

УДК 631.581 (574.1)

АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМЫХ И ЯРОВЫХ КУЛЬТУР В ПРИУРАЛЬЕ

Доктор с.-х. наук В.В. Вьюрков

Исследованы особенности влияния агроклиматических ресурсов сухостепной зоны Приуралья на зерновые культуры при их возделывании в полевом севообороте по черному пару. Получены параметры влаго- и теплообеспеченности озимых и яровых культур в межфазные периоды активной вегетации. Установлено, что за счет более эффективного использования агроклиматических ресурсов биологический потенциал озимых в 2,6...2,8 раза выше, чем у яровой пшеницы.

Сухостепная зона Заволжской провинции [8, 9] в Приуралье охватывает южные отроги Общего Сырта и Предсыртового уступа, западную часть Подурального плато и северную часть Прикаспийской низменности.

Климат региона, находящегося на стыке Европы и Азии, отличается континентальностью. Для сухостепной зоны характерна неустойчивость и дефицитность атмосферных осадков, малоснежье и сильное сдувание снега с полей, большая сухость воздуха и почвы, интенсивность процессов испарения и обилие прямого солнечного освещения в течение всего вегетационного периода [2, 3]. Продолжительность холодного периода с температурой ниже 0 °С составляет 150...155 дней. Устойчивый снеговой покров сохраняется обычно 4...4,5 месяцев. При максимальной высоте 25...30 см запас воды в снеге колеблется в пределах 75...95 мм. Для зимних месяцев характерна большая неустойчивость температуры воздуха: возможны суровые морозы до минус 40...45 °С и оттепели с дневными температурами 5...10 °С в течение 1...3 дней в месяц. Среднемесячная многолетняя температура в январе и феврале составляет минус 14,0...14,2 °С. Продолжительность весны в условиях температурных границ (0...15 °С) составляет 1,5 месяца. Весна засушливая с повышенной ветровой деятельностью, которая усиливает транспирацию и иссушает почву, подвергает её дефляции. Осадки очень варьируют: в отдельные весны их выпадает в 3...4 раза больше нормы, а в сухие – они совершенно отсутствуют. Летний сезон характеризуется жаркой, очень сухой и ясной погодой. Средняя температура воздуха

в дневные часы в июне 24...28 °С, июле – 27...31 и в августе – 25...28 °С. Абсолютный максимум температуры воздуха – 41...42 °С. Продолжительность летнего сезона около 4 месяцев, период с температурой выше 0 °С составляет 210...215 дней. Устойчивый переход среднесуточной температуры через 5 °С наступает в середине сентября, через 0 °С – в начале ноября.

Главными элементами климата, влияющими на рост и развитие растений, является тепло и влага. Подтип теплового режима – теплый, промерзающий. Средняя продолжительность периода вегетации в зоне 150...160 дней, длина безморозного периода 139...154 дней. Теплообеспеченность почв хорошая [2], сумма активных температур выше 10 °С составляет 2700...2800 °С. Основным источником увлажнения являются атмосферные осадки. Средняя многолетняя сумма осадков составляет 260...300 мм с колебаниями 142...642 мм. За теплый период с температурой выше 10 °С средняя высота осадков составляет 100...135 мм. За вегетационный период зерновых культур (май – июль) выпадает в среднем 28,5 % суммы годовых осадков; остальная часть приходится на послеуборочный и холодный периоды года. Коэффициент использования осадков летнего периода низкий и они начинают накапливаться лишь в осенние месяцы. Установившееся распределение осадков определяет тесную зависимость урожаев всех возделываемых культур от агротехнических мероприятий, направленных на создание максимально возможных весенних запасов почвенной влаги за счет атмосферных осадков. В.Н. Димо [2] отмечает, что в Заволжской провинции сухостепной зоны запасы продуктивной влаги в вегетационный период переходят градацию недостаточного увлажнения и характеризуют его как необеспеченный влагой. Недостаток осадков вызывает большой разрыв между испаряемостью и испарением. Для агрометеорологического поста Уральск эти показатели составляют соответственно 900 и 245 мм, а разрыв – 655 мм при гидротермическом коэффициенте (ГТК) – 0,4...0,6 [7].

Важным показателем климата подзоны является относительная влажность воздуха. В холодный период года с ноября по март она выше 70 %, а с наступлением весенних дней быстро падает и в июне – августе колеблется в пределах 36...37 %. Число дней с относительной влажностью менее 30 % составляет в среднем 13...16 за месяц. Низкая относительная влажность воздуха резко увеличивает интенсивность физического испарения почвенной влаги и её расход растениями на транспирацию.

Засушливость вегетационного периода является характерной чертой климата региона. В сухостепной зоне Приуралья [1] засухи проявля-

ются повсеместно и за период 1896...1995 гг. повторяемость их различных типов составила: ранняя-весенняя – 7, весенне-летняя – 21, летне-осенняя – 19, комбинированная (перемежающаяся) – 17, устойчивая (сплошная) – 18, без засухи – 18 % от общего числа лет. За последние 50 лет нередки случаи, когда засуха продолжалась большую часть вегетационного периода и приводила к снижению средней урожайности зерновых культур по области до 1,0...4,0 ц/га (1947...1949, 1952, 1954, 1955, 1957, 1967, 1972, 1975, 1977, 1982, 1987, 1995). Часто атмосферная засуха сочетается с почвенной и проявлением суховеев. За период апрель – сентябрь число дней с суховеями слабой интенсивности достигает 45...50, средней – 25...35. Интенсивные суховеи наблюдаются в течение 10...15 дней за теплый период, очень интенсивные – 3...6 дней, а в отдельные годы их продолжительность достигает 15...20 дней. Неблагоприятными факторами в период вегетации растений являются град, сильный ветер и пыльные бури. Следовательно, в условиях сухостепной зоны Приуралья важнейшей задачей научно-исследовательских учреждений является разработка системы агрономических мероприятий, направленных на борьбу за накопление, сбережение и более рациональное использование почвенной влаги полевыми культурами, обеспечивающих устойчивое ведение земледелия на фоне постоянного проявления различных типов засух. Основными из них являются: черные и кулисные пары под озимые хлеба, посевы поздних яровых культур, плоскорезная обработка почвы, разбрасывание соломы, снегозадержание.

Опытные поля Западно-Казахстанского аграрно-технического университета им. Жангир Хана, где проводились полевые исследования, расположены в подзоне темно-каштановых почв сухостепной зоны Приуралья, составляющих основной земледельческий фонд области.

Темно-каштановые нормальные почвы очень распространены, формируются на плоских повышенных водораздельных участках и в первой части пологих склонов. Содержание гумуса в слое почвы 0...10 см составляет 3,1...3,7 %, в слое 20...30 см – 2,6...3,0 %. Содержание подвижного калия высокое, а подвижного фосфора и легкогидролизуемого азота – низкое. Темно-каштановые нормальные почвы относятся, как правило, к легкосуглинистым и тяжелосуглинистым разновидностям. По классификации [5] эти почвы относятся в основном ко второму классу земель первой категории, используемых в земледелии без коренных улучшений и орошения. Темно-каштановые почвы отличаются распаханностью и почти полным отсутствием участков с естественной растительностью.

Почва опытного участка темно-каштановая тяжелосуглинистая сред-
немошная. Пахотный слой почвы содержит гумуса – 3,1 % , валового азота и
фосфора соответственно 0,3 и 0,14 %. Обеспеченность подвижными формами
азота – повышенная, фосфора – средняя и калия – высокая. Почва в полуто-
раметровом слое вмещает 672,5 мм влаги, а удерживает – 481,3 мм, из кото-
рых продуктивная составляет 236,7 мм, в пахотном – соответственно 160,8;
102,1; 57,6 мм (табл. 1). Плотность почвы изменяется от 1,18...1,28 г/см³ в
пахотном слое до 1,65...1,66 г/см³ на глубине 80...120 см.

Таблица 1

Агрофизические свойства темно-каштановой почвы опытного участка

| Слой почвы, см | Плотность почвы, г/см ³ | | Почвенно-гидрологические константы, мм | | | |
|-------------------|------------------------------------|--------------|---|-------|-------|-------|
| | средняя | твердой фазы | ПВ | НВ | ВУЗ | ДАВ |
| 0...30 | 1,23 | 2,64 | 160,8 | 102,1 | 44,5 | 57,6 |
| 0...50 | 1,27 | 2,68 | 262,5 | 165,8 | 77,5 | 88,3 |
| 0...100 | 1,43 | 2,70 | 472,6 | 324,1 | 161,3 | 162,8 |
| 0...150 | 1,50 | 2,71 | 672,5 | 481,3 | 244,6 | 236,7 |

Примечание: ПВ – полная влагоемкость, НВ – наименьшая влагоемкость,
ВУЗ – влажность устойчивого завядания, ДАВ – диапазон активной влаги.

Схемой опыта предусматривалось возделывание в 4-польном по-
левом севообороте по черному пару озимой ржи и яровой пшеницы. Раз-
мер делянки 1200 м², учетная площадь – 640 м². Повторность в опыте –
четырёхкратная. Сопутствующие наблюдения и исследования в опытах
проводились в соответствии с программой по общепринятой методике. В
опытах применялась рекомендованная зональная агротехника с учетом скла-
дывающихся особенностей в отдельные годы и новых научных разработок.
Возделывали районированные сорта зерновых культур: озимая рожь – Сара-
товская 4 и Саратовская 5; яровая пшеница – Саратовская 42.

В годы исследований среднегодовая температура воздуха составила
5,8±0,3 °С и превышала норму на 1,1 °С или 23 %. Из 16 лет в 4 случаях от-
клонения от среднемноголетнего значения не превышали 10 %, 3 года темпе-
ратура была выше нормы на 11...25 % и 6 лет – на 26...50 %, а в 1983 и
1995 гг. – на 60...68 %. Отклонение среднегодовой температуры воздуха в
сторону уменьшения в 1,5 раза отмечено в 1994 г. Размах колебаний темпера-
туры по годам достигал 4,8 °С, а её варьирование (V) – 20,7 %. Средний темп
прироста температуры за период исследований составил 3,4 %, преимуще-
ственно за счет весенних месяцев (5,9 %). На среднегодовой показатель силь-

но влияет температура зимы ($R = 0,805$), весны ($R = 0,746$) и осени ($R = 0,715$).

Средняя высота слоя осадков за годы исследований на 17 % превысила многолетний показатель и составила 366 ± 23 мм. Восемь лет отклонения не превышали 10 %, четыре года высота слоя осадков была больше на 11...50 %, а в 1993 и 1992 гг. – соответственно в 1,6 и 2,0 раза. Уменьшение слоя осадков на 11...25 % отмечалось в 1981 и 1988 гг. Размах колебаний по годам составил 348 мм ($V = 25,1$ %) и имел тесную связь с увлажнением летнего периода ($R = 0,978$) и среднюю с зимними осадками ($R = 0,497$). Зависимость урожайности зерновых от годовой высоты слоя осадков средняя, но связи относительно теснее у озимых ($R = 0,428...0,452$), чем у яровой пшеницы ($R = 0,306$).

Ход метеоэлементов по периодам года отличался неравномерностью, что оказывало влияние на продуктивность культур.

Осень (сентябрь – ноябрь). Среднемноголетняя температура осенних месяцев составляла $5,7 \pm 0,4$ °C ($V = 27,5$ %) и в годы исследований 12 раз отклонялась в сторону увеличения и четыре раза – уменьшения. Наиболее высокие температуры отмечены в 1982, 1992 и 1995 гг. ($7,3...7,6$ °C), а низкая в 1994 г. ($1,5$ °C). Сезонная высота слоя осадков в среднем за годы исследований составила $100,8 \pm 7,5$ мм ($V = 29,8$ %) при норме 86 мм. 13 лет отмечались отклонения в сторону увеличения увлажненности, особенно в 1986 и 1993 гг. (1,8...2,0 раза). Уменьшение высоты слоя осадков до 70...72 % от нормы имело место в 1980 и 1983 гг. В среднем за период исследований увлажнение октября и ноября было на уровне многолетних значений, а в сентябре высота слоя осадков возрастала в 1,6 раза. За осенние месяцы средние темпы прироста осадков составили 4,7 %, температуры – 1,5 %.

Зима (декабрь – февраль). Для сезона характерно превышение среднемноголетней температуры от 1,0 до 8,4 °C, за исключением отдельных лет, когда отклонения были небольшими (1988, 1994 гг.) или отсутствовали (1987). За период исследований только в 1985 г. средняя температура зимних месяцев была на 0,4 °C ниже нормы, что привело к снижению температуры на глубине узла кущения озимых культур до минус 19 °C и полной гибели пшеницы по чистому пару. В другие годы температура на глубине узла кущения составляла минус 4,5...15,0 °C. Между урожайностью озимых и температурой зимы имеется средняя зависимость ($R = 0,531...0,548$). Высота осадков за сезон равнялась $76,6 \pm 5,45$ мм ($V = 28,5$ %) и превысила средне-

многолетний показатель на 26 %. Особенно многоснежными были зимы в 1983, 1984, 1986, 1987, 1990 и 1992 гг., а в 1980, 1988 и 1993 гг. осадков выпадало меньше нормы. Колебания высоты слоя осадков по месяцам в годы исследований составили: декабрь – 8,6...53,0 мм, январь – 7,7...51,8 и февраль – 0,2...36,8 мм. Зимние осадки во многом определяют величину влагозарядки почвы и урожайность яровой пшеницы ($R = 0,646$), а на озимые культуры их влияние менее выражено ($R = 0,433...0,468$). В совокупности с осенними осадками в 14 из 16 лет исследований условия увлажнения находились на уровне или выше многолетнего показателя.

Весна (март – май). В среднем за годы исследований сезонная температура воздуха составила $6,0 \pm 0,4$ °C ($V = 27,9$ %). Отклонение температуры воздуха более чем на 10 % в сторону увеличения отмечено девять раз, уменьшения – однажды. Наиболее теплой была весна в 1990 и 1995 гг. – 8,4...10,8 °C при норме 4,8 °C, прохладной в 1987 г. – 3,4 °C. В среднем увеличение температуры воздуха в марте и апреле составило соответственно 1,2 и 1,8 °C. Средняя обеспеченность осадками весенних месяцев соответствовала норме, однако девять лет отмечалось их уменьшение более чем на 10 %, а в 1991 г. – в 1,8 раза, 1984 г. – 2,6 и в 1986 г. – в 4,2 раза. Пять лет высота слоя осадков за сезон превышала многолетний показатель более, чем на 10 %, в том числе в 1980 и 1994 гг. – на 56 %. Среднемесячная высота слоя осадков за годы исследований находились в пределах нормы – $66,6 \pm 7,0$ мм при высоком коэффициенте вариации (42,2 %) по годам. Так, в марте интервал колебаний выпадения осадков составил 0,6...40,5 мм, апреле – 2,6...60,0 и мае – 1,4...43,2 мм. Наиболее засушливые условия в весенние месяцы с положительной температурой (апрель и май) сложились в 1980, 1982, 1984, 1986 гг., когда выпадало 8,1...23,4 мм осадков или 16...47 % от нормы. Это является одной из главных причин неустойчивых урожаев зерновых культур, особенно яровых.

Лето (июнь – август). В среднем за годы исследований сезонная температура воздуха находилась на уровне многолетней, при этом июнь был теплее, а август холоднее обычного на 0,6 °C. Температура летом была относительно стабильной по годам ($V = 7,0$ %). Отклонения более чем на 10 % в сторону увеличения были в 1981 и 1988 гг., а уменьшения – в 1994 г. По исследованиям НИИСХ Юго-Востока [10], в весенних запасах влаги в почве около 50...60 % приходится на зимние осадки, однако их значение на каштановых почвах в связи с уменьшением снегового покрова снижается. Поэтому в сухостепной зоне Приуралья важное значение наряду с весенними осадками имеют летние. Обеспеченность осадками летнего сезона на 30 %

превышала норму, что связано, главным образом, с обильным увлажнением территории в отдельные месяцы. Так, по 90...102 мм осадков при норме 26...36 мм выпадало в июне 1984 и 1993 гг., июле 1992 и 1994 гг., августе 1990 г. В августе 1992 г. имел место рекордный показатель высоты осадков – 201,5 мм, что составляет более 6 месячных норм или 65 % годовой суммы. В 1992 г. за лето выпало 312,7 мм осадков (годовая норма), в 1993 г. – 208,5 мм (67 %) и в 1990 г. – 167,4 мм (54 %). Вместе с тем отдельные годы отличались сильной засушливостью. Так, за летний сезон 1981 и 1988 гг. выпало осадков 45...46 % нормы, 1995 г. – 78, 1991 г. – 82, 1985 г. – 93 %. Для летних месяцев характерно сильное варьирование высоты слоя осадков по годам: июнь – 6,6...91,6 мм, июль – 7,3...102,1, август – 7,7...201,2 мм ($V = 55,2$ %). Между летними осадками и урожайностью яровой пшеницы имеется средняя зависимость ($R = 0,360$), а озимым доступны в основном осадки июня ($R = 0,287...0,436$). Более точно степень засушливости года характеризует обеспеченность осадками вегетационного периода яровых зерновых (май – июль). По данным К.Г. Шульмейстера [10] на Юго-Востоке в это время выпадает 30...35 % годовой нормы, в сухостепной зоне Приуралья [7] – 28,5 %. В среднем за годы исследований за май – июль выпало 100,6 мм осадков, что составляет 32 % от многолетней нормы или 27,5 % от средней за годы исследований высоты слоя осадков. Наиболее засушливыми периодами вегетации яровых зерновых культур были в 1981 г. – 35,7 мм, 1988 – 44,6, 1982 – 52,5, 1991 – 70,6, 1995 г. – 77,3 мм или от 11 до 25 % многолетней нормы.

Складывающиеся метеорологические условия в годы исследований оказывали разное влияние на озимые и яровые культуры, рост и развитие которых в Приуралье проходит в различных условиях по увлажнению, температуре, освещенности, что в значительной мере сказывается на их продуктивности.

Посев – всходы. С началом прорастания семян и появлением всходов растения наступает первый этап органогенеза [4], когда определяются такие элементы продуктивности растений, как полевая всхожесть, густота стояния растений. В это время условия лучше складываются для яровой пшеницы, однако в дальнейшем её развитие идет при нарастании температуры и уменьшении влажности почвы. В исследованиях в среднем за 14 лет продолжительность периода от посева до полных всходов у озимой ржи составила $8,1 \pm 0,3$ дней (табл. 2) с колебаниями по годам 6...10 дней при коэффициенте варьирования 14,1 %.

За период «посев – всходы» озимых культур в годы исследований выпало от 0,4 до 84,3 мм осадков ($V = 150,3$ %) при среднем значении

15,3±6,1 мм. Температура воздуха находилась в пределах 13,8...22,9 °С (V = 14,0 %) при среднем значении показателя 19,2±0,7 °С. Корреляционные зависимости между урожайностью культуры и характеристиками периода слабые. Появление всходов яровой пшеницы в среднем наступало на день позднее при уменьшении температуры воздуха на 3,6 °С по сравнению с соответствующими периодом озимых. Понижение температуры после посева отрицательно сказывается на урожайности культуры (R = -0,487) из-за снижения полевой всхожести, а с продолжительностью периода зависимость тесная (R = 0,714). Обеспеченность осадками периода составила 7,0±1,8 мм с колебаниями от 0 до 25,6 мм (V = 96,8 %).

Таблица 2

Сравнительная характеристика межфазных периодов по продолжительности (день), осадкам (мм) и температуре (°С) при возделывании озимой ржи и яровой пшеницы по черному пару (в среднем за 1982...1995 сельскохозяйственные годы)

| Показатель | Озимая рожь | | | Яровая пшеница | | |
|----------------------------|-------------|-------|--------|----------------|-------|--------|
| | M±m | V, % | R | M±m | V, % | R |
| Посев – всходы | | | | | | |
| дней | 8,1±0,3 | 14,1 | -0,132 | 9,1±0,5 | 19,1 | 0,714 |
| мм | 15,3±6,1 | 150,3 | 0,072 | 7,0±1,8 | 96,8 | -0,034 |
| °С | 19,2±0,7 | 14,0 | 0,191 | 15,6±0,6 | 14,3 | -0,487 |
| Всходы – кущение | | | | | | |
| дней | 8,3±0,2 | 8,8 | -0,534 | 11,8±0,4 | 14,6 | 0,630 |
| мм | 11,6±5,0 | 161,6 | -0,018 | 12,6±3,8 | 112,2 | 0,396 |
| °С | 18,0±0,8 | 15,3 | 0,328 | 16,8±0,8 | 16,7 | -0,473 |
| Кущение – выход в трубку | | | | | | |
| дней | 69,7±2,6 | 14,1 | 0,365 | 9,6±0,4 | 14,6 | -0,022 |
| мм | 79,9±8,1 | 38,1 | 0,055 | 8,3±2,8 | 124,8 | -0,608 |
| °С | 11,1±0,3 | 9,4 | -0,068 | 18,9±0,7 | 13,5 | 0,142 |
| Выход в трубку – колошение | | | | | | |
| дней | 20,0±1,3 | 23,9 | 0,014 | 20,1±0,4 | 7,3 | 0,054 |
| мм | 19,1±4,0 | 77,9 | 0,239 | 28,9±7,3 | 94,2 | 0,168 |
| °С | 15,8±0,6 | 15,5 | -0,533 | 20,7±0,6 | 11,5 | -0,457 |
| Колошение – созревание | | | | | | |
| дней | 55,3±1,2 | 8,0 | 0,023 | 43,4±1,3 | 11,1 | 0,292 |
| мм | 64,1±10,6 | 61,8 | 0,064 | 56,1±9,3 | 61,8 | 0,467 |
| °С | 20,4±0,4 | 8,1 | -0,328 | 22,0±0,4 | 6,8 | -0,325 |
| Посев – созревание | | | | | | |
| дней | 161,5±1,8 | 4,1 | 0,240 | 93,9±1,7 | 6,7 | 0,600 |
| мм | 190,0±22,4 | 44,1 | 0,107 | 112,9±12,9 | 42,6 | 0,414 |
| °С | 15,6±0,3 | 6,5 | -0,404 | 20,1±0,4 | 7,3 | -0,537 |

Примечание: М – среднее значение параметра, m – ошибка средней, V – коэффициент вариации, R – парный коэффициент корреляции между урожайностью культуры и параметрами межфазных периодов.

Всходы – кущение. На втором этапе органогенеза [4] идет дифференциация основания конуса нарастания и определяются высота растений, число листьев, коэффициент кущения, у озимых – зимостойкость. Озимая рожь проходила период в среднем за $8,3 \pm 0,2$ дней ($V = 8,8 \%$). Температура воздуха изменялась в различные годы от $14,0$ до $23,4$ °C. ($V = 15,3 \%$) при среднем значении $18,0 \pm 0,8$ °C. Обеспеченность осадками за период в среднем составила $11,6 \pm 5,0$ мм при сильном варьировании по годам от 0 до $72,1$ мм ($V = 161,6 \%$). Имеют место средние корреляционные связи урожайности с теплообеспеченностью ($R = 0,328$) и продолжительностью периода от всходов до кущения ($R = -0,534$). Обеспеченность осадками яровой пшеницы такая же, как и озимых, но меньше варьирование по годам ($V = 112,2 \%$) и теснее связь с урожайностью ($R = 0,396$). От всходов до кущения культура вегетировала на $3,5$ дня больше при пониженной на $1,3$ °C температуре. Уменьшение температуры воздуха в отдельные годы до $13,7 \dots 13,8$ °C задерживало начало кущения до $14 \dots 16$ дней.

Кущение – выход в трубку. На третьем этапе органогенеза [4] идет процесс дифференциации главной оси зачаточного колоса, кроющих листьев и образуются сегменты колосового стержня. Процесс кущения зерновых культур во многом зависит от влажности почвы и температуры воздуха. Это наиболее ответственный период в развитии растений. У озимых культур кущение начинается осенью и заканчивается рано весной. Все годы исследований кущение хорошо протекало в осенний период. В среднем за годы исследований от начала кущения до выхода в трубку озимые активно вегетировали $69,7 \pm 2,6$ дней ($V = 14,1 \%$) при температуре $11,1 \pm 0,3$ °C ($V = 9,4 \%$) и обеспеченности осадками $79,9 \pm 8,1$ мм ($V = 38,1 \%$). Вегетация озимых в это время протекает при достаточных запасах влаги в почве и повышенной относительной влажности, поэтому урожайность культуры не имеет тесных связей с осадками ($R = 0,055$) и температурой периода ($R = -0,068$), но зависит от его продолжительности ($R = 0,365$). От кущения до выхода в трубку яровая пшеница вегетировала от 7 до 12 дней ($V = 14,6 \%$) при среднем значении $9,6 \pm 0,37$ дней и погодные условия при этом складывались значительно хуже, чем в соответствующий период озимых культур. Так, температура воздуха была выше на $7,8$ °C, а осадков выпало на $71,6$ мм меньше. В 57% лет исследований от кущения до выхода в трубку практически не было осадков. При

недостатке влаги температура воздуха повышалась до 20,3...22,8 °С. Все это отрицательно сказывалось на продуктивности культуры.

Выход в трубку – колошение. С началом выхода в трубку совпадает четвертый этап органогенеза [4], когда идет образование конусов нарастания второго порядка и определяется число колосков в колосе, засухоустойчивость растений. На 5...7 этапах закладываются и формируются органы цветка, удлинение колоскового стержня и определяется число цветков в колосках, плотность колоса и жаростойкость растений. Данная фаза также наиболее ответственная для развития зерновых культур, а период от кущения до колошения плюс цветение нередко именуют критическим, ибо от условий прохождения этих периодов во многом зависит величина урожая. Колошение у озимых и яровой пшеницы наступало в среднем через 20 дней после выхода в трубку. Колебания периода по годам у озимых составляли 13...28 дней ($V = 23,9 \%$), у яровой пшеницы – 18...23 дня ($V = 7,3 \%$) при отсутствии корреляционных связей с урожайностью. Однако погодные условия периодов различались сильно.

Средняя температура воздуха во время вегетации озимых составляла 12,5...20,0 °С ($V = 15,5 \%$) при среднем значении – $15,8 \pm 0,6$ °С, что на 4,9 °С ниже, чем за соответствующий период яровой пшеницы, у которой в отдельные годы (1987, 1988, 1989, 1991, 1995) показатель достигал 21,7...24,5 °С. Между урожайностью культур и температурой воздуха за рассматриваемый период имеется отрицательная средняя зависимость ($R = -0,457...-0,533$). Обеспеченности осадками периода «выход в трубку – колошение» несколько лучше у яровой пшеницы – $28,9 \pm 7,3$ мм по сравнению с озимыми – $19,1 \pm 4,0$ мм. Однако у озимых культур показатели по годам более стабильные – 17,0...52,1 мм ($V = 77,9 \%$). Во время вегетации яровой пшеницы четыре года (1985, 1988, 1989, 1995) выпадало менее 10 мм осадков, а в 1986 и 1994 гг. их сумма составляла 70,7...92,6 мм ($V = 94,2 \%$).

Колошение – созревание. На 8...12 этапах органогенеза [4] происходит выколашивание растений, завершение процесса формирования всех органов, оплодотворение, рост и формирование зерновки, накопление питательных веществ в зерновке и их превращение в запасные. В это время определяются такие элементы продуктивности как озерненность колоса, величина зерновки, её масса и устойчивость к суховеям. В среднем за годы исследований период продолжался у озимых культур $55,3 \pm 1,2$ дней, а у яровой пшеницы – на 12 дней больше. Колебания по годам в первом случае составляли 48...63 дня ($V = 8,0 \%$), во втором –

33...51 день ($V = 11,1\%$). Средняя обеспеченность осадками культур практически одинаковая, но колебания по годам очень большие – от 5,7...11,2 мм до 148,3 мм ($V = 61,8\%$). В отдельные годы осадки выпадали в конце активной вегетации культур. Между урожайностью яровой пшеницы и осадками периода имеется средняя зависимость ($R = 0,467$), а у озимых её нет ($R = 0,064$).

Температурный режим, как и в предыдущие периоды, более благоприятно складывался во время вегетации озимых. Температура воздуха в годы исследований изменялась от 18,3 до 23,2°C ($V = 8,1\%$) при среднем значении $20,4 \pm 0,45$ °C, что на 1,6 °C меньше соответствующего периода развития яровой пшеницы. Повышение температуры оказывает отрицательное влияние на культуры ($R = -0,325...-0,328$).

Посев – созревание. Средняя продолжительность активной вегетации озимых культур составила $161,5 \pm 1,8$ дней с колебаниями от 148 до 171 дня ($V = 4,1\%$). За это время выпадало $190,0 \pm 22,4$ мм осадков, в засушливые годы их количество уменьшалось до 92,2 мм, а в благоприятные возрастало до 428,4 мм ($V = 44,1$). Средняя температура воздуха за вегетацию составляла $15,6 \pm 0,3$ °C с интервалом по годам 14,0...17,4 °C ($V = 6,5$).

Вегетационный период яровой пшеницы в среднем составил $93,9 \pm 1,7$ дня с колебаниями от 80 до 104 дней ($V = 6,7\%$). Обеспеченность осадками изменялась от 42,1 в засушливые годы до 202,5 мм ($V = 42,6\%$) в благоприятные при среднем показателе $112,9 \pm 12,9$ мм, что на 77,1 мм меньше, чем при возделывании озимых культур. Средняя температура воздуха за вегетацию равнялась $20,1 \pm 0,4$ °C с интервалом колебаний по годам 18,2...22,5 °C ($V = 7,3\%$) и была на 4,5 °C выше, чем в озимых.

В целом, по складывающимся метеорологическим условиям и влагообеспеченности зерновых культур во время вегетации можно охарактеризовать 1980, 1983, 1986, 1990 и 1992 гг. как относительно благоприятные; 1984, 1988 и 1993 гг. – средние; 1981, 1982, 1985, 1987, 1989, 1991, 1994 и 1995 гг. – как засушливые.

В среднем за 1980...1995 гг. урожайность озимой ржи составила 28,3 ц/га, что в 2,8 раза больше, чем яровой пшеницы. Озимая рожь также имела более высокий показатель устойчивости продуктивности ($V_{уст.}$) – 0,68, а у яровой пшеницы он равнялся 0,39.

Основная причина низкой и неустойчивой урожайности яровой пшеницы в опытах – подверженность влиянию частых весенних и летних засух. Недостаток влаги в наиболее ответственные фазы развития культуры, которые

она проходит в условиях нарастания температур, приводит к тому, что вторичная корневая система развивается слабо или совсем не формируется. На одной первичной корневой системе при высоких летних температурах яровая пшеница не может сформировать даже средней урожайности. Между урожайностью яровой пшеницы и осадками в период «всходы – кушение» имеется средняя положительная зависимость ($R = 0,394$), а от температуры воздуха – отрицательная ($R = -0,473$). Так, в среднем за 8 засушливых лет урожайность яровой пшеницы составила 5,6 ц/га и была в 3,4 раза меньше, чем у озимой ржи, которые даже при остром недостатке вегетационных осадков за счет хорошо развитой корневой системы используют влагу глубоких слоев почвы. В среднем за относительно благоприятные годы урожайность озимой ржи достигала 39,8 ц/га, что на 21,7 ц/га больше, чем яровой пшеницы. Максимальная урожайность яровой пшеницы в опыте получена в 1986 г. – 25,4 ц/га, несколько ниже в 1983 г. – 22,3 и 1992 г. – 18,9 ц/га. То есть, потенциал продуктивности культуры в благоприятные годы недостаточно высокий, даже при размещении яровой пшеницы по лучшему в зоне предшественнику.

Анализируя климатическую составляющую изменчивости урожаев яровой пшеницы, В.М. Пасов [6] указывает на наиболее неустойчивую урожайность в ряде районов сухостепной зоны, включая Западный Казахстан, что полностью подтвердилось в проведенных исследованиях. Таким образом, основные периоды вегетации озимая рожь по сравнению с яровой пшеницей проходят в более благоприятных условиях, что позволяет ей полнее использовать агроклиматические ресурсы Приуралья. Урожайность озимых меньше сопряжена с вегетационными осадками ($R = 0,107$) за счет эффективного использования почвенных влагозапасов и продолжительности вегетационного периода. У яровой пшеницы корреляционные связи более тесные ($R = 0,414 \dots 0,600$), что усиливает её зависимость от выпадающих осадков, особенно при сокращении продолжительности вегетационного периода. Высокие температуры воздуха летом являются отрицательным фактором ($R = -0,404 \dots -0,537$), но у яровой пшеницы зависимость сильнее и прослеживается практически всю вегетацию, а у озимых – только после выхода в трубку.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буянкин В.И. Погода и урожай на западе Казахстана. – Уральск: Дастан, 1998. – 129 с.
2. Димо В.Н. Основные показатели климата почв полуаридной, аридной и влажно-субтропической областей СССР. // Физические и физико-

- механические свойства почв и их изменение при интенсификации земледелия. / Почвенный институт им. В.В. Докучаева. – М., 1979. – С. 3-35.
3. Доскач А.Г. Основные черты природных условий Северного Прикаспия // Почвенное районирование Прикаспийской низменности и перспективы её сельскохозяйственного использования. / Почвенный институт им. В.В. Докучаева. – М., 1977. – С. 4-15.
 4. Куперман Ф.М. Морфофизиология растений. – М.: Высшая школа, 1984. – 240 с.
 5. Общесоюзная группировка почв для характеристики и учета качества земель / Государственный агропромышленный комитет СССР. – М.: Агропромиздат, 1986. – 30 с.
 6. Пасов В.М. Изменчивость урожаев и оценка ожидаемой продуктивности зерновых культур. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 152 с.
 7. Почвенно-мелиоративные условия междуречья Волга – Урал (в пределах Казахстана). – Алма-Ата: Наука Каз. ССР, 1979. – 256 с.
 8. Природно-сельскохозяйственное районирование земельного фонда СССР / Государственный агропромышленный комитет СССР. – М.: Агропромиздат, 1986. – 72 с
 9. Фридланд В.М. Принципы районирования // Почвенное районирование Прикаспийской низменности и её сельскохозяйственное использование. / Почвенный институт им. В.В. Докучаева. – М., 1977. – С. 19-21.
 10. Шультейстер К.Г. Борьба с засухой и урожай // Избранные труды. Т.2. – Волгоград: Комитет по печати, 1995. – 266 с.

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир Хана,
г. Уральск

УРАЛ МАҢЫНДА КҮЗДІК ЖӘНЕ ЖАЗДЫҚ ДАҚЫЛДАРЫН ӨСІРУДІҢ АГРОКЛИМАТТЫҚ ЖАҒДАЙЫ

Ауыл.-шар. ғылымд. докторы В.В. Вьюрков

Дәнді дақылдарды ауыспалы егіс алқабында, айдалып тасталған егістік жерде өсіруде Урал маңы құрғақ дала зонасының агроклиматтық ресурстарын пайдалану ерекшеліктері зерттелді. Өсімдіктердің белсенді өсіп-өнуінің фаза аралық кезеңінде күздік және жаздық дақылдардың ылғалмен және жылумен қамтамасыз етілу шамалары алынды. Агроклиматтық ресурстарды аса тиімді

пайдалану нәтижесінде күздік бидайдың биологиялық күш – қуатының жаздық бидайға қарағанда 2,6...2,8 есе артуы анықталды.