

УДК: 633.3:575.22

**ИНТЕНСИВНОСТЬ ДЕЛЕНИЯ КЛЕТОК В МЕРИСТЕМАХ ПРОРОСТКОВ СОИ (*GLICINE MAX* (L.) MERR.) ПРИ ПОНИЖЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ
В.В.Жмурко¹, А.П.Высочан¹, В.А.Матушкин²**

¹Харьковский национальный университет имени В.Н.Каразина (Харьков, Украина),
²Институт растениеводства имени В.Я.Юрьева УААН (Харьков, Украина)

Изучали влияние пониженной температуры ($6\pm 1^{\circ}\text{C}$) на интенсивность деления клеток в меристемах корешков и верхушечной почки трехдневных проростков семи сортов сои. Интенсивность деления клеток снижалась в первые 4 часа действия пониженной температуры, через 24 часа она стабилизировалась, через 48 часов начинала возрастать и к 72-му часу становилась почти такой же, как при оптимальной температуре ($23\pm 1^{\circ}\text{C}$). В зачаточной почке клетки делятся интенсивнее, чем в корешках. Сорты различаются по времени начала стабилизации и последующего повышения интенсивности деления клеток при пониженной температуре. Предполагается, что изменение интенсивности пролиферации связано с изменением скорости поступления питательных веществ из семядолей к формирующемуся проростку при пониженной температуре.

Ключевые слова: *соя, низкие температуры, пролиферация, рост, запасные питательные вещества, адаптация.*

Введение

Соя – одна из наиболее ценных пищевых, кормовых и технических культур. По биологическим свойствам она теплолюбивое растение. Поэтому исследование механизмов ее адаптации к пониженной температуре имеет важное научное значение для понимания биологической природы устойчивости к неблагоприятным температурам. Изучение этого вопроса имеет и важное прикладное значение для совершенствования существующих и разработки новых методов выделения исходного материала с повышенной холодостойкостью с целью его использования в селекции сои на адаптивность.

В литературе имеются данные о способности семян различных генотипов сои (Диянова, 1991) и фасоли (Чалык, 1989) к прорастанию при пониженной температуре, на основании которых выделены сорта с различной холодостойкостью. Проведено изучение физиолого-биохимических процессов в проростках сои в условиях пониженной температуры (Жмурко, Джамеев, 1999; Жмурко, Джамеев, 2001).

Известно, что формирование проростка протекает за счет пролиферации клеток меристем корешка и зачаточной почки (Иванов, 1987). Этот процесс зависит от температуры среды. Показано, что сорта яровой и озимой пшеницы различаются по интенсивности деления клеток в корешках при высокой и низкой положительной температуре (Жмурко, 1982). Выявлена связь интенсивности деления клеток в меристеме корешков при низкой положительной температуре (Савин, Никитина, 1983), а также темпов прохождения клеточного цикла в зародышевых корнях с уровнем морозостойкости сортов озимой пшеницы (Никитина, Савин, 1985).

Вероятно, что интенсивность деления клеток при разной температуре определяет скорость формирования проростка сои и, следовательно, может отражать способность ее к адаптации к этому фактору на ранних этапах онтогенеза. Однако в литературе отсутствуют данные о влиянии пониженной температуры на интенсивность деления клеток в корневой и верхушечной меристеме проростков сои. Изучение этого вопроса было целью наших исследований.

Материалы и методика исследований

В качестве материала для исследований использованы 7 сортов сои селекции Института растениеводства УААН имени В.Я.Юрьева – Харьковская 35, Харьковская 66, Харьковская зернокормовая, Романтика, Мрия, Горизонт и Схидна. Семена любезно предоставлены научным сотрудником Института растениеводства В.А.Матушкиным.

Семена проращивали в термостате течение 3 суток при $23\pm 1^{\circ}\text{C}$. Затем их подвергали воздействию пониженной температуры $6\pm 1^{\circ}\text{C}$ в холодильнике в течение 72-х часов. Проростки фиксировали в уксусном спирте в динамике через 4, 24, 48 и 72 часа после начала воздействия. Контролем служили 3-дневные проростки, не подвергавшиеся воздействию пониженной температуры. Интенсивность деления клеток учитывали на временных ацетокарминовых препаратах (Плаушева, 1988). Для их приготовления от корешков отделяли зону деления, а под микроскопом МБС-9

выделяли зачаточную почку и первичные листья. По каждому варианту готовили по 10 препаратов, в каждом из которых по двум диагоналям просматривали по 10 полей зрения. Учитывали общее число клеток и число клеток в мета-, ана- и телофазах митоза. Интенсивность деления клеток выражали в процентах делящихся от общего числа клеток в препарате. Проведено по три серии опытов с каждым сортом. На рисунках приведены средние значения и стандартные отклонения. Поскольку нами выявлены как общие для всех сортов, так и отличительные особенности характера изменения динамики интенсивности деления клеток при пониженной температуре, то в статье приведены данные по двум сортам, которые отражают эти особенности.

Результаты и обсуждение

Полученные результаты показали, что у всех исследованных сортов интенсивность деления клеток в меристемах зачаточной почки и листьев выше, чем в меристемах корешков. Причем это проявляется как в проростках не подвергавшихся, так и подвергавшихся воздействию пониженных температур. Более высокий уровень пролиферации в зачаточной почке и листьях сохраняется в течение всего периода воздействия холодом. Эти различия, по нашему мнению, можно объяснить тем, что верхушечная меристема проростка, в отличие от меристемы корешка, расположена в непосредственной близости от источника питательных веществ – семядолей, что обуславливает более быстрое поступление из них веществ, необходимых для функционирования меристем и, в том числе, для обеспечения процесса пролиферации клеток. Показано, что в проростках сортов сои с разным уровнем холодостойкости отток питательных веществ из семядолей в проростки осуществляется с разной скоростью (Жмурко, Джамсєв, 2001). Не исключено также, что верхушечная меристема – более сильный аттрагирующий центр, чем меристема зоны деления клеток в корешке, что может определять преимущественный транспорт веществ к ней из семядолей. Установленные различия по интенсивности деления клеток между верхушечной и корневой меристемами осевых частей проростка несколько неожиданны. Известно, что увеличение линейных размеров корешка протекает с большей скоростью, чем верхушечной части (эпикотилия), что связано в большей мере с ростом корешка растяжением, а не делением клеток. Вероятно, наши данные подтверждают это положение.

Полученные результаты показали, у исследуемых сортов проявляется сходный характер динамики изменения интенсивности деления клеток в течение воздействия пониженными температурами. Для всех сортов характерным является существенное снижение интенсивности деления клеток в верхушечной и корневой меристемах в начале воздействия холодом (4 часа), а затем стабилизация делений почти на одном уровне к 24-му и 48-му часу и повышение интенсивности деления к 72-му часу воздействия холодом (рис. 1, 2). Вероятно, что в течение от 24 до 48 часов происходит адаптация пролиферативных процессов к действию стресс-фактора, а в последующие 24 часа – выход из стрессового состояния. Об этом может свидетельствовать тот факт, что интенсивность деления клеток верхушечной меристемы у большинства сортов почти достигает уровня интенсивности деления в контроле. К окончанию действия холодом интенсивность деления клеток в корешках также существенно повышается, хотя и остается более низкой, чем в контрольном варианте. Таким образом, можно предположить, что на уровне пролиферативных процессов у теплолюбивой культуры сои происходит адаптация к пониженной температуре на этапе прорастания.

Вместе с тем, полученные результаты показали, что скорость адаптации у исследованных сортов различна. По этому показателю их можно сгруппировать следующим образом. Сорта, которые быстро реагируют снижением интенсивности деления клеток на воздействие холодом, но и раньше повышают интенсивность деления клеток в этих условиях. К ним относятся – Харьковская зернокормовая, Харьковская 35, Харьковская 66 (рис. 1). Ко второй группе сортов мы отнесли те, у которых период снижения интенсивности деления клеток более длителен – до 48 часов, что может свидетельствовать и о более низкой скорости их адаптации к пониженной температуре. Это сорта Романтика, Мрия и Горизонт (рис. 2).

Результаты показали также, что исследованные сорта различаются по степени снижения интенсивности деления клеток под влиянием пониженной температуры. Так, у сорта Харьковская 66 в течение 24 часов воздействия холодом интенсивность деления клеток снижалась несколько более чем на 2 процента, а у сорта Горизонт – почти на 4 процента. Вероятно, это связано с различной степенью чувствительности пролиферативных, а также метаболических и регуляторных процессов клеточного цикла к воздействию температуры. Показано, что при оптимальной температуре прорастивания в проростках сортов гороха интенсивность синтеза белка, нуклеинового обмена, активность ферментов и фитогормонов определяется генотипом (Троян, 1998).

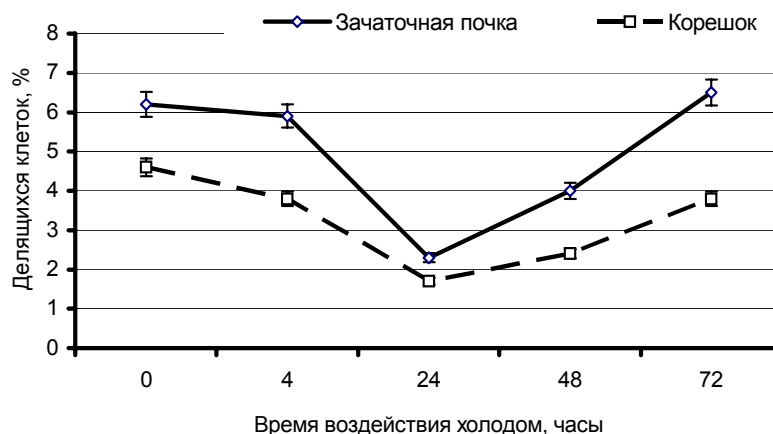


Рис. 1. Интенсивность деления клеток в корневой (корешок) и верхушечной (зачаточная почка) меристеме проростков сои Харьковская зернокормовая при пониженной температуре, %

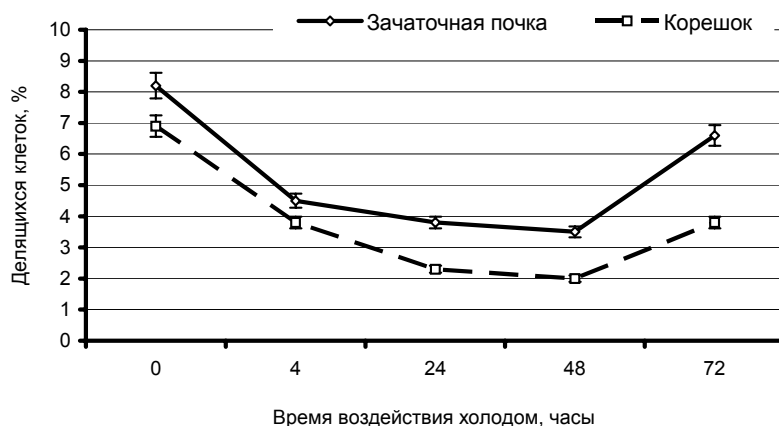


Рис. 2. Интенсивность деления клеток в корневой (корешок) и верхушечной (зачаточная почка) меристеме проростков сои Горизонт при пониженной температуре, %

Таким образом, полученные данные позволяют считать, что интенсивность деления клеток корневой и верхушечной меристемы проростков сои подвержена температурной регуляции. Сорта с разной скоростью реагируют изменением интенсивности деления клеток на пониженную температуру. Это связано с генотипическими особенностями пролиферативных процессов в корневой и верхушечной меристеме проростков. Характер изменения динамики интенсивности деления клеток отражает способность сортов с разной скоростью адаптироваться к пониженной температуре. Вероятно, что одним из важных факторов этого могут быть различия между исследованными сортами сои по скорости расщепления запасных питательных веществ семядолей и транспорта их к меристемам при пониженной температуре.

Список литературы

Диянова Л.Г. Лабораторная всхожесть различных сортообразцов сои при пониженных температурах // Генетика, селекция и технология возделывания сои на Украине и в Молдове. Сб. науч. трудов ВСГИ. – Одесса, 1991. – С. 72–75.

Жмурко В.В. Интенсивность деления клеток в меристемах и активность ферментов в листьях в связи с фотопериодической реакцией и озимостью растений. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Кишинев, 1982. – 20с.

Жмурко В.В., Джамеев В.Ю. Дегидрогеназная активность и содержание растворимого белка в корешках проростков сои (*Glycine max* L.) при оптимальной и пониженной температурах // Физиология и биохимия культурных растений. – 1999. – Т.31, №4. – С. 308–313.

Жмурко В.В., Джамеев В.Ю. Ріст, розвиток та фізіолого-біохімічні процеси у теплолюбних культур при адаптації до пониженої температури. – Фізіологія рослин на межі тисячоліть. Т.2. – Київ, 2001. – С. 182–190.

Іванов В.Б. Проліферація кліток в растениях. (Итоги науки и техники. Сер. Цитология. Т.5). – М.: ВИНТИ, 1987. – 217с.

Никитина Л.И., Савин В.Н. Чувствительность к пониженной температуре стартовых процессов клеточного цикла прорастающих семян озимых пшениц разной морозостойкости // Условия среды и продуктивность растений. – Иркутск, 1985. – С. 51–57 .

Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. – М.: Агропромиздат, 1988. – 217с.

Савин В.Н., Никитина Л.И. Молекулярно-генетические особенности адаптивных реакций у разных по морозоустойчивости растений к низким температурам // Журнал общей биологии. – 1983. – Т.44, вып.5. – С. 627–631.

Троян В.М. Клітинний цикл рослин та його регуляція. – К.: Наукова думка, 1998. – 170с.

Чалык Л.В. Генетическая природа холодоустойчивости фасоли на ранних этапах онтогенеза. Автореф. дисс. ... канд.. биол. наук. – Харьков, 1989. – 24с.

**ІНТЕНСИВНІСТЬ ПОДІЛУ КЛІТИН У МЕРИСТЕМАХ ПРОРОСТКІВ СОЇ (*GLICINE MAX* (L.) MERR.) ЗА ПОНИЖЕНОЇ ТЕМПЕРАТУРИ
В.В.Жмурко, А.П.Височан, В.А.Матушкін**

Вивчали вплив пониженої температури ($6\pm 1^{\circ}\text{C}$) на інтенсивність поділу клітин у меристемах корінців та зачаткової бруньки триденних проростків семи сортів сої. Інтенсивність поділу клітин знижувалася у перші 4 години дії пониженої температури, через 24 години вона стабілізувалася, через 48 годин починала підвищуватися і на 72 годину ставала майже такою, як і за оптимальної температури ($23\pm 1^{\circ}\text{C}$). У зачатковій бруньці клітини діляться інтенсивніше, ніж у корінцях. Сорти різняться за часом початку стабілізації і наступного підвищення інтенсивності поділу клітин за пониженої температури. Висловлене припущення, що зміна інтенсивності проліферації пов'язана зі зміною швидкості відтікання поживних речовин із сім'ядоль до проростку, який формується за пониженої температури.

Ключові слова: *соя, низькі температури, проліферація, ріст, запасні поживні речовини, адаптація.*

**CELL DIVISION INTENSITY IN THE MERISTEM OF SOYBEAN (*GLICINE MAX* (L.) MERR.) SEEDLINGS UNDER LOW TEMPERATURE
V.V.Zhmurko, A.P.Vysochan, V.A.Matushkin**

Effect of low temperature ($6\pm 1^{\circ}\text{C}$) on cell division intensity in the root meristem and apical bud meristem of three-day soybean seedlings (seven cultivars) has been investigated. Cell division intensity decreased during first 4 hours of low temperature influence. In 24 hours cell division stabilized, in 48 hours began increase and to 72 hours became the same as under optimal temperature ($23\pm 1^{\circ}\text{C}$). Primordial bud cells divide more intensive then in root ones. Studied cultivars differ by time of beginning of stabilization and posterior increase of cell division intensity under low temperature. It is supposed, that alteration of proliferation intensity may be connected with rate alteration of nutrient inflow to developing seedling from cotyledon under low temperature.

Key words: *soybean, low temperature, proliferation, growth, storage nutrients, adaptation.*

**Матеріали наукової конференції біологічного факультету Харківського національного університету імені В.Н.Каразіна, присвяченої 100-річчю з дня народження Г.І.Семененка
Рекомендовано до друку Н.Г.Шестопаповою**