



ПЕРИОДИЗАЦИЯ РАЗВИТИЯ ЗАРОДЫША ПШЕНИЦЫ НА ОСНОВЕ АНАТОМО-МОРФОЛОГИЧЕСКОГО И ВРЕМЕННОГО КРИТЕРИЕВ

НАТАЛЬЯ Н. КРУГЛОВА

Аннотация. Предложена периодизация развития зародыша пшеницы, основанная на анатомо-морфологическом и временном критериях. Выделены этапы недифференцированного, дифференциации и дифференцированного зародыша.

Ключевые слова: зародыш, эмбриогенез, пшеница

Институт биологии Уфимского научного центра Российской академии наук, пр. Октября, 69, г. Уфа, 450054 Российская Федерация; Kruglova@anrb.ru

Хорошо известно, что формирование зародыша (эмбриогенез) растений представляет собой единый процесс, в результате которого из одной исходной клетки-зиготы образуется зрелый зародыш. В своем развитии зародыш проходит через ряд дискретных фаз, различающихся по морфофизиологическим процессам, функциональной нагрузке, продолжительности и значению для его дальнейшего развития. В отличие от двудольных, для однодольных общепринятая периодизация эмбриогенеза не разработана, что обусловлено более сложной структурой зародыша. Особенно это касается зародыша злаков, характеризующегося как наличием специфических органов (щиток, колеоптиль, эпибласт, мезокотиль, колеориза, эпикотиль с почечкой, лигула), так и дорзовентральностью его строения. Более того, особенности процесса развития зародыша злаков позволили выделить отдельный Graminad-тип эмбриогенеза (БАТЫГИНА 1974).

В литературе предложены различные периодизации эмбриогенеза хлебных злаков (Банникова и др. 1991; Батыгина 1997). В то же время, для активно развивающихся биотехнологических разработок в области эмбриокультуры *in vitro* (RAGHAVAN 1976; Круглова и Катасонова 2009; Игнатов 2011 и мн. др.) необходима достаточно простая, но эмбриологически

корректная периодизация развития зародыша. В связи с этим цель данной работы состояла в разработке периодизации эмбриогенеза пшеницы на основе анатомо-морфологического и временного критериев.

Материалом для исследования послужили разновозрастные зародыши растений яровой мягкой пшеницы сорта 'Симбирка', перспективного для климатической зоны Южного Урала. Изолированные зародыши, с учетом их длины (в мм), фиксировали в течение 25 суток после искусственного опыления через каждые 12 часов. Использовали метод светооптических исследований растительных образцов (Круглова и Егорова 2012).

Обобщив результаты детальных анатомо-морфологических и временных исследований, мы предлагаем выделить следующие этапы и стадии формирования зародыша пшеницы:

I. Этап недифференцированного зародыша.

Включает стадии: зигота; двухклеточный зародыш; четырехклеточный зародыш, многоклеточный зародыш.

Зигота (длина зародыша – 0,001 мм, время после опыления – 12 часов) – первая инициальная клетка нового дочернего организма, формирующаяся после осуществления процесса оплодотворения. Значение стадии в эмбриогенезе: становление полярности зародыша.

Двуклеточный зародыш (длина зародыша – 0,05-0,1 мм, время после опыления – 1,5-2,0 суток) состоит из апикальной и базальной клеток как результата асимметричного деления зиготы. Значение стадии в эмбриогенезе: становление клеточной специализации зародыша.

Четырехклеточный зародыш (длина зародыша – 0,12-0,14 мм, время после опыления – 2,5 суток) состоит из двух клеток апикального полюса и двух клеток базального полюса как результат асимметричных делений соответствующих клеток двуклеточного зародыша. Значение стадии в эмбриогенезе: становление дорсовентральности зародыша.

Многоклеточный зародыш (длина зародыша – 0,15-0,2 мм, время после опыления – 3,0-4,0 суток) – результат интенсивных клеточных делений апикальной и базальной клеток двуклеточного зародыша. Значение стадии в эмбриогенезе: накопление массы клеток (возможно, критической), необходимой для дифференциации зародыша.

II. Этап дифференциации зародыша.

Включает стадию органогенеза, которую можно подразделить на три подстадии.

Подстадия 1. В течение подстадии 1 (длина зародыша – 0,4-0,6 мм, время после опыления – 4,5-8,0 суток) происходят интенсивные клеточные деления в зародыше, главным образом в апикальной его части. Зародыш быстро растет. В нем постепенно формируется первый орган – щиток (единственная семядоля), закладывается точка роста – область меристематических клеток.

Подстадия 2. Во время подстадии 2 (длина зародыша – 0,8-1,3 мм, время после опыления – 8,5-12,0 суток) клеточные деления замедляются, что ведет к приостановке роста зародыша. Формируется еще один орган – колеоптиль.

Подстадия 3. В течение подстадии 3 (длина зародыша – 1,5-2,0 мм, время после опыления – 12,5-17,0 суток) клеточные деления также замедлены, рост зародыша происходит за счет растяжения клеток. Постепенно формируются апекс побега,

зародышевый корень, колеориза, эпибласт, лигула. К концу этой подстадии рост зародыша постепенно снижается, а затем стабилизируется, и заметных изменений в размерах зародыша не происходит. Значение этой стадии в эмбриогенезе: происходят важнейшие морфогенетические процессы – морфологическая дифференциация зародыша, формирование всех присущих зародышу зачатков органов.

III. Этап дифференцированного зародыша.

Включает стадии: сформированный зародыш, зрелый зародыш.

Сформированный зародыш. В сформированном зародыше (длина зародыша – 2,1-2,2 мм, время после опыления – 17,5-20,0 суток) наличествуют все органы, характерные для зародыша злаков. Происходит незначительный рост органов зародыша (за счет растяжения клеток), хотя размеры зародыша существенно не изменяются. Формируется первый лист. Начинается интенсивное накопление запасных питательных веществ (главным образом, крахмала), которые будут использованы в ходе прорастания. Значение этой стадии в эмбриогенезе: подготовка зародыша к вступлению в период покоя.

Зрелый зародыш. В стадии зрелого зародыша (длина зародыша – 2,3-2,6 мм, время после опыления – 21,0-25,0 суток) формируются второй и третий листья и корневой чехлик. Значение этой стадии в эмбриогенезе: вступление зародыша в период покоя.

В целом, каждый из этапов и каждая из стадий эмбриогенеза, несмотря на все разнообразие происходящих в это время процессов, направлены на реализацию морфогенетических потенций зиготы по становлению зрелой структуры зародыша.

Исследование поддержано грантом по программе Отделения биологических наук РАН «Биологические ресурсы России: динамика в условиях глобальных

климатических и антропогенных воздействий» (2012-2014 г.г.).

Цитируемые источники

- Банникова В.П., Хведынич О.А., Кравец Е.А. и др. 1991.** Основы эмбриогенеза злаков. Наукова думка, Киев.
- Батыгина Т.Б. 1974.** Эмбриология пшеницы. Колос, Ленинград.
- Батыгина Т.Б. 1997.** Эмбриогенез злаков. В кн.: Батыгина Т.Б. (ред.), Эмбриология цветковых растений. Терминология и концепции. Т. 2. Семя: 528–538. Мир и семья-95, СПб.

Игнатова С.А. 2011. Клеточные технологии в растениеводстве, генетике и селекции возделываемых растений. Астропринт, Одесса.

Круглова Н.Н., Егорова О.В. 2012. Световой микроскоп как инструмент в биотехнологии растений. Гилем, Уфа.

Круглова Н.Н., Катасонова А.А. 2009. Незрелый зародыш пшеницы как морфогенетический эксплантат. *Физиол. и биохимия культ. растений*. **41**: 124–131.

RAGHAVAN V. 1976. Experimental embryogenesis in vascular plants. Acad. Press, London.

THE PERIODIZATION OF WHEAT EMBRYOGENESIS ON THE BASE OF ANATOMICAL, MORPHOLOGICAL AND TIME CRITERIONS

NATALIA N. KRUGLOVA

Abstract. The periodization of wheat embryogenesis on the base of anatomy-morphological and temporal criterions has been proposed. The stages of non-differentiated embryo, embryo differentiation and differentiated embryo were described.

Key words: embryo, embryogenesis, wheat

Institute of Biology of Ufa Scientific Centre of Russian Academy of Sciences, pr. Oktyabrya, 69, Ufa, 450054, Russian Federation; kruglova@anrb.ru