

того же семейства (в частности Ceratophyllidae) играют одну из заметных или, наоборот (в Эфиопской области), незначительную роль в эпизоотиях чумы.

В Неарктической области штаммы чумы выделены от 16 видов четырех родов *Oropsyllini*, а в Палеарктической – только от 3-х видов одного рода (*Oropsylla*) этой трибы. В Голарктике от представителей *Ceratophyllini* возбудитель чумы изолирован от 33 видов одиннадцати родов, а в других областях – всего от 7 видов двух родов.

Всего три рода семейства Ceratophyllidae содержат виды, обнаруженные зараженными более чем в 1-ой зоогеографической области. Из них *Oropsylla* (*O. idahoensis*, *O. alaskensis*) и *Megabothris s.l.* – в Палеарктической и Неарктической областях, а *Nosopsyllus* (*N. fasciatus*), кроме того, и в Восточной и Неотропической областях.

Наибольшее число видов Ceratophyllidae, из особей которых выделен возбудитель чумы, зарегистрировано в родах *Nosopsyllus* (14), *Thrassis* (11), *Megabothris s.l.* (6), *Oropsylla*, *Opisocrostis*, *Orchopeas* (по 4).

Роль в эпизоотиях чумы особей отдельных подвидов одного и того же вида иногда весьма различна (*Nosopsyllus laeviceps laeviceps* одни из основных переносчиков возбудителя, а особи *N. l. ellobii* не отмечены инфицированными в очагах чумы).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гончаров А.И. Блохи (распространение, вовлечение в эпизоотии). – Ставрополь, 1993. 16.08.93. № ЧИ 22-85. В ВИНТИ. – М., 1993. – 257 с. Р.Ж. Зоопаразитология, 1994. № 2279 – 893.
2. Traub, R. The zoogeography and evolution of some fleas, lice and mammals // Fleas. – А.А. Balkema – Rotterdam, 1980. – P. 93-172.

#### **РОЛЬ МНОЖЕСТВЕННЫХ ФОРМ ФЕРМЕНТОВ СОИ В ПРОЦЕССЕ БИОХИМИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ К УСЛОВИЯМ ВЫРАЩИВАНИЯ**

Иваченко Л.Е.

*Благовещенский государственный  
педагогический университет  
Благовещенск, Россия*

Проблема биохимической адаптации живых организмов к постоянно меняющимся условиям внешней среды является одной из центральных в современных биологических исследованиях. Соответствующее направление

сравнительно молодо и стало активно развиваться в последней четверти XX века. Исследования проблемы адаптации на биохимическом уровне позволяют вскрыть тонкие механизмы взаимоотношения организма с окружающей средой и сохранения гомеостаза [1]. Общие закономерности стратегии биохимической адаптации животных достаточно широко изучены, однако для растений, особенно культурных, обобщения такого масштаба отсутствуют.

К биохимическим тест-системам, пригодным для оценки окружающей среды относятся, прежде всего, ферменты, как универсальные катализаторы и регуляторы обменных процессов в живой природе. Именно с регуляции метаболических процессов формируются первичные адаптивные реакции организма. Отзывчивость ферментных систем к изменениям условий среды неоднократно отмечена в литературе [2, 3]. Поэтому обнаружение ферментов-маркеров важно для быстрого и доступного изучения процессов биохимической адаптации и решения практических задач селекции. Соя – важнейшая белково-маслянистая культура мирового значения. Основным районом возделывания сои в нашей стране является Амурская область.

Целью исследования явилось изучение влияния метеорологических условий года на изменчивость электрофоретических спектров некоторых ферментов в семенах сои.

Материалом для исследований служила коллекция тридцати сортообразцов семян сои различного эколого-географического происхождения, полученная из ГНЦ ВИР РАСХН (г. Санкт-Петербург). Сою выращивали в 2000–2002 годах в учебном хозяйстве Дальневосточного Аграрного Университета. Электрофоретические спектры ферментов выявляли методом энзимэлектрофореза в полиакриламидном геле по Дэвису [4]. Окрашивание на геле зон с ферментативной активностью проводили гистохимическими методами [5].

Вегетационные периоды в годы исследований имели некоторые отличия от среднемноголетних по температурному режиму и количеству осадков. В 2000 году в период вегетации стояла жаркая погода, почти на 2 °С выше нормы, поэтому сумма активных температур была на 14 % выше нормы. Недостаток влаги отмечен в течение всего вегетационного периода года, что сказалось на развитии сои. Но позднее наступление заморозков позволило получить физиологически зрелые семена. 2001 год по температурным условиям соответствовал среднемноголетним данным. Дефицит влаги в течение всего периода вегетации сои был в

этом году основным лимитирующим фактором для формирования урожая. Вегетационный период 2002 года оказался благоприятным для роста и развития сои по сравнению с предыдущими годами и соответствовал среднепогодным данным.

В результате исследования электрофоретических спектров пяти ферментов основных метаболических путей в семенах сои выявлено, что в условиях 2000 года пероксидаза отличалась самой низкой гетерогенностью. Среди сортообразцов установлено от 2 до 5 форм фермента. Наиболее распространенными были две формы со средней электрофоретической подвижностью, остальные были минорными. В 2001 году, самыми распространенными были пять форм с невысокой и одна со средней электрофоретической подвижностью. Среди исследованных сортообразцов сои установлено от 5 до 11 форм пероксидазы. В 2002 году большинство сортообразцов имели от 2 до 6 форм. В этом году часто встречаемыми были форма с невысокой и две формы со средней электрофоретической подвижностью. Вероятно, высокая гетерогенность пероксидазы в семенах сои в 2001 году, обусловлена значительными осадками.

Количественные и качественные изменения спектров выявлены и для каталазы. За годы исследований в семенах сортообразцов сои выявлено 8 форм каталазы. В условиях 2000 года установили, что больше половины исследованных сортообразцов содержат две формы фермента со средней электрофоретической подвижностью и четыре формы с невысокой электрофоретической подвижностью. В условиях 2001 года выявлена невысокая гетерогенность каталазы. В этом году для большинства сортообразцов сои установлена одна форма фермента с невысокой и две с низкой электрофоретической подвижностью. Остальные формы были минорными. В 2002 году для всех сортообразцов сои установлена одна форма каталазы с невысокой и одна со средней электрофоретической подвижностью. Остальные формы представлены для немногих исследованных сортообразцов.

Для амилазного комплекса семян сои в 2000 - 2002 гг выявлены 10 форм. В условиях 2000 года установлена самая высокая гетерогенность фермента для всех исследованных сортообразцов сои. Наибольшей встречаемостью выделились две формы со средней и три с низкой электрофоретической подвижностью. В 2001 году амилазный комплекс наоборот отличился невысокой гетерогенностью. Наибольшей встречаемостью отличились одна форма амилазы со средней и одна с невысокой элек-

трофоретической подвижностью. В 2002 году амилазный комплекс семян сои незначительно отличался от 2001 года.

Эстеразный комплекс в исследованных семенах сои коллекции ВИР представлен 14 формами. В результате исследования в 2000 году для всех сортообразцов сои установлены девять форм фермента с разнообразной электрофоретической подвижностью. Пять сортообразцов имели дополнительную форму эстеразы. Небольшое количество форм фермента установлено для сортообразцов, содержащих в родословной дикую сою. В 2001 году эстеразный комплекс семян сои имел самую низкую гетерогенность. Для большинства сортов, выращенных в условиях этого года характерна одна форма фермента с высокой электрофоретической подвижностью. Практически отсутствовали формы эстеразы со средней электрофоретической подвижностью, имевшие дополнительные формы в 2000 году. В 2002 году почти для всех сортообразцов сои выявлена одна форма с невысокой и две с высокой электрофоретической подвижностью.

В семенах исследуемых сортообразцов сои выявлены 13 форм кислой фосфатазы. В 2000 году установлена высокая гетерогенность фермента. Наибольшей встречаемостью отличились шесть форм этого фермента с невысокой электрофоретической подвижностью. В этом году каждый сортообразец сои также содержал формы с высокой электрофоретической подвижностью, которые были минорными в дальнейших исследованиях. В 2001 и 2002 году почти все исследованные сортообразцы содержали от 3 до 6 форм кислой фосфатазы, причем одна форма была с невысокой и одна со средней электрофоретической подвижностью.

В результате исследований установлено, что сложные метеорологические условия 2000 и 2001 года значительно повлияли на распределение электрофоретических спектров исследуемых ферментов. В условиях 2000 года, когда в течение вегетационного периода стояла жаркая погода, в семенах сои выявлена самая низкая гетерогенность пероксидазы и высокая гетерогенность каталазы, кислой фосфатазы, амилазного и эстеразного комплексов. Недостаток осадков в 2001 году наоборот вызвал увеличение множественных форм пероксидазы и снижение гетерогенности других исследуемых ферментов. В 2000 - 2001 гг., в условиях стресса, установлена обратная зависимость между количеством множественных форм пероксидазы и каталазы.

Таким образом, различные условия выращивания сои в исследуемые годы приводят к

изменению гетерогенности ферментов основных метаболических путей, что свидетельствует о качественной стратегии биохимической адаптации растений, степень которой зависит от стрессора.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хочачко П. Биохимическая адаптация / П. Хочачко, Дж. Сомеро. – М.: Мир, 1988. – 568 с.
2. Лукьянова О.Н. Молекулярные биомаркеры / О.Н. Лукьянова. - Владивосток: Изд-во ДВГАЭУ, 2001. – 196 с.
3. Цветков И.Л. Кислая фосфатаза гидробонтов как фермент индикатор биохимической адаптации к воздействиям токсических веществ / И.Л. Цветков, [и др.]. // Известия А.Н. (серия биология). – 1997.– № 5. – С. 539-545.
4. Devis B. J. Disc electrophoresis. 11. Method and application to human serum proteinase / B.J. Devis. // Ann. N.Y.Acad. Sci. – 1964. – V. 121. – № 1. – P. 404-427.
5. Левитес, Е. В. Генетика изоферментов растений / Е. В. Левитес. – Новосибирск: Наука, 1986. – 145 с.

#### БИОХИМИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ, ИСПОЛЬЗУЮЩИЕСЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ СЕВЕРНОГО БАССЕЙНА

Овчинникова С.И., Тимакова Л.И.,  
Панова Н.А.

*Мурманский государственный технический  
университет, кафедра биохимии  
Мурманск, Россия*

Был проведен сравнительный анализ биоэнергетического состояния рыб семейства Тресковые, *Gadidae*, (пикша, *Melanogrammus aeglefinus*, треска, *Gadus morhua morhua*, сайка, *Boreogadus saida*, сайда, *Pollachius virensi*) и семейства Камбаловые, *Pleuronectidae*, (морская камбала, *Platessa platessa*, палтус синекорый, *Reinhardtius hippoglossoides*) обладающих разной двигательной активностью. Использовались такие биохимические маркеры, как содержание аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ), аденозиндифосфорной кислоты (АДФ), аденозинмонофосфорной кислоты (АМФ), величина аденилатного энергетического заряда (АЭЗ) и процентное соотношение компонентов фракций адениловых нуклеотидов (АД) в белых мышцах самцов и самок в различные периоды годового цикла.

В работе представлены результаты сравнительного анализа для морской камбалы и

трески. Проанализированы особенности сезонной динамики содержания адениловых нуклеотидов, величины АЭЗ и процентного соотношения АТФ: АДФ: АМФ в белых мышцах рыб. Определены половая специфика и причины различий в обмене адениловых нуклеотидов у самцов и самок морской камбалы и трески. Установлено, что наименьшее суммарное содержание АД и АТФ, было характерно для преднерестового периода. Для этого этапа АЭЗ имеет низкие значения. Преднерестовый период также характеризуется наибольшим количеством АМФ в белых мышцах. Ближе к нересту наблюдалось значительное повышение содержания АТФ в мышцах самцов морской камбалы – в 3,2 раза, самок – в 2,5 раза по сравнению с преднерестовым периодом. Для трески в период нереста характерно увеличение количества АТФ в 2,4 раза у самцов и в 1,6 раза у самок по сравнению с преднерестовым периодом. У самцов морской камбалы в период нереста уровень АДФ и АМФ понизился в 1,5 и в 10 раз, у самок – в 1,4 и 3,4 раза соответственно. В мышечной ткани трески во время нереста содержание АДФ и АМФ уменьшилось в 1,7 и в 13 раз у самцов, в 1,4 и в 2,9 раза у самок. Начало восстановительного периода характеризовалось более низким уровнем АТФ по сравнению с предыдущими значениями: в 2,4 и 2,1 раза у самцов и самок морской камбалы, в 2 и 1,3 раза у самцов и самок трески. Значительную разницу колебаний уровня АТФ у самцов следует объяснить большими энергетическими расходами в период размножения. Содержание АДФ в посленерестовый период возрастало: в 1,7 и 2 раза у самцов и самок морской камбалы, в 2 и 2,2 раза у самцов и самок трески. В посленерестовом периоде зафиксированы максимумы содержания АДФ у морской камбалы и трески обоих полов. Количество АМФ в белых мышцах самцов и самок морской камбалы и трески также было больше, чем в период нереста: у самцов, соответственно, в 9,8 и 13,5 раза, у самок в 3 и в 2,8 раза. В преднерестовый, нерестовый и посленерестовый периоды выявлены различия в энергетическом обеспечении мышечной ткани самцов и самок, связанные, вероятно, с их разной ролью в репродуктивном процессе и особенно выраженные в период нереста. Содержание АТФ у самок в эти периоды было ниже, чем у самцов: для морской камбалы в преднерестовый период разница составила 21,6%, в период нереста – 37,5%, в посленерестовый период – 30,2%. В аналогичные периоды для трески показатели содержания АТФ у самок были ниже, чем у самцов соответственно на 19,8%, 45,4% и 18%. В преднерестовый период для самцов