

На правах рукописи

Чистякова Наталья Сергеевна

**ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ ПОПУЛЯЦИЙ  
ДИКОРАСТУЩИХ ЗЛАКОВ ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЯ  
НА НАЧАЛЬНЫХ ЭТАПАХ ОНТОГЕНЕЗА  
(*Leymus chinensis*, *Stipa krylovii*, *Zizania latifolia*)**

03.00.05 – Ботаника

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Улан-Удэ – 2009

Работа выполнена в ФГОУ ВПО Иркутской государственной сельскохозяйственной академии

Научный руководитель: доктор биологических наук,  
профессор Илли Иван Экидиусович

Официальные оппоненты: Ольга Александровна Попова,  
доктор биологических наук

Милада Викторовна Баханова,  
кандидат биологических наук, доцент

Ведущая организация: Сибирский институт физиологии и биохимии  
растений СО РАН

Защита состоится «31» марта 2009 г. в 16.00 часов на заседании диссертационного совета Д 212. 022. 03 при Бурятском государственном университете (670000, г. Улан-Удэ, ул. Смолина, 24а)

Факс (301-2) 21-05-88

E-mail: [d\\_21202203@mail.ru](mailto:d_21202203@mail.ru)

[kaukova@zabspu.ru](mailto:kaukova@zabspu.ru)

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Бурятского государственного университета

Автореферат разослан «27» февраля 2009 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
кандидат биологических наук

Шорноева Н.А.

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность работы.** В Восточном Забайкалье большую роль в создании устойчивой кормовой базы для животноводства традиционно играют степные природные кормовые угодья. Увеличение нагрузок на естественные сенокосы и пастбища при выпасе приводит к ухудшению видового состава биоценозов и снижению их продуктивности. В этой связи, изучение эколого-биологических особенностей дикорастущих злаков позволит сохранить и улучшить естественные кормовые угодья.

Природно-климатические условия Восточного Забайкалья отличаются недостатком тепла и влаги, а также коротким вегетационным периодом, что ограничивает рост и развитие растений. Развитие растений местной флоры шло по пути выработки адаптаций, которые обеспечивают им существование в экстремальных условиях среды. Механизмы этих приспособлений мало изучены. Многочисленные публикации, в том числе и зарубежные (Обручева и др. 1982, 1993, 1997, 2003; Илли, 1982, 1988; Bewley, Black, 1978, 1985) в этой области посвящены культурным растениям, а в отношении дикорастущих видов, особенно Забайкалья, сведений мало. В этой связи, проблема изучения эколого-биологической адаптации дикорастущих злаков Восточного Забайкалья актуальна и ее решение внесет существенный вклад в познание систем адаптационных свойств растений к среде обитания. Это послужит научной основой для сохранения видов, их рационального использования, а также в решении проблемы введения в культуру перспективных дикорастущих растений.

Результатом длительного процесса адаптации злаков к природно-климатическим особенностям региона является видовой полиморфизм. Ранее это было установлено на культурных растениях (Илли, 1989, Илли, Вершинина, 1993, Гончарова, 2004). Впервые были проведены аналогичные исследования по отношению к дикорастущим злакам. Воздействие недостатка тепла и влаги в период формирования зерновки приводит к нарушению пространственной организации роста и развития зародыша и диспропорции накопления запасных веществ в эндосперме, что существенно снижает биологический потенциал продуктивности растений. Предполагается (Илли и др., 1999, Гончарова, 2004, Чистякова, 2006), что данный феномен может передаваться по наследству и закрепляться в потомстве.

**Цели и задачи исследований.** Основной целью исследований было изучение эколого-биологических особенностей адаптации дикорастущих злаков Восточного Забайкалья к среде обитания и оценка их эколого-биологического статуса (ЭБС).

В этой связи были поставлены следующие задачи:

1. Исследовать природные сообщества изучаемых злаков; определить семенную продуктивность.
2. Выявить анатомо-морфологические особенности зародышей зерновок исследуемых злаков; установить связь эколого-биологических особенностей

дикорастущих злаков с семенной продуктивностью; изучить рост морфологических структур зародышей в зависимости от различной влагообеспеченности.

3. Установить степень анатомо-морфологической сформированности отдельных эмбриональных структур зародышей разных популяционных локусов дикорастущих злаков Восточного Забайкалья.

4. Определить уровень накопления запасных веществ в зерновках разных популяционных локусов злаков и эффективность использования их зародышами в период гетеротрофного питания; изучить особенности интенсивности ростовых процессов у проростков исследованных злаков.

5. Определить критерии и рассчитать параметры оптимального эколого-биологического статуса (ОЭБС) семян для разных популяционных локусов изучаемых злаков; на основе разработанных критериев провести сравнительный анализ ЭБС семян у исследованных злаков.

**Научная новизна работы.** В предлагаемой работе на большом экспериментальном материале выявлены эколого-биологические особенности адаптации дикорастущих злаков Восточного Забайкалья к среде обитания. Впервые подход к этой проблеме осуществлялся на популяционном уровне – на уровне экотипов разных локусов ценопопуляций. Результаты исследований могут быть использованы в развитии концепции устойчивости растений, и служить научной основой при разработке технологий интродукции дикорастущих злаков. Результаты этих исследований могут быть использованы при составлении флористических кадастров ценных генофондов региона. Также они могут стать научной основой при разработке технологий введения в культуру дикорастущих растений.

**Практическое значение.** Выявленные эколого-биологические особенности у изученных злаков позволят расширить кормовую базу региона, путем введения в культуру перспективных дикорастущих растений, среди которых особое значение имеют реликтовые и эндемичные виды, а также наиболее эффективно использовать естественные запасы растительных ресурсов, так как сохранение пастбищ и сенокосов возможно только при их рациональном использовании, включающем регулярный выпас и проведение сенокосов в оптимальные сроки.

**Основные положения, выносимые на защиту.**

1. Внутривидовая гетерогенность особей, особенности развития отдельных морфологических структур зародышей дикорастущих злаков является одним из факторов, влияющих на процессы начального роста проростков. При этом относительно более развитая колеориза и колеоптиль указывает на их адаптивность к ксерофитным условиям Восточного Забайкалья.

2. Процесс формирования популяций дикорастущих злаков в экологических условиях Восточного Забайкалья сопряжен с нарушением роста и развития зародышей зерновок. Однако, выработанный механизм адаптации растений способствует формированию полноценных зерновок,

обеспечивает семенную продуктивность.

**Апробация диссертации.** Материалы диссертации доложены и обсуждены на международной научной школе – конференции студентов и молодых ученых «Экология Южной Сибири и сопредельных территорий» (Абакан, 2004, 2007), на региональной научно-практической конференции «Флора, растительность, растительные ресурсы Забайкалья и сопредельных территорий» (Чита; 2005), на международной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения В.В. Письяковой (Санкт-Петербург, 2006), на международной научно-практической конференции «Трансграничье в изменяющемся мире: Россия – Китай – Монголия» (Чита, 2006), на международной молодежной научно-практической конференции «Молодежь Забайкалья: эффективная экономика – благополучное развитие края» (Чита, 2007, 2008), на международной конференции «Биоморфологические исследования в современной ботанике» во Владивостоке (2007).

**Публикации.** По материалам исследования опубликовано 16 работ.

**Объем и структура диссертации.** Работа изложена на 139 страницах машинописного текста, иллюстрирована рисунками, таблицами. Состоит из введения, обзора литературы, описания материалов и методов исследования, 4 глав собственных исследований и их обсуждения, библиографического списка, в котором 141 отечественных и 36 иностранных источников. Текст диссертации иллюстрирован 33 рисунками и 29 таблицами.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### Обзор литературы

#### **Глава 1. Механизмы устойчивости растений как основа адаптации**

В этой главе обсуждаются механизмы устойчивости растений как основа адаптации к условиям среды. Особое значение обращено на следующие вопросы: адаптация растений как форма проявления надежности и устойчивости, морфологические особенности строения зерновки злаков, физиология прорастания зерновок злаков, запасные вещества и их мобилизация при прорастании, покой как адаптация к условиям среды.

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

#### **Глава 2. Условия, объекты и методы исследований**

**Климатические условия Восточного Забайкалья.** В экологических условиях региона наблюдается медленное накопление тепла и недостаточное количество влаги, что влияет на рост и развитие растений: сильное иссушение поверхности почвы замедляет начало вегетации и вызывает угнетение на ранних этапах развития растений.

Особенности современного рельефа и гидротермического режима на территории Восточного Забайкалья обусловили разнообразные условия жизни, способствующие как сохранению в экологических нишах растений прошлых геологических периодов, так и формированию новых форм, хорошо адаптированных к условиям современного климата изучаемого региона.

**Методы исследований.** Фенологические наблюдения в естественных условиях произрастания злаков и количественный учет проводились на стационарных опытных площадках, расположенных в окрестностях оз. Кенон

(Читинский район), а также с. Аргунск и с. Дамасово (Нерчинско-Заводский район) по общепринятой методике И.Н. Бейдеман (1960). Для определения всхожести зерновок и энергии прорастания использовали ГОСТ 12038 – 84. Для оценки скорости прорастания семян использовали формулу Х. Пипера (Piper, 1909) в изложении Ф.И. Реймерса, И.Э. Илли (1978). Семенная продуктивность определена по методике Т.А. Работного (1969) с некоторыми модификациями И.В. Вайнагий (1974). Для разделения семян изучаемого вида на популяционные локусы использовали метод определения содержания белка в интактных зерновках злаков И.Э. Илли и др. (2004). Всего получено по пятнадцать популяционных локусов каждого вида злаков.

При изучении морфологии формирования зародыша использован метод микроскопического анализа. Анатомические особенности сформированности зародышей злаков определяли на временных препаратах, выполненных по методике изложенной Фурст (1979). Проводили анатомо-морфологические исследования семян при прорастании зерновок в различной влажности субстрата. Измерение структур зародышей злаков проводили методом микроскопии с окулярным микрометром. Для статистической обработки полученных данных, использовали компьютерную программу Microsoft Excel 2000; выборка состояла из 25 зародышей для каждого популяционного локуса.

Рисунки зародышей получены при помощи рисовального аппарата РА-4, микрофотографии корневых волосков сделаны на аппарате «Olimpus» с программным обеспечением «Mekos». Исследования ростовых процессов проводили по методике анализа семян Адер (1965). Для определения силы роста проростков пользовались методикой Лихачева (1990). Определяли интенсивность роста, динамику накопления массы, эффективность использования эндосперма прорастающим зародышем (Строна, 1964). Экспериментальные данные обработаны на IBM PC Pentium IV с использованием статистического пакета Microsoft Excel.

**Эколого - биологическая характеристика объектов исследования.** Объектами исследований были три вида семейства *Poaceae*: *Leymus chinensis* (Trin.) Tzvel. – вострец китайский; *Stipa krylovii* Roshev. – ковыль Крылова, *Zizania latifolia* (Griseb.) Tzvel. – цицания щироколистная, водяной рис широколистный.

*L. chinensis* и *S. krylovii* принадлежат к кормовым растениям, являясь как пастбищными, так и сенокосными растениями. *Z. latifolia* в условиях Восточного Забайкалья является редким реликтовым видом. Известны несколько ее местонахождений в пойме р. Аргуни. Цицания имеет существенное кормовое значение.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

### **Глава 3. Особенности семенной продуктивности как результат адаптации к экологическим условиям региона**

Изучение семенной продуктивности дикорастущих злаков проводили в течение 2004 – 2006 года. Наблюдения за динамикой численности генеративных особей показали, что они находятся в прямой зависимости от

условий увлажнения года.

Таблица 1

**Показатели семенной продуктивности у злаков (средние данные за три года)**

Элементы продуктивности	<i>L. chinensis</i>	<i>S. krylovii</i>	<i>Z. latifolia</i>
Число особей на 1м <sup>2</sup> , шт.	8,6±0,6	5,9±0,7	48,8±1,3
Число генеративных побегов у одной особи, шт.	3,2±0,7	3,2±0,6	6,2±1,2
Число цветков на одном генеративном побеге, шт.	40,3±0,7	34,2±1,2	180,1±1,1
Число цветков на одном генеративном побеге, давших семена, шт.	21,5±0,6	14,8±1,1	28,2±1,0
ПСП, %	128,9±11,1	109,44±9,7	595,2±11,3
ФСП, %	68,8±9,4	47,36±7,7	174,8±10,2
Семенификация, %	53,37	43,27	29,37
Урожай семян, число семян на 1м <sup>2</sup> , шт.	591,7±3,0	279,42±7,2	8532,2±3,1

При сравнении показателей семенной продуктивности исследованных дикорастущих злаков обнаружена определенная связь между показателями семенной продуктивности и числом особей встречающихся в растительном сообществе (табл. 1). Наименьшая фактическая семенная продуктивность по сравнению с другими исследуемыми злаками, оказалась у *S. krylovii*, что связано с небольшим числом генеративных побегов у одной особи, низким числом цветков на одном генеративном побеге, давших семена и небольшим (по сравнению с *L. chinensis* и *Z. latifolia*) числом особей приходящихся на 1 м<sup>2</sup>. Фактическая семенная продуктивность *L. chinensis* была выше по сравнению с *S. krylovii*, но их показатели значительно ниже, чем у *Z. latifolia*. Это, вероятно, связано с вегетативным размножением *L. chinensis*, которое преобладает над семенным.

Считаем, что характер ритма сезонного развития исследуемых злаков напрямую зависит от температурного режима и влажности почвы. В 2004 году условия были оптимальными, поэтому все показатели, были выше средних, приведенных в таблице 1. В 2006 году из-за низких температур и недостаточного количества осадков, эти же показатели оказались ниже средних. Холодное лето и низкий уровень р. Аргуни в 2006 году привели к тому, что цветение *Z. latifolia* пришлось на конец августа – начало сентября, и она не сформировала семена.

Таким образом, жизненный потенциал дикорастущих злаков достаточно высокий, что позволяет высказать предположение о выработке растениями в процессе эволюции определенных адаптационных свойств, которые позволяют им надежно существовать в экстремальных условиях среды.

**Глава 4. Влияние экологических условий Восточного Забайкалья на развитие растений и формирование семян дикорастущих злаков**

*Влияние условий обитания на развитие растений и роль морфологических структур зародышевой дикорастущих злаков.* Развитие семени происходит через серию морфологических стадий и сопровождается

переходом семени из одного физиологического состояния в другое, а также изменением восприимчивости к факторам внешней среды. У изучаемых злаков формирование семян происходит в разные сроки вегетационного периода в зависимости от ритма сезонного развития растений. Начало вегетации по срокам совпадает не у всех видов.

*Z. latifolia* в условиях Восточного Забайкалья имеет относительно короткий период вегетации. Отрастание молодых побегов начинается в конце мая – начале июня, когда почва в дневные часы прогревается до 24 – 26<sup>0</sup>С. На слабо прогреваемых участках всходы появляются позже и к концу вегетационного периода формируют слабые растения. Начало цветения наступает в первой декаде августа. Плодоношение в конце августа – начале сентября. По нашим наблюдениям, в условиях Восточного Забайкалья период вегетации *Z. latifolia* составляет 100 – 115 дней. Видимо характер ритма сезонного развития *Z. latifolia* напрямую зависит от температурного режима и влажности почвы.

*S. krylovii* начинает отрастать во второй декаде мая, в конце мая начинается кущение. Цветение наступает в третьей декаде июля и заканчивается к середине августа. Семена формируются к концу августа – началу сентября. Наблюдения показали, что у *S. krylovii* ритм развития совпадает с оптимальным по обеспеченности теплом и влагой периодом.

У *L. chinensis* озимый тип развития побегов, вегетировать начинает в первых числах мая. Цветение наступает в начале июля и продолжается до 10 августа. Семена формируются к середине августа – началу сентября. Период формирования семян *L. chinensis* и *S. krylovii* совпадает с началом понижения температур и с выпадением осадков. Следовательно, в природе сроки формирования семян у востреца и ковыля совпадают с благоприятным периодом по увлажнению в Восточном Забайкалье.

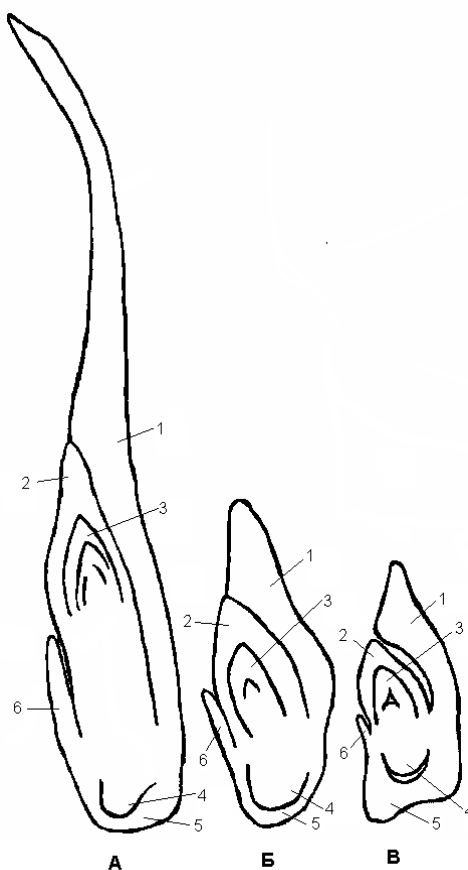
Было выяснено, что у зародышей изучаемых видов хорошо развит щиток, дифференцирована ось зародыша. Получив рисунки зародышей, что мы смогли визуальнo сравнить их размеры (рис. 1). Крупным оказался зародыш *Z. latifolia*. Его эмбриональная ось длиннее оси зародыша *S. krylovii* в 1,61 раза и в 2,57 раза длиннее оси *L. chinensis*. Зародышевая ось *S. krylovii* в 1,59 раза больше оси *L. chinensis*. Это характерно практически для любой эмбриональной структуры.

Щиток *Z. latifolia* достигает длины 3 – 5 мм. Морфологически этот орган хорошо развит и у других изучаемых злаков. Он способствует эффективному поглощению и транспорту питательных веществ из эндосперма в зародышевую ось. Во время прорастания проростка, щиток образует удлиненные эпидермальные клетки, которые абсорбируют и мобилизуют продукты гидролиза эндосперма для того, чтобы обеспечить дальнейший рост корня и почки зрелого зародыша.

Каждая из морфологических структур выполняет определенные функции в процессе приспособления прорастающего зародыша к условиям среды обитания. Известно, что большинство зародышей злаков имеют эпибласт, но морфо-функциональная значимость этой структуры до сих пор



остаётся предметом дискуссии ученых. У *L. chinensis* эпибласт имеет наименьшие размеры по сравнению с другими изучаемыми злаками, но колеориза этого злака более развита, чем у *Z. latifolia* и *S. krylovii*. Считается, что чаще всего эпибласт особенно хорошо развит у ксерофитных злаков, прорастание семян которых происходит в условиях дефицита влаги. *Z. latifolia* гидрофильный злак, но ее эпибласт имеет значительные размеры, что свидетельствует о возможности семян данного вида прорасти даже в случае существенного подсыхания почвы, что ценно в особых микроклиматических условиях.



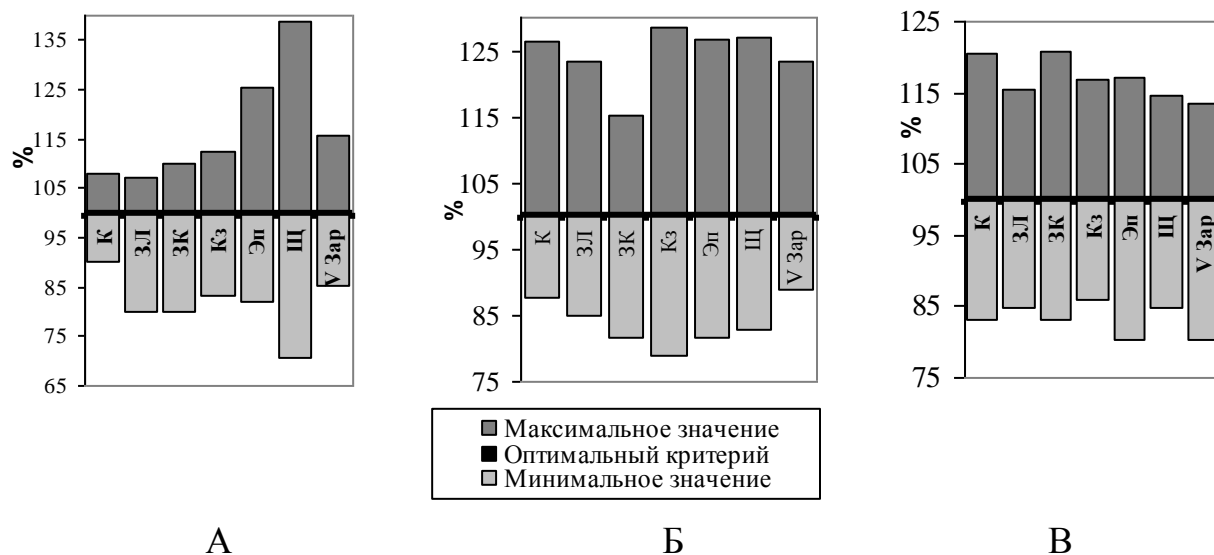
**Рис. 1.** Морфологические структуры зародышей злаков: А – *Z. latifolia*, Б – *S. krylovii*, В – *L. chinensis*; 1 - щиток, 2 - coleoptиль, 3 - первый зародышевый лист, 4 - зародышевый корень, 5 - колеориза, 6 - эпибласт.

Таким образом, характерные различия в строении зародышей изучаемых злаков выполняют определенную роль в процессе приспособления прорастающих семян к условиям недостатка влаги и можно предположить, что зародыш каждого вида имеет свои морфологические механизмы регуляции поглощения влаги.

**Популяционный полиморфизм зародышей дикорастущих злаков**  
Неблагоприятные природно-климатические условия Восточного Забайкалья в период формирования зерновок злаков оказывают существенное влияние на степень развития морфологических структур зародыша, поэтому зародыши могут оказаться слабо дифференцированными (Илли, 1989).

В литературе имеются сведения о том, что проростки из слабо дифференцированных зародышей развиваются ослабленные, не способные

пробиться на поверхность почвы (Реймерс, Илли, 1974). Изучение степени сформированности зародышей семян злаков позволяет судить об их способности прорасти на ранних этапах онтогенеза. Исследования показали, что степень развития различных органов зародышей злаков в разных популяционных локусах различна (рис. 2), т.е. анатомо-морфологические показатели у отдельных особей могут существенно меняться в пределах одного вида.



**Рис. 2.** Параметры варьирования объемов морфологических структур у разных видов дикорастущих злаков (%): А – *Z. latifolia*, Б – *S. krylovii*, В – *L. chinensis*; К – coleoptиль, ЗЛ – зародышевый лист, ЗК – зародышевый корень, Кз – coleориза, Эп – эпибласт, Щ – щиток, V Зар – объем зародыша.

Сформированность coleоптиля *Z. latifolia* более чем у половины исследованных популяционных локусов была ниже установленной величины критериев. 50% локусов вида *Z. latifolia* не соответствовали уровню ОЭБС семян по величине объема зародышевого листа. У *S. krylovii* только 8 из 15 локусов по степени сформированности coleоптиля соответствовали критерию экотипа вида или превышали его. Объем первого зародышевого листа у 60% локусов *S. krylovii* ниже установленной величины критерия. У *L. chinensis* 8 из 15 локусов не соответствовали ОЭБС по объему coleоптиля. Что касается объема зародышевого листа, то только 7 из 15 популяционных локусов соответствовали установленной величине критерия по данному показателю.

Объем первичного зародышевого корня у зародышей *Z. latifolia* не соответствовал показателю в 5 локусах. Что касается объемов coleоризы *Z. latifolia*, то у 40% исследованных популяционных локусов степень ее развития выше эталонного критерия на 2,7 – 12,5%. Объем зародышевого корня у *S. krylovii* в 7 из 15 исследованных локусов соответствовал эталонному показателю или превышал его. Объем coleоризы данного злака у 8 из 15 изученных локусов не соответствовал установленному эталону вида. Что касается сформированности органов корневой части зародышей *L. chinensis*, то у 60% всех локусов степень развития первичного корня ниже

эталонного критерия. У 8 из 15 локусов степень развития колеоризы оказалась ниже установленной величины критерия.

Предполагаем, что популяционные локусы изучаемых злаков, обладающие более развитым эпибластом, можно отнести к более засухоустойчивым экотипам. В целом у 60% исследованных локусов *Z. latifolia* размеры эпибласта и колеоризы ниже уровня ОЭБС семян. У *S. krylovii* и *L. chinensis* размеры этих же структур ниже эталона у 53% локусов по каждому виду. Следовательно, эти популяционные локусы нельзя отнести к засухоустойчивым экотипам, поскольку степень развития основных элементов структуры зародыша, участвующих в поглощении воды при прорастании, не превышала у них эталонный показатель, то есть 100%.

Что касается объемов щитка *Z. latifolia*, то они больше установленного критерия у 46,6% локусов. У *S. krylovii* 9 из 15 популяционных локусов не соответствовали эталону. У *L. chinensis* 7 локусов имели щитки, объемы которых были ниже эталона.

Считаем, что структуры большего размера и лучшей сформированности, будут быстрее формировать проросток в его количественном и качественном выражении (длина и масса). Другие авторы отмечают (Егорова, Быховцев, 1985, Степанов, Быховцев, 1988), что даже незначительные различия по степени развития зародыша отражаются на темпах прорастания и дальнейшего развития растения. В связи с этим объем осевых органов зародышей дикорастущих злаков, является важным показателем уровня развития зародыша. У семян *Z. latifolia* объем осевых органов у 8 из 15 исследованных локусов ниже относительно уровня определенного критерия, что отражает низкую степень сформированности зародыша *Z. latifolia* в экологических условиях данного региона. Об этом же свидетельствует такой показатель, как объем зародыша. У 9 из 15 локусов *Z. latifolia* он был ниже эталонного критерия. У *S. krylovii* в локусе 6 объемы осевых органов зародыша меньше установленного критерия на 9,9%. В локусе 3 данный показатель составил 122,5%. Что касается объемов зародышей *S. krylovii*, то у 8 популяционных локусов объем зародыша выше установленного эталона. Объем осевых органов *L. chinensis* соответствовал критерию фенэко типа вида только у 53% локусов. У 60% локусов объемы зародышей почти соответствовали эталону или превышали его.

Таким образом, в условиях Восточного Забайкалья у семян изучаемых злаков в разных популяционных локусах выявлены нарушения пространственной организации зародышей, что обусловлено действием неблагоприятных экологических факторов, доминирующими из которых являются дефицит тепла и влаги в период формирования зерновок. Эти нарушения выражаются в диспропорции развития отдельных структур зародыша. Продолжительность сохранения диспропорций позволяет предполагать возможность наследственного их закрепления. Степень дифференциации эмбриональных структур как тканеспецифическая реакция на неблагоприятные экологические условия существенно воздействует на показатели процессов начального роста проростков. Те зародыши, которые

соответствуют ОЭБС, являются наиболее продуктивными и более адаптированными к резко-континентальному климату региона.

**Покой и особенности прорастания зерновок злаков как адаптивные показатели.** Изучение лабораторной всхожести показало, что семена злаков отличались по всхожести и прорастали не одновременно. Созревание семян *L. chinensis* в природе происходит в период, когда среднесуточные температуры на поверхности почвы становятся низкими положительными, а ночные иногда отрицательными. Прорастание в этот период может привести к гибели проростков, поэтому покой предохраняет семена от осеннего прорастания. Это позволяет растениям обеспечить нормальный рост проростков весной в благоприятных условиях. Неглубокий органический покой (табл. 2) у семян *L. chinensis* является важным приспособительным свойством на ранних этапах онтогенеза. Покой *S. krylovii* обусловлен, очевидно, наличием ингибиторов прорастания, и преодолевается в природе во время влажного осеннего периода. Семена *Z. latifolia* не прорастают после любых сроков сухого хранения. Прорастание семян в мелководьях может осуществляться только после значительного прогревания воды и грунта.

Таблица 2

**Типы покоя у исследованных дикорастущих злаков**

Вид	<i>Z. latifolia</i>	<i>S. krylovii</i>	<i>L. chinensis</i>
Тип покоя	глубокий органический покой	глубокий органический покой	неглубокий органический покой
Максимальная лаб. всхожесть	более 30%	48%	88,1%.
Причины покоя	физиологическое состояние зародыша, ингибиторы прорастания	ингибиторы прорастания	влияние материнского организма
Способы снятия покоя	стратификация 8 месяцев при $t 1 - 4^{\circ}\text{C}$ , с накалыванием зерновок и последующим проращиванием при переменной $t (20 - 30^{\circ})$	накалывание зерновок, проточное увлажнение или стратификация 3 – 5 месяцев	лабораторное хранение

Таким образом, покой семян злаков является надежным защитным механизмом, обеспечивающим прорастание в период, наиболее благоприятный для роста и развития проростков, всходов и последующих этапов развития в условиях региона.

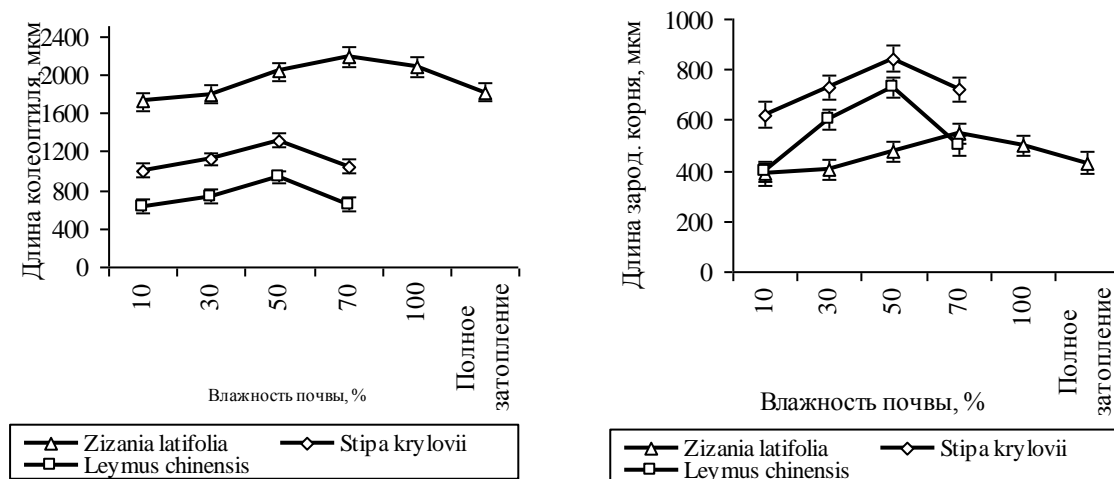
**Экология прорастания зерновок при различной влагообеспеченности.** Большое влияние на прорастание и рост проростка оказывают неблагоприятные условия увлажнения, которые характерны для климатических условий Восточного Забайкалья. В связи с этим, актуально определение способности семян злаков прорасти в условиях различного увлажнения почвы. Эти отличия можно обнаружить по таким показателям как всхожесть, энергия (E) и скорость прорастания (V) семян.

Семена всех изучаемых злаков прорастают при различной влажности почвы. Повышенная всхожесть семян наблюдается у *S. krylovii* и *L. chinensis*

при 30% влажности почвы от полной ее влагоемкости, а для *Z. latifolia* повышенная всхожесть отмечалась при 50 и 70% увлажнения субстрата. При 10% влажности у *L. chinensis* и *S. krylovii* наблюдается снижение всхожести семян, избыточное увлажнение почвы 70% угнетает рост проростков этих злаков. Полное затопление и недостаток влаги (10% и 30% влажности субстрата) снижают всхожесть семян *Z. latifolia*.

При минимальной влажности почвы (10%) наиболее высокий показатель энергии прорастания отмечен у *L. chinensis* и составил 49,2%, а при оптимальной влажности почвы (50%) энергия прорастания составила 61,3%. При минимальном увлажнении почвы скорость прорастания семян *L. chinensis* оказалась выше, чем у других изучаемых злаков. Следовательно, семена *L. chinensis* имеют более высокие потенциальные возможности выживания при неблагоприятных условиях увлажнения.

Проращивание зерновок в условиях различного увлажнения показало, что у *S. krylovii* и *L. chinensis* при минимальном содержании влаги (10%) на coleоризе начинают формироваться эпидермальные волоски. У *Z. latifolia* coleориза не формирует волосков или очень мало и малых размеров. Максимальное развитие сети корневых волосков у *L. chinensis* и *S. krylovii* достигается при 30%. При влажности почвы в пределах от 50% до 70% у *L. chinensis* и *S. krylovii* количество волосков и их длина уменьшаются. Содержание влаги 10% и 70% оказывает угнетающее воздействие, поэтому при 70% влажности почвы развитие корневых волосков почти не наблюдается.



**Рис. 3.** Влияние условий увлажнения почвы на рост coleоптиля и зародышевого корня в длину у зародышей дикорастущих злаков (48 часов)

Темпы роста корней *L. chinensis* и *S. krylovii* при влажности субстрата 30% по сравнению с *Z. latifolia* интенсивнее, что связано с ксерофитной природой этих злаков. Наибольший рост структур зародышей *S. krylovii* и *L. chinensis* (coleоптиль и корень) происходил при 50% влажности почвы от ее полной влагоемкости. Наибольшая длина у зародышей *S. krylovii* и *L. chinensis* приходится на ткань базальной части оси (рис. 3), поэтому зародыш разрывает оболочку семени в первую очередь в этой области семени. *Z.*

*latifolia* наиболее отзывчива на увлажнение. В результате исследований было выяснено, что наибольший темп роста у органов прорастающего зародыша *Z. latifolia* (рис. 3) происходит при 70%, а также при 50 и 100% увлажнения субстрата. Затопление и недоувлажнение сокращают темп роста отдельных структур зародыша. В природе распространение этого вида связано с особыми микроклиматическими условиями. Наши результаты с одной стороны подтверждают гидрофильную природу данного злака, с другой свидетельствуют о приспособлении семян цизании прорасти в условиях существенного подсыхания почвы – до 10 – 30% от ее полной влагоемкости.

В период прорастания клетки эпибласта к 48 часам достигали максимальных размеров. У *L. chinensis* и *S. krylovii* максимальный рост эпибласта происходит при 30% влажности почвы. У *Z. latifolia* наибольший рост эпибласта наблюдался при 70%.

Таким образом, изучение роста отдельных частей зародыша показывает потенциальные эколого-биологические возможности зародышей прорасти в условиях недостатка и избытка влаги.

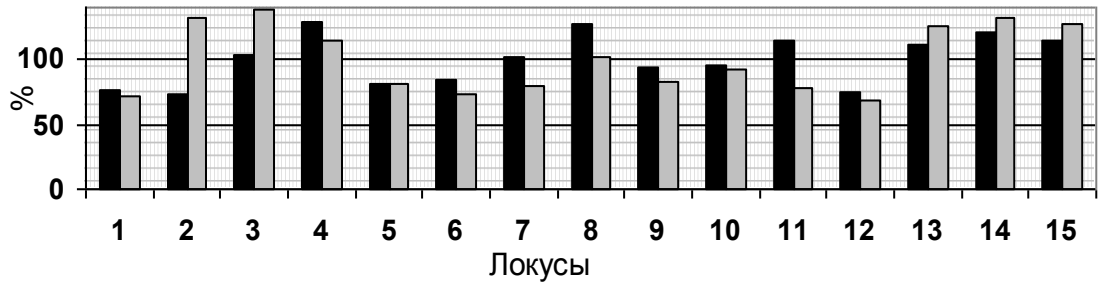
### **Глава 5. Особенности процессов прорастания зерновок злаков, сформированных в экологических условиях Восточного Забайкалья**

В связи с тем, что в 2006 году у *Z. latifolia* не сформировались семена, нам не удалось определить особенности процессов прорастания ее зерновок. Поэтому в данной главе показаны результаты исследований, касающиеся только ксерофитных злаков *S. krylovii* и *L. chinensis*.

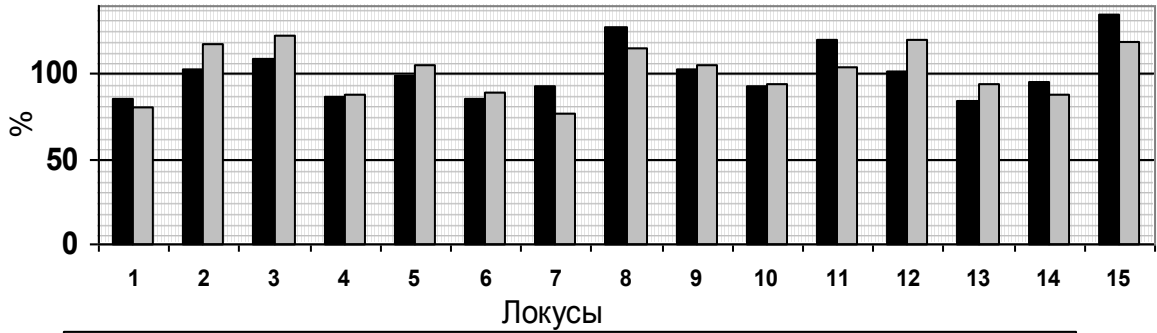
**Интенсивность начального роста проростков.** В период прорастания семян наблюдался полиморфизм роста проростков. 46,6% всех популяционных локусов *S. krylovii* не соответствовали критерию экотипа вида по интенсивности роста стеблевой части (рис. 4 А). У *L. chinensis* 7 из 15 локусов не соответствовали установленному эталону (рис. 4 Б). У 8 из 15 локусов *S. krylovii* интенсивность накопления массы стеблевой части проростка не соответствовала величине установленного критерия. У *L. chinensis* только 8 из 15 локусов соответствовали критерию экотипа вида по данному показателю.

Результаты исследования морфометрических показателей корневой части проростков исследованных злаков (рис. 5) позволили установить, что у *S. krylovii* 60% локусов не соответствовали критериям ОЭБС семян по показателю интенсивности роста корневой части проростка. Что касается популяционных локусов *L. chinensis* то, только 8 из 15 оказались на уровне установленного эталона.

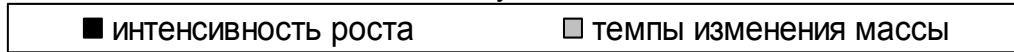
Анализ данных эксперимента показал, что интенсивность процесса накопления массы корней у исследуемых локусов была также неодинакова. Среди популяционных локусов *S. krylovii* больше половины соответствовали критерию экотипа вида по данному показателю. У *L. chinensis* только 8 из 15 локусов превышали критерий экотипа вида по данному показателю.



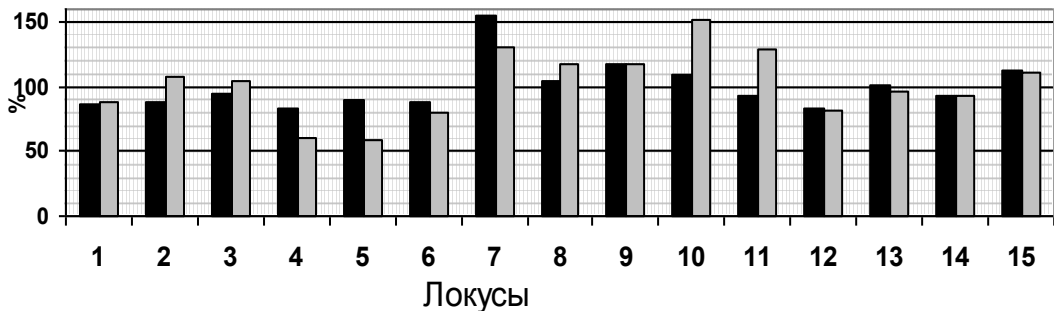
А



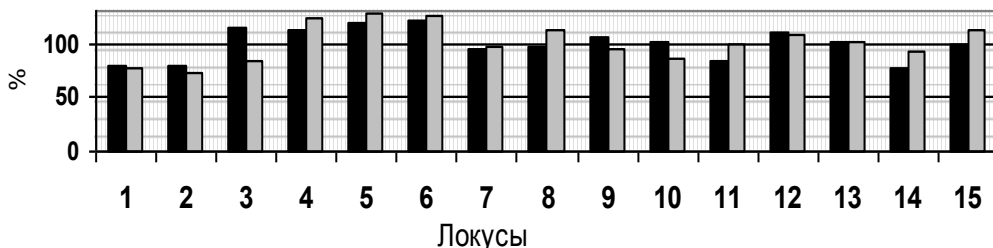
Б



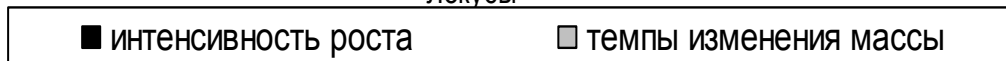
**Рис. 4.** Показатели ростовых процессов стеблевой части зародышей *S. Krylovii* (А) и *L. chinensis* (Б) в различных популяционных локусах



А



Б



**Рис. 5.** Показатели ростовых процессов корневой части зародышей *S. Krylovii* (А) и *L. chinensis* (Б) в различных популяционных локусах

Таким образом, выявленный нами внутривидовой полиморфизм ростовых показателей по нашему мнению может в равной степени быть обусловлен влиянием особенностей биохимического катаболизма резервных полисахаридов и белков, эффективностью использования запасных питательных веществ эндосперма прорастающим проростком, а также

степенью сформированности зародышей семян, особенностями их анатомических структур.

### Глава. 6. ЭБС семян у популяционных локусов дикорастущих злаков

Изучение ЭБС семян у генофонда популяционных локусов злаков позволило определить параметры каждого показателя для создания моделей трех экотипов дикорастущих злаков Восточного Забайкалья. Модели ОЭБС семян были получены на основе 14 ключевых показателей (табл. 3). Для реализации этой части программы исследований они были приняты за 100%, а соответствующие показатели различных локусов сравнивали с этой величиной.

Таблица 3

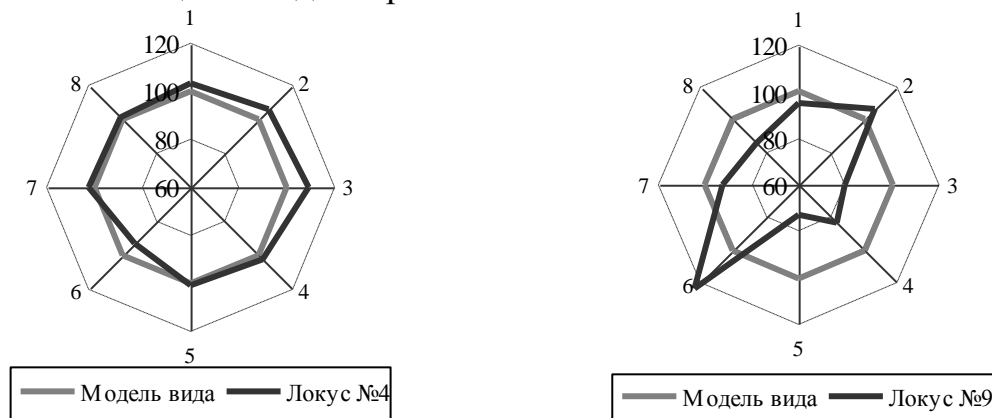
#### Критерии ОЭБС семян для моделей экотипов видов дикорастущих злаков

Показатель	Экотип злаков		
	<i>Z. latifolia</i>	<i>S. krylovii</i>	<i>L. chinensis</i>
<b>1. Анатомио-морфологические</b>			
Объем coleoptilya, $\cdot 10^4$ мкм <sup>3</sup> $\pm \Delta \cdot 10^4$ мкм <sup>3</sup>	11734 $\pm$ 0,3	4507 $\pm$ 0,8	2127 $\pm$ 0,6
Объем первого листа, $\cdot 10^4$ мкм <sup>3</sup> $\pm \Delta \cdot 10^4$ мкм <sup>3</sup>	5761 $\pm$ 5,7	1792 $\pm$ 0,4	1499 $\pm$ 0,2
Объем зар. корня, $\cdot 10^4$ мкм <sup>3</sup> $\pm \Delta \cdot 10^4$ мкм <sup>3</sup>	1343 $\pm$ 6,4	1882 $\pm$ 7,8	302 $\pm$ 5,3
Объем coleorizy, $\cdot 10^4$ мкм <sup>3</sup> $\pm \Delta \cdot 10^4$ мкм <sup>3</sup>	3289 $\pm$ 0,8	4656 $\pm$ 9,7	2333 $\pm$ 0,7
Объем щитка, $\cdot 10^4$ мкм <sup>3</sup> $\pm \Delta \cdot 10^4$ мкм <sup>3</sup>	10354 $\pm$ 9,1	4105 $\pm$ 2,1	1069 $\pm$ 0,3
Объем эпибласта, $\cdot 10^4$ мкм <sup>3</sup> $\pm \Delta \cdot 10^4$ мкм <sup>3</sup>	462 $\pm$ 3,9	215 $\pm$ 0,9	9 $\pm$ 0,04
Объем осевых органов, $\cdot 10^4$ мкм <sup>3</sup> $\pm \Delta \cdot 10^4$ мкм <sup>3</sup>	15023 $\pm$ 0,1	9163 $\pm$ 0,3	4454 $\pm$ 1,0
Объем зародыша, $\cdot 10^4$ мкм <sup>3</sup> $\pm \Delta \cdot 10^4$ мкм <sup>3</sup>	25839 $\pm$ 0,5	13483 $\pm$ 0,9	5503 $\pm$ 0,6
<b>2. Биохимические</b>			
Эффективность использования запасных питательных веществ эндосперма проростком %	-	67,24	73,12
<b>3. Ростовые</b>			
Сила роста проростков, % (по Лихачеву, 1986)	-	67,24	73,12
Интенсивность роста стеблевой части проростков, % (по Строна, 1964)	-	228,0	242,8
Интенсивность накопления массы стеблевой части проростков, % (по Строна, 1964)	-	205,3	239,0
Интенсивность роста корней, % (по Строна, 1964)	-	131,0	159,0
Интенсивность накопления массы корневой части проростков, % (по Строна, 1964)	-	192,8	251,0

В представленных моделях дана характеристика ЭБС семян генофонда популяций дикорастущих злаков Восточного Забайкалья. Исследования показали, что у вида *Z. latifolia* (рис. 6) наиболее адаптированным оказался популяционный локус 4, так как все показатели ЭБС соответствовали или превосходили уровень критерия модели вида. Низкий ЭБС был присущ зерновкам локуса 9, особенно по показателям степени сформированности

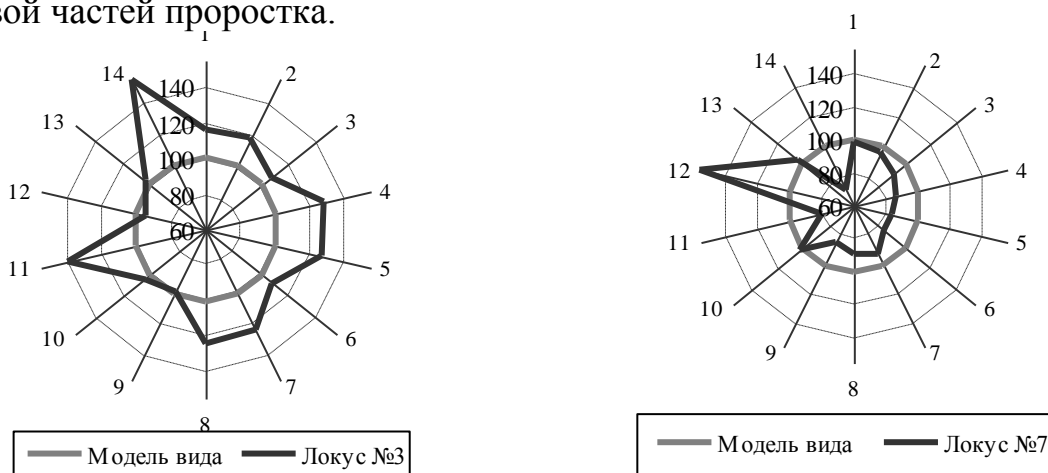


щитка и органов корневой части. Очевидно, что недостаточный уровень дифференциации этих морфологических структур, обусловит снижение темпов роста проростков и снизит эффективность использования запасных питательных веществ эндосперма.



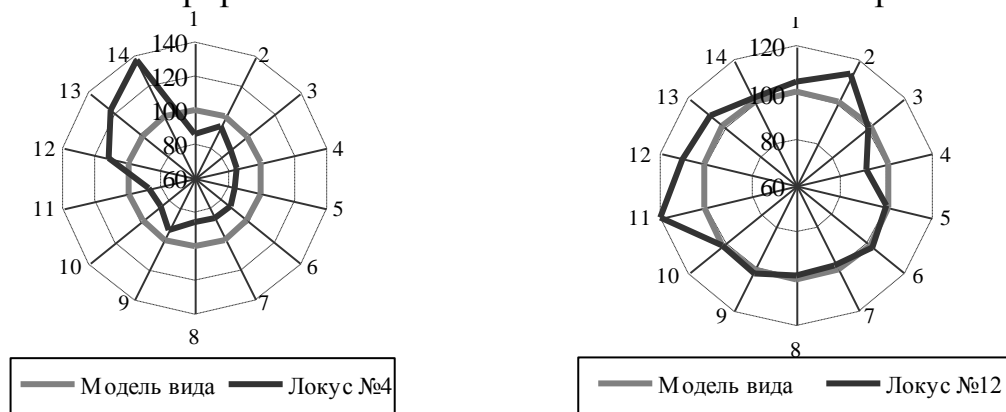
**Рис. 6.** ЭБС семян *Z. latifolia* (составленный только по анатомо-морфологическим показателям, объемам): 1 – объем coleoptиля, 2 – зародышевого листа, 3 – зародышевого корня, 4 – coleоризы, 5 – щитка, 6 – эпиблaста, 7 – осевых органов, 8 – зародыша.

Среди популяционных локусов вида *S. krylovii* (рис. 7) лучше других оказался адаптирован локус 3. Эффективность использования питательных веществ эндосперма проростками этого локуса отклонялась от эталона в сторону увеличения на 53,7%, а интенсивность накопления массы стеблевой части проростков на 39,1%. Наименее адаптированным был локус 7. Вероятно, слабая морфологическая дифференциация некоторых структур зародыша оказала существенное влияние на показатели ростовых и биохимических процессов, что снизило интенсивность роста стеблевой и корневой частей проростка.



**Рис. 7.** ЭБС семян *S. krylovii*. 1 – 8 – анатомо-морфологические показатели (объемы): 1 – coleoptиля, 2 – зародышевого листа, 3 – зародышевого корня, 4 – coleоризы, 5 – щитка, 6 – эпиблaста, 7 – осевых органов, 8 – зародыша. 9 – 13 – ростовые показатели: 9 - сила роста проростков, 10 - интенсивность роста стеблевой части проростков, 11 - интенсивность накопления массы стеблевой части проростков, 12 - интенсивность роста корней, 13 - интенсивность накопления массы корневой части проростков, 14 – биохимический показатель: эффективность использования запасных питательных веществ эндосперма проростком

У вида *L. chinensis* (рис. 8) наиболее адаптированным оказался локус 12. Только по одному исследованному показателю он был несколько ниже эталонного критерия. Остальные показатели соответствовали или были выше эталона. Наименее адаптированным оказался локус 4. Все его анатомо-морфологические показатели были низкими. Поэтому, несмотря на то, что эффективность использования запасных питательных веществ эндосперма прорастающим зародышем превышала эталон на 38%, ростовые показатели стеблевой части проростков оставались значительно ниже нормы.



**Рис. 8.** ЭБС семян *L. chinensis*. Обозначения те же, что на рис. 7

Диспропорция развития отдельных морфологических структур у всех изучаемых видов злаков достаточно велика, как в сторону уменьшения значений отдельных показателей от эталона соответствующего экотипа, так и в сторону их увеличения. В процессе эволюции злаков на фоне дефицита влаги и тепла в период формирования семян нарушение пространственной организации роста и развития зародыша и диспропорция запасов зерновки, по-видимому, закрепляются и передаются по наследству. Характерно, что популяционные локусы злаков, имеющие высокий ЭБС, хорошо адаптированы к экологическим условиям региона и, в этой связи, являются более продуктивными, имея больше шансов к выживанию.

### Заключение

Изучение проблемы эколого-биологических механизмов адаптации популяционных локусов дикорастущих злаков Восточного Забайкалья на начальных этапах онтогенеза актуально и внесет научный вклад в развитие учения об устойчивости и познании системы адаптационных свойств к среде обитания. Полученные данные могут быть использованы как научная основа для сохранения видов и решения проблемы введения в культуру перспективных дикорастущих злаков (табл. 4).

Таблица 4

### Сравнительная характеристика различных показателей у дикорастущих злаков Восточного Забайкалья

Вид	<i>Z. latifolia</i>	<i>L. chinensis</i>	<i>S. krylovii</i>
Строение зародыша	Строение во многом сходное, имеются одинаковые структуры, но степень их развития различна и обусловлена природой злака и типом прорастания.		
	Крупный эпибласт и щиток, колеориза	Развита колеориза, маленький эпибласт	Колеориза развита хуже, но эпибласт

	менее развита по сравнению с другими злаками		имеет гораздо большие размеры по сравнению с вострецом
Популяционный полиморфизм	Наблюдается у всех исследованных видов, проявляется в нарушении пространственной организации у особей различных локусов ценопопуляций.		
Период вегетации	100-115 дней	140-145 дней	130-135 дней
Способ размножения	Вегетативное доминирует, есть семенное		Семенное
Семенная продуктивность	Находится в прямой зависимости от условий года		
	От температуры	От влажности	
Покой	Глубокий органический	Неглубокий органический	Глубокий органический
Прорастание	Колеоптилем	Колеоризой	
Экологические группы по отношению к воде	Гидрофит	Ксерофит	
Оптимальное увлажнение почвы при прорастании	70%	30%	
Формирование корневых волосков	Очень небольшое количество и малых размеров либо вообще не образует	Формирует, наибольшее количество и длина при 30% влажности почвы	
Процессы прорастания	-	Характерна гетерогенность силы роста, темпов изменения массы и линейных размеров стеблевой и корневой частей.	
Эффективность использования запасных веществ эндосперма	-	Период 4-6 сутки характеризуется повышением интенсивности использования проростком питательных веществ семени. Для обоих видов характерно, что интенсивность использования эндосперма в разных популяционных локусах различна. В среднем для обоих видов на 4-е сутки расходуется 10%, а на 6-е 30% запасов семени.	
Адаптация к условиям региона	Менее адаптирована к климату региона.	Наиболее высокие возможности адаптации	
Хозяйственное значение	Кормовое		

Результаты исследований показали, что пути адаптации к климатическим условиям региона различны для каждого вида злаков. Эти особенности адаптации эволюционно определены и проявляются с первых этапов онтогенеза, обеспечивая рост и развитие на последующих стадиях.

### Выводы

1. Природные сообщества изученных злаков, их эколого-биологические особенности, показатели их семенной продуктивности, являются отражением их устойчивости в травостое как ценных пастбищных растений региона в условиях дефицита влаги. Морфологические особенности структур

зародышей зерновок дикорастущих злаков *Z. latifolia*, *S. krylovii*, и *L. chinensis*, произрастающих на территории Восточного Забайкалья, обеспечивают активный рост их осевых органов в период прорастания семян. Специфичность этих структур и их значение в реализации механизмов устойчивости к дефициту влаги проявляется в наличии у них эпибласта и хорошо выраженной колеоризы.

2. Данные экспериментов показывают высокую степень адаптации изучаемых злаков к вододефицитной среде обитания. Максимальный рост эпибласта и колеоризы и развитие на них сети волосков ризосферы у зародышей изучаемых ксерофитных злаков наблюдался при 30% увлажнения субстрата. У *Z. latifolia* эти эмбриональные структуры имели максимальные размеры при 70% влажности. Адаптация дикорастущих злаков проявляется уже на ранних этапах онтогенеза. Показано наличие глубокого органического покоя у *Z. latifolia* и *S. krylovii* и неглубокого вынужденного покоя у *L. chinensis*.

3. Степень дифференциации эмбриональных структур как тканеспецифическая реакция на неблагоприятные экологические условия и уровень мобилизации эндогенных запасов зерновки существенно воздействуют на показатели процессов начального роста проростков. В условиях Восточного Забайкалья выявлены нарушения пространственной организации роста и развития зародышей дикорастущих злаков, что обусловлено действием неблагоприятных экологических факторов, доминирующими из которых являются дефицит тепла и влаги в период формирования зерновок. Продолжительность сохранения диспропорций позволяет предполагать возможность наследственного их закрепления.

4. В ОЭБС семян дикорастущих злаков важнейшими являются объем щитка, осевых органов и всего зародыша, интенсивность накопления массы стеблевой и корневой частями зародыша. Сравнительный анализ варьирования параметров информативных критериев у видов изученных феноекотипов злаков с моделями ОЭБС позволил установить, что уровню моделей не соответствовали по анатомо-морфологическим критериям у *Z. latifolia* – 40%, у *S. krylovii* 53,4%, у *L. chinensis* 46,6% популяционных локусов. По биохимическому показателю у *S. krylovii* не соответствовали 53,4%, а у *L. chinensis* всего 26,7%. У 40% локусов *S. krylovii* и *L. chinensis* были угнетены ростовые процессы.

5. На основе моделей ОЭБС семян разработана методика тестирования видов дикорастущих злаков, как способ выявления нового резерва повышения их продуктивности, для улучшения пастбищных и кормовых угодий.

#### Список работ опубликованных по теме диссертации

1. Чистякова Н.С. Интенсивность начального роста проростков дикорастущих злаков *Stipa krylovii* Roshev. и *Leymus chinensis* (Trin.) Tzvel. в условиях Восточного Забайкалья / Н.С. Чистякова // Естественные и технические науки. №3. М. : «Компания Спутник+», 2008. – С. 82 – 87.

2. Чистякова Н.С. Анатомо-морфологические особенности зародышей *Leymus chinensis* (Trin.) Tzvel. в разных популяциях / Н.С. Чистякова, Н.П. Ларина // *Естественные и технические науки. №5 (37)*. М. : «Компания Спутник+», 2008. – С. 74 – 75.
3. Чистякова Н.С. Особенности строения зародышей дикорастущих злаков Восточного Забайкалья / Н.П. Ларина, Н.С. Чистякова // *Экология Южной Сибири и сопредельных территорий: материалы VIII Международной научной школы-конференции студентов и молодых ученых.* / отв. ред. В.В. Анюшин. – Абакан : Изд-во Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова, 2004. – Т. I. – С. 52.
4. Чистякова Н.С. Экология прорастания зерновок ксерофитных злаков при различной влагообеспеченности / Н.С. Чистякова, Н.П. Ларина // *Флора, растительность, растительные ресурсы Забайкалья и сопредельных территорий : материалы региональной научно-практической конференции.* – Чита. – 2005. – С. 116 – 119.
5. Чистякова Н.С. Особенности строения зародыша дикорастущих злаков Восточного Забайкалья / Н.С. Чистякова, Е.П. Якимова // *Флора, растительность, растительные ресурсы Забайкалья и сопредельных территорий : материалы региональной научно-практической конференции.* – Чита. – 2005. – С. 130 – 133.
6. Чистякова Н.С. Особенности строения зародышей дикорастущего злака *Zizania latifolia* (Griseb) в условиях Восточного Забайкалья / Н.С. Чистякова // *Проблемы биологии растений : материалы Международной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения В.В. Письякуовой.* – СПб. : Изд-во ТЕССА. – 2006. – С. 286-294.
7. Чистякова Н.С. Роль эпибласта при прорастании *Leymus chinensis* / Н.П. Ларина, Н.С. Чистякова // *Проблемы биологии растений : материалы Международной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения В.В. Письякуовой.* – СПб. : Изд-во ТЕССА. 2006. – С. 252-253.
8. Чистякова Н.С. Особенности семенной продуктивности дикорастущих злаков Восточного Забайкалья / Н.С. Чистякова, Н.П. Ларина // *Экология Южной Сибири и сопредельных территорий : материалы XI Международной научной школы-конференции студентов и молодых ученых. Выпуск 10.* / отв. ред. В.В. Анюшин. – Абакан: Изд-во Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова. – 2006. – Т.2. – С. 200 – 201.
9. Чистякова Н.С. Особенности семенной продуктивности *Zizania latifolia* в условиях Восточного Забайкалья. / Н.С. Чистякова // *История, этнография, антропология и социология трансграничья : материалы международной научно-практической конференции «Трансграничье в изменяющемся мире: Россия – Китай – Монголия» / Забайкал. Гос. Гум.-пед. Ун-т.* – Чита, 2006. – С. 259 - 262.
10. Чистякова Н.С. Роль морфологических структур зародышей дикорастущих злаков Восточного Забайкалья / Н.С. Чистякова, Н.П. Ларина // *Молодежь Забайкалья: эффективная экономика – благополучное*

- развитие края : XI международная молодежная научно-практическая конференции. / Тез. докл. – Иркутск : Изд-во БГУЭП, 2007. – Ч. 1. – С. 104 - 106.
11. Чистякова Н.С. Особенности строения зародышей дикорастущего злака *S. krylovii* в условиях Восточного Забайкалья / Н.С. Чистякова // Биоморфологические исследования в современной ботанике : материалы международной конференции. / Ред. О.В. Храпко. – Владивосток : БСИ ДВО РАН, 2007. – С. 460 – 463.
  12. Чистякова Н.С. Эколого-биологические особенности дикорастущих злаков Читинской области / Н.С. Чистякова, Н.П. Ларина // Биоморфологические исследования в современной ботанике : материалы международной конференции / Ред. О.В. Храпко. – Владивосток : БСИ ДВО РАН, 2007. – С. 464 – 466.
  13. Чистякова Н.С. Роль эпибласта в прорастании дикорастущих злаков Восточного Забайкалья / Н.С. Чистякова, И.Э. Илли, Н.П. Ларина // Естествознание и гуманизм. Современный мир, природа и человек : сборник научных трудов / под ред. Н.Н. Ильинских, - Томск, 2007. – Т. 4, №2. С. 40 – 41.
  14. Чистякова Н.С. Сила роста проростков дикорастущих злаков *Stipa krylovii* Roshev. и *Leymus chinensis* (Trin.) Tzvel. в условиях Восточного Забайкалья / Н.С. Чистякова, И.Э. Илли // Естествознание и гуманизм. Современный мир, природа и человек : сборник научных трудов / под ред. Н.Н. Ильинских. Т. 4, №4. – Томск, 2007. – С. 98.
  15. Чистякова Н.С. Влияние условий увлажнения почвы на рост морфологических структур зародышей дикорастущих злаков Восточного Забайкалья / Н.С. Чистякова, Н.П. Ларина // Экология Южной Сибири и сопредельных территорий : материалы XI Международной научной школы-конференции студентов и молодых ученых. Выпуск 11. / отв. ред. В.В. Анюшин. – Абакан : Изд-во Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова, 2007. – Т. I. – С. 57 – 58.
  16. Чистякова Н.С. Критерии оптимального эколого-биологического статуса семян у популяций дикорастущих злаков Восточного Забайкалья / Н.С. Чистякова, Н.П. Ларина // Молодежь Забайкалья: перспектива развития края : материалы XII международной молодежной научно-практической конференции. – Ч. I. – Тез. докл. – Чита : ЗаБИЖТ, 2008. – С. 109 – 111.