

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6
Чечевица – 1,5 млн/га + ячмень 2 млн/га (50 % + 50 %)	$\frac{3,08}{1,41}$	0,74	13,18	23,12	9,94
Чечевица – 2,62 млн/га + ячмень 1 млн./га (75 % + 25 %)	$\frac{3,35}{1,17}$	0,55	12,87	21,04	8,17
Чечевица – 1,75 млн/га + ячмень 2 млн/га (50 % + 50 %)	$\frac{3,46}{1,69}$	0,63	13,24	22,83	9,59
НСР ₀₅	$\frac{0,14}{0,01}$	–	–	–	–

Примечание: в числителе – общая урожайность зерна смеси, в знаменателе – чечевица.

Выводы. Оптимальный срок посева чечевицы с ячменем в степной зоне Кузнецкой котловины – первая декада мая.

Смешанные посевы чечевицы с ячменем – выгодны. В варианте с нормами высева чечевица 1,5 млн/га + ячмень 2 млн/га общая урожайность составляет до 3,08 т/га, при сборе общего белка – 0,74 т/га при приросте общей энергии 9,94 ГДж/га.

Литература

1. Прянишников Д.Н. Избранные сочинения. Т. 3. – М.: Сельхозиздат, 1963. – 452 с.
2. Вильямс В.Р. Земледелие с основами почвоведения. – М.: Сельхозиздат, 1946. – 312 с.
3. Шишкин А.И., Шубин Ю.И. Полноценные кормовые смеси. – Кемерово: Кн. изд-во, 1980. – 131 с.
4. Брылев В.К. Почвы Кузбасса и пути повышения плодородия. – Кемерово, 1976. – 81 с.
5. Горшенин К.П. почвы Южной части Сибири. – М.: Изд-во АН ССР, 1955. – 592 с.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Альянс С, 2014. – 251 с.
7. Ермохин Ю.И., Неклюдов А.Ф. Экономическая и биоэнергетическая оценка применения удобрений. – Омск, 1996. – 43 с.



УДК 582.936+581.4

Синьсинь Ли, Юйин Ву, Янь Сунь

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН *GENTIANA ALGIDA* PALL. (GENTIANACEAE)*

Семена *Gentiana algida* выступают в качестве материалов исследования. В данной работе исследуется влияние различных температур, света и концентраций гиббереллина на прорастание семян. Показано, что температура 25 °С является идеальной температурой для всхода семян. Условия освещения оказывают существенное влияние на прорастание *G. algida*. Условия недостаточной освещенности не способствуют прорастанию. Установлено, что при температуре 25 °С раствор гиббереллина концентрации 300-400 мкг/мл значительно способствовал прорастанию и всхожести семян.

Ключевые слова: *G. algida*, прорастание, температура, гиббереллин.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Открытого проекта Лаборатории Хэйлунцзянского университета в рамках научного проекта № 15K134.

THE CHARACTERISTICS RESEARCH OF THE *GENTIANA ALGIDA* PALL. (GENTIANACEAE) SEED GERMINATION

The Gentiana algida Pall. seeds serve as the raw material for the research. The influence of different temperatures, light and concentrations of gibberellin on the seed germination is researched in this article. It is shown that the temperature of 25°C is the ideal temperature for the seed germination. The lighting conditions have the significant effect on the *G. algida* germination. The conditions of the insufficient lighting do not facilitate the germination. It is established that the gibberellin solution with the concentration of 300-400 mg/ml significantly promoted the seed sprouting and germination at the temperature of 25 °C.

Key words: *G. algida*, germination, temperature, gibberellin.

Введение. Альпийская горечавка (*Gentiana algida* Pall.) является диким многолетним травянистым лекарственным растением. Растение целиком может быть использовано как лекарство и является одним из наиболее распространенных ресурсов китайских травяных лекарств [1]. Растёт на высоте 1200-5300 метров над уровнем моря на альпийских лугах и осыпях [2]. В Китае данное растение растёт на Тибете, в провинциях Сычуань, Синьцзян, Цзилинь (гора Чанбайшань) и в других местах. За рубежом оно растёт в России, Японии и Северной Америке [3, 4]. Альпийская горечавка находит большое применение в тибетской медицине для лечения печени и заболеваний желчного пузыря [5–7]. Современные медицинские исследования доказали, что основные компоненты растения обладают противоопухолевым, противовоспалительным эффектом, препятствуют старению, а такие компоненты как мангиферин и свертизин обладают противовоспалительным эффектом при лечении желчного пузыря [8, 9]. Но так как сейчас в основном полагаются на использование ресурсов дикой природы, то неизбежным становится их истощение и бесплодие почв. Из-за того, что развитие данной области по-прежнему остается на низком уровне, многие работы ведутся не в полную силу. Поэтому важно отметить, что для защиты ресурсов диких растений и пользования преимуществами естественных условий необходимо фундаментальное биологическое исследование *G. algida*.

Цель исследования. В настоящее время имеется немного литературных данных об особенностях прорастания семян *G. algida*. Для дальнейшего изучения биологических характеристик *G. algida* мы произвели это исследование, чтобы предложить теоретическую основу для увеличения масштабов использования *G. algida*, защиты и улучшения качества семян.

Объекты и методы исследований**Материалы исследования**

Семена *G. algida*, использовавшиеся в экспериментах, были собраны осенью 2012 г. в горном районе Чанбайшань в провинции Цзилинь Китая. Все экспериментальные работы были проведены в ботанической лаборатории Института сельскохозяйственных ресурсов и охраны окружающей среды Хэйлунцзянского университета.

Методы исследования

1. Определение размера и веса семян: были отобраны 100 относительно крупных и целых семян, затем измерены стереоскопическим микроскопом и микрометром с последующим усреднением результатов [10].

2. Обработка семян проводилась при различных температурах: 5; 15; 25; и 35 °C (погрешность температуры составляет ± 1 °C).

Так было отобрано 30 семян *G. algida*, затем эти семена были замочены в дистиллированной воде на два часа и после помещены в чашку Петри с двумя слоями фильтровальной бумаги внутри (90 мм), затем было добавлено соответствующее количество дистиллированной воды. Каждую обработку повторили три раза. Эксперимент проводился до всхода семян. Во время эксперимента проводилось наблюдение и регистрация прорастания семян и происходило добавление со-

ответствующего количества воды. Также фиксировалась статистика прорастаемости и скорость прорастания.

3. Обработка семян проводилась при различном освещении: при достаточном и недостаточном освещении, повторяли 3 раза по методу 2 при температуре 25 °С.

4. Обработка велась различными концентрациями гиббереллина: 0; 50; 100; 150; 200; 300; 400; 500 мг/л. До обработки замачивали семена дистиллированной водой на 2 ч, затем в растворе гиббереллина определенной концентрации замачивали на 24, после вынули и промыли семена 3–5 раз, далее прорастание происходило по методу 2 при температуре 25 °С.

Результаты исследований и их обсуждение

1. Размер и вес семян

Семена *G. algida* продолговатой формы, коричневого цвета, с губчатой поверхностью, по краям с крылышками. Длина семян – 2,57 мм, ширина – 1,03 мм, соотношение 2,49 (табл. 1). Вес семян составляет (20,7±0,4) г (табл. 2).

Таблица 1

Размер семян *G. algida*

Длина, мм	Ширина, мм	Длина/ширина
2,57 (2,23-2,90)	1,03 (0,70–1,41)	2,49

Таблица 2

Вес 1000 семян *G. algida*

Показатель	Проба								
	1	2	3	4	5	6	7	8	Среднее
Вес 1000 семян, г	21,4	20,7	20,5	21,0	20,2	20,7	20,2	20,9	20,7±0,4

2. Влияние температуры на прорастание семян *G. algida*

Изменение температуры влияет на всхожесть семян *G. algida* (рис. 1). Так, при температуре 35 °С семена не проросли. При температуре 5 °С взошло небольшое количество семян. При температуре 15 °С семена проросли за девять дней, с окончательной всхожестью в 32,2 %. При температуре 25 °С семена проросли за шесть дней, с окончательной всхожестью в 68,9 %. В связи с этим можно заключить, что слишком высокая или слишком низкая температура не способствуют благоприятному прорастанию семян *G. algida*. Поэтому оптимальной температурой для всхода семян является температура 25 °С.

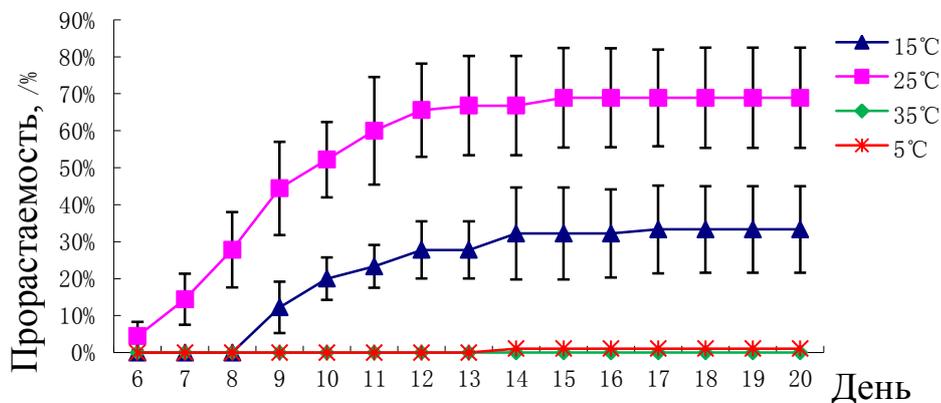


Рис. 1. Влияние температуры на прорастание семян *G. algida*

Так, рисунок 2 показывает, что при различных температурах скорость прорастания семян за девять дней самая высокая и количество проросших семян самое большое, но через две недели признаки прорастания почти не наблюдаются. При температуре 25 °С время прорастания семян меньше, чем при 15 °С.

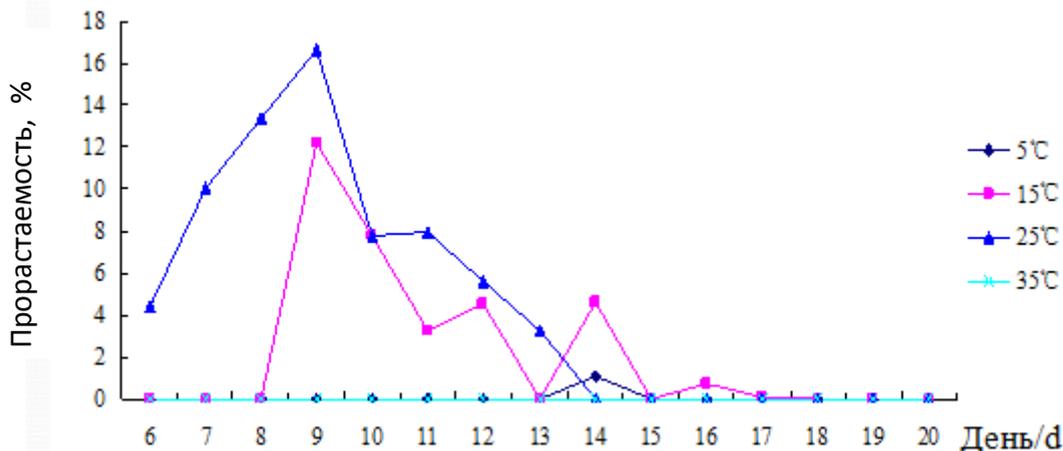


Рис. 2. Всхожесть семян по дням в различных температурных условиях *G. algida*

3. Влияние света на прорастание семян *G. algida*

При недостаточном освещении семена взошли за десять дней со всхожестью в 36,7 %, а при наличии освещения семена проросли за восемь дней с окончательной всхожестью в 63,6 %, что существенно больше, чем в условиях недостаточной освещенности. Это свидетельствует о том, что освещение влияет на прорастаемость семян. При недостаточном освещении прорастание длилось на два дня дольше, чем при достаточном освещении. То есть свет может способствовать прорастанию семян *G. algida* (рис. 3). Так, в природе одним растениям нужен свет для роста, а другим нет. Данная потребность или неприхотливость в свете определяется генетической характеристикой растения и условиями окружающей среды [7]. По результатам теста было установлено, что фактор освещения оказывает значительное влияние на прорастание семян *G. algida*, и что семена *G. algida* чувствительны к свету.

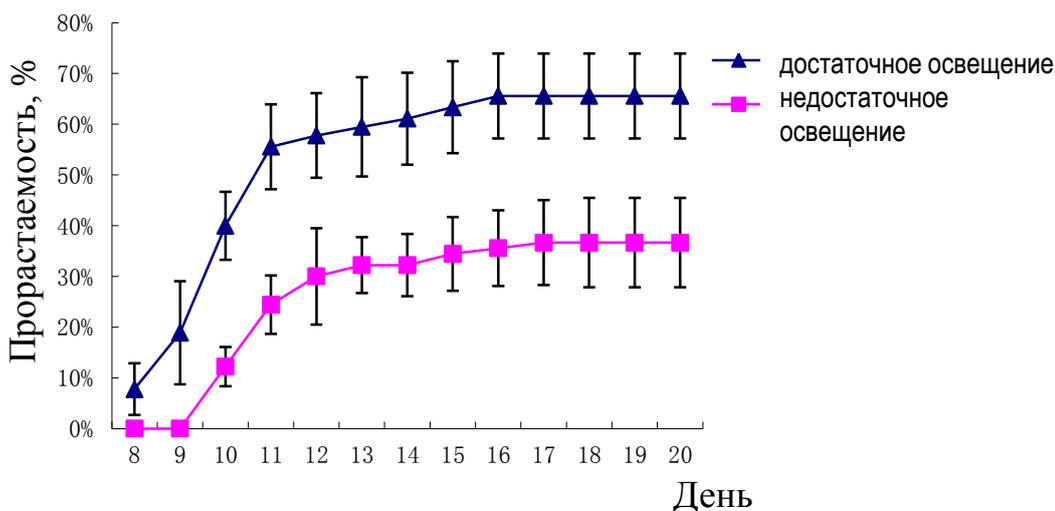
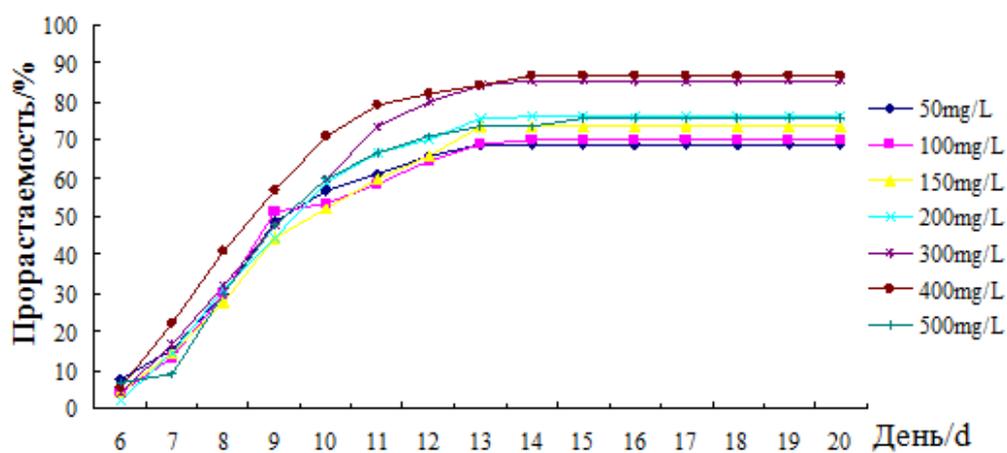


Рис. 3. Влияние света на прорастание семян *G. algida*

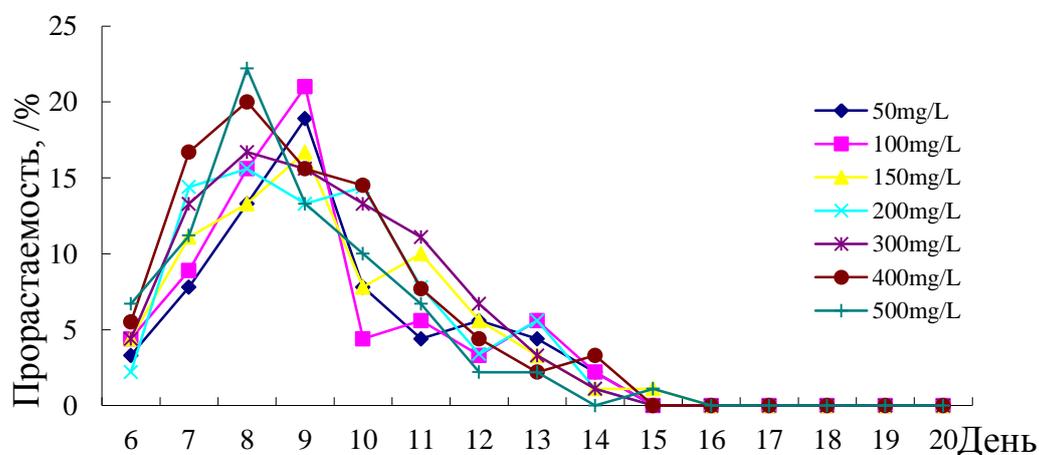
4. Влияние гиббереллина на прорастание семян *G. algida*

Согласно наблюдениям, гиббереллин может значительно способствовать прорастанию семян *G. algida*. При обработке семян раствором гиббереллина концентрации 50 мг/л прорастаемость была 68,9 %; при концентрации гиббереллина 300 и 400 мг/л прорастаемость была более 85 %, при концентрации гиббереллина 400 мг/л прорастаемость была самая высокая – 86,7 % (рис. 4). Доказано, что обработка определённой концентрацией гиббереллина может как сократить прорастаемость *G. algida* в значительной степени, так и повысить её. Так, при концентрации гиббереллина 500 мг/л прорастаемость составила 73,3 %. Этот показатель говорит о том, что высокая концентрация гиббереллина не способствует прорастанию семян.

Рис. 4. Действие гиббереллина на прорастание семян *G. algida*

Научные исследования подтверждают, что в семенах разнообразных растений *G. algida* содержится абсцизовая кислота, которая ингибирует гидролитические ферменты в семенах [11]. Между тем, экстракты семян *G. algida* значительно ингибируют их прорастаемость, это также доказывает, что внутри семян существует ингибирующее вещество [12]. Семена гиббереллина часто могут способствовать восстановлению активной гидролазы, уменьшая время, необходимое для прорастания семян *G. algida*, повышая при этом всхожесть и скорость прорастания.

Рисунок 5 показывает, что *G. algida* при различных концентрациях гиббереллина всходит за 8-9 дней, этот срок является самым долгим для прорастания. Затем количество прорастающих семян быстро уменьшается, и после 15 дней прорастание семян почти завершается.

Рис. 5. Всхожесть семян по дням в различных условиях гиббереллина *G. algida*

Стоит отметить, что срок прорастания семян в 8-9 дней является относительно долгим. Это время может увеличить вероятность выживания потомства семян, но и одновременно с этим привести к долговременной адаптации семян к естественным условиям окружающей среды.

Выводы

1. Длина семян *G. algida* составляла 1,57 мм, ширина – 1,03 мм, вес зерна составил $20,7 \pm 0,4$ г.
2. Оптимальная температура для прорастания семян *G. algida* составляет 25 °С. Слишком высокая или слишком низкая температура будет препятствовать прорастанию семян.
3. Для всхода семян *G. algida* нужен свет. Поэтому хорошее освещение способствует лучшему прорастанию семян *G. algida*.
4. Определенная концентрация гиббереллина может способствовать прорастанию семян *G. algida*. Так, при концентрации 300 и 400 мг/л гиббереллина прорастаемость может достичь 85 %.
5. При обработке гиббереллином семена *G. algida* проросли примерно за неделю, и после появления всходов в течение 1–2 дней прорастаемость достигала своего пика. Самый продолжительный период прорастания составил 9 дней.

Литература

1. Changxun Chen, Zhanwen Liu, Zhengrong Sun et al. Research on anti-inflammatory pharmacological effects of gentiopicroside [J]. Chinese herbal medicine. 2003,34 (9): 814-816.
2. Editorial Committee of Flora of Chinese Academy of Sciences, Flora of China.62 [M]. Beijing: Science Press, 1988: 14.
3. Tingnong He, A study on the genus *Gentiana* China (4) [J]. Plant research.1985, 5 (4): 1-22.
4. Tao Liu, Qian Cai, Yuqin Fu, et al. The research progress of traditional Chinese medicine *Gentiana* [J].Liaoning journal of traditional Chinese medicine.2004,1: 85-86.
5. Hosokawa K., Fukushi E.Kawabata J. et al. Seven acylated anthocyanins in blue flowers of *Gentiana*[J].Phytochemistry.1997,45(1):167-171.
6. Aimee Yang, Han Han, Jing Sun et al. The effective components of Tibetan medicine alpine gentian [J] Chinese Experimental Dosimetry.2011,71(19):121-124.
7. Aimee Yang, Jing Sun, Han Han. The effective components of Tibetan medicine *Gentiana farrieri*[J].Chinese herbal medicine.2012,34 (3): 506-508.
8. Mingyuan Liu, Dong Wang, Xiaowei Du. Root herbs plant biology [M].Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 1995.
9. Northwest Plateau Institute of Biology of Chinese Academy of Sciences, Qinghai economic Flora [M].Xining: Qinghai People's publishing House, 1987: 447-457.
10. Yanrong Wang, Jianhua Sun, Ling Yu et al. Inspection Rules for forage seed [S]. Beijing: China Standard Press, 2001.
11. Zhiying Shen, Kun Fang. Test on improve germination of gentian seed [J].Chinese medicinal crop.2004,27 (11): 801.
12. Min Zhao. Germination of gentian seed and water-soluble endogenous inhibitory substances [J].Plant Physiology Communications. 2004, 40 (6): 677.

