

Краткие сообщения

УДК 633.85:58.036.5:581.19

БИОХИМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ МОРОЗОУСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ ОЗИМОГО РЫЖИКА

Е.Ф. СЕМЕНОВА, Е.В. ПРЕСНЯКОВА

Изучали влияние отдельных элементов технологии возделывания (норма высева и сроки посева семян) на формирование морозоустойчивости растений озимого рыжика в условиях лесостепной зоны Поволжья. Оценивали динамику содержания свободного пролина в розеточных листьях в процессе перезимовки растений и возможность использования этого показателя в качестве диагностического теста при определении влияния агроприемов на состояние зимующих растений.

Ключевые слова: озимый рыжик, *Camelina sativa* L., свободный пролин, зимостойкость, морозоустойчивость, биохимический мониторинг, агротехнология, методы определения морозостойкости.

Озимый рыжик (*Camelina sativa* L.) — нетрадиционная и перспективная масличная культура, особенно для возделывания в условиях лесостепи Поволжья, где урожайность подсолнечника очень неустойчива вследствие действия многочисленных стрессоров. Известно, что лишь 10 % пашни свободны от воздействия стрессовых факторов, около 20 % — подвержены минеральному стрессу, 26 и 15 % — соответственно засухам и морозам (1). Показано, что урожайность сельскохозяйственных культур во многом зависит от климатических условий региона, а также погодных условий, складывающихся в каждом конкретном году. Климатическая составляющая изменчивости урожайности варьирует в пределах 30-60 %, межгодовая вариабельность урожая достигает 25 %. При этом озимый рыжик — единственный на сегодняшний день представитель семейства капустных (крестоцветных), растения которого выдерживают сложные условия перезимовки (2).

Однако, несмотря на высокую зимостойкость, в отдельные годы наблюдается значительная гибель посевов озимого рыжика. Показано, что одной из главных причин гибели и снижения урожайности культуры является вымерзание растений (3). Известно, что пролин обладает криозащитными свойствами и способностью накапливаться в значительном количестве в вегетативных органах озимых растений при низкотемпературном стрессе (4), в связи с чем, мы при изучении влияния элементов агротехнологии на формирование морозоустойчивости растений озимого рыжика определяли динамику содержания свободного пролина в листьях. Такой методический подход применительно к озимым масличным крестоцветным культурам ранее не использовался.

Целью нашей работы была оценка влияния нормы высева и сроков посева семян на выживаемость (сохранность) растений озимого рыжика в процессе перезимовки с применением биохимического контроля зимнего состояния озимых по содержанию свободного пролина в вегетативной массе.

Методика. Объектом исследования служили растения озимого рыжика сорта Пензяк (5). Эксперименты проводили в течение двух лет (2000-2002 годы) на опытных полях Пензенского НИИ сельского хозяйства, расположенных в зоне умеренно-континентального климата, характеризующегося значительными колебаниями температуры, относительной влажности воздуха, а также неравномерностью распределения осадков как в течение года, так и по годам. Годовое количество осадков составляло 550-600 мм, сумма активных температур выше 10 °С — 2200-2400 °С. Почва опытного участка была представлена черноземом выщелоченным среднесильным среднегумусным тяжелосуглинистым и глинистым на лессовидных суглинках. Содержание гумуса в пахотном слое составляло 6,40-7,26 %; реакция почвенной среды нейтральная. Комплекс агротехнических мероприятий соответствовал общепринятым приемам возделывания растений озимого рыжика (6). Сроки посева семян были следующими: 23 августа, 5 и 15 сентября, норма высева составляла 6-9 млн всхожих семян на 1 га. Зимостойкость растений оценивали по общепринятым модифицированным методикам (7, 8) с периодическим отбором проб в осенне-зимне-весенний период. Математическую обработку данных проводили по Доспехову (9).

Результаты. Норма высева и срок посева семян оказывали значительное влияние на содержание пролина в листьях и морозоустойчивость растений озимого рыжика. Основные закономерности, полученные в ходе опыта, повторялись во все годы исследований. Так, в фазу розетки 3-5 листьев (октябрь) при воздействии на растения относительно высокой (10-12 °С) среднесуточной температуры содержание свободного пролина в листьях озимого рыжика было невысоким, а разница между вариантами опыта — незначительной (табл., рис.).

Во время второй фазы закаливания при среднесуточной температуре -3 °С и переходе растений к состоянию физиологического покоя содержание аминокислоты в листьях было выше, чем в период активного роста. Наиболее существенное повышение содержания пролина в листьях озимого рыжика отмечали при норме высева семян 6 млн/га и сроке посева 23 августа — соответственно 14 и 16 мг%, что свидетельствует о хорошей подготовленности растений к низким зимним температурам.

Содержание свободного пролина (мг%) в вегетативной массе растений озимого рыжика сорта Пензяк в зависимости от нормы высева и срока посева семян (Пензенская обл., 2001-2002 годы)

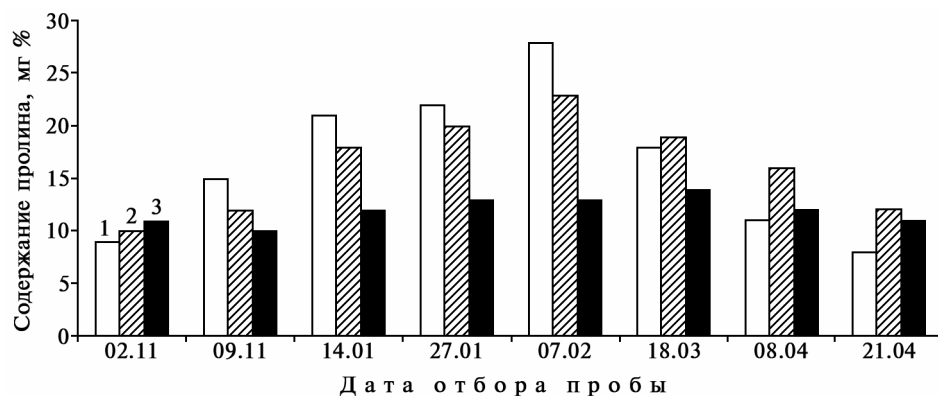
| Дата отбора пробы (t °С) | Норма высева семян, млн/га | Дата посева |
|--------------------------|----------------------------|-------------|
|--------------------------|----------------------------|-------------|

| | 6 | 7 | 8 | 9 | 23 августа | 5 сентября | 15 сентября |
|---|----|----|----|----|------------|------------|-------------|
| 1 октября (10 °С) | 10 | 13 | 13 | 14 | 10 | 12 | 15 |
| 25 октября (-3 °С) | 14 | 13 | 13 | 15 | 16 | 13 | 14 |
| 6 января (-31 °С) | 25 | 23 | 21 | 19 | 31 | 18 | 17 |
| 12 февраля (-3 °С) | 17 | 20 | 19 | 17 | 17 | 17 | 16 |
| 16 марта (-7 °С) | 20 | 20 | 18 | 17 | 21 | 18 | 15 |
| Выживаемость растений к началу весны, % | 81 | 78 | 73 | 69 | 87 | 68 | 65 |

П р и м е ч а н и е. Погрешность цифрового экспериментального материала по содержанию пролина составляла не более 5 %.

В критический период зимовки, когда минимальная температура воздуха достигала $-31\text{ }^{\circ}\text{C}$, максимальное содержание пролина (31 мг%) наблюдалось в листьях растений озимого рыжика, выросших из семян августовского срока посева. Это свидетельствует о наилучшей приспособленности растений к условиям криостресса, что подтверждается максимальными показателями выживаемости к началу весенней вегетации — 87 %. Высокие показатели по содержанию аминокислоты (25 мг%) и выживаемости растений рыжика (81 %) были отмечены также в варианте с наименьшей нормой высева семян (6 млн/га); при увеличении последней содержание пролина в растениях и морозоустойчивость пропорционально снижались.

В период резкого повышения температуры в феврале (до $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$) содержание криопротектора в листьях озимого рыжика во всех вариантах опыта значительно уменьшалось, а при последующем похолодании — вновь возрастало. Наиболее чувствительными к температурным изменениям оказались растения раннего срока посева (23 августа) и растения в варианте с наименьшей нормой высева семян (6 млн/га). В других вариантах растения озимого рыжика медленнее приспособлялись к резким перепадам температуры, что существенно снижало их морозоустойчивость и выживаемость.



Содержание свободного пролина в листьях озимого рыжика сорта Пензяк при разных сроках посева (Пензенская обл., 2000-2001 годы): 1, 2 и 3 — срок посева соответственно 23 августа, 5 и 15 сентября.

Таим образом, оптимальными факторами агротехнологии возделывания растений озимого рыжика, обеспечивающими устойчивость к морозам в условиях Пензенской области, являются норма высева 6-7 млн всхожих семян на 1 га и ранний срок посева (последняя декада августа). Содержание свободного пролина наряду с другими биохимическими и физиологическими показателями может быть успешно использовано в качестве диагностического теста при оценке влияния различных элементов агротехнологии на состояние зимующих растений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). Т 2. М., 2001.
2. Семенова Е.Ф., Буянкин В.И., Тарасов А.С. Масличный рыжик: биология, технология, эффективность. Новочеркасск, 2005.
3. Преснякова Е.В. Агроэкологическое изучение зимостойкости сортов озимой пшеницы в лесостепной зоне Поволжья. Канд. дис., 2003.
4. Стаценко А.П., Преснякова Е.В. Биохимический контроль морозостойкости озимых культур. Достижения науки и техники АПК, 2001, 1: 16-17.
5. Рыжик озимый Пензяк. А.с. № 36732 (Решение Государственной комиссии Российской Федерации по использованию и охране селекционных достижений от 24.01.2002 по заявке № 9811292 с датой приоритета 19.06.2001).
6. Беляк В.Б., Смирнов А.А., Семенова Е.Ф. и др. Методические рекомендации по возделыванию и семеноводству рыжика. М., 2004.
7. Методика государственного испытания сельскохозяйственных культур. М., 1985.
8. Методы определения морозостойкости растений /Под ред. И.И. Туманова. М., 1967.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., 1989.

ГНУ Пензенский НИИ сельского хозяйства,
442380 Пензенская обл., пгт. Лунино,
e-mail: spl@mail.ru

Поступила в редакцию
27 февраля 2007 года

BIOCHEMICAL MONITORING OF THE FROST-RESISTANCE IN WINTER PLANTS OF *Camelina sativa*

E.F. Semenova, E.V. Presnyakova

Summary

The influence of some elements of cultivation on frost-resistance formation in winter plants of *Camelina sativa* was studied. The dynamics of free proline content in rosellate leaves during plants wintering was estimated. It was shown that the proline content may be used successfully as diagnostic test for the estimation of influence of agronomical techniques on the state of wintering plants. The optimal parameters of agrotechnology of *Camelina sativa* plants providing the tolerance to the frost are the norm of sowing of 6-7 million of germinating seeds per hectare and the crop sowing at the last decade of August (early date of winter crops sowing in region).