

На правах рукописи

Парыгин Виталий Викторович

**КАЧЕСТВО КЛЕЙКОВИНЫ В ЗЕРНЕ КАК АДАПТИВНЫЙ
ПОКАЗАТЕЛЬ У ЭКОТИПОВ ПОПУЛЯЦИЙ *Triticum vulgare* L. В
ПРЕДБАЙКАЛЬЕ**

03.02.08 – экология

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Улан-Удэ – 2011

Работа выполнена на кафедре физиологии растений, микробиологии и агрохимии ФГОУ ВПО Иркутская государственная сельскохозяйственная академия

Научный руководитель:

Илли Иван Экидиусович
доктор биологических наук, профессор

Официальные оппоненты

Будажаров Лубсан – Зонды Владимирович
доктор биологических наук, профессор

Ловцова Наталья Михайловна
кандидат биологических наук

Ведущая организация:

**Сибирский институт физиологии
и биохимии растений СО РАН**

Защита состоится «25» февраля 2011 года в 11⁰⁰ часов на заседании Диссертационного совета Д 212. 022. 03 при Бурятском государственном университете по адресу 670000, г. Улан-Удэ, ул. Смолина, 24а, конференц-зал.

Факс (301-2) 21-05-88, e-mail: d_21202203@mail.ru, irgsha-npl@yandex.ru

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Бурятского государственного университета

Автореферат разослан «21» января 2011 г.

Ученый секретарь
Диссертационного совета
кандидат биологических наук



Шорноева Н.А.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. *Tr. vulgare* – одна из древнейших культур в земледелии. Ее возделывали в Европе и Азии примерно за 4 – 6 тысячелетий до нашей эры. Выделяют (Вавилов, 1987, Гуляев, Дубинин, 1980) два основных центра происхождения различных разновидностей вида *Triticum vulgare* L. Это Среднеазиатский и Переднеазиатский, на территории которых и по настоящее время они встречаются в диком виде.

В генетическом плане мягкая пшеница является гексаплоидом, то есть ее геном состоит из трех субгеномов (AABBDD). Донором (AABB) были дикорастущие виды тетраплоидной пшеницы. Полагают (Вавилов, 1987, Гуляев, Дубинин, 1980), что благодаря субгеному (DD), донором которого стала дикорастущая пшеница таушия (*Tauschii* L.), появилась возможность распространения этого вида как культурного растения по всему миру, то есть по сравнению с другими видами пшеницы его генетический потенциал оказался наиболее пластичным к среде обитания.

Экологические условия родины происхождения *Tr. vulgare* существенно отличаются от экологических условий Сибири. Отсюда интродукция мягкой пшеницы как культурного растения в Сибири была возможна лишь благодаря изменениям, происходящим в геноме этого вида. Такие изменения были возможны только при создании сортов путем искусственной гибридизации и введения их в культуру. В Сибири процесс адаптации *Tr. vulgare* вышеуказанным способом занял очень длительное время, в частности, в Предбайкалье он проходил в течение последних 200 – 250 лет (Флягсбергер, 1938).

Вид *Tr. vulgare* был введен в культуру исключительно с целью выпечки из его зерна высококачественного хлеба, не знающего себе равных среди других хлебных злаков. Ключевая роль при выпечке высококачественного хлеба принадлежит определенной группе запасных белков зерновки пшеницы, которую принято называть клейковинной (Вакар, 1975; Конарев, 1980). Среди них доминирующее положение занимают глиадины. Показано (Деревянко, 1989; Илли и др., 2006), что технологические качества клейковины во многом обусловлены показателем соотношения низко- и высокомолекулярных белков глиадинов.

Сорта мягкой пшеницы, формирующие в зерне клейковину высокого качества, называют сильными сортами. При выпечке из этой муки хлеба и хлебобулочных изделий получают пищевую продукцию самого высокого качества. Выпечь хлеб из муки слабых сортов пшеницы возможно лишь при условии добавления в муку различного рода «улучшителей», то есть различного рода химических добавок, которые далеко не всегда экологически безопасны. Однако и они не в состоянии придать хлебу те пищевые качества, которыми обладает мука, полученная от сортов сильной пшеницы.

Создать сорт сильной пшеницы, по ряду генетических причин, задача весьма сложная. Достаточно сказать, что в настоящее время на земном шаре ежегодно производится около 250 млн тонн зерна мягкой пшеницы, более половины из которого зерно сортов слабой пшеницы, сортов со средним по каче-

ству зерном в два раза меньше (25-30%), а зерно сортов сильной пшеницы составляет всего лишь 15-20% (Авдусь, Сапожникова, 1976; Деревянко, 1989).

На территории нашей страны также формируется в значительной степени гетерогенное по качеству зерно, что обусловлено разнообразием агроэкологических ресурсов зерносеющих регионов (Деревянко, 1989), зачастую усложняющих проблему создания здесь местных сортов сильной пшеницы. Так, за последние 30 лет селекционерам Московской области удалось создать всего лишь один сорт сильной пшеницы. А ведь это регион, где сосредоточен мощный научный селекционный потенциал биологов России.

В силу упомянутых выше экологических и биологических причин Восточно-Сибирский регион, и в частности, Предбайкалье, традиционно считается поставщиком слабой пшеницы. Здесь за всю столетнюю историю селекционных работ оригинаторам удалось получить всего лишь один сорт сильной пшеницы – Тулунская 12, который, к сожалению, уже насчитывает возраст 20-летней давности. Таким образом, поиск путей селекции при создании региональных сортов сильной пшеницы имеет большую общебиологическую и практическую значимость.

Цель и задачи исследований. Целью работы является изучение на уровне экотипов качества клейковины зерна у культурных растений *Tr. vulgare* как показателя адаптации их к экологическим условиям Предбайкалья.

Для достижения поставленной цели предусматривались следующие задачи:

1. Изучить действие температуры на различных фазах формирования зерновки *Tr. vulgare* (водянистая, предмолочная, молочная, тестообразная, восковая, полная спелость) в условиях Предбайкалья.
2. Определить влияние дефицита тепла на накопление ($\gamma+\omega$) – глиадинов, как показатель качества клейковины *Tr. vulgare* в условиях Предбайкалья.
3. Изучить качество клейковины у экотипов сортов сибирских популяций *Tr. vulgare* в условиях Предбайкалья.
4. Установить перспективность использования экотипов адаптированных к условиям Предбайкалья в практике создания новых сортов *Tr. vulgare*.

Научная новизна. Показано, что в Предбайкалье зерновка *Tr. vulgare* формируется при постоянном повышении дефицита тепла, который в фазе восковой спелости достигает 10°C.

Впервые установлено, что дефицит тепла существенно снижает накопление ($\gamma+\omega$) – глиадинов, что приводит к снижению качества клейковины в зерновках *Tr. vulgare* в условиях Предбайкалья и может служить надежным показателем адаптации растений к температурным условиям.

Установлено, что при подборе родительских пар в практике гибридизации представляется более перспективным использовать не сорта, а их экотипы – особи растений с явно выраженными генотипическими признаками высококачественной клейковины в зерне. В этом аспекте обсуждаемая проблема крайне мало изучена и научные сведения о ней в популяционной биологии отсутствуют.

Практическая значимость исследования. Впервые показана перспективность использования экотипического подхода в практике земледелия Предбайкалья. В частности, предлагается использовать не сами сорта, а их определенные экотипы, что увеличивает возможность подбора родительских пар более чем в пять раз. Значимость экотипического подхода существенно увеличивается тем, что особи отдельных экотипов с высоким качеством клейковины в зерне обладают еще и комплексом ключевых признаков устойчивости к среде обитания, что позволяет использовать их как самостоятельные сорта.

Наряду с этим, предложенный нами метод элиминирования экотипов из сорта можно использовать для изучения устойчивости экотипов к болезням и вредителям, с целью дальнейшего использования их в качестве родительских пар при создании сортов, устойчивых к биологическим факторам среды обитания. Такой подход в практике земледелия крайне важен, так как поражение растений вредителями и болезнями снижает у них процесс репродуктивности на 25-30%.

Таким образом, обсуждаемый метод можно широко применять в различных аспектах при изучении общей проблемы популяционной биологии, и в частности, проблемы фитопопуляционной адаптации к среде обитания.

Защищаемые положения:

1. Установлено, что в условиях Предбайкалья дефицит тепла для накопления $(\gamma + \omega)$ – глиадинов в зерновке *Tr. vulgare* составляет 10°C , что приводит к снижению показателя качества клейковины.
2. Использование способа элиминирования экотипов из сибирских сортов позволяет выделить те экотипы, у которых нормативный индекс соответствует стандартному качеству клейковины $((\alpha + \beta) / (\gamma + \omega) \leq 1)$. Данные экотипы адаптированы к условиям Предбайкалья, и их целесообразно использовать в селекционной практике.

Апробация диссертации. Материалы диссертации представлены и обсуждены на научно-практических конференциях профессорско-преподавательского состава: (Иркутск, 2002, 2006), (Чита, 2003); на международных, всероссийских и региональных научно-практических конференциях: «Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур» (Пенза, 2004), «Физиологические аспекты продуктивности растений» (Орел, 2004), «Актуальные проблемы АПК» (Иркутск, 2005), «Плодородие почв, эффективность средств химизации и методы оптимизации питания растений» (Иркутск, 2005), «Севообороты, ресурсосберегающие технологии и воспроизводство плодородия почв в адаптивно-ландшафтном земледелии Приангарья» (Иркутск, 2005), «Проблемы устойчивого развития регионального АПК» (Иркутск, 2006), «Сельскохозяйственные и прикладные науки в развитии сельского и лесного хозяйства: актуальные вопросы, практика и обмен опытом» (Иркутск, 2006), «Совместная деятельность сельскохозяйственных товаропроизводителей и научных организаций в развитии АПК центральной Азии» (Иркутск, 2008), «Теоретичні і практичні питання підвищення біологічних властивостей насіння та садивного матеріалу в умовах інтеграції національного насінництва у світовий ринок» (Симферополь, 2009).

Публикации. По теме диссертационной работы опубликовано 17 работ, в том числе 1 статья в издании, рекомендованном ВАК.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа изложена на 133 страницах. Состоит из введения, обзора литературы, описания условий, материалов и методов исследования, 5 глав собственных исследований и их обсуждения, заключения, выводов, библиографического списка, в котором 128 отечественных и 77 зарубежных источников. Текст диссертации иллюстрирован 29 рисунками и 29 таблицами.

Автор выражает глубокую благодарность научному руководителю доктору биологических наук, профессору И.Э.Илли, кандидату биологических наук Г.Д.Назаровой за консультации, поддержку и обсуждение результатов работы, а также преподавателям кафедры физиологии растений ИрГСХА и кафедре ботаники БГУ за участие и помощь в работе.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Экологические особенности формирования клейковинных белков в зерне *Triticum vulgare* L. (обзор литературы)

В главе обзора литературы обсуждаются данные источников литературы о формировании клейковинных белков в зерновках *Tr. vulgare*. Рассматривается роль глиадинов и глютеинов в формировании клейковины зерна, а также действие температуры и влагообеспеченности на количественное накопление белков. Обсуждаются генетические аспекты формирования популяций и экотипов в ценозе растений.

Глава 2. Условия, материалы и методы исследований

Экологические условия Предбайкалья. Экологические условия региона изложены в виде агроклиматических зон, которые более объективно отражают особенности потенциала климатических ресурсов Предбайкалья. По этой градации территория Предбайкалья делится на шесть климатических зон: Северо-западную, Центральную, Присаянскую, Южную, Прибайкальскую и Приленскую. По гидротермическим показателям лишь две из шести зон (первую и вторую) можно отнести к теплым зонам с удовлетворительными показателями влагообеспеченности, в которых сумма эффективности температур составляет 1400-1650°C. Остальные четыре зоны либо чрезмерно засушливы, либо чрезмерно прохладны (Полномочнов, Илли, 2009). В частности, четвертая зона, которая была выбрана нами для создания условий дефицита тепла с целью выявления наиболее адаптированных к данным условиям экотипов исследуемых сортов *Tr. vulgare*.

Период вегетации растений в Предбайкалье начинается в мае и завершается в сентябре (рис. 1). Характерно, что в период цветения (июль) *Tr. vulgare* температура воздуха наивысшая и составляет 24,1°C. В дальнейшем, в период формирования семян температура воздуха постоянно снижается, и становится

неблагоприятной для накопления глиадинов. Известно (Соболев, 1985), что в зерне *Tr. Vulgare* в начале интенсивно накапливаются α и β - глиадины, и лишь в последующий период γ и ω – глиадины.

Известно так же (Конарев, 1980), что оптимальная температура для биосинтеза α и β – глиадинов составляет 15-20°C, а γ и ω – глиадинов 22- 25°C.

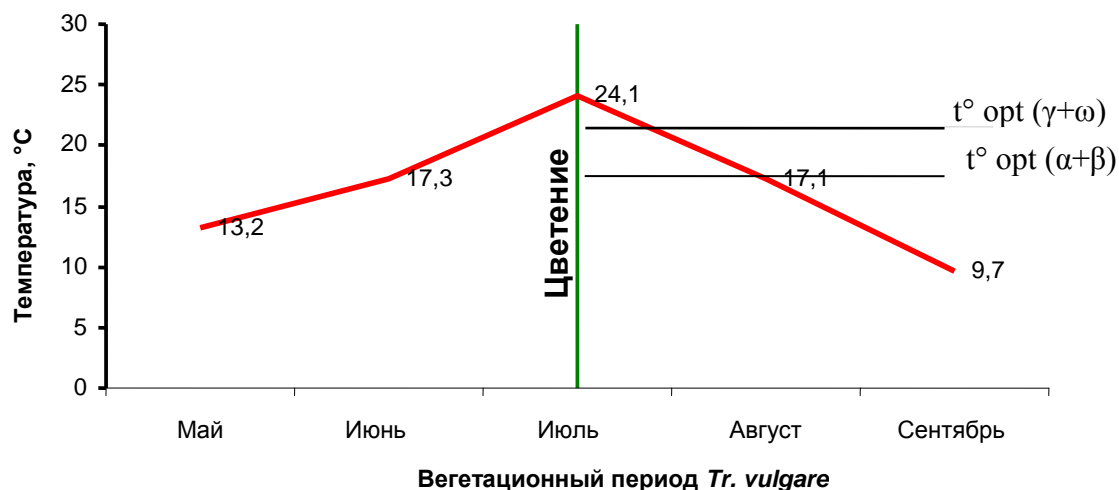


Рис.1. Динамика годовой среднемесячной температуры в период вегетации растений

Исходя из данных графика в южной климатической зоне Предбайкалья условия температуры для активного накопления α и β – глиадинов относительно удовлетворительны, но зато они крайне не удовлетворительны для накопления γ и ω – глиадинов. Это и явилось предметом наших исследований.

В ходе выполнения данной работы были исследованы экотипы шести современных сортов мягкой пшеницы, возделываемые в Предбайкалье. При этом из Предбайкальской популяции нами были выбраны сорта Ангара 86 и Тулунская 12. Из Забайкальской популяции Селенга и Бурятская остистая. Из Западносибирской популяции Новосибирская 15 и Новосибирская 29.

Растения пшеницы выращивали на опытном поле УНПУ «Молодежное» ИрГСХА в течение пяти лет (2005-2009 гг.). Делянки размещали рендомизированным способом для того, чтобы исключить пестроту плодородия опытного участка и ее влияние на результаты между сравниваемыми экотипами (Гуляев, Дубинин, 1980).

Размеры делянок в селекционном питомнике составляли от 0,3 до 5 м² в зависимости от количества семенного материала в трехкратной повторности. В качестве контроля использовали сорта, из которых были получены экотипы.

Посев образцов был произведен в оптимальные сроки вручную с нормой высева из расчета 6,5 млн. всхожих зерен на 1 га. Фенологические наблюдения проводили с целью определения наступления и длительности различных фаз развития растений, а так же общую продолжительность периода онтогенеза – от полных всходов до полной спелости. Для учета густоты стояния растений на делянках после появления полных всходов выделяли и закрепляли пробные площадки. Число растений на пробных площадках подсчитывали дважды – в фазе полных всходов и перед уборкой, определяя степень изреживаемости за

период вегетации.

Учет семенной продуктивности проводили по методике Т.А. Работного (1969) с некоторыми модификациями И.В. Вайнагий (1974). Элементы семенной продуктивности растений в опытах подвергали статистической обработке (Доспехов, 1985).

Для разделения сортов мягкой пшеницы на экотипы использовали модифицированный метод определения содержания белка в интактных зерновках злаков (Илли и др., 2006). Он позволил получить по семь экотипов у каждого исследуемого сорта (рис. 2).

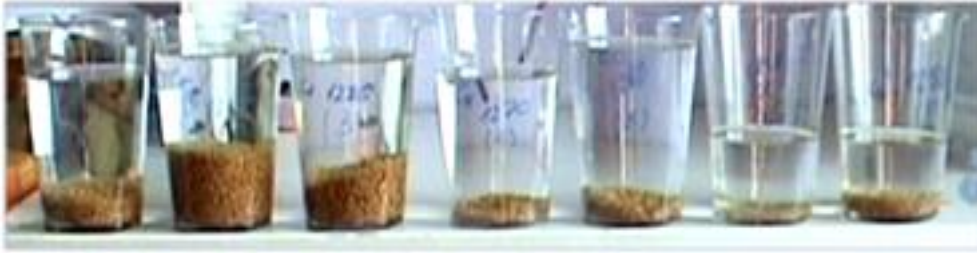


Рис. 2. Количественный спектр плотности распределения экотипов у *Tr. vulgare*; на примере сорта Тулунская 12

Общее содержание белка у зерновок пшеницы определяли по методике, разработанной В.И. Сичкарем, В.Ф. Марьюшкиным и Б.С. Музыченко (Сичкарь и др., 1973).

При проведении электрофореза белков глиадина зерна пшеницы нами был принят метод В. Бушука и Р. Зильмана (Bushuk, Zillman, 1979) в модификации Г. Лохарда и Б. Джонса (Loo hart, Jones и др., 1982). Для экспериментов использовали прибор, предложенный А.П. Поколайнен и В.А. Евдокимовым (Поколайнен, Евдокимов, 1982). Обработку массивов данных всех экспериментов проводили на IBM PC Pentium IV с использованием статистического пакета программного обеспечения Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Глава 3. Влияние дефицита тепла на биологические особенности популяций у сортов *Triticum vulgare* L. при интродукции их в условиях Предбайкалья

В диссертации приведены и обсуждаются результаты исследований того, что процесс развития эндосперма злаков проходит через ряд этапов, отличных друг от друга по специфике биохимических процессов, происходящих на разных этапах формирующейся зерновки. В этой связи, на основе схем, предложенных различными авторами (Калинин, 1959, Строна, 1966) нами, в качестве рабочей была составлена и использована в экспериментах комбинированная модель фаз развития зерновки пшеницы (рис. 3). На основе известных в литературе данных (Bietz, Wall, 1972, Bewley, Black, 1985) в ней детализированы этапы развития эндосперма и зародыша.

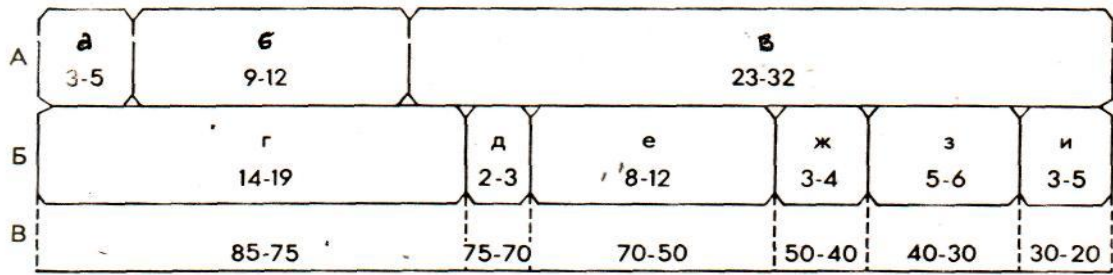


Рис. 3. Фазы развития зерновки *Tr. vulgare*. А – фаза развития зародыша (по Калинину, 1959): а – количественного накопления, б – большого роста и формообразования, в – вторичных морфологических изменений. Б – фазы развития эндосперма (по Строна, 1966): г – водянистая, д – предмолочная, е – молочная, ж – тестообразная, з – восковая, и – полная спелость. В – влажность (%) зерновки в каждой фазе развития. Цифрами под а, б, в, г, д, е, ж, з, и обозначена продолжительность (дни) каждой фазы развития

Следует отметить, что экологические условия родины происхождения пшеницы (Шашко, 1967) существенно отличаются от экологических условий Предбайкалья (Шоцкий, 1956). В Переднеазиатском центре формирование зерновки пшеницы происходит в период июнь – июль. В Предбайкалье формирование зерновки происходит со второй половины июля до середины сентября (рис. 4).

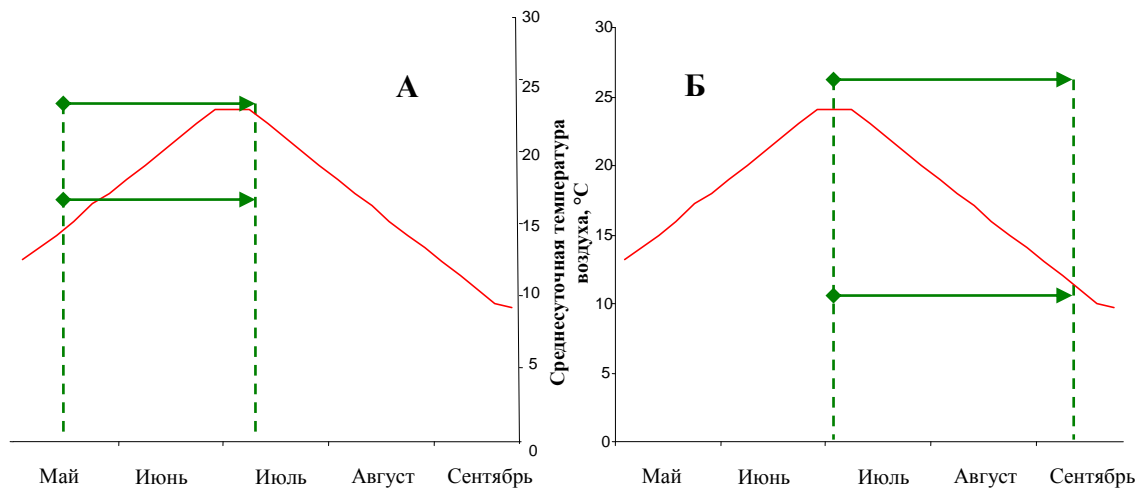


Рис. 4. Календарный период формирования зерновки *Tr. vulgare*. $\blacklozenge \rightarrow$ – период формирования зерна, А – Переднеазиатский экологический центр происхождения (по Шашко, 1967), Б – Предбайкалье (по Шоцкому, 1956)

Таким образом, формирование зерновки происходит в диаметрально различных температурных условиях. В частности, на родине происхождения *Tr. vulgare* процесс формирования зерновки происходит при постоянном повышении температуры воздуха. В Предбайкалье этот процесс происходит при постоянном снижении температуры воздуха. В этой связи, зерновки пшеницы у дикоросов эволюционно приспособлены к данным условиям динамики температуры, это особенно видно при рассмотрении динамики накопления ($\alpha+\beta$) и ($\gamma+\omega$) – глиадинов в эндосперме зерновки (рис. 5) дикорастущих и современных сортов мягкой пшеницы (Пашков, 1951, Лукомская, 1963).

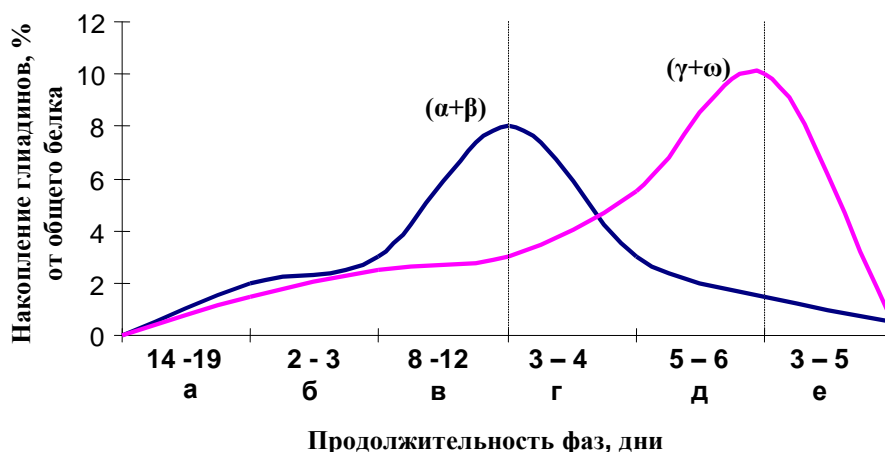


Рис. 5. Динамика накопления глиадинов у формирующейся зерновки *Tr. vulgare* (по Пашкову, 1951, Лукомской, 1963). Фазы развития эндосперма, где а – водянистая, б – предмолочная, в – молочная, г – тестообразная, д – восковая, е – полная спелость

В условиях Предбайкалья упомянутая динамика по фазам развития сохраняется (Илли, 1989). Изменяется лишь количественное соотношение этих двух групп белков, в частности количество $(\alpha+\beta)$ – глиадинов накапливается больше, чем $(\gamma+\omega)$ – глиадинов, так как в условиях Предбайкалья для последних оптимум накопления их происходит при существенном дефиците тепла (рис. 6).

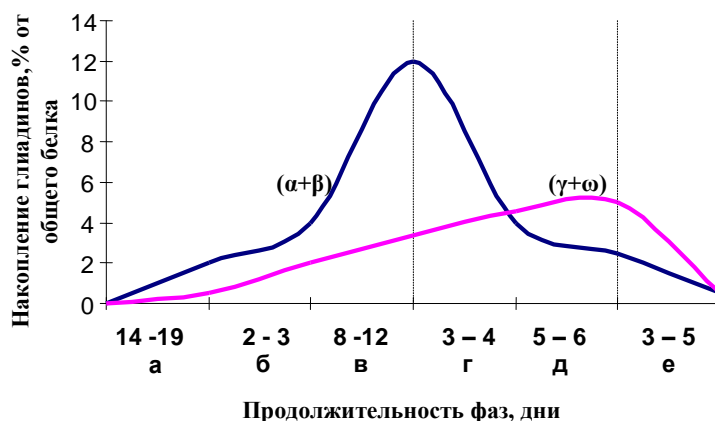


Рис. 6. Динамика накопления глиадинов у формирующейся зерновки *Tr. vulgare* (по Илли, 1989). Фазы развития эндосперма, где а – водянистая, б – предмолочная, в – молочная, г – тестообразная, д – восковая, е – полная спелость

Исходя из перечисленных данных следует отметить, что в условиях Предбайкалья при накоплении $(\alpha+\beta)$ и $(\gamma+\omega)$ – глиадинов в зерновке *Tr. vulgare* доминирующим фактором является температура среды в период формирования зерновки.

3.1. Продолжительность периода вегетации у экотипов различных популяций *Tr. vulgare*

Результаты наших исследований показали (табл. 1), что период вегетации у сибирских сортов мягкой пшеницы составляет от 86 до 109 дней. Период вегетации у растений сортов Предбайкальской популяции оказался существенно

короче, чем у растений популяций из сопредельных экологических регионов. Короткий период вегетации у растений сортов мягкой пшеницы обусловлен тем, что в данном регионе лето на много короче, чем в двух других регионах. Удлинение периода вегетации у растений Забайкальской и Западносибирской

Таблица 1. Продолжительность периода вегетации растений и формирования зерновки у растений *Tr. vulgare* Предбайкальской популяции, дни

Сорт Экотип	Входы - Цветение	Цветение - Формирова- ния зерновки	Формирование зерновки						Период вегетации	Кол-во особей в популяции, %
			Вольнис- тая	Пред- молочная	Молочная	Тестооб- разная	Восковая	Полная		
Тулунская 12	45	49	18	3	10	3	6	5	94	100,00
1	45	50	19	3	10	3	6	5	95	17,37
2	45	49	17	3	11	3	6	5	94	31,40
3	45	45	17	3	9	3	5	4	90	19,96
4	45	50	19	3	10	3	6	5	95	13,71
5	45	52	20	3	11	3	6	5	97	8,15
6	45	49	18	3	12	3	6	5	94	3,95
7	45	53	20	3	12	3	6	5	98	5,41
Ангара 86	43	43	15	2	10	4	5	3	86	100,00
1	43	45	16	2	11	4	5	3	88	17,84
2	43	45	15	2	12	4	5	3	88	26,06
3	43	43	15	2	10	4	5	3	86	31,23
4	43	39	14	2	9	3	4	3	82	10,84
5	44	43	15	2	10	4	5	3	87	7,64
6	43	45	15	2	12	4	5	3	88	4,15
7	44	46	16	2	12	4	5	3	90	2,21

популяций происходило за счет увеличения периода, необходимого для формирования зерновок. Важно отметить, что время, необходимое сибирским растениям мягкой пшеницы для развития генеративных органов примерно такое же, как и для формирования зерновок. Уменьшение периода вегетации, необходимое для сибирской пшеницы может происходить как за счет продолжительности формирования генеративных органов, так и за счет уменьшения продолжительности формирования зерновок. Более длительный период вегетации у сортов Забайкальской и Западносибирской популяций по сравнению с Предбайкальской было реализовано как за счет увеличения продолжительности развития генеративных органов, так и за счет продолжительности формирования зерновок.

В дальнейшей серии исследований мы предприняли попытку определить дефицит теплообеспеченности у сортов Предбайкальской, Забайкальской и Западносибирской популяций. В представленном рисунке (рис.7) нами учтен и показатель необходимого тепла для оптимального накопления $(\alpha+\beta)$ и $(\gamma+\omega)$ – глиадинов.

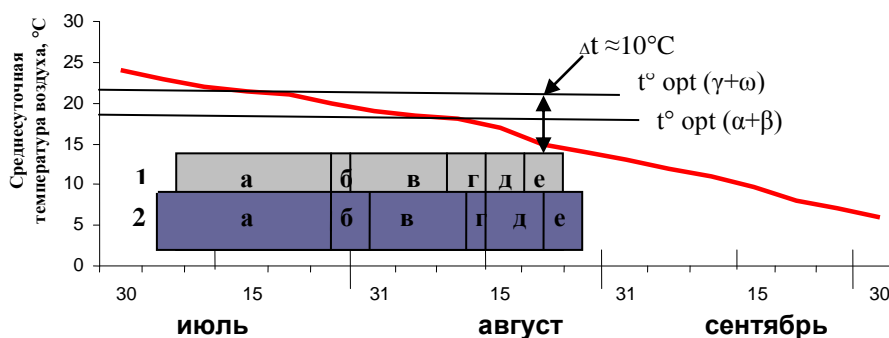


Рис. 7. Календарный период формирования семян. Фазы развития эндосперма, где а – водянистая, б – предмолочная, в – молочная, г – тестообразная, д – восковая, е – полная спелость. 1- сорт Ангара 86, 2- сорт Тулунская 12. Температурный оптимум накопления: $(\alpha+\beta)$ – глиадинов 17°C , $(\gamma+\omega)$ – глиадинов 23°C

Результаты анализа показали, что для накопления $(\alpha+\beta)$ – глиадинов зерновки в начале их формирования и до периода восковой спелости не испытывают недостатка в теплообеспеченности. Дефицит тепла для этих белков обнаруживается начиная с восковой и до полной спелости, как было ранее показано (рис. 5), в этот период темпы накопления этих белков постепенно уменьшаются. В отличие от них $(\gamma+\omega)$ – глиадины испытывают недостаток тепла начиная с предмолочной спелости, этот дефицит тепла постоянно увеличивается, и в период более активного накопления он составляет 5°C , а к концу созревания эта разница доходит до 10°C .

Таким образом, показатель накопления $(\gamma+\omega)$ – глиадинов в зерновках *Tr. vulgare* может быть использован как важный показатель адаптации растений к среде обитания, и в частности, изучаемых нами экотипов.

3.2. Электрофоретические спектры глиадинов у сортов *Tr. vulgare* в условиях Предбайкалья

Глиадины являются основными компонентами в формировании клейковины (Конарев и др., 1974), которая накапливается только в зерновках пшеницы. По этой причине глиадины являются маркерами, генетически принадлежащими тому или иному сорту. Из данных рисунка 8 прослеживается, что весь комплекс глиадиновых белков при электрофорезе делится на индивидуальные белки, состоящие из четырех групп, называемых субфракциями. Наиболее подвижная группа называется α – субфракцией. Она, в свою очередь, состоит из ряда индивидуальных белков, количество которых генетически присуще сорту.

Следующая группа – это β – субфракция, она менее подвижна. Выше по электрофоретическому спектру расположена субфракция γ – глиадинов. По молекулярной массе белки данной субфракции значительно тяжелее белков α и β – субфракций. Она также имеет отдельные компоненты белков, присущие сугубо конкретному сорту.

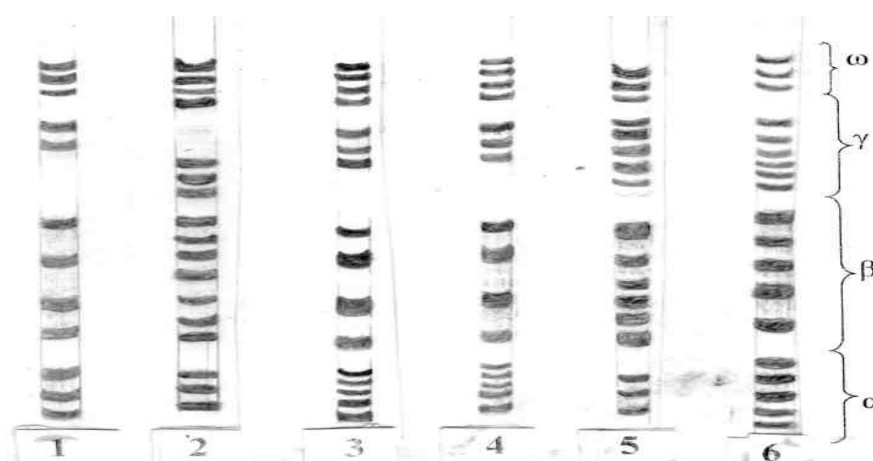


Рис. 8. Компонентный состав глиадинов в зерновках сортов *Tr. vulgare*, где 1 – Ангара 86, 2 – Тулунская 12, 3 – Селенга, 4 – Бурятская остистая, 5 – Новосибирская 29, 6 – Новосибирская 15, α -, β -, γ - и ω - субфракции глиадинов

Наиболее высокомолекулярные глиадины располагаются в верхней части электрофоретического спектра, они также состоят из группы индивидуальных белков, свойственных тому или иному сорту. Наряду с этим мы получаем сведения о качестве клейковины. Известно (Конарев, 1980), что белки ω и γ – субфракций содержат значительно меньшее количество S-S связей, чем низкомолекулярные белки, входящие в α и β – группу. Если соотношение $(\alpha + \beta / \omega + \gamma) \geq 1$, то технологическое качество клейковины лучше, чем, если это соотношение ≤ 1 . Обычно у высококачественной клейковины это соотношение равно 0,75 – 1,0. В таблице 2 представлены данные, свидетельствующие о том, что каждый сорт имеет свой генетически присущий набор индивидуальных белков в той или иной субфракции глиадинов.

Таблица 2. Количество электрофоретических спектров у сортов различных экологических групп в условиях Предбайкалья

Группа белков	Предбайкальская популяция		Забайкальская популяция		Западносибирская популяция	
	Тулунская 12	Ангара 86	Селенга	Бурятская остистая	Новосибирская 15	Новосибирская 29
ω	4	3	4	4	3	4
γ	3	2	3	3	6	5
β	7	4	4	4	5	6
α	3	3	5	5	5	3
Всего:	17	12	16	16	19	18

В суммарном плане сорта отличаются между собой по количеству индивидуальных белков в электрофоретическом спектре. Это показатель величины генного потенциала сорта. Обычно, чем больше у сорта индивидуальных белков, тем богаче его историческая родословная.

3.3. Характеристика количества и качества суммарного белка, формирующегося в зерновках *Tr. vulgare* в условиях Предбайкалья

Наряду с этим, общее содержание белка в зерне – это важный показатель (Конарев, 1980), обеспечивающий количество и качество клейковины, от которой в свою очередь зависит качество хлеба. Результаты наших исследований (табл. 3) показали, что в зерновках современных изучаемых сортов суммарное содержание белка составляло от 17 до 26%, при этом наименьшее количество белков мы наблюдали у сортов Предбайкальской популяции, где их содержание составляло от 17 до 19%.

Таблица 3. Количество и качество белков в зерновках *Tr. vulgare* в условиях Предбайкалья

Сорт	Общее содержание белка, %	Кол-во сырой клейковины, %	Индекс $(\alpha+\beta)/(\gamma+\omega)$
Предбайкальская популяция			
Ангара 86	16,63	34,20	1,19
Тулунская 12	18,90	39,60	0,99
Забайкальская популяция			
Селенга	19,16	31,50	1,05
Бурятская остистая	22,45	30,00	1,09
Западносибирская популяция			
Новосибирская 15	18,79	39,20	0,96
Новосибирская 29	25,60	35,00	1,32

У сортов Забайкальской популяции этот показатель был выше, и колебание его в зависимости от сорта составило от 19 до 23%. У сортов Западносибирской популяции этот показатель был наивысшим и составил от 19 до 26%. Количество клейковины во многом зависит от суммарного содержания белка, так как далеко не все белки входят в состав клейковинного комплекса, то мы не наблюдали тесной связи между количеством белков и количеством клейковины в зерновках (табл. 3). Так, у сорта Западносибирской популяции Новосибирская 29 суммарное содержание белка было наивысшим и составляло 26%, количество клейковины в зерновках данного сорта занимало далеко не лидирующее положение и составляло 35% от сухого вещества. Таким образом, из шести изученных нами сортов, относящихся к трем популяциям, лишь у двух сортов показатель качества клейковинных белков был высоким. Характерно, что один из этих двух сортов принадлежит Предбайкальской популяции, а другой Западносибирской популяции.

Глава 4. Плотность экотипов у сортов *Triticum vulgare* L. и особенности накопления суммарного белка в условиях Предбайкалья

При разделении сортов на экотипы нами было избрано одно основное условие: если сопредельные по спектру экотипы отличаются друг от друга по общему

содержанию белков в семенах примерно на 2% и более, то их можно считать экотипами сорта. В работе представлены 6 сортов, относящихся к трем популяциям: Предбайкальской, Забайкальской и Западносибирской, предварительно выращенные в одних и тех же экологических условиях – в Предбайкалье. Результаты наших исследований показали, что содержание белка в зерновках у различных экотипов в условиях Предбайкалья весьма гетерогенно. Так, у сортов Предбайкальской популяции Тулунская 12 и Ангара 86 показатель содержания белка был в пределах от 13,54 до 23,83% (табл. 4), то есть разница между ними составляла более 10%. Это означало, что экотипы существенно отличались по уровню адаптации к низкотемпературному фактору. У сорта Тулунская 12 наименьшее содержание белка наблюдалось у зерновок шестого экотипа, а наибольшее у зерновок четвертого экотипа. Это означает, что особи четвертого экотипа были наиболее адаптированы к низкотемпературной среде обитания.

Таблица 4. Суммарное накопление белка в зерновках *Tr. vulgare* Предбайкальской популяции

Сорт, экотип	Тулунская 12		Ангара 86	
	Общее содержание, %	Отклонение от сорта, %	Общее содержание, %	Отклонение от сорта, %
Контроль	18,90±0,016	100,00	16,63±0,017	100,00
1	17,08±0,013	90,37	13,54±0,015	81,41
2	19,73±0,014	104,39	19,81±0,017	119,12
3	18,88±0,017	99,89	15,75±0,012	94,70
4	20,17±0,015	106,71	19,04±0,014	114,49
5	18,99±0,013	100,4	14,33±0,017	86,16
6	14,98±0,015	79,25	23,83±0,015	143,29
7	18,79±0,012	99,41	16,56±0,013	99,57

В отличие от этого сорта у сорта Ангара 86 наибольшее содержание белка мы наблюдали у шестого экотипа, а наименьшее у первого экотипа. В связи с этим, содержание белка а, следовательно, и адаптация в зерновках экотипа были специфичны. Между тем, каждый из двух обсуждаемых сортов отличался и плотностью распределения экотипов (рис. 9). Так, у сорта Тулунская 12 наиболее плотно были распределены особи второго экотипа. Их насчитывалось 32%, а по количеству белка они были на уровне сорта. Как уже было нами сказано, наибольшее количество белка содержалось у зерновок четвертого экотипа. Численность особей у данного экотипа была незначительной и составляла около 13%. Исходя из того, что данные особи по сравнению с другими хорошо адаптированы к интенсивному накоплению белка при низкой температуре, можно предположить, что их численность вовсе не связана с постепенным исчезновением, а обусловлена началом развития адаптационного признака высокобелковости в зерне. Аналогичным образом у сорта Ангара 86 высокое накопление белка при неблагоприятной температуре мы наблюдали у зерновок шес-

того экотипа, который был малочислен (рис. 9), но также являлся развивающимся.

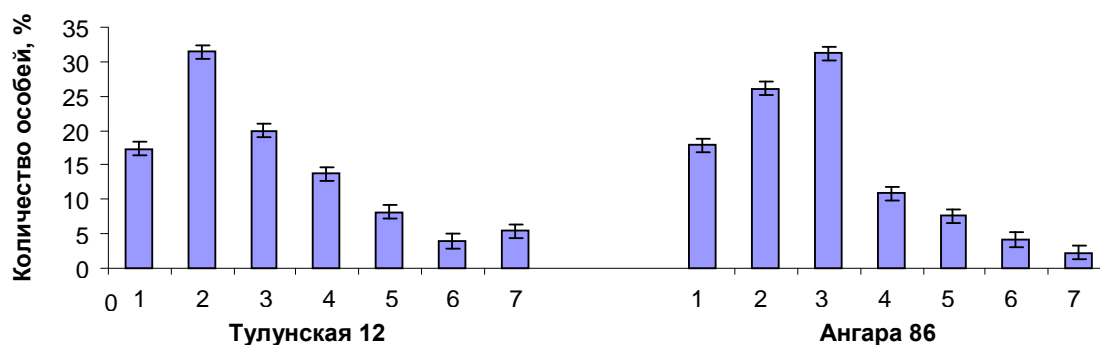


Рис. 9. Плотность экотипов у сортов *Tr. vulgare* Предбайкальской популяции. 1...-7 – номера экотипов

Сравнение электрофоретических спектров белков глиадинов на уровне экотипов показало, что внутри каждого сорта у экотипов присутствует полный набор полипептидов, свойственных сорту (рис. 10). Различия между экотипами заключались лишь в количественном накоплении тех или других полипептидов. Наличие особей в экотипах, способных при низкотемпературных условиях накапливать большое количество полипептидов свидетельствует об уровне адаптации к данному фактору среды.

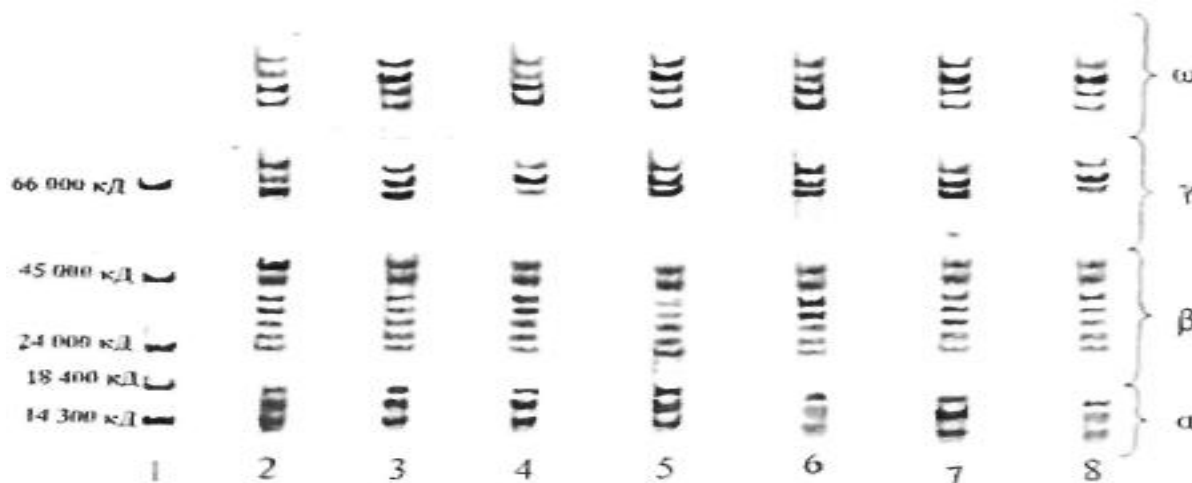


Рис.10. Компонентный состав глиадинов в экотипах сорта Тулунская 12, где 1- белки маркеры, 2- первый экотип, 3-второй экотип,4-третий экотип, 5-четвертый экотип, 6- пятый экотип, 7-шестой экотип, 8- седьмой экотип, α, β, γ и ω-субфракции глиадинов

Об этом свидетельствуют результаты исследований, представленные в таблице 5. Если эти электрофоретические спектры, свойственные каждому экотипу условно назвать маркерными, то у сорта Тулунская 12 Предбайкальской популяции таких маркерных белков во всем спектре глиадинов было шестнадцать, а у каждого экотипа нами было обнаружено по два – три маркерных бел-

ка. У первого экотипа этого сорта они были расположены в группе γ , β и α – глиадинов. У второго, третьего и четвертого экотипов они были сосредоточены

Таблица 5. Экотипические особенности накопления маркерных белков, определяющих качество клейковины в зерновках *Tr. vulgare* Предбайкальской популяции

Тулун- ская 12	Группа белков				Ангара 86	Группа белков				
	экотип	ω	γ	β		α	экотип	ω	γ	β
1	1	-	4	2	1	-	2	4	-	
2	-	2,3	-	-	2	2	-	-	-	
3	-	2,3	-	-	3	2,3	2	2	-	
4	-	2,3	-	-	4	1,2,3	-	-	-	
5	1	3	7	-	5	3	-	-	-	
6	2	3	-	-	6	-	-	4	-	
7	-	3	-	2	7	3	-	-	-	

в группе γ – глиадинов. У пятого экотипа маркерные белки были расположены в группах ω , γ и β – глиадинов. У шестого экотипа в группах ω и γ – глиадинов, а у седьмого экотипа в группах γ и α – глиадинов. Следовательно, у экотипов сорта Тулунская 12 в той или иной степени были задействованы все четыре группы глиадинов как маркерные белки. В отличие от предыдущего сорта у сорта Ангара 86 маркерные белки для экотипов в группе α – глиадинов не были обнаружены, они были сосредоточены (табл. 5) в группах ω , γ и β – глиадинов.

Как было показано нами ранее, если соотношение низко и высокомолекулярных белков, то есть индекс ≥ 1 , то клейковина соответствует высокому технологическому качеству. (Илли и др., 2007). Результаты исследований показали (табл. 6), что у сорта Тулунская 12 у всех экотипов данный индекс был либо ра-

Таблица 6. Соотношение низко- и высокомолекулярных белков глиадинов у сортов Предбайкальской популяции

Экотип	Ангара 86	Тулунская 12
	Индекс $(\alpha+\beta) / (\gamma+\omega)$	
Контроль (сорт)	1,19±0,017	0,99±0,012
1	1,42±0,013	0,99±0,011
2	1,26±0,015	0,98±0,012
3	1,00±0,011	0,99±0,014
4	0,85±0,017	0,99±0,012
5	1,00±0,012	1,01±0,011
6	1,29±0,010	0,88±0,018
7	1,22±0,014	1,00±0,013

вен единице, либо меньше этой величины. Среди них важно выделить шестой экотип, у которого этот показатель был наилучшим. У второго Предбайкальского сорта Ангара 86 качество клейковины в зависимости от экотипов было

чрезвычайно гетерогенным: от высококачественной клейковины (индекс 0,85 у четвертого экотипа) до низкокачественной (индекс 1.42 у первого экотипа).

В общей сложности нами было проанализировано сорок два экотипа. Из них одиннадцать экотипов в зерновке содержали сильную клейковину, что составило 26% от общего количества экотипов. Зерновки со средней клейковиной были обнаружены нами у 16 экотипов, то есть 38%. Зерновки со слабой клейковиной были обнаружены у 15 экотипов, то есть 36%. В общей сложности нами было проанализировано сорок два экотипа. Из них одиннадцать экотипов в зерновке содержали сильную клейковину, что составило 26% от общего количества экотипов. Зерновки со средней клейковиной были обнаружены нами у 16 экотипов, то есть 38%. Зерновки со слабой клейковиной были обнаружены у 15 экотипов, то есть 36%.

Глава 5. Области применения экотипов, полученных на основе метода элиминирования из сортов *Triticum vulgare* L.

Полученные нами экотипы представляют собой самостоятельные генетические формы, возникшие в процессе естественного отбора на уровне микроэволюции, генетической базой которой является эффект дрейфа генов, который усиливается тем, что растения *Tr. vulgare* гексаплоиды. При закреплении приобретенных генетических признаков не исключена возможность и процесса панмиксии. Следует отметить, что полученные нами экотипы можно использовать как родительские пары при создании сортов мягкой пшеницы с высоким качеством клейковины в зерне. Упомянутый путь более перспективен, чем сложившийся способ получения гибридных линий, в котором в качестве родительских пар используются не экотипы, а линии. При использовании экотипов выбор количества родительских пар становится на порядок выше. К тому же, при гибридизации оригинаторы автоматически исключают негативные признаки, свойственные сорту.

У однолетних растений семенное развитие является единственным способом сохранения вида. В этой связи при изучении устойчивости данных растений к среде обитания одним из важнейших биологических показателей является способность их к семенному размножению. Последнее сопряжено с развитием генеративных органов как эколого-биологического потенциала семенной продуктивности.

Взятие образцов осуществляли в количестве 550 растений с 1 м² с малых делянок. Результаты исследования у экотипов сорта Тулунская 12 показали, что органы генеративного размножения были наиболее развитыми у шестого экотипа, у которого наблюдалось не только наибольшее количество зерновок в колосе, но и большая масса. В результате этого суммарная масса зерновок в колосе у данного экотипа оказалась наибольшей, и превосходила контроль на 45%. Следовательно, наивысшей биологической семенной продуктивностью обладали особи шестого экотипа, важно отметить, что в сорте таких особей встречалось около 34%. Это свидетельствует о том, что вышеупомянутый сорт имеет хороший потенциал адаптации растений к среде обитания. Аналогичные зако-

номерности нами были получены при анализе экотипов сорта Ангара 86, разница лишь заключалась в нумерации экотипов. Наиболее продвинутыми оказались растения четвертого экотипа, превосходящего контроль по развитию генеративных органов, в частности, по формированию количества зерновок в колосе на 35%. По семенной продуктивности в расчете на единицу площади четвертый экотип превосходил контроль на 39%. Следует отметить, что количество особей этого экотипа в сорте составило всего лишь 11%. Таким образом, можно утверждать, что у изучаемых сортов процессы адаптации к среде обитания интенсивно развиваются, на что указывает тот факт, что в каждом из этих двух сортов имеются по три – четыре экотипа из семи, которые по своим показателям адаптации существенно превосходят показатели контроля. Среди них следует особенно отметить шестой экотип у сорта Тулунская 12 и четвертый экотип у сорта Ангара 86.

В целом, результаты наших исследований показали, что различия в уровне адаптации растений экотипов *Tr. vulgare* были наиболее существенны при сравнении внутри каждого сорта двух экотипов: наиболее- и наименее адаптированного. Об этом же свидетельствуют данные, полученные ранее сотрудниками нашего коллектива (Половинкина, 2010). Для выявления наиболее адаптированных экотипов в различные периоды онтогенеза на основе 14 ключевых показателей нами был определен эколого-биологический статус особей у экотипов, выделенных из сортов Тулунская 12 и Ангара 86. Для реализации этой части исследований они были приняты за 100%, а соответствующие показатели различных экотипов сравнивали с этой величиной.

Различия в уровне адаптации растений *Tr. vulgare* были наиболее существенными при сравнении внутри каждого сорта двух экотипов: наиболее- и наименее адаптированного. Так при сравнении упомянутых экотипов у сорта Тулунская 12 оказалось, что особи шестого экотипа превосходили контроль по всем показателям, кроме развития эпипласта, что компенсировалось увеличенной на 14% колеоризой (рис. 10). Также были хорошо развиты площадь центрального зародышевого корня и количество корней. Засухоустойчивость у особей данного экотипа была на 7% больше контроля, и как следствие, по показателю семенной продуктивности шестой экотип превышал контроль на 45%. Низкий уровень развития был присущ зерновкам седьмого экотипа (рис. 6), отстававшего от контроля по показателям степени сформированности щитка на 10%, органов листовой и корневой части на 7%, и эпипласта на 14%. Засухоустойчивость была ниже контроля на 7%, а семенная продуктивность на 33%. Стало быть, особи седьмого экотипа были менее адаптированы к среде обитания по данным признакам по сравнению с особями шестого экотипа. Основная причина данных различий в реализации потенциала семенной продуктивности непосредственно связана с уровнем адаптации органов и тканей корневой части зародыша.

Аналогичные данные нами были получены у экотипов сорта Ангара 86 (рис. 10), где прослеживалась та же закономерность между уровнем адаптации к низкой температуре корневой системы на начальных этапах онтогенеза, засухоустойчивостью растений в ювенильном этапе и семенной продуктивностью

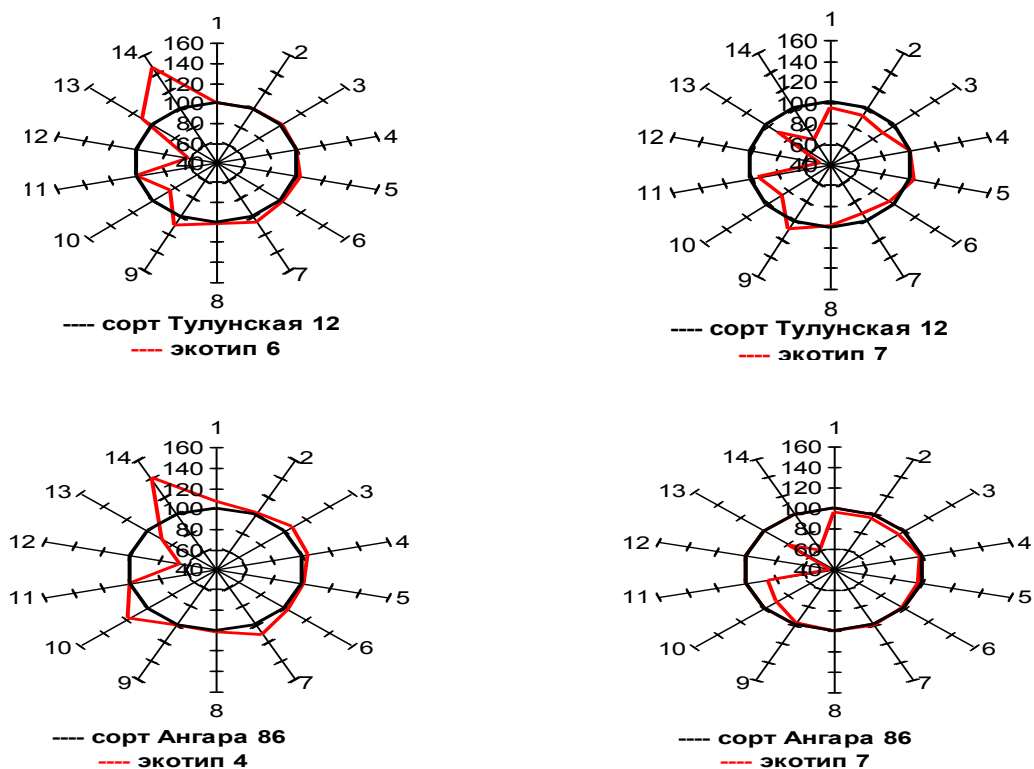


Рис. 10. Эколого-биологический статус семян у экотипов сортов Тулунская 12 и Ангара 86 *Tr. vulgare*: 1 – площадь coleoptиля, 2 – площадь первого эмбрионального листа, 3 – площадь щитка, 4 – диаметр сосудистого проводящего пучка щитка, 5 – диаметр сосудистого проводящего пучка coleoptиля, 6 – длина эмбриональной оси, 7 – площадь центрального зародышевого корня, 8 – количество корней, 9 – длина coleоризы, 10 – площадь эпибласта, 11 – лабораторная всхожесть семян, 12 – природная всхожесть семян, 13 – засухоустойчивость растений, 14 – общая биологическая продуктивность растений

на этапе репродуктивного размножения. Наиболее адаптированным был четвертый экотип, который превосходил контроль по развитию корневой системы на 11%, площади эпибласта на 16% и по семенной продуктивности на 39%. Наименее адаптированным был седьмой экотип, который отставал от показателей сорта по таким параметрам как площадь щитка на 5%, сосудистая система на 3%, особенно сильно здесь был угнетен эпибласт и семенная продуктивность на 11% и 39% соответственно.

Таким образом, результаты наших исследований показали, что развитие генеративных органов и семенная продуктивность у растений пшеницы во многом обусловлены уровнем адаптации особей к низкой температуре на начальных этапах онтогенеза. Метод получения экотипов из различных сортов *Tr. vulgare* позволяет не только расширить границы механизмов адаптации к среде обитания, но и выявить перспективные экотипы, пригодные для селекционной практики. В частности, для оригинаторов можно предложить использовать в селекционной практике шестой экотип, выделенный из сорта Тулунская 12 и четвертый экотип, выделенный из сорта Ангара 86.

ВЫВОДЫ

1. В условиях Предбайкалья зерновка *Tr. vulgare* формируется при постоянном дефиците тепла, который в фазе восковой спелости достигает лишь 10°C, при этом дефицит тепла уменьшает накопление $(\gamma+\omega)$ – глиадинов, что приводит к снижению показателя качества клейковины. В частности, нормативный индекс качества клейковины составляет $(\alpha+\beta)/(\gamma+\omega) \geq 1$.

2. Выявлено, что количество $(\gamma+\omega)$ – глиадинов зерне *Tr. vulgare* может служить надежным показателем адаптации этих растений к среде. Только 26% сортов сибирских популяций *Tr. vulgare* адаптированы к условиям Предбайкалья по критерию качества клейковины в зерне.

3. Из сорока двух исследованных экотипов сортов пшеницы Предбайкалья одиннадцать с качественной клейковиной и это означает, что по данному показателю они хорошо адаптированы к условиям Предбайкалья. Использование экотипического подхода в практике селекции увеличивает возможность подбора родительских пар более чем в пять раз.

4. Выявленные в результате исследований экотипы, адаптированные по комплексу показателей к условиям Предбайкалья, можно использовать как самостоятельные сорта. Это шестой экотип у сорта Тулунская 12 и четвертый у сорта Ангара 86.

СПИСОК РАБОТ ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В рекомендованных ВАК изданиях:

1. **Парыгин В.В.** Сохранение физиологических признаков в потомстве у популяций сортов яровой пшеницы / С.В. Половинкина, **В.В. Парыгин**, И.Э. Илли // Вестник Бурятского государственного университета. Химия, биология, география.– Улан-Удэ: Изд-во Бурят. гос. ун-та, 2007. Вып. 3. – С. 179-181.

В других изданиях:

2. **Парыгин В.В.** Электрофоретические показатели белков глиадина зерна Сибирских сортов яровой пшеницы / **В.В. Парыгин**, С.В. Половинкина, И.Э. Илли // сборник по материалам научн.-студенческой конф. 25 – 29 марта 2002 г. – Иркутск, 2002. – С. 30.

3. **Парыгин В.В.** Содержание белка у зерновок яровой пшеницы при разделении сорта на составляющие его популяции / И.Э. Илли, С.В. Половинкина, **В.В. Парыгин** // материалы научн. – практ. конф. – Чита, 2003. – С. 119-122.

4. **Парыгин В.В.** Внутрисортная гетерогенность в пространственной организации роста и развития морфологических структур зародыша яровой пшеницы / С.В. Половинкина, **В.В. Парыгин**, И.Э. Илли // Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур: сборник материалов VIII Всеросс. научн.-практ. конф. – Пенза, 2004. – С. 22-24.

5. **Парыгин В.В.** Содержание белков глиадинов в зерновках яровой пшеницы при разделении сорта на составляющие его популяции / И.Э. Илли, **В.В. Парыгин**, С.В. Половинкина // Физиологические аспекты продуктивности растений: материалы научн.-метод. конф., Часть.2. – Орел, 2004. – С. 109-114.

6. **Парыгин В.В.** Физиологический статус семян яровой пшеницы, выращенных в Приангарье / С.В. Половинкина, **В.В. Парыгин**, И.Э. Илли // Плодородие почв, эффективность средств химизации и методы оптимизации питания растений: материалы междунар. научн. конф., посвященной 100-летию со дня рождения основателя кафедры агрохимии ИрГСХА проф. Угарова А.Н. и 70-летию кафедры 8 – 9 июня 2005 г. – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2005. – С144-147.
7. **Парыгин В.В.** Популяционная особенность продуктивности растений у сортов яровой пшеницы Приангарья / С.В. Половинкина, **В.В. Парыгин**, И.Э. Илли // Севообороты, ресурсосберегающие технологии и воспроизводство плодородия почв в адаптивно-ландшафтном земледелии Приангарья: материалы международной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения проф., заслуженного деятеля науки РФ А.И. Кузнецовой 19 – 21 октября 2005 г. – Иркутск, Изд-во ИрГСХА, 2005. – С. 241-243.
8. **Парыгин В.В.** Изучение физиологических особенностей формирования семян пшеницы в условиях Приангарья / И.Э. Илли, **В.В. Парыгин**, С.В. Половинкина // Актуальные проблемы АПК: материалы регион. научн.-практ. конф. 24-28 января 2005 г., Иркутск, 2005. – С. 17-19.
9. **Назарова Г.Д.**, Илли И.Э., Половинкина С.В., Парыгин В.В. Методическое пособие для лабораторных занятий студентов агрономического факультета по специальностям 310200 «Агрономия» и 320400 «Агроэкология». – Иркутск, ИрГСХА, 2005. – 110 С.
10. **Парыгин В.В.** Влияние погодных условий на популяционную продуктивность растений у сортов яровой пшеницы в условиях Приангарья / **В.В. Парыгин**, С.В. Половинкина, И.Э. Илли // Проблемы устойчивого развития регионального АПК: материалы научн. – практ. конф. 6 – 9 февраля 2006 г., Иркутск, 2006. – С. 73-74.
11. **Парыгин В.В.** Биотехнологическая система целенаправленного ускорения селекционного процесса / И.Э. Илли, С.В. Половинкина, **В.В. Парыгин** // Сельскохозяйственные и прикладные науки в развитии сельского и лесного хозяйства: актуальные вопросы, практика и обмен опытом: материалы междунар. научн.-практ. конф. 6 – 11 июня 2006 г. – Иркутск, 2006. – С. 104-106.
12. **Илли И.Э.**, Назарова Г.Д., Половинкина С.В., Парыгин В.В. Способ подготовки фракций семян из сортов мягкой пшеницы, обладающих свойством сильной пшеницы: пат. 2279794 Рос. Федерация: МПК А01Н 1/04 / И.Э. Илли, Г.Д. Назарова, С.В. Половинкина, **В.В. Парыгин**. Заявитель и патентообладатель Иркутск. ФГОУ ВПО ИрГСХА. - №2004116637; заявл. 31.05.04; опубл. 20.07.06, Бюл. №20
13. **Илли И.Э.**, Назарова Г.Д., Парыгин В.В., Половинкина С.В. Способ определения статуса зерна пшеницы по показателю качества его клейковины: пат. 2295236 Рос. Федерация: МПК А01Н 1/04 / И.Э. Илли, Г.Д. Назарова, **В.В. Парыгин**, С.В. Половинкина. Заявитель и патентообладатель Иркутск. ФГОУ ВПО ИрГСХА. - №2005113436; заявл. 03.05.05; опубл. 20.03.07, Бюл. №8
14. **Парыгин В.В.** Продуктивность в потомстве у популяций сортов яровой пшеницы / И.Э. Илли, С.В. Половинкина, **В.В. Парыгин** // Совместная деятельность сельскохозяйственных товаропроизводителей и научных организа-

- ций в развитии АПК центральной Азии: сборник материалов междунар. научн.-практ. конф. 25-27 марта 2008 г. – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2008. - С. 107-117.
15. **Парыгин В.В.** Продуктивность растений у популяций сибирских сортов яровой пшеницы при выращивании их в условиях Приангарья / Н.Н. Клименко, С.В. Половинкина, **В.В. Парыгин**, И.Э. Илли // Вестник ИрГСХА. Вып. 32 сентябрь. – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2008. – С 18-26.
16. **Парыгин В.В.** Полевая всхожесть и засухоустойчивость у популяций сибирских сортов яровой пшеницы при выращивании их в Предбайкалье / Н.Н. Клименко, С.В. Половинкина, **В.В. Парыгин**, И.Э. Илли // Вестник ИрГСХА. Вып. 33 декабрь. – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2008. – С 22-28.
17. **Парыгин В.В.** Семенная продуктивность растений у популяций сибирских сортов яровой пшеницы в условиях Предбайкалья / И.Э. Илли, С.В. Половинкина, **В.В. Парыгин** / Теоретичні і практичні питання підвищення біологічних властивостей насіння та садивного матеріалу в умовах інтеграції національного насінництва у світовий ринок: сборник материалов междунар. научн.-практ. конф. март - апрель 2010 г. – Симферополь, 2010. – С. 107-117.

Лицензия ЛР №07444 от 11.03.98 г.

Подписано к печати 17.01.11 г.
Формат 60x84. Тираж 120 экз.

664038, Иркутская обл., Иркутский район,
п. Молодежный