

ПРИМЕНЕНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА ДЛЯ СТИМУЛЯЦИИ ДОРАЗВИТИЯ ЗАРОДЫША
И ПОВЫШЕНИЯ ВСХОЖЕСТИ СЕМЯН ДВУХ ВИДОВ РОДА *ACONITUM* L. БИОКОЛЛЕКЦИИ ВИЛАР

О.М. Savchenko, Е.А. Motina, Yu.M. Minyazeva,
N.Yu. Svistunova, L.N. Kozlovskaya

THE APPLICATION OF GROWTH REGULATORS FOR EMBRYO DEVELOPMENT STIMULATION
AND IMPROVING SEED GERMINATION OF TWO SPECIES OF THE GENUS *ACONITUM* L.
FROM VILAR BIOCOLLECTION

Савченко О.М. – канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр. отдела агробиологии и селекции Всероссийского института лекарственных и ароматических растений, г. Москва.

E-mail: swampprat@rambler.ru

Мотина Е.А. – ст. науч. сотр. Ботанического сада Всероссийского института лекарственных и ароматических растений, г. Москва.

E-mail: bot.gard.vilar@yandex.ru

Минязева Ю.М. – канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр. Ботанического сада Всероссийского института лекарственных и ароматических растений, г. Москва.

E-mail: bot.gard.vilar@yandex.ru

Свистунова Н.Ю. – канд. биол. наук, вед. науч. сотр. отдела агробиологии и селекции Всероссийского института лекарственных и ароматических растений, г. Москва.

E-mail: aloevera3006@gmail.com

Козловская Л.Н. – канд. биол. наук, доц. каф. ботаники, селекции и семеноводства садовых растений Российского государственного аграрного университета – МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва.

E-mail: lkozlovska@mail.ru

Savchenko O.M. – Cand. Agr. Sci., Leading Staff Scientist, Department of Agrobiolology and Selection, All-Russia Research and Development Institute of Medicinal and Aromatic Plants, Moscow.

E-mail: swampprat@rambler.ru

Motina E.A. – Senior Staff Scientist, Botanical Garden, All-Russia Research and Development Institute of Medicinal and Aromatic Plants, Moscow.

E-mail: bot.gard.vilar@yandex.ru

Minyazeva Yu.M. – Cand. Agr. Sci., Leading Staff Scientist, Botanical Garden, All-Russia Research and Development Institute of Medicinal and Aromatic Plants, Moscow.

E-mail: bot.gard.vilar@yandex.ru

Svistunova N.Yu. – Cand. Biol. Sci., Leading Staff Scientist, Department of Agrobiolology and Selection, All-Russia Research and Development Institute of Medicinal and Aromatic Plants, Moscow.

E-mail: aloevera3006@gmail.com

Kozlovskaya L.N. – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Chair of Botany, Selection and Seed Farming of Garden Plants, Russian State Agrarian University – MAA named after K.A. Timiryazev, Moscow.

E-mail: lkozlovska@mail.ru

*Акониты, как лекарственные растения, известны с давних времен, широко распространены в тибетской народной медицине. В нашей стране раньше были допущены к применению аконит клубочковый и аконит джунгарский. С 1987 года выпускается препарат «Ал-лапинин» на основе сырья из аконита белоустого (*Aconitum leucostomum* Worosch.) и аконита северного (*Aconitum septentrionale* Koelle), семена которых исследуются в данной работе. В связи с тем, что семена изучаемых ви-*

дов аконита имеют недоразвитый зародыш, для их прорастания требуется длительный период стратификации. Для стимуляции этого процесса авторами изучалось влияние различных регуляторов роста на доразвитие зародыша семени. В результате проведенных исследований для каждого из изучаемых видов аконита выявлены регуляторы роста, которые не только сокращают продолжительность стратификации, но и повышают всхожесть семян. Ранее было установлено, что

гибберелиновые кислоты стимулируют развитие зародыша, но не заменяют холодной стратификации. Использование препаратов на основе гидроксикоричных кислот и эпибрасинолидов позволяет не только сократить холодную стратификацию семян аконита, но увеличивает и всхожесть семян. Обработка семян *A.leucostomum* и *A.septentrionale* регулятором роста «Рибав-экстра», «Эпин-экстра», «Циркон» и «Крезацин» перед стратификацией сокращает ее продолжительность до 90 суток. При этом для семян аконита северного наиболее эффективным оказалось применение регулятора роста «Циркон», а для аконита белоустого – «Циркон» и «Рибав-экстра». Для повышения всхожести семян аконита северного и аконита белоустого предпочтительнее использовать препарат «Циркон». В этом случае всхожесть семян по сравнению с контролем повышается на 20 %.

Ключевые слова: *Aconitum leucostomum* Worosch., *Aconitum septentrionale* Koelle, семена, морфологический тип покоя, регуляторы роста.

As medicinal plants aconites have been known since ancient times, they are widely met in Tibetan traditional medicine. *Aconitum napellus* and *Aconitum soongaricum* have been previously approved for using in our country. Since 1987 the drugs "Allapinin" on the basis of raw materials from *Aconitum leucostomum* Worosch. and *Aconitum septentrionale* Koelle have been manufactured, their seeds are studied in the research. Due to the fact that the seeds of studied Aconite species have an underdeveloped embryo, their germination requires a long period of stratification. For stimulation this process, the influence of various growth regulators on full development of the seed embryo was studied. As a result of researching for each of studied species of Aconite growth regulators were identified, which not only reduce the duration of stratification, but also increase seeds germination. Previously, it was found out that gibberellinic acids had stimulated the development of the embryo, but had not replaced cold stratification. Using growth regulators on the basis of hydroxycinnamic acids and epibrassinolide allows not only reducing cold stratification of seeds of Aconite, but also increasing seeds germination. Processing seeds of *Aconitum*

leucostomum Worosch. and *Aconitum septentrionale* Koelle with growth regulators "Ribav-extra", "Epin-extra", "Zircon" and "Krezacin" before stratification reduces its duration up to 90 days. At the same time, for the seeds of *Aconitum septentrionale*, using "Zircon" growth regulator, and for *Aconitum leucostomum* – growth regulators "Zircon" and "Ribav-extra" appeared to be the most effective. For increasing seed germination of *Aconitum septentrionale* Koelle and *Aconitum leucostomum* Worosch. it is preferable to use growth regulator "Zircon". In this case, seed germination increases by 20 % compared to the control.

Keywords: *Aconitum leucostomum* Worosch., *Aconitum septentrionale* Koelle, seeds, morphophysiological type of rest, growth regulators.

Введение. Ряд растений рода *Aconitum* L. являются источниками биологически активных веществ, применяемых в медицине. В частности, трава *Aconitum leucostomum* Worosch. и корневища с корнями *Aconitum septentrionale* Koelle служат сырьем для производства антиаритмического препарата «Аллапинин», входящего в перечень жизненно необходимых и важнейших лекарственных препаратов [1].

A. leucostomum (аконит белоустый) – вертикально-корневищный травянистый поликарпик с полурозеточным цветоносным побегом [2]. Стебель высотой 50–200 см. Пластинки листьев плотные, кожистые, крупные, глубоко пальчато-рассеченные на широкие ромбические доли. Соцветие – простая маловетвистая густая многоцветковая кисть. Цветки бледно- или грязновато-фиолетовые, иногда беловатые. Листовки в числе 3, голые или железисто-опушенные. Ареал – Сибирь, Средняя Азия, Монголия [3]. Подземные части *A. leucostomum* содержат алкалоиды (в их числе мезаконитин, аксин, аксинатин, лаппаконитин, лаппаконидин, эксцельзин), сапонины, дубильные вещества, кумарины, флавоноиды. Содержание алкалоидов в стеблях 0,3–1,07 %, в листьях – 0,62–3,99 %, в цветках – 1,38–4,56 % [4, 5].

A. septentrionale (аконит северный) – вертикально-корневищный травянистый поликарпик с полурозеточным цветоносным побегом [2, 6]. Стебель высотой 65–200 см. Пластинки листьев крупные, сердцевидно- или почковидно-

округлые, рассеченные на широкие сегменты, часто с заходящими друг на друга краями. Цветки грязно-фиолетовые, в длинном ветвистом соцветии. Листовки в числе 3, голые. Распространен в Европе, Сибири, Юго-Восточном Казахстане, Монголии [3]. Подземные части содержат 2,39–4,9 % алкалоидов (в их числе мезаконитин, эксцельзин, аксин, аксинатин, лаппаконитин, циноктонин, септентрионалин, деациллаппаконитин), трансаконитовую кислоту. Надземные части содержат 0,5 % алкалоидов (лаппаконитин, аксин, аксинатин), проазулены, кумарины, флавоноиды. В листьях содержится 0,21–3,5 % алкалоидов, витамин С; в стеблях – 0,09–0,65 % алкалоидов; в семенах – 29–34 % жирного масла [4, 7–9].

Семена растений рода *Aconitum* имеют морфофизиологический тип покоя, обусловленный недоразвитием зародыша в зрелом семени и наличием физиологического механизма торможения прорастания [10, 11].

Исследования физиологов по доразвитию зародыша касаются в основном измерения его линейного роста и описания внешних морфологических признаков. Достаточно хорошо изучены морфолого-анатомические изменения в ходе доразвития зародыша. Проводились работы по выявлению морфогенетических и морфофизиологических корреляций в развитии зародыша и окружающих его структур семени в зависимости от температурных и гормональных воздействий [10–12].

Ранее было установлено, что гибберелиновые кислоты хотя и стимулируют доразвитие зародыша, но не заменяют холодной стратификации. В то же время обработка гиббереллинами не влияет ни на прорастание, ни на доразвитие зародыша семян, характеризующихся сложным глубоким морфофизиологическим покоем [10, 11].

Интерес представляет изучение изменений ростовых процессов при доразвитии зародыша семени под воздействием современных стимуляторов роста. Данные исследования имеют практическое значение для сокращения длительной стратификации семян с морфофизиологическим типом покоя.

Цель работы. Определить воздействие регуляторов роста различного состава на доразвитие зародыша и установить наиболее эффек-

тивные для повышения всхожести семян двух видов аконита.

Материал и методы исследования. Зрелые семена двух видов рода *Aconitum* L. были собраны на участке фармакопейных растений Ботанического сада ФГБНУ ВИЛАР в 2016 году. В опытах по изучению влияния регуляторов роста семена аконита замачивали на сутки при комнатной температуре до начала стратификации в растворах регуляторов роста в следующих концентрациях: «Рибав-экстра», 0,00152 г/л L-аланин+ 0,00196 г/л L-глутаминновой кислоты. Концентрация 0,1 мл/л; «Эпин-экстра» (0,025 г/л д.в. 24-эпибрассинолид). Концентрация 0,5 мл/л; «Циркон» (0,1 г/л гидроксикоричных кислот). Концентрация 0,25 мл/л; «Крезацин», 475 г/л ортокрезоксиуксусной кислоты триэтаноламмониевая соль. Концентрация 1 мл/л. В контрольном варианте обработка регуляторами роста не проводилась, перед стратификацией семена замачивались в воде. Данные препараты в указанных концентрациях хорошо зарекомендовали себя при проведении опытов по проращиванию семян с морфофизиологическим типом покоя [13].

В лекарственном растениеводстве применяют регуляторы роста, эффективные также и в отношении возбудителей семенной и почвенной инфекции, которые являются альтернативой химическим протравителям. Продолжительная предпосевная экспозиция семян в растворах регуляторов роста вызвана необходимостью понизить норму расхода протравителя без снижения биологической эффективности в борьбе с корневыми гнилями всходов. При этом активизируются ростовые процессы надземной части и корневой системы растений [14, 15].

Для прохождения стратификации семена были помещены в термостат марки ТСО-1/80 СПУ электрический суховоздушный охлаждающий и холодильник «DAEWOO electronics FRN-X22B3CW». Семена проходили стратификацию во влажной среде на фильтровальной бумаге в чашках Петри в четырех повторностях, по 50 семян в каждой при следующих температурных режимах: A. septentrionale Koelle — при 2–5 °С в течение 4–6 месяцев. A. leucostomum Worosch. нуждаются в двухэтапной стратификации: I – при 6–9 °С в течение 2,5 месяцев, II – при 0–1 °С в течение 4 месяцев [10–12].

Изучение доразвития зародыша в семени аконитов проводили в течение 6 месяцев с интервалом 20 суток для каждого варианта. Просмотр препаратов и их анализ проводили с помощью светового микроскопа «Ломо Микмед-5» при увеличении 100х и бинокулярного микроскопа МБС-1, снабженных камерой 14.0 Мп USB 2.0 C-Mount.

Прорастание семян определяли визуально по прохождению корешков через семенную кожуру. Подсчет проросших семян проводили ежедневно. Процент проросших семян рассчитывали от числа заложённых на проращивание. Разницу между контролем и опытом оценивали по коэффициенту Стьюдента (t). При n=3 разница достоверна на 95%-м уровне при $t \geq 2,78$.

Результаты исследования и их обсуждение. Зрелые семена *A. septentrionale* и *A. leucostomum* после сбора с материнского растения имеют длину 3–5,5 мкм, темно-коричневую окраску, обратнопиримидальную форму, морщинистую поверхность семенной кожуры и крыловидный вырост в области семенного шва (рафе). Семенная кожура образована производ-

ными наружного (теста) и внутреннего интегумента (тегмена). Эндосперм твердый, его клетки заполнены веществами белковой природы и крахмалом; в центральной части эндосперма от основания до вершины семени различима эндоспермальная полость; в микропилярной части расположен зародыш.

Изменения в структуре зародыша начинаются через 20–25 суток с момента начала стратификации, его длина увеличивается до 100–120 мкм. После 40 дней стратификации зародыш семени имеет торпедовидную форму и достигает в длину 420–450 мкм, что составляет 7–10 % длины эндосперма. К этому времени зародыш семени уже дифференцирован на органы – две семядоли, апекс побега, гипокотиль. Семядоли короткие, уплощенные, односторонне конгенитально сросшиеся в своем основании. Наиболее высокие темпы развития зародышей семян *A. septentrionale*, предварительно перед стратификацией обработанных регуляторами роста «Рибав-экстра», «Эпин-экстра», «Циркон» и «Крезацин» (табл. 1).

Таблица 1

Развитие зародыша *A. septentrionale* в процессе стратификации в зависимости от влияния регуляторов роста

Длительность стратифик., сут	Длина развивающегося зародыша при применении различных регуляторов роста, мкм				
	Контроль (вода)	Рибав-экстра	Эпин-экстра	Циркон	Крезацин
20	720	860	810	890	780
40	840	1200	1100	1200	1000
60	1000	2300	2000	2400	1900
90	1300	2700	2500		2400
120	2000	Прораст.	Прораст.	Прораст.	Прораст.
150	2500				
180	Прораст.				
НСР ₀₅	77	81	79	84	76

Как видно из таблицы 1, наибольшее влияние на развитие зародыша аконита северного оказывают регуляторы роста, отвечающие преимущественно за процесс корнеобразования («Рибав-экстра», «Циркон»). Длина зародышей на 40-е сутки стратификации при обработке этими регуляторами роста составила 1200±84

мкм. Однако следует отметить, что в случае обработки семян перед началом стратификации раствором препарата «Циркон» активное прорастание семян началось на 90-е сутки от начала стратификации, тогда как после применения остальных росторегуляторов («Рибав-экстра», «Эпин-экстра», «Крезацин») прорастание семян

началось приблизительно через четыре месяца. Тем не менее по сравнению с контролем (вода) обработанные семена аконита северного начали прорастать на 60 суток раньше. В результате предварительной обработки семян *A. leucostomum*

перед стратификацией препаратами «Рибав-экстра» и «Циркон» привело к некоторому ускорению развития зародыша на начальных этапах развития. На 40-е сутки длина зародышей составляла 1000 и 1100 мкм соответственно (табл. 2).

Таблица 2

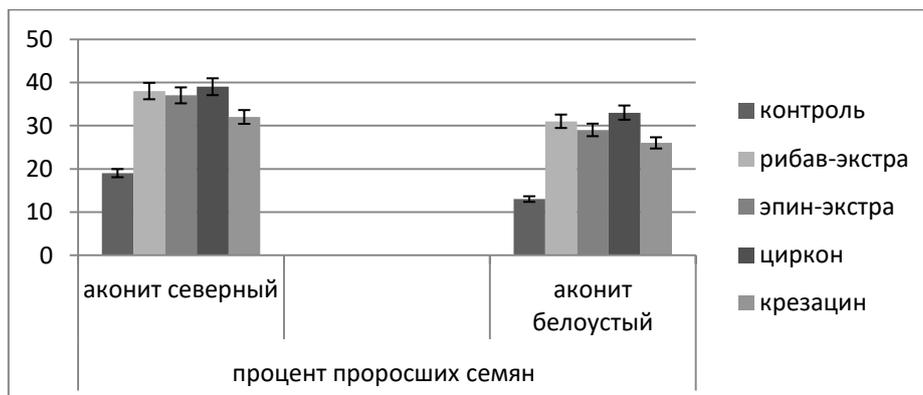
Развитие зародыша *A. leucostomum* в процессе стратификации в зависимости от влияния регуляторов роста

Длительность стратифик., сут	Длина развивающегося зародыша при применении различных регуляторов роста, мкм				
	Контроль (вода)	Рибав-экстра	Эпин-экстра	Циркон	Крезацин
20	680	820	770	850	740
40	800	1000	1050	1100	980
60	980	1300	1200	1500	1300
90	1200	1900	1700	2000	1600
120	2000	2500	2100	2600	2000
150	2500	Прораст.	2600	Прораст.	2500
180	Прораст.	–	Прораст.	–	Прораст.
НСР ₀₅	62	88	75	89	73

Согласно данным, представленным в таблице 2, следует, что развитие зародыша у *A. leucostomum* шло несколько медленнее. Даже в тех вариантах, где семена были обработаны перед стратификацией растворами регуляторов роста «Рибав-экстра» и «Циркон», прорастание семян началось лишь спустя 150 суток (около 5 месяцев) от начала стратификации (табл. 2).

При изучении всхожести семян *A. leucostomum* и *A. septentrionale* следует отме-

тить, что регуляторы роста оказывали в целом благоприятное воздействие на всхожесть семян. Всхожесть семян аконита северного в контроле (вода) составляла 19 %. Наилучшие показатели всхожести семян аконита северного были получены в результате обработки семян перед стратификацией препаратами «Рибав-экстра» и «Циркон». Всхожесть семян была самой высокой и составила 38 и 39 % соответственно (рис.).



Проросшие семена (%) *A. septentrionale* и *A. leucostomum*

Семена *A. leucostomum* отличались более низкой отзывчивостью к применению регуляторов роста, чем семена *A. septentrionale*. Всхожесть семян аконита белоустого, обработанных регуляторами роста, превышала контроль на 13–20 % и варьировала от 26 % при обработке препаратом «Крезацин» до 33% при обработке препаратом «Циркон» (рис.). Наилучшие показатели всхожести семян аконита северного были получены в результате обработки семян перед стратификацией препаратами «Рибав-экстра» и «Циркон». Всхожесть семян была самой высокой и составила 31 и 33 % соответственно. Согласно коэффициенту Стьюдента, разница между контролем и опытом с регулятором роста «Циркон» достоверна ($t > 2,78$).

Выводы. Использование препаратов на основе гидроксикоричных кислот и эписабосинов позволяет не только сократить холодную стратификацию семян аконита, но и увеличивает их энергию прорастания и всхожесть. Обработка семян *A. leucostomum* и *A. septentrionale* регуляторами роста «Рибав-экстра», «Эпин-экстра», «Циркон» и «Крезацин» перед стратификацией сокращает ее продолжительность до 90 суток. При этом для семян *A. septentrionale* наиболее эффективным оказалось применение регулятора роста «Циркон», а для аконита белоустого – «Циркон» и «Рибав-экстра». Для повышения всхожести семян *A. septentrionale* и *A. leucostomum* предпочтительнее использовать «Циркон».

Литература

1. Об утверждении перечня жизненно необходимых и важнейших лекарственных препаратов на 2018 год, а также перечней лекарственных препаратов для медицинского применения и минимального ассортимента лекарственных препаратов, необходимых для оказания медицинской помощи: Распоряжение Правительства РФ от 23 октября 2017 г. № 2323-р // Собрание законодательства. – 2017. – № 44. – Ст. 6551.
2. Быков В.А., Сокольская Т.А., Зайко Л.Н. Атлас лекарственных растений России / под общ. ред. В.А. Быкова. – М.: ВИЛАР, 2006. – С. 53–57.
3. Флора Сибири. Т. 6: *Portulacaceae* – *Ranunculaceae*. / С.А. Тимохина, Н.В. Фризен, Н.В. Власова [и др.]. – Новосибирск: Наука, 1993. – С. 136–139.

4. Растительные ресурсы СССР: цветковые растения, их химический состав, использование; сем. *Magnoliaceae-Limoniaceae*. – Л.: Наука, 1984. – С. 40–42.
5. Лугманова М.Р., Федоров Н.И., Михайленко О.И. [и др.]. Суммарное содержание алкалоидов в некоторых растениях лесного пояса Южного Урала // Растительные ресурсы. – 2011. – Т. 47, № 4. – С. 113–118.
6. Далькэ И.В., Захожий И.Г., Малышев Р.В. [и др.]. Эколого-физиологическая характеристика растений ресурсного вида *Aconitum septentrionale* Koelle в сообществах Южного Тимана и Приполярного Урала // Известия Самарского научного центра РАН. – 2010. – Т. 12, № 1 (3). – С. 683–687.
7. Heubach J.F., Schule A. Cardiac effects of lappaconitine and N-deacetylappaconitine, two diterpenoid alkaloids from plants of the *Aconitum* and *Delphinium* species // *Planta Med Germany*. – 1998. – P. 22–26.
8. Pelletier S.W., Sawhney R.S., Aasen A.J. Septentrionin and septentriodin -two new C19-diterpenoid alkaloids from *Aconitum septentrionale* Koelle // *Heterocycles*. – 1979. – V. 12. – № 3. – P. 377–380.
9. Хайрутдинова Э.Д. Алкалоиды *Aconitum septentrionale* K., *Delphinium alpinum*, *D. cuneatum* и *D. elatum* L.: дис. ... канд. хим. наук. – Уфа, 2005. – 151 с.
10. Николаева М.Г., Разумова М.В., Гладкова В.Н. Справочник по проращиванию покоящихся семян. – Л.: Наука, 1985. – С. 29–30.
11. Поздова Л.М., Бутузова О.Г., Тумова Г.Е. Развитие зародыша в семенах с морфофизиологическим типом покоя на примере *Aconitum soongaricum* (*Ranunculaceae*) // Ботанический журнал. – 1998. – Т. 83, № 11. – С. 63–73.
12. Дюрягина Г.П. Семенное размножение видов рода *Aconitum* Юго-Восточного Алтая: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 1972. – 19 с.
13. Савченко О.М., Маланкина Е.Л., Козловская Л.Н. Влияние регуляторов роста на прорастание семян лука победного (*Allium victorialis* L.) и лука медвежьего (*Allium ursinum* L.). // Известия ТСХА. – 2010. – № 6. – С. 61–66.
14. Пушкина Г.П., Бушковская Л.М., Сидельников Н.И. Роль регуляторов роста и микроудобрений в адаптации лекарственных культур к абиотическим и биотическим

- стрессам // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. – 2012. – № 7. – С. 14–18.
15. Вакулин К.Н. Мобилизация биологически активного потенциала некоторых лекарственных культур при комплексном применении регуляторов роста и пестицидов: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М.: ВИЛАР, 2008. – 25 с.
- Literatura**
1. Ob utverzhenii perechnja zhiznenno neobhodimyh i vazhnejshih lekarstvennyh preparatov na 2018 god, a takzhe perechnej lekarstvennyh preparatov dlja medicinskogo primenjenja i minimal'nogo assortimenta lekarstvennyh preparatov, neobhodimyh dlja okazanija medicinskoj pomoshhi: Rasporjazhenie Pravitel'stva RF ot 23 oktjabrja 2017 g. № 2323-r // Sobranie zakonodatel'stva. – 2017. – № 44. – St. 6551.
 2. Bykov V.A., Sokol'skaja T.A., Zajko L.N. Atlas lekarstvennyh rastenij Rossii / pod obsh. red. V.A. Bykova. – М.: VILAR, 2006. – S. 53–57.
 3. Flora Sibiri. T. 6: Portulacaceae – Ranunculaceae. / S.A. Timohina, N.V. Frizen, N.V. Vlasova [i dr.]. – Novosibirsk: Nauka, 1993. – S. 136–139.
 4. Rastitel'nye resursy SSSR: cvetkovye rastenija, ih himicheskij sostav, ispol'zovanie; sem. Magnoliaceae-Limoniaceae. – L.: Nauka, 1984. – S. 40–42.
 5. Lugmanova M.R., Fedorov N.I., Mihajlenko O.I. [i dr.]. Summarnoe sodержanie alkaloidov v nekotoryh rastenijah lesnogo pojasa Juzhnogo Urala // Rastitel'nye resursy. – 2011. – T. 47, № 4. – S. 113–118.
 6. Dal'kje I.V., Zahozhij I.G., Malyshev R.V. [i dr.]. Jekologo-fiziologicheskaja harakteristika rastenij resursnogo vida Aconitum septentrionale Koelle v soobshhestvah Juzhnogo Timana i Pripoljarnogo Urala // Izvestija Samarskogo nauchnogo centra RAN. – 2010. – T. 12, № 1 (3). – S. 683–687.
 7. Heubach J.F., Schule A. Cardiac effects of lappaconitine and N-deacetylappaconitine, two diterpenoid alkaloids from plants of the Aconitum and Delphinium species // Planta Med Germany. – 1998. – P. 22–26.
 8. Pelletier S.W., Sawhney R.S., Aasen A.J. Septentrionin and septentriodin -two new C19-diterpenoid alkaloids from Aconitum septentrionale Koelle // Het-erocycles. – 1979. – V. 12. – № 3. – P. 377–380.
 9. Hajritdinova Je.D. Alkaloidy Aconitum septentrionale K., Delphinium alpinum, D. cuneatum i D. elatum L.: dis. ... kand. him. nauk. – Ufa, 2005. – 151 s.
 10. Nikolaeva M.G., Razumova M.V., Gladkova V.N. Spravochnik po prorashhivaniju pokojashhihsja semjan. – L.: Nauka, 1985. – S. 29–30.
 11. Pozdova L.M., Butuzova O.G., Titova G.E. Razvitie zarodysha v semenah s morfo-fiziologicheskim tipom pokoja na primere Aconitum soongaricum (Ranunculaceae) // Botanicheskij zhurnal. – 1998. – T. 83, № 11. – S. 63–73.
 12. Djurjagina G.P. Semennoe razmnozhenie vidov roda Aconitum Jugo-Vostochnogo Altaja: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. – M., 1972. – 19 s.
 13. Savchenko O.M., Malankina E.L., Kozlovskaja L.N. Vlijanie reguljatorov rosta na prorananie semjan luka pobednogo (Allium victorialis L.) i luka medvezh'ego (Allium ursinum L.). // Izvestija TSHA. – 2010. – № 6. – S. 61–66.
 14. Pushkina G.P., Bushkovskaja L.M., Sidel'nikov N.I. Rol' reguljatorov rosta i mikroudobrenij v adaptacii lekarstvennyh kul'tur k abioticheskim i bioticheskim ctressam // Voprosy biologicheskoi, medicinskoj i farmacevticheskoi himii. – 2012. – № 7. – S. 14–18.
 15. Vakulin K.N. Mobilizacija biologicheskii aktivnogo potenciala nekotoryh lekarstvennyh kul'tur pri kompleksnom primenenii reguljatorov rosta i pesticidov: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. – М.: VILAR, 2008. – 25 s.