhnologii vozdeyvaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur dlya polucheniya ekologicheski chistoy produkcii*. [Pectin from amaranth in the technology of cultivation of agricultural crops to obtain environmentally friendly products]. Ul'yanovsk, 2013, 130 p. (in Russ.).
23. Polevoy V.V., Salamatova T.S. *Fiziologiya rosta i razvitiya rasteniy*. [Physiology of plant growth and development]. Leningrad, 1991, 239 p. (in Russ.).
24. Davidyants E.S. *Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya*, 2011, vol. 47, no. 5, pp. 530–536. (in Russ.).
25. Davidyants E.S. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2013, no. 4, pp. 225–231. DOI: 10.14258/jcprm.1304225. (in Russ.).

Received August 4, 2020

Revised November 23, 2020

Accepted February 4, 2021

For citing: Davidyants E.S. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2021, no. 2, pp. 353–360. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.2021028275.