

КРИТИЧЕСКИЙ ПЕРИОД ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЯ РИСА И ЕГО РЕГУЛЯТОРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ

Попов В.А. – д. т. н., профессор

Быстрова Е.А. – м. н. с.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

На основе сопряженных биоклиматических исследований выведено функционально-эмпирическое уравнение связи между температурой воздуха и продолжительностью периода формирования зачаточных структур побегов, установлены его статистические параметры для зоны рисосеяния Краснодарского края и регуляторные механизмы (сроки посева, слой воды, подбор сортов), а также вклад каждого из них в величину урожая.

Как известно, величина будущего урожая закладывается растением в период формирования зачаточных структур (ФЗС), который для риса протекает в течение 25–30 дней перед фазой выметывания [1; 2; 3]. В этот период определяется количество продуктивных стеблей и закладываются параметры будущей метелки (ее длина, число колосков, крупность зерен), которые в последующем не изменяются.

Период ФЗС включает в себя три стадии: 1) дифференциация узла метелки; 2) дифференциация оси колоска; 3) редукционное деление. В первую стадию определяется число инициативных клеток, превращающихся в генеративные конусы, во вторую – размеры цветковых чешуй и, как следствие, масса зерен, в третью – число зачатков колосков. Пустозерность может изменяться во всех стадиях генеративного периода, в том числе и в фазу активного налива зерна (10–12 дней после цветения).

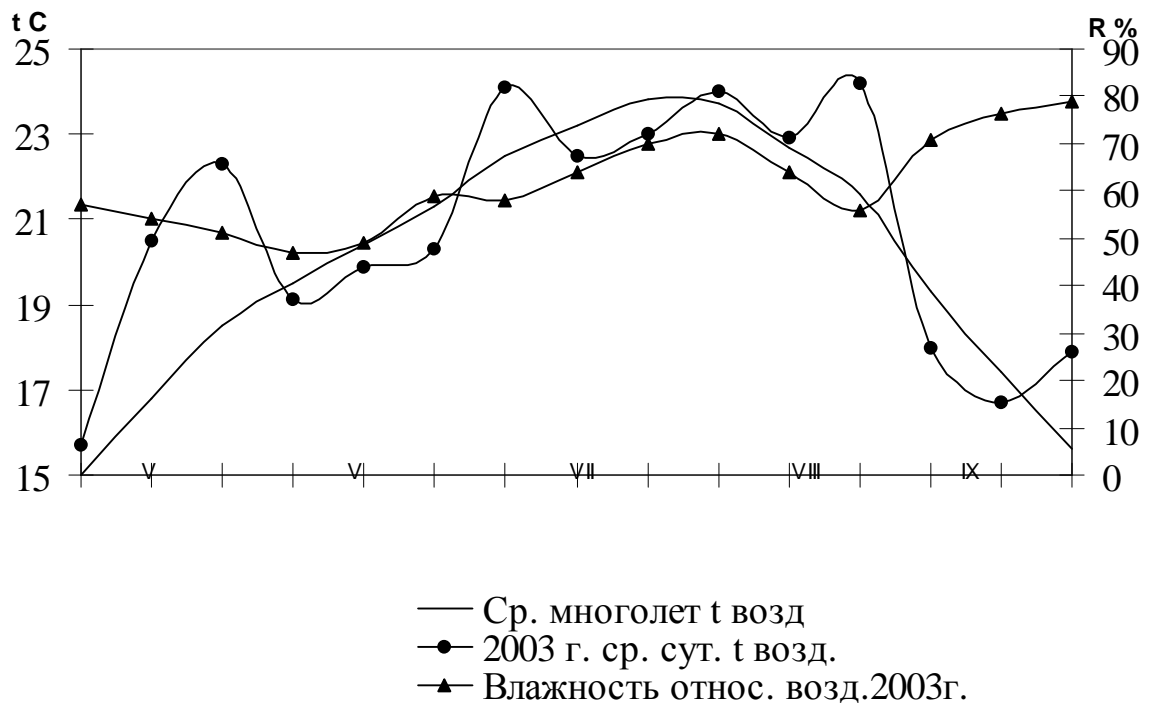
При благоприятных условиях внешней среды урожайность риса может повыситься на 20–25 % и более, при неблагоприятных – наоборот, понизиться. Однако условия благоприятности и их количественные параметры не установлены, что затрудняет разработку оптимального технологического регламента орошения. Известно лишь, что в условиях тропиков для получения наиболее высокого урожая интенсивность фотосинтетически-активной радиации (ФАР) должна быть высокой, а температура воздуха t (°C) – низкой, но не менее 15 °C [3]. Однако поскольку между ФАР и t (°C) существует, как установлено нами, не обратная, а прямая связь ($r = 0,80 \pm 0,3$), то для условий умеренных широт она имеет чисто прогностическое значение, так как, во-первых, сроки вегетации жестко ограничены, во-вторых, ФАР и t – факторы неуправляемые, а в-третьих, их благоприятное сочетание может встретиться только при антициклоне с северным направлением движения воздушных масс в июле.

Известна концепция П.С. Ерыгина, согласно которой регулятором биохимических процессов в период ФЗС является температура воды в зоне узла кущения: чем она ниже, тем более благоприятные условия и выше урожай. Благоприятную температуру, которая находится в пределах 19,5–21° С, можно создать, по мнению П.С. Ерыгина, путем увеличения слоя воды до 25–30 см. Однако эта концепция требует уточнения, так как за последние 40 лет произошли кардинальные изменения в технологии и полностью заменены сорта риса.

Цели исследований: 1) подтвердить экспериментально биологическую значимость периода ФЗС в формировании урожая в условиях умеренных широт и для новых сортов риса; 2) выявить критические стадии ФЗС и регуляторные механизмы биофизических процессов; 3) уточнить технологический регламент орошения риса.

Материалы и методы. Реакцию риса на климатические и технологические условия изучали в вегетационных сосудах емкостью 40 л, заполненных наполовину почвой (20,1 кг). Запланировано три варианта сроков посева (6, 16 и 26 мая) и два варианта водного режима в период ФЗС (5 и 22 см). В период до и после ФЗС слой воды во всех вариантах поддерживался равным 5 см. В каждый сосуд высевали два сорта риса: высокорослый (90–100 см) средне-, позднеспелый Лидер и менее рослый (75–85 см) среднеспелый Лиман.

Опыт проводили на фоне погодных условий, которые по средним параметрам температуры и влажности воздуха оказались несколько выше среднемноголетних и имели аномальное их внутрисезонное распределение. В частности, обращает на себя внимание синусоидальность хода температур воздуха в период ФЗС (см. рис.).



Метеоусловия 2003 года

Результаты и обсуждение. Установлено, что в природных условиях Краснодарского края период ФЗС для районированных сортов при их посеве 1–20 мая (залив 5–25 мая) протекает с 27 июня по 10 августа. На основе анализа длинного ряда наблюдений (32 года) с привлечением аппарата математической статистики установлены его основные параметры: средняя температура – 23,6 °С, среднеквадратическое отклонение – 1,57, коэффициент вариации – 6,64 %, вероятность благоприятных температур (19,5–21°С) – 6,2 %, т. е. встречаются они крайне редко – один раз в 15–16 лет.

Выведено уравнение связи продолжительности периода ФЗС N_{cp} со средней температурой воздуха t_{cp} :

$$N_{cp} = \alpha (t_o - t_{cp}), t_o \geq t \geq 20^\circ\text{C},$$

где α – показатель термопериодической реакции сорта, дн/град (для скороспелых сортов $\alpha = 3$, среднеспелых $\alpha = 3,6$); t_o – среднесуточная температура, выше которой развитие растений угнетается ($t_o = 32^\circ\text{C}$).

Из уравнения вытекает следующее: чем ниже температура воздуха, тем длиннее период ФЗС. Эта закономерность и объясняет физическую сущность эффекта низких температур: поскольку температура воздуха в пределах от 18° до 32 °С не оказывает влияния на интенсивность фотосинтеза (она остается постоянной) [2], клетки растительного организма при удлиненной продолжительности периода ФЗС получают большее количество фотосинтатов и минеральных элементов, синтезируя большее количество органического вещества.

Исследования показали, что в связи с синусоидальным ходом температуры в период ФЗС (см. рис.) ее средняя величина оказалась одинаковой для всех сроков посева – $23,2 \pm 0,1^\circ\text{C}$ (см. табл.). Однако отмечено, что в первые 10 дней периода среднесуточные температуры существенно различались, изменяясь от 22,6 до 24,3°С. Именно температура воздуха в эту стадию и оказала решающее влияние на величину урожайности риса. Для сорта Лиман она была благоприятной для первого и третьего сроков посева

(средняя урожайность – 45,9 г на сосуд) и крайне неблагоприятной для второго срока (30,4 г).

Температурные условия и урожайность риса
(числитель при слое воды – 5 см, знаменатель – 22 см)

Дата посева	Средняя температура воздуха, °С		Коэфф. продуктивной кустистости	Масса зерна, г		Масса 1000 зерен, г	Пустозерность, %	Урожайность зерна, г/сосуд
	за весь период	за первые 10 дней		с растения	с метелки			
<u>Сорт Лиман</u>								
6 мая	23,0	23,3	2,1/1,8	4,5/3,9	2,17/2,12	25,4/26,2	8,8/8,9	50,0/43,4
16 мая	23,3	24,3	1,4/1,4	2,7/2,7	1,96/1,94	25,0/25,5	8,9/15,0	29,9/30,9
26 мая	23,1	22,6	1,9/2,0	3,8/4,3	1,96/2,10	25,2/25,6	7,9/12,6	41,3/48,9
Средний								40,4/41,1
<u>Сорт Лидер</u>								
6 мая	23,3	24,1	2,1/2,1	4,7/5,0	2,24/2,33	27,1/27,7	16,6/12,0	52,9/57,0
16 мая	23,1	22,8	2,7/3,2	5,9/7,2	2,18/2,24	26,9/26,3	18,1/14,3	64,4/77,7
26 мая	23,1	23,0	1,9/2,1	5,0/5,0	2,56/2,40	27,0/26,7	19,4/13,8	55,3/55,3
Средний								57,6/63,3

Для сорта Лидер, у которого выметывание наступило на 6 дней позже, благоприятные условия сложились для второго (71,1 г) и менее благоприятные – для первого и третьего сроков посева (55,1 г). Однако следует пояснить, что у посевов третьего срока в связи с поздним сроком созревания при низких осенних температурах не все колоски успели полностью налиться и созреть, часть из них пришлось убрать зелеными.

Глубокий слой воды оказал в основном благоприятное влияние на величину урожая: например, у сорта Лиман третьего срока посева он увеличился на 18 %, а у сорта Лидер второго срока – на 21 %. Прибавка у сорта Лиман произошла за счет увеличения продуктивной кустистости и массы 1000 зерен, а у сорта Лидер – продуктивной кустистости и снижения пустозерности.

Положительный эффект глубокого слоя воды можно объяснить следующими гидротермическими закономерностями.

В ходе проведенных нами исследований установлено, что высокий слой воды способствовал снижению максимальной температуры почвы в дневные часы в среднем на 2°С и повышению ее в ночные на 1,7°С. Снижение суточной амплитуды в среднем с 7,2 до 3,8°С создавало благоприятные условия для налива зерна у сорта Лиман и снижения пустозерности у сорта Лидер.

Выводы. 1. Период формирования зачаточных структур (ФЗС) на посевах риса Краснодарского края характеризуется высокой стабильностью по годам ($C_v = 6,6 \%$) и малой вероятностью благоприятных для ФЗС температур (19,5–21°С) – 6,2 %.

2. Критическим периодом в формировании урожая в 2003 г. оказалась первая стадия периода ФЗС, определившая зерновую продуктивность кущения, вклад которой в урожай составил 96,8 %, в то время как в продуктивность метелки – 3,2 %.

3. Реальным регуляторным механизмом формирования урожая является слой воды: глубокое затопление повышает его от 1–8 до 20 %.

4. Для получения стабильных урожаев в производстве следует высевать не менее двух сортов, отличающихся сроками прохождения фаз вегетации при посеве и заливе их в одни и те же сроки.

5. Поскольку 2003 г. оказался экстремальным, исследования следует продолжить, разрабатывая их методику с учетом полученных закономерностей.

Список литературы

1. Ерыгин П.С. Физиология риса // Физиология сельскохозяйственных растений – М.: Изд-во Московского ун-та, 1969. – С. 266–411.
2. Мацусима С. Жизненный цикл растения риса // Теория и практика выращивания риса – М.: Колос, 1965. – С. 78–88.
3. Yoshida S., Parao F.T. Climatic influence on yield and yield components of lowland rice the tropics // *Climat and Rice* – 1974. – Sept. – P. 24–27.