

Характеристика продолжительности межфазных периодов вегетации яровой твёрдой пшеницы в связи с погодными факторами и приёмами агротехники в Оренбургском Предуралье

*И.Н. Бесалиев, д.с.-х.н., Г.Н. Сандакова, к.т.н.,
ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН*

Продолжительность вегетационного периода растений определяется условиями зоны возделывания и результатом селекционного отбора [1], и в благоприятных условиях длительность периодов вегетации изменяется незначительно [2].

Сокращение любого межфазного периода вызывает ускорение ростовых процессов, что в итоге ведёт к снижению продуктивности [3–6]. Суще-

ствует мнение о зависимости продолжительности последующих этапов развития растений от изменения продолжительности предыдущих этапов [7].

Соотношение длительности вегетативной и генеративной стадий развития яровой пшеницы определяется адаптацией к условиям внешней среды. Одни авторы при этом ведущую роль отдают среднесуточной температуре воздуха [8, 9], другие – густоте стояния растений. Раннеспелость сорта рассматривается авторами как признак меньшей реакции на соотношение вегетативной

и генеративной стадии вегетации [8], но соответствующая меньшей продуктивности культуры яровой пшеницы [10].

Рассматриваемая тема в условиях Оренбургского Предуралья мало изучена и разработана. Можно говорить о данных по соотношению продолжительности вегетативного и генеративного периодов с урожайностью твёрдой пшеницы [11, 12].

В условиях засушливой зоны факторы погоды редко благоприятны для вегетации данной культуры, чем объясняется их невысокая урожайность. В то же время яровая твёрдая пшеница более отзывчива на благоприятность погодных условий, чем мягкая. Но чаще, особенно в последние годы, метеосостояния менее благоприятны для формирования её продуктивности.

Целью нашего исследования была более детальная характеристика условий межфазных периодов вегетации яровой твёрдой пшеницы с точки зрения погодных характеристик, а также влияния факторов агротехники на их продолжительность. Зачастую успех выращивания яровой твёрдой пшеницы зависит от соблюдения технологии возделывания. Имеют значения и сроки сева, нормы высева, а также предшественники, определяющие в известной мере сроки наступления и длительность межфазных периодов.

Материалом для исследования служили данные полевых многолетних опытов с яровой твёрдой пшеницей по изучению предшественников, доз удобрений, сроков сева, норм высева в условиях центральной зоны Оренбургского Предуралья.

Статистическую обработку исходных данных проводили с помощью прикладных программ Excel, Statistica, интерпретацию полученных результатов – с использованием методических пособий по математической статистике Б.А. Доспехова [13].

Результаты исследования. Продолжительность периода посев – всходы изменялась от 9 до 17 дней. Число лет с продолжительностью данного периода 15 и более дней составляло 23,8%, с продолжительностью 12–14 дней – 61,9%, а с продолжительностью 9–11 дней – 14,3% лет от общего числа.

Сокращение его длительности до 9–11 дней обуславливалось повышенной средней температурой воздуха (16,9–9,0°C) при достаточных запасах влаги в почве. Таких лет было три (14,3%). При снижении средней температуры воздуха до 10,0–14,7°C всходы появлялись на 14–17-й день. Количество таких лет составляло 7 (33,3%). Удлинение данного периода также определялось малыми запасами продуктивной влаги (22 мм). В основное число лет исследования – 10 (47,6%) продолжительность от посева до всходов твёрдой пшеницы составляла 12–13 дней.

Наиболее высокие корреляционные отношения ($\eta_{yx}=0,796-0,848$) продолжительности данного периода обнаружены для суммы максимальных температур воздуха ($\eta_{yx}=0,839$), коэффициента

влагообеспеченности ($\eta_{yx}=0,834$), потребности в воде ($\eta_{yx}=0,798$) и запасов влаги к севу ($\eta_{yx}=0,785$).

Повышение суммы максимальных температур воздуха с 185 до 398°C, потребности в воде с 64 до 156 мм способствовали увеличению межфазного периода посев – всходы с 10,7–12,0 до 14,7–16,5 дня. Продолжительность периода снижалась с 14,7 до 12,0–13,0 дня при росте коэффициента влагообеспеченности с 0,15 до 2,79 ед., запасов продуктивной влаги к севу с 22 до 160 мм.

Длительность периода мало зависела от норм высева твёрдой пшеницы; посев по непаровым предшественникам (мягкая, твёрдая пшеницы) сокращал её на один день. Наибольшее влияние среди изученных факторов агротехники на продолжительность данного периода оказали сроки сева: ранние (при наступлении физической спелости почвы) сроки удлиняли её на 3 дня в сравнении с посевом через 7 и 14 дней.

Урожайность твёрдой пшеницы ограничивается уже в период от посевов до всходов повышенными значениями средней температуры воздуха (19°C и >), суммы её максимальных величин (397,5°C), а также малым количеством осадков (1,61 мм и менее), высокими показателями атмосферной засушливости (218 мм) и малой влагообеспеченностью (0,15). При вышеуказанных значениях погодных факторов данного периода урожайность твёрдой пшеницы может составить не более 8,9 ц с 1 га с возможностью полной гибели посевов.

Оптimum среднесуточной температуры обнаруживается в пределах 12,4°C, а среднесуточного дефицита – 6,59 мм. При увеличении осадков за данный период до 34,7 мм возможно получение урожайности до 35,7 ц с 1 га.

Таким образом, условия межфазного периода от посева до всходов твёрдой пшеницы складываются неблагоприятно. Даже при достаточных запасах влаги в метровом слое почвы продуктивность культуры твёрдой пшеницы может ограничиваться отсутствием дополнительных осадков и ростом атмосферной засушливости.

Как известно, период всходы – кушение является одним из самых ответственных в формировании урожая. В этот период начинается дифференциация колоса и зачаточных стеблевых узлов. Дружное и более раннее кушение является условием формирования оптимального агроценоза и стеблестоя пшеницы.

Продолжительность межфазного периода всходы – кушение, по нашим данным, изменялась от 7 до 16 дней и зависела в большей степени от благоприятности конкретного года и меньше от условий агрофона. В среднем её длительность равнялась 12 дням. В пяти годах из 21 года опытов (23,8%) кушение наступило на 7–9-й день после всходов, в трёх годах – на 15–17-й день (14,3%), в 13 годах (61,9%) кушение твёрдой пшеницы произошло за 11–14 дней.

Раннее кущение яровой твёрдой пшеницы (за 7–9 дней) возможно при следующих показателях погодных факторов: сумма среднесуточных температур воздуха – 121,3°C, сумма максимальных её значений – 179,9°C, средняя относительная влажность воздуха – 54,6%, количество осадков за период – 8,1 мм, сумма среднесуточных дефицитов влажности воздуха – 50,4 мм и потребность в воде – 50,4 мм.

Среди изученных факторов агротехники твёрдой пшеницы (сроки сева, норма высева, удобрения, предшественники) длительность данного периода определялась сроками сева: в ранних посевах кущение наступало на 3 дня раньше, чем при посеве с опозданием на 14 дней. Посев твёрдой пшеницы по чёрному пару ускорял кущение твёрдой пшеницы на 1–2 дня. В относительно редких (3,0 млн всх. семян на 1 га) посевах возможно более раннее (на 1 день) кущение данной культуры; в пределах норм от 3,5 до 6,0 млн различий не обнаружено. Также не получено существенных различий в длине данного межфазного периода в зависимости от доз удобрений.

Урожайность твёрдой пшеницы детерминирована только 7 из изученных 16 показателей погодных факторов, а степень детерминированности ближе к средним значениям (65–70%).

По полученным данным, рост урожайности твёрдой пшеницы до 25–29 ц с 1 га возможен при сумме осадков за период не менее 46,6 мм при высокой влагообеспеченности (1,95 ед.) с достаточно повышенной теплообеспеченностью (средняя температура 22,2°C с её суммой за период 208,6°C). Комфортность периода в наибольшей степени (урожайность до 29,2 ц с 1 га) определяется значением показателя атмосферной засушливости (69,9 мм).

Таким образом, в период от всходов до кущения урожайность твёрдой пшеницы ограничивается в первую очередь условиями влажностного режима почвы. Дополнительный отрицательный эффект имеет сухость воздуха.

Межфазный период кущение – колошение является самым продолжительным в вегетации яровой пшеницы. В это время идёт закладка генеративных органов, и условия данного периода практически определяют продуктивность колоса.

В нашем исследовании продолжительность этого межфазного периода составляла 25–35 дней. Следует отметить относительно её невысокую вариабельность по сравнению с другими рассмотренными периодами. В течение 7 лет (33,3%) колошение твёрдой пшеницы наступало на 26–28-й день после кущения, в течение 5 лет оно наступало на 29–31-й день (23,8%), а в течение 9 лет – через 32–37 дней (42,9%).

Согласно результатам корреляционно-регрессионного анализа продолжительность периода кущение – колошение тесно ($\eta_{yx} = 0,795-0,989$)

связана с большим количеством метеофакторов и их сочетаний. Снижению продолжительности периода кущение – колошение (с 32–34 до 27–28 дней) способствовало повышение температуры воздуха – среднесуточной с 15,70 до 21,20°C, максимальной с 22,10 до 28,50°C, запасов продуктивной влаги к сеvu – с 22 до 160 мм, среднесуточного дефицита влажности воздуха – с 6 до 13 мбар, показателя атмосферной засушливости – с 24,3 до 215,5 мм.

Укорачиванию этого периода способствовало увеличение норм высева твёрдой пшеницы (3,0–3,5 млн – 27–28 дней, 5,0–6,0 млн – 25–26 дней). Более позднее (на 1–2 дня) её выколашивание наблюдалось при посеве по чёрному пару. Влияние удобрения на продолжительность данного межфазного периода определялось предшественником. Сроки сева в пределах 7 дней с начала полевых работ практически не влияли на продолжительность периода кущение – колошение, а при переносе срока сева на 14 дней от самого раннего она сокращалась на 1 день.

Таким образом, данный межфазный период вегетации твёрдой пшеницы является более стабильным, чем другие периоды вегетативного развития.

Параметры погодных факторов, способствующие формированию урожайности в пределах 25,0–28,9 ц с 1 га, по нашим данным, составляют: для средней температуры воздуха – 15,7°C, максимальной – 22,1°C, средней относительной влажности – 66,0%, среднего дефицита влажности воздуха – 6 мбар, показателя атмосферной засушливости – 24,3 мм, суммы максимальных температур воздуха – не более 666,9°C.

Наиболее существенным лимитирующим фактором погоды в формировании урожайности в период кущение – колошение является высокий среднесуточный дефицит влажности воздуха и его сумма.

Продолжительность межфазного периода колошение – молочная спелость составила 12–13 дней, в один год она длилась 38 дней. Но очень высокие значения продолжительности периода менее вероятны, чем более короткие: за изучаемый период в 2 годах (9,5%) она составила 30 и более дней, в один год (4,8%) – 28 дней. А в основной массив лет исследований число дней этого периода было в пределах: 20–24 дня – в 28,6%; 15–29 дней – 28,6%, 14 и менее – 28,6% лет, или по 6 лет в каждом пределе.

Обнаружено, что длительность данного межфазного периода определяется многими факторами температурно-влажностного режима ($\eta_{yx} = 0,819-0,964$). Быстрому наливу зерна способствовал рост средней температуры воздуха до 25°C и её средних максимальных значений до 35,3°C, показателя атмосферной засушливости до 280 мм.

Высокой оказалась степень связи с таким показателем, как запас влаги к сеvu. При незначитель-

ных весенних запасах влаги (31,0 мм) созревание пшеницы существенно ускорялось, и, по нашим данным, от колошения до молочной спелости проходит всего 8 дней. А при достаточных запасах влаги (145,6 мм) период удлиняется до 24 дней.

Осадки, выпавшие в данный период, играли важную роль в изменении продолжительности периода. При практическом отсутствии осадков (3,1 мм) период составлял 16,7 дня, а избыточное увлажнение (156,2 мм) удлиняло его продолжительность почти вдвое (28 дней).

Дата наступления налива зерна определялась сроками сева, а также сочетаниями вариантов удобрений и предшественников. У растений твёрдой пшеницы раннего срока сева продолжительность данного периода составляла 14 дней. При переносе срока сева на 7 дней отмечено сокращение продолжительности на два дня, а в посевах третьего (через 14 дней) срока сева – на 3 дня. Применение удобрений в поздних сроках сева повышенными нормами высева (4,5–6,5 млн) привело к увеличению периода колошения – молочная спелость зерна.

Независимо от предшественника доза удобрения $N_{40}K_{40}$ ускоряла процесс созревания зерна на 2–3 дня. Удобрение непаровых предшественников удлиняло продолжительность этого периода на 1–3 дня. Повторные посевы твёрдой пшеницы созревали быстрее на 3 дня посевов по чёрному пару и на 1–2 дня быстрее, чем посевы по непаровым предшественникам.

В период от колошения до молочной спелости продуктивность твёрдой пшеницы зависит от температурно-влажностного режима в наиболее значительной мере. Существенно урожайность снижается при росте сухости воздуха и его максимальной температуре: при снижении относительной влажности до 30%, а средней максимальной температуре воздуха за период до 39,3°C возможна практическая гибель посевов (2,3–2,4 ц с 1 га). Рост значений среднесуточной температуры воздуха до 25°C, отсутствие осадков (3,1 мм) также нежелательны (урожайность на уровне 5–6 ц с 1 га).

Оптимизация факторов (средняя температура воздуха – 18,8°C, средняя относительная влажность воздуха – 79,0%, среднесуточный дефицит влажности воздуха – 6,4 мм, показатель атмосферной засухливости – 50,6 мм, минимальная относительная влажность – 47,7%, коэффициент влагообеспеченности – 2,01) способствуют формированию урожайности твёрдой пшеницы в пределах 21,3–29,0 ц с 1 га.

В период от молочной до восковой спелости зерна идёт формирование зерна, накопленного сухого вещества и запасных питательных веществ. Продолжительность этого периода значительно зависит от метеофакторов и их сочетаний, в меньшей степени – от факторов агротехники. Длительность

до 8 и менее дней отмечена в 14,3% лет. Увеличение продолжительности до 9–11 дней возможно в 33,3%, до 12–14 дней – в 23,8%, а до 15 и более – 28,6%.

Из метеорологических факторов на длительность периода от молочной до восковой спелости зерна наибольшее влияние ($\eta_{yx} = 0,99-0,87$) оказали сумма среднесуточных температур воздуха, осадки, средняя относительная влажность и коэффициент засухливости.

В зависимости от сроков сева данный межфазный период изменялся в среднем на один день: при самом раннем сроке он короче в сравнении с более поздними. В пределах изученных норм высева (от 3 до 6,5 млн) разница в продолжительности периода вегетации от молочной до восковой спелости составила также один день. Повышенные дозы удобрений ($N_{120}P_{120}K_{120}$, $N_{120}P_{120}K_{120} + TYP$) на фоне предшественника чёрный пар способствовали более раннему созреванию зерна (сокращение периода до восковой спелости зерна на 2–3 дня), а дозы удобрения N_{40} и $N_{40}K_{40}$, наоборот, удлиняли его на 1 день. На фоне повторных посевов твёрдой пшеницы продолжительность данного периода в зависимости от доз минерального питания более стабильна.

К концу налива зерна (период от молочной до восковой спелости) предпочтительна невысокая температура воздуха (средняя – 16°C, средняя максимальная – 26,1°C) при минимальной относительной влажности до 48%. Осадки в этот период способствуют увеличению урожайности: при сумме за период 63,2 мм она составит 24,61 ц с 1 га, а при их отсутствии (4,18 мм) – всего 13,32 ц с 1 га. Кроме того, росту урожайности изучаемой культуры способствует низкий среднесуточный дефицит влажности воздуха (не более 6,3 мм) и невысокие значения её минимальной относительной влажности (48,0%).

Завершающий этап вегетации твёрдой пшеницы – период от восковой до полной спелости зерна – важен с точки зрения формирования окончательных размеров зерна, его выполненности, определяющих качество будущего урожая. По длительности он короткий, в отдельные годы опытов продолжался 3 дня, а в один год его продолжительность составила 22 дня, но это крайние варианты длительности данного периода. В среднем она составляет 6–10 дней.

В период исследования данный межфазный период характеризовался отсутствием осадков в течение 15 лет (74,9%); 3 года (14,3%) их количество было в пределах 4,5–6,0 мм, в один год (4,8%) – 12,3 мм; в два года (9,5%) – 28,0–32,3 мм. Как показал корреляционно-регрессионный анализ, наиболее высокая степень связи ($\eta_{yx} = 0,915-0,993$) с длительностью данного периода характерна для температурных показателей воздуха и степени сухости воздуха: суммы средней температуры воздуха, суммы максимальной температуры периода,

суммы средних дефицитов влажности воздуха, числа суховейных дней, с количеством осадков, коэффициентом влагообеспеченности и потребности в воде.

Наиболее нежелательно резкое сокращение периода от восковой до полной спелости зерна.

Влияние погодных факторов периода от восковой до полной спелости на урожайность твёрдой пшеницы менее радикально, чем по другим межфазным периодам. Рост среднесуточной температуры воздуха до 24,4°C, а также суммы максимальных её значений до 56,1 ограничивают продуктивность культуры на уровне 10–12 ц с 1 га.

Выводы. Проведённый анализ условий прохождения межфазных периодов вегетации яровой твёрдой пшеницы позволяет отметить, что условия засушливой зоны в значительной мере малоблагоприятны. Наложение на неблагоприятность факторов требовательности данной культуры к условиям произрастания в силу своих биологических особенностей объясняют её невысокую продуктивность.

Но необходимость выращивания яровой твёрдой пшеницы очевидна в силу того, что именно условия рассматриваемой зоны в сочетании с почвенными характеристиками способствуют получению высококачественного зерна. Познание особенностей

формирования продуктивности твёрдой пшеницы позволяет более внимательно подходить к технологии её возделывания.

Литература

1. Кумаков В.А. Физиологическое обоснование моделей сортов пшеницы. М., Колос, 1985. 270 с.
2. Федосеев А.П. Агротехника и погода. Л.: Гидрометеоздат, 1979. 240 с.
3. Куперман Ф.М. Биологические основы пшеницы. М.: Изд-во МГУ, 1950. 197 с.
4. Куперман Ф.М. Биологический контроль на службе урожаю. М.: Знание, 1961. 55 с.
5. Фомин В.Н. Овёс. Казань, 1999. 252 с.
6. Глуховцев В.В. Яровой ячмень в Среднем Поволжье. Самара, 2001. 150 с.
7. Полимбетова Ф.А., Мамонов П.К. Физиология яровой пшеницы в Казахстане. Алма-Ата: Наука, 1980. 287 с.
8. Головоченко А.П. Особенности адаптивной селекции яровой мягкой пшеницы в лесостепной зоне Среднего Поволжья (монография). Кинель, 2001. 380 с.
9. Грязнов А.А. Ячмень Карабалыкский (корм, крупа, пиво). Кустанай, 1996. 448 с.
10. Долгалев М.П., В.Е. Тихонов. Адаптивная селекция яровой пшеницы в Оренбургском Приуралье // Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ. 2005. 290 с.
11. Логачев Н.Д., Орленко Л.В. Методы и результаты селекции яровой твёрдой пшеницы в Оренбуржье // Уральские нивы. №11. 1981. С. 25.
12. Тимошенкова Т.А. Агробиологические и морфобиологические особенности современных сортов яровой пшеницы в степной зоне Оренбургского Приуралья: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Оренбург. 2006. 26 с.
13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки исследований 4-е изд. Перераб. и доп. М.: Колос, 1979. 416 с.