

УДК 631.531.12: 631.544.4

Л.П. Хлебова, А.А. Арзуманян

**ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ СОКРАЩЕНИЯ ПЕРИОДА ПОКОЯ СЕМЯН
ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В РЕГУЛИРУЕМЫХ УСЛОВИЯХ ВЫРАЩИВАНИЯ**

ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный университет»

e-mail: khlebov@bk.ru

Изучено влияние температуры выращивания на посевные свойства и качество семян зерновых культур. Установлено, что повышение температуры приводит к снижению крупности и увеличению содержания белка в зерне яровой пшеницы. Определено, что сокращение периода покоя семян у ярового овса и твердой пшеницы под действием высокой температуры в процессе их созревания обеспечивает повышение энергии прорастания и всхожести. У мягкой пшеницы высокие температуры снижают данные показатели при посеве свежесобраных семян.

Ключевые слова: пшеница, овес, температура созревания, период покоя семян, энергия прорастания, всхожесть, качество семян

L.P. Khlebova, A.A. Arzumanyan

**STUDYING THE POSSIBILITY OF REDUCING THE PERIOD OF SEED
DORMANCY IN CROPS UNDER CONTROLLED GROWTH CONDITIONS***Altai State University**e-mail: khlebov@bk.ru*

The effect of growth temperature on the seed properties and grain quality of the crops was studied. It found that the increasing temperature leads to decrease of sizes and increase of the protein content in grain of spring wheat. It was determined that a reduction in the period of seed dormancy in spring oats and durum wheat under the influence of high temperature during ripening enhances germination energy and seed germination. In wheat high temperature reduces these figures when sowing seeds freshly harvested.

Keywords: wheat, oats, temperature of the ripening, period of seed dormancy, germination energy, germination, seed quality

ВВЕДЕНИЕ

Успешное развитие агропромышленного комплекса страны зависит от стабилизации производства зерна и другой растениеводческой продукции. Наиболее экологически безопасными и экономически выгодными путями решения этой проблемы является создание высококачественных сортов, устойчивых к стрессовым условиям произрастания, вредителям, болезням.

Надежную материальную базу для проведения соответствующих исследований обеспечивают условия искусственного климата. Возможность круглогодичного культивирования растений уже сама по себе служит важной предпосылкой для ускорения селекционного процесса различных культур, в том числе зерновых колосовых. Круглогодичная эксплуатация объектов искусственного климата подразумевает создание единой технологической цепи

выращивания растений, что позволяет проводить три последовательных вегетации в год. В этом случае свежееубранные семена практически сразу же используют для последующего посева.

Вместе с тем, известно, что семена имеют период покоя – состояние, когда они претерпевают процесс послеуборочного дозревания. Нахождение в состоянии покоя является важным приспособительным механизмом сохранения вида, позволяющим человеку в определенных условиях длительно хранить семена сельскохозяйственных растений (Николаева, Лянгузова, Поздова, 1999). В то же время наличие покоя у семян весьма затрудняет их культивирование, а также осложняет работы в ботанических садах по созданию коллекций растений и интродукции перспективных видов. Высев свежееубранных семян, как правило, сопровождается пониженной всхожестью, что приводит к ухудшению их посевных свойств. Кроме того, семена зерновых культур, полученные при выращивании в условиях искусственного климата, зачастую имеют более низкое качество, так как вегетационный период в таких условиях сокращается.

Известно, что прорастание семян сопровождается активацией генома и различных физиолого-биохимических процессов (Гумилевская, Лянгузова, Поздова, 1995; Верхотуров, 2007; Bewley, Black, 1994). Энергетическое жизнеобеспечение клеток зародыша, выходящего из покоя, поддерживается достаточно сложным комплексом митохондриальных окислительно-восстановительных реакций с образованием активных форм кислорода и индукцией работы антиоксидантной системы (Рогожина, Рогожин, 2010; Рогожин, Рогожина, 2011).

Существует ряд факторов, выводящих семена из состояния физического покоя, основным из которых является температура и освещенность (Верхотуров, Соколова, Пинигина и др., 2001). Прерывание покоя и повышение всхожести семян может быть индуцировано также рядом других стрессовых воздействий (ультрафиолет, перекись водорода и др.), являющихся инициаторами окислительных процессов (Рогожин, 2000; Верхотуров, Франтенко, 2008; Рогожин, Рогожин, 2013). Однако большинство исследований механизмов регуляции покоя связано с воздействием физических и химических факторов непосредственно на семена (Верхотуров, 2008; Bewley, Black, 1978). Вместе с тем, действие стрессовых факторов в процессе созревания семян во время вегетации растений изучено, на наш взгляд, недостаточно полно.

Целью нашей работы явилась оценка возможностей сокращения периода покоя семян зерновых культур под воздействием температурного фактора на растения в процессе их созревания в условиях искусственного климата.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования служили сорта яровой мягкой пшеницы (Алтайская 530), яровой твердой пшеницы (Салют Алтай) и ярового овса (Пегас) селекции Алтайского НИИ сельского хозяйства (Каталог..., 2010). Эксперимент проводили в камере искусственного климата Memmert. Растения выращивали в сосудах емкостью 4 кг субстрата. Субстратом служила смесь

почвы, перегноя, песка в соотношении 2:1:1. Влажность почвы поддерживали до конца вегетации на уровне 70% от ППВ. Сосуды в камерах по сортам и вариантам располагались идентично, что необходимо для выравнивания условий выращивания. Норма высева материала – 10 зерен на сосуд. Всходы прореживали, оставляя к уборке по 6 растений на сосуд.

В период от посева до фазы молочной спелости культуры выращивали при оптимальном режиме, ранее разработанном в Алтайском НИИСХ. Начиная с конца молочной спелости, устанавливали 2 режима: режим I (контроль) с дневной температурой +21 и ночной +15°C и режим II (повышенная температура) с дневной температурой +28 и ночной +22°C (табл. 1).

Таблица 1. Температурные режимы выращивания растений

| Неделя, фаза развития | Продолжительность, ч | | Температура, °C | |
|-------------------------|----------------------|------|-----------------|------|
| | день | ночь | день | ночь |
| 1-я | 17 | 7 | 17,0 | 9,0 |
| 2-я | 17.30 | 6.30 | 17,0 | 13,0 |
| 3-я | 17.30 | 6.30 | 17,0 | 13,0 |
| 4-я | 12 | 12 | 17,0 | 12,0 |
| 5-я | 14 | 10 | 18,0 | 13,0 |
| Конец молочной спелости | 17.30 | 6.30 | 21,0 | 15,0 |
| Полная спелость: | | | | |
| Режим I | 17.30 | 6.30 | 21,0 | 15,0 |
| Режим II | 17.30 | 6.30 | 28,0 | 22,0 |

Во время вегетации проводили фенологические наблюдения, что позволило определить продолжительность вегетационного периода. Период покоя семян оценивали с использованием признаков, характеризующих их посевные свойства через 10, 30 и 60 дней после уборки. Посевные качества семян определяли в лабораторных условиях в чашках Петри по двум показателям – энергия прорастания и всхожесть. Энергию прорастания оценивали долей проросших семян на 3-е сутки к общему количеству проросших в течение 10-ти суток. Всхожесть определяли на 7-ые сутки долей нормально проросших семян к общему количеству заложенных в чашку. Проращивание семян проводили в темноте в термостате при температуре +24°C. Кроме того, для характеристики полученных семян использовали 2 показателя качества – массу 1000 зерен и содержание белка в зерне. Эксперимент выполняли в 4-х повторениях, по 40 растений на генотип. Сравнение данных проводили с использованием критерия НСР и критерия Стьюдента. Статистическую обработку проводили с использованием программы *Microsoft Excel*.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Основным показателями качества зерна являются содержание белка и масса 1000 семян. Содержание белка в зерне – это доля белка в общей массе зерна. Высокая температура воздуха и недостаток влаги в почве в период налива зерна, с одной стороны, тормозит нормальную деятельность ассимиляционного аппарата растения, с другой – усиливает процесс дыхания, а в связи с этим и расход углеводов. Эти два процесса обуславливают повышение содержания белка в зерне пшеницы в условиях небольшой засухи (Ижик, 1976).

В таблице 2 представлены результаты содержания белка и массы 1000 зерен у овса, мягкой и твердой пшеницы в зависимости от температуры воздуха во время налива.

Таблица 2. Показатели качества зерна у овса, яровой мягкой и твердой пшеницы в зависимости от температуры воздуха во время налива

| Сорт | Режим | Содержание белка, % | К контролю, % | НСР | Масса 1000 зерен, г | К контролю, % | НСР |
|--------------------|-------|------------------------|---------------------|------|---------------------------|---------------------|------|
| Пегас | I | 12,73±0,83 | 100,00 | 0,17 | 29,60±2,30 | 100,00 | 0,18 |
| | II | 12,76±0,75 | 100,24 | | 31,60±1,40 | 106,40 | |
| Алтай- ская 530 | I | 12,97±0,70 | 100,00 | 0,35 | 39,70±1,23 | 100,00 | 0,27 |
| | II | 15,10±0,55 | 114,10 | | 29,90±0,96 | 67,20 | |
| Салют | I | 13,33±0,30 | 100,00 | 0,55 | 41,40±0,73 | 100,00 | 0,81 |
| Алтая | II | 14,07±0,23 | 105,30 | | 33,30±0,68 | 75,70 | |

У овса в режиме I содержание белка составило 12,73±0,83, а режиме II – 12,76±0,75%, т.е. по сравнению с контрольным температурным режимом наблюдалось увеличение признака на 0,03%, что составило 0,24% к контрольному значению. Однако указанные различия находятся в пределах ошибки и являются статистически незначимыми.

У пшеницы, как у мягкой, так и твердой, произошло достоверное увеличение содержания белка – у сорта Алтайская 530 на 2,13, а у сорта Салют Алтая – на 0,74% в режиме II. В процентном выражении различия с контролем составили 14,1 и 5,3, соответственно.

Таким образом, изменение температуры выращивания овса сорта Пегас не влияло на содержание белка в зерне, но обусловило его увеличение у мягкой и твердой пшеницы.

Масса 1000 шт. зерен в граммах является важным признаком, характеризующим качество посевного материала, что связано с крупностью и выравненностью семян (Беляев, 2000). Несмотря на отсутствие существенной разницы между содержанием белка в зерне сорта Пегас в первом и втором режимах, показатель массы 1000 зерен при повышении температуры

увеличился на 2,0 г (на 6,4% к контролю), что является достоверным и свидетельствует об увеличении крупности зерна.

У Алтайской 530 рассматриваемый показатель снизился на 9,8 г (32,8% к контролю), что обусловлено снижением крупности зерна. У сорта Салют Алтай масса 1000 зерен уменьшилась на 8,1 г (24,3%) при созревании в режиме II при температуре 28°C, что также свидетельствует о формировании более мелких семян (рис. 1).

Повышение крупности зерна, как правило, приводит к снижению содержания белка, поскольку данный показатель является относительной величиной и определяется как доля белка в сухой массе. В таком случае, увеличение содержания белка может быть обусловлено тем, что зерно становится мельче. В результате масса 1000 зерен может снизиться, так как, по мнению Е.А. Лукиной, А.Л. Крицкого, В.А. Федотова и др. (2012), между массой 1000 семян и их крупностью существует прямая зависимость.

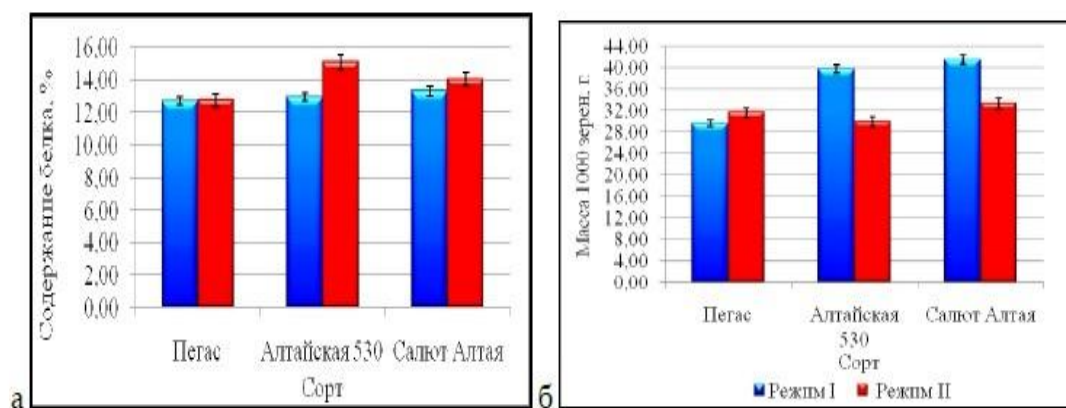


Рис. 1. Качество зерна овса, яровой мягкой и твердой пшеницы при выращивании в разных температурных режимах: а – содержание белка в зерне; б – масса 1000 зерен

Также следует отметить, что сорт мягкой пшеницы Алтайская 530 реагировал на температурные изменения более активно, чем твердая пшеница Салют Алтай.

Таким образом, у пшеницы повышение температуры в процессе созревания семян обусловило снижение крупности и повышение содержания белка, что, вероятно, объясняется изменением пластического и энергетического обмена у растений. Подтверждением этого является существенное сокращение вегетационного периода (на 10 дней) при повышенной дневной и ночной температуре. У овса при изменении режима в период созревания семян признаки качества зерна практически не изменились, наблюдалось лишь некоторое увеличение его крупности.

Следующей задачей эксперимента являлось сокращение периода покоя семян зерновых культур путем воздействия высокой температуры во время их созревания. Влияние температурного фактора на посевные свойства семян оценивали по показателям энергии прорастания и всхожести. В производстве

состояние послеуборочного дозревания семян устанавливают по их проращиванию в нормальных условиях. Если в этих условиях всхожесть жизнеспособных семян понижена, то семена находятся в состоянии покоя (Лукина, Крицкий, Федотов и др., 2012).

Существует несколько взглядов на объяснение механизмов покоя семян. В настоящее время общепризнана гормональная теория, которая объясняет причину покоя семян изменением соотношения между веществами, тормозящими (ингибиторы) и стимулирующими (фитогормоны) прорастание. Состояние покоя наступает при преобладании ингибиторов, а при доминировании стимуляторов роста покой прекращается (Лукина, Крицкий, Федотов и др., 2012).

Стрессовые воздействия (температура, ультрафиолет, химические соединения и др.), применяемые для прерывания покоя и повышения всхожести семян, могут быть инициаторами окислительных процессов, таких как перекисное окисление липидов (Верхотуров, 2008). Возрастание уровня перекисного окисления липидов и содержания антиоксидантов свидетельствует о том, что на начальных этапах прорастания зерновок повышается дыхательная активность митохондрий, в деятельности которых принимают участие окислительно-восстановительных ферменты (Рогожин, Курилюк, 2010). С повышением температуры интенсивность дыхания зерна увеличивается. При экстремально высоких температурах (50°C и более) интенсивность дыхания снижается вследствие разрушения веществ, входящих в состав клеток зерна (белков, ферментных систем и др.).

По данным Т.М. Абдуллаевой, М.А. Магомедовой (2008), имеется немало сведений о снижении в растениях под влиянием теплового шока содержания ауксинов, цитокининов и гиббереллинов, которые являются стимуляторами ростовых процессов в клетках растений. Поэтому использование повышенных температур для выведения семян из состояния покоя должно быть дозировано и применяться в соответствии с нормами и допустимыми пределами для соответствующих культур.

Оценку длительности периода покоя в нашем эксперименте проводили, проращивая семена через 10, 30 и 60 дней после уборки. Энергия прорастания отражает долю семян, проросших за короткий срок. При одинаковой всхожести, быстро прорастающие семена всегда имеют преимущество перед семенами с замедленным прорастанием. Они быстрее и полнее дают всходы, раньше укореняются и переходят к автотрофному питанию (Лукина, Крицкий, Федотов и др., 2012). В таблице 3 представлены показатели энергии прорастания семян овса, мягкой и твердой пшеницы, полученных в различных режимах созревания.

В эксперименте, заложенном через 10 дней после уборки, энергия прорастания семян всех культур независимо от режима созревания равнялась нулю. Определение данного показателя через месяц после уборки выявило его снижение в режиме II: у овса – на 9,00, мягкой пшеницы – на 3,00, твердой пшеницы – на 6,75%. Таким образом, можно предположить, что воздействие

высокой температуры во время вегетации растений является неблагоприятным для проявления рассматриваемого признака у семян с периодом покоя до 30 дней.

Таблица 3. Энергия прорастания семян овса, яровой мягкой и твердой пшеницы, полученных в разных температурных режимах

| Сорт | Режим I (21°C) | Режим II (28°C) |
|-------------------------------|----------------|-----------------|
| Период покоя – 10 дней | | |
| Пегас | 0,00 | 0,00 |
| Алтайская 530 | 0,00 | 0,00 |
| Салют Алтая | 0,00 | 0,00 |
| Период покоя – 30 дней | | |
| Пегас | 80,25±1,80 | 71,25±3,27* |
| Алтайская 530 | 63,25±2,14 | 60,25±0,85* |
| Салют Алтая | 83,75±3,90 | 77,00±1,58* |
| Период покоя – 60 дней | | |
| Пегас | 74,50±1,00 | 82,00±0,90* |
| Алтайская 530 | 93,20±3,10 | 85,70±5,70* |
| Салют Алтая | 81,25±5,70 | 87,80±1,70* |

Примечание: * - различия с контролем достоверны при $P \leq 0,05$

Результаты анализа посевных качеств семян, имеющих период покоя 2 месяца, показали, что при изменении температурного режима во время их созревания (режим II), энергия прорастания увеличилась у овса и твердой пшеницы на 7,50 и 6,55%, соответственно, а у мягкой пшеницы, напротив, – снизилась на 7,5% по сравнению с контролем (режим I).

Сравнение изучаемого параметра через 10 и 30 дней после уборки у конкретной культуры показало, что у всех образцов независимо от режима выращивания наблюдается существенное повышение значений данного признака при увеличении послеуборочного срока. Однако следует учесть, что семена, имеющие период покоя 1 месяц и выращенные при более низкой температуре – в режиме I (21°C), – характеризовались более высокой энергией прорастания по сравнению с режимом II. Сопоставление результатов анализа семенных проб через 1 и 2 месяца после уборки, выявило, что у сортов Пегас и Салют Алтая с увеличением периода покоя энергия прорастания в режиме I снизилась на 5,75 и 2,50%, соответственно. У Алтайской 530 показатель, напротив, повысился почти на 30%. Созревание семян в режиме II обеспечило у всех культур высокий показатель при их проращивании через 2 месяца после уборки (табл. 3).

Таким образом, у изученных сортов через 30 дней после уборки наблюдали снижение признака «энергия прорастания семян» при их созревании в режиме II. Через 60 дней у мягкой пшеницы сорта Алтайская 530 тенденция сохранилась, а у овса и твердой пшеницы происходило повышение показателя. В свою очередь, увеличение периода покоя способствовало более высокому

проявлению признака у всех культур, выращенных при повышенной температуре (режим II), и лишь у мягкой пшеницы, вегетирующей в стандартных условиях (режим I).

Под лабораторной всхожестью понимается количество (в %) нормально проросших семян за определенный срок (в основном 7-10 дней) в пробе, взятой для анализа. Она дает представление о реальной возможности получения всходов растений в поле (Беляев, 2000). Результаты эксперимента свидетельствуют, что у всех культур независимо от режима созревания семян с увеличением периода покоя всхожесть, как правило, повышалась (рис. 2). При этом яровая пшеница как мягкая, так и твердая, характеризовалась более высоким показателем по сравнению с овсом, что объясняется, вероятно, генотипическими особенностями самой культуры либо сорта.

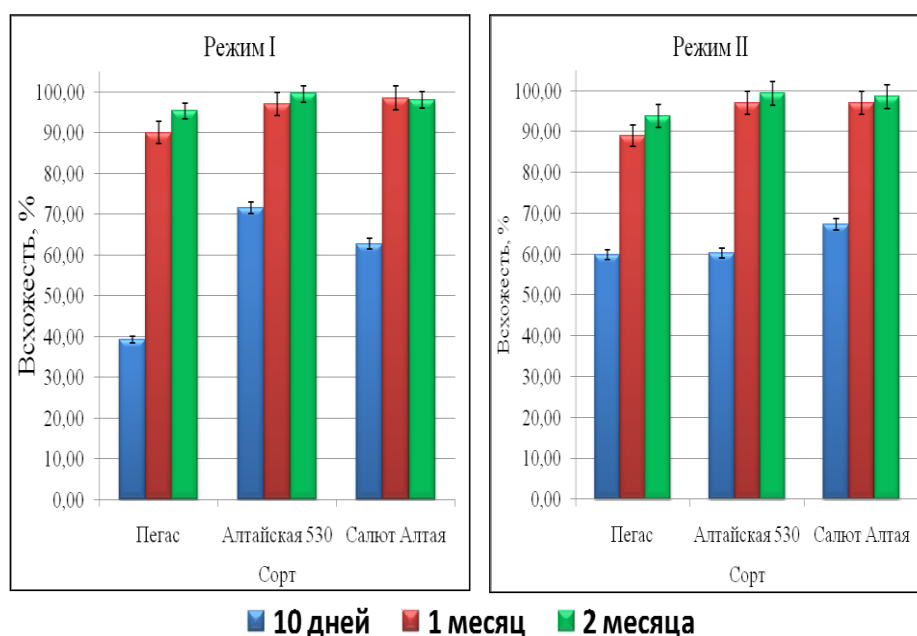


Рис. 2. Всхожесть семян зерновых культур, полученных в разных температурных режимах, при различных сроках после уборки

Сравнение режимов выращивания показало, что у овса сорта Пегас высокие температуры во время созревания сократили период покоя, увеличивая всхожесть свежесобраных семян на 20,50%. Через 1 и 2 месяца после уборки повышенные температуры существенно не повлияли на признак. В результате у данной культуры наблюдали лишь незначительное снижение всхожести семян, полученных в режиме II (на 1,0 и 1,5% – через 30 и 60 дней после уборки, соответственно) (табл. 4).

Аналогичная тенденция обнаружена у твердой пшеницы сорта Салют Алтая. При повышении температуры созревания (режим II) наблюдали увеличение всхожести семян на 4,5% через 10 дней после уборки, незначительное снижение показателя (на 0,75%) через 1 месяц и вновь

некоторое увеличение (на 0,5%) через 2 месяца после уборки по сравнению с контролем (режим I).

У мягкой пшеницы, напротив, через 10 дней после уборки всхожесть семян, созревание которых происходило в режиме повышенной температуры, снизилась на 11,25%. При посеве семенного материала с периодом покоя 1 месяц и 2 месяца изменений признака в зависимости от режима созревания не обнаружено.

Таблица 4. Всхожесть семян овса, яровой мягкой и твердой пшеницы, выращенных в разных температурных режимах

| Сорт | Режим I (21°C) | Режим II (28°C) |
|-------------------------------|----------------|-----------------|
| Период покоя – 10 дней | | |
| Пегас | 39,25±2,62 | 59,75 ±0,50* |
| Алтайская 530 | 71,50±2,30 | 60,25±1,60* |
| Салют Алтая | 62,75±1,30 | 67,25±2,50* |
| Период покоя – 30 дней | | |
| Пегас | 90,00±0,60 | 89,00±4,80 |
| Алтайская 530 | 97,00±0,70 | 97,00±2,30 |
| Салют Алтая | 98,50±0,60 | 97,00±2,30 |
| Период покоя – 60 дней | | |
| Пегас | 95,30±1,30 | 93,80±0,75 |
| Алтайская 530 | 99,50±0,30 | 99,30±0,50 |
| Салют Алтая | 98,00±0,90 | 98,50±0,90 |

Примечание: * - различия с контролем достоверны при $P \leq 0,05$

Сравнение между собой результатов всхожести через 10 и 30 дней после уборки показало, что у всех исследуемых сортов наблюдается существенное улучшение признака при созревании семян как в режиме I, так и в режиме II. Так, у семян овса, имеющих период покоя 30 дней, всхожесть повышалась на 50,75% при их получении при температуре 21°C, на 29,25% – при температуре 28°C.

У твердой пшеницы также наблюдается повышение всхожести семян с увеличением периода покоя: при температуре созревания 21°C – на 25,5%, при 28°C – на 36,75%. У мягкой пшеницы отмечается улучшение признака на 35,75% в режиме I, на 30,5% – в режиме II.

Анализируя всхожесть семян через 1 и 2 месяца после уборки, следует отметить, что у всех изученных сортов происходит некоторое улучшение признака при периоде покоя 2 месяца, но не такое существенное, как при сопоставлении интервалов 10 дней – 1 месяц. Максимальные изменения наблюдали у овса сорта Пегас – повышение на 5,3% в режиме I и на 4,8% – в режиме II.

У сорта яровой мягкой пшеницы Алтайская 530 при температуре созревания семян 21°C показатель улучшается на 2,5%, а при повышенной

температуре (28°C) – на 2,3%. Твердая пшеница – Салют Алтая характеризуется незначительным снижением всхожести (на 0,5%) через 2 месяца после уборки при выращивании в режиме I и повышением (на 0,75%) – в режиме II (табл. 4).

Существует мнение, что период покоя семян определяется генотипом. Продолжительность послеуборочного дозревания (первичного покоя) – признак, передающийся по наследству. Так, семена мальвовых кормовых растений имеют самый длинный период дозревания, среди зерновых ячмень отличается относительно длительным периодом дозревания (до 30-40 дней), у ржи, тритикале, овса, кукурузы данный период почти не проявляется, пшеница занимает промежуточное положение (Лукина, Крицкий, Федотов и др., 2012).

Так как всхожесть отражает то, насколько активно и быстро выходит культура из состояния покоя, то можно предположить, что именно вследствие генотипической предрасположенности овса к самому быстрому выходу из состояния покоя среди исследуемых культур, сорт Пегас через 10 дней после уборки показывает самые высокие результаты по показателю энергии прорастания и всхожести семян.

Показатели качества зерна, такие как содержание белка и масса 1000 семян, влияют в большей степени на урожайность. Возможно, вследствие этого нами не установлена высокая корреляция этих признаков с всхожестью и энергией прорастания семян. Однако, по мнению Т.Е. Кузнецовой, С.А. Левштанова, Н.В. Серкина и др. (2012), крупные семена обладают повышенной силой роста, полевой всхожестью и формируют более мощные растения, характеризующиеся быстрым наступлением и прохождением основных фаз роста и развития. В то же время у таких семян имеется недостаток – высокая травмируемость при уборке урожая.

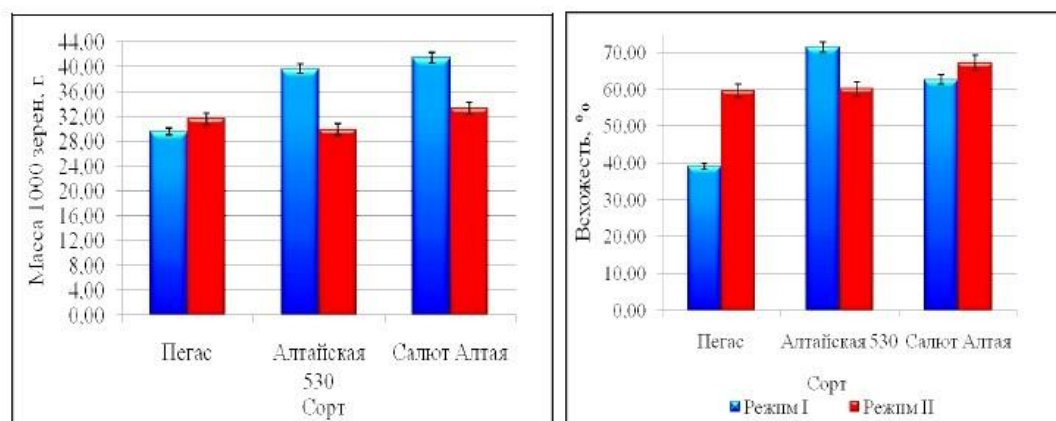
По данным Ф.М. Стрижовой, Л.В. Белениновой (2012), семена с высокой массой 1000 зерен обладают, как правило, достаточным запасом питательных веществ. В связи с этим, можно предположить, что в крупном зерне значительные запасы питательных веществ обеспечивают хорошее питание зародышу и как следствие – лучшую всхожесть.

Сравнение параметров качества семян и их всхожести показало, что у твердой пшеницы при созревании при высокой температуре наблюдалось повышение всхожести семян через 10 дней после уборки (на 4,5%), несмотря на снижение крупности зерна на 8,1 г. (рис. 7).

Вместе с тем, известно, что более крупные семена обладают повышенной всхожестью. Следовательно, сокращение периода покоя у твердой пшеницы под действием высокой температуры обусловлено непосредственно изменением механизмов регуляции покоя, связанных с ускоренной активацией гибберелловой кислоты, мобилизующей запасные питательные вещества при прорастании семени.

По данным Н.А. Вечерниной (2009), запас питательных веществ семени сосредоточен в эндосперме в виде крахмала и к моменту созревания крахмалистый слой уже не содержит живых клеток. На периферии

эндосперма остается лишь тонкий слой живых клеток с запасным белками – алейроновый. Зародыш у злаков контактирует с эндоспермом щитком,



который выделяет гиббереллин.

Рис. 3. Сравнение параметров качества и всхожести семян зерновых культур, выращенных в разных температурных режимах

Гиббереллины диффундируют через зону с крахмальными зёрнами к алейроновому слою эндосперма. В живых клетках алейронового слоя начинается синтез матричных РНК для ферментов, разрушающих крахмал – амилаз. Крахмал разрушается до мальтозы и глюкозы, которые впитываются щитком и передаются в другие ткани зародыша. В этом и состоит аттрагирующий эффект гиббереллинов.

У овса повышение всхожести семян при созревании во втором режиме также происходило за счет сокращения периода покоя, поскольку крупность семян изменилась незначительно. У мягкой пшеницы наблюдалось максимальное снижение массы 1000 зерен (9,8 г.), что, вероятно, и обусловило некоторое уменьшение всхожести семян через 10 дней после уборки.

Таким образом, повышение температуры в период созревания семян яровой мягкой и твердой пшеницы приводит к снижению крупности и повышению содержания белка в зерне. У ярового овса признаки не изменяются. Температурный режим во время налива зерна – 28°C в дневное и 22°C в ночное время сокращает период покоя семян у овса и твердой пшеницы, что проявляется в увеличении их всхожести через 10 дней послеуборочного дозревания. У мягкой пшеницы повышенная температура при созревании семян снижает данный показатель при их посеве через 10 дней после уборки.

Выводы

1. Повышение температуры в период созревания семян яровой мягкой и твердой пшеницы приводит к снижению крупности и повышению содержания белка в зерне. У ярового овса признаки качества не изменяются.

2. Повышение температуры до +28°C в дневное и до +22°C в ночное время в фазу молочной спелости сокращает период покоя семян у овса и твердой пшеницы, о чем свидетельствует повышение всхожести через 10 после уборки. У мягкой пшеницы повышенная температура в период созревания увеличивает период покоя семян.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Абдуллаева Т.М., Магомедова М.А. Действие теплового шока на ростовые процессы проростков пшеницы // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. – 2008. – № 4. – С. 42-48.
- Беляев А.Б. Методические указания к лабораторно-практическим занятиям по земледелию. – Воронеж: ВГУ, 2000. – 43 с.
- Верхотуров В.В. Особенности протекания эколого-биохимических механизмов при хранении зерновых культур: Материалы Всероссийской научно-практической конференции “Пищевые технологии”. – Казань: Изд-во КГТУ, 2007. – С. 45-48.
- Верхотуров В.В. Физиолого-биохимические процессы в зерновках ячменя и пшеницы при их хранении, прорастании и переработке: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – М., 2008. – 38 с.
- Верхотуров В.В., Соколова О.В., Пинигина Г.В. и др. Действие низкой температуры на состояние антиоксидантной системы проростков пшеницы // Проблемные вопросы Восточно-Сибирского региона. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2001. – С. 111-114.
- Верхотуров В.В., Франтенко В.К. Влияние перекиси водорода на анти- и прооксидантный статус семян ячменя при прорастании // Доклады Российской академии с/х наук. – 2008. – № 1. – С. 11-13.
- Вечернина Н.А. Биотехнология растений. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2009. – 224 с.
- Гумилевская Н.А., Чумикина Л.В., Шатилова В.Р. Синтез белка и РНК в прорастающих семенах // Биохимия. – 1995. – Т. 60. – № 1. – С. 35-45.
- Ижик Н.К. Полевая всхожесть семян. – Киев: Урожай, 1976. – 200 с.
- Каталог – сорта селекции ГНУ Алтайского НИИСХ. – Барнаул: ООО «ПРОФИ-С», 2010. – 58 с.
- Кузнецова Т.Е., Левштанов С.А., Серкин Н.В., Юсупов Р.Р. Посевные качества и урожайные свойства семян озимого ячменя в зависимости от фракций посевного материала // Зерновое хозяйство России. – 2012. – № 3 (21). – С. 91-101.
- Лукина Е.А., Крицкий А.Л., Федотов В.А. и др. Семеноведение и семенной контроль. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2012. – 269 с.
- Николаева М.Г., Лянгузова И.В., Поздова Л.М. Биология семян. – СПб: Изд-во СПбГУ, 1999. – 231 с.

Рогожин В.В. Изменение реакции антиоксидантной системы проростков пшеницы после ультрафиолетового облучения семян // Биофизика. – 2000. – Т. 45. – № 4. – С. 730-736.

Рогожин В.В., Курилюк Т.Т. Роль пероксидазы в механизмах покоя и прорастания зерновок некоторых злаковых культур // Известия ТСХА. – 2010. – Вып. 4. – С. 22-32.

Рогожин В.В., Рогожина Т.В. Физиолого-биохимические механизмы прорастания зерновок пшеницы // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2011. – № 8 (82). – С. 18-21.

Рогожин Ю.В., Рогожин В.В. Технология предпосевной обработки зерен пшеницы растворами неорганических и органических веществ // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. – № 7 (105). – С. 11-17.

Рогожина Т.В., Рогожин В.В. Роль компонентов антиоксидантной системы в механизмах прорастания зерен пшеницы // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2010. – № 11 (73). – С. 31-38.

Стрижова Ф.М., Беленинова Л.В. Роль сортовых особенностей яровой мягкой пшеницы в формировании признака «масса 1000 зерен» // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – № 4 (90). – С. 19-20.

Bewley. J.D., Black M. *Physiology and Biochemistry of Seeds in Relation to Germination.* – V. 1. – Springer Verlag, New York, Berlin, Heidelberg, 1978. – 306 p.

Bewley J.D., Black M. *Seeds: Physiology of Development and Germination.* – N.Y.: Plénum Press, 1994. – 445 p.

REFERENCES

Abdullaeva, T.M., Magomedova, M.A. (2008). *Dejstvie teplovogo shoka na rostovye processy prorostkov pshenicy.* Bulletin of Dagestan State Pedagogical University. Life Sciences. 4, 42-48.

Beljaev, A.B. (2000). *Metodicheskie ukazaniya k laboratorno-prakticheskim zanjatijam po zemledeliju.* Voronezh: Voronezh State University Press.

Verhoturov, V.V. (2007). *Osobennosti protokanija jekologo-biohimicheskikh mehanizmov pri hranenii zernovyh kul'tur: Materialy Vserossijskoj nauchno-*

- prakticheskoy konferencii Pishhevye tehnologii. Kazan': Kazan State University Press.
- Verhoturov, V.V. (2008). Fiziologo-biohimicheskie processy v zernovkah jachmenja i pshenicy pri ih hranenii, prorastanii i pererabotke. Thesis of Doctoral Degree. Moscow.
- Verhoturov, V.V., Sokolova, O.V., Pinigina, G.V. (2001). Dejstvie nizkoj temperatury na sostojanie antioksidantnoj sistemy prorostkov pshenicy. In: Problemnye voprosy Vostochno-Sibirskogo regiona. Irkutsk: Irkutsk State Technological University Press.
- Verhoturov, V.V., Frantenko, V.K. (2008). Vlijanie perekisi vodoroda na anti- i prooksidantnyj status semjan jachmenja pri prorastanii. Reports of Russian Agriculture Academy of Sciences. 1, 11-13.
- Vechernina, N.A. (2009). Biotehnologija rastenij. Barnaul: Altai State University Press.
- Gumilevskaja, N.A., Chumikina, L.V., Shatilova, V.R. (1995). Sintez belka i RNK v prorastajushhijh semenah. Biochemistry. 60(1), 35-45.
- Izhik, N.K. (1976). Polevaja vshozhest' semjan. Kiev: Urozhaj.
- Katalog – sorta selekcii GNU Altajskogo NIISH. (2000). Barnaul: PROFI-S.
- Kuznecova, T.E., Levshantov, S.A., Serkin, N.V., Jusupov, R.R. (2012). Posevnye kachestva i urozhajnye svojstva semjan ozimogo jachmenja v zavisimosti ot frakcij posevnogo materiala. Zernovoe hozjajstvo Rossii. 3 (21), 91-101.

- Lukina, E.A., Krickij, A.L., Fedotov, V.A. (2012). *Semenovedenie i semennoj kontrol'*. Voronezh: Voronezh State Agrarian University.
- Nikolaeva, M.G, Ljanguzova, I.V., Pozdova, L.M. (1999). *Biologija semjan*. Saint Petersburg: Saint Petersburg State University.
- Rogozhin, V.V. (2000). *Izmenenie reakcii antioksidantnoj sistemy prorostkov pshenicy posle ul'trafioletovogo obluchenija semjan*. *Biofizika*. 45 (4), 730-736.
- Rogozhin, V.V., Kuriljuk, T.T. (2010). *Rol' peroksidazy v mehanizmah pokoja i prorastanija zernovok nekotoryh zlakovyh kul'tur*. *Izvestija TSHA*. 4, 22-32.
- Rogozhin, V.V., Rogozhina, T.V. (2011). *Fiziologo-biohimicheskie mehanizmy prorastanija zernovok pshenicy*. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 8 (82), 18-21.
- Rogozhin, Ju.V., Rogozhin, V.V. (2013). *Tehnologija predposevnoj obrabotki zeren pshenicy rastvorami neorganicheskikh i organicheskikh veshhestv*. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 7 (105), 11-17.
- Rogozhina, T.V., Rogozhin, V.V. (2010). *Rol' komponentov antioksidantnoj sistemy v mehanizmah prorastanija zeren pshenicy*. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 11 (73), 31-38.
- Strizhova, F.M., Beleninova, L.V. (2012). *Rol' sortovyh osobennostej jarovoj mjangkoj pshenicy v formirovanii priznaka 'massa 1000 zeren'*. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 4 (90), 19-20.
- Bewley, J.D., Black, M. (1978). *Physiology and Biochemistry of Seeds in Relation to Germination*. Springer Verlag, New York, Berlin, Heidelberg.

Bewley, J.D., Black, M. (1994). *Seeds: Physiology of Development and Germination*.
N.Y.: Plénum Press.

Поступила в редакцию 13.05.2015

Как цитировать:

Хлебова, Л.П., Арзуманян, А.А. (2015). Оценка возможности сокращения периода покоя семян зерновых культур в регулируемых условиях выращивания. *Acta Biologica Sibirica*, 1 (1-2), 22-37.

crossref <http://dx.doi.org/10.14258/abs.v1i1-2.780>

© *Хлебова, Арзуманян, 2015*

Users are permitted to copy, use, distribute, transmit, and display the work publicly and to make and distribute derivative works, in any digital medium for any responsible purpose, subject to proper attribution of authorship.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 3.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/)