



Библиографический список

1. Ву Т. Благоприятные лечебные эффекты экзотических съедобных грибов // Бюл. МАГ. 1996. С.12–17.
2. Bender S., Lonergan G.T., Backhaus J., Cross R.F., Dumitrac-Anghel C.N. The antibiotic activity of the edible and medicinal mushroom *Lentinus edodes* (Berk.) Sing. // Intern. J. Medicinal Mushrooms. 2001. Vol.3. P.118.
3. Белова Н.В. Перспективы использования биологически активных соединений высших базидиомитетов в России // Микол. и фитопатол. 2004. Т.38, вып.2. С.1–7.
4. Tang Y.J., Zhong J.J. Fed-batch fermentation of *Ganoderma lucidum* for hyperproduction of polysaccharide and ganoderic acid // Enzyme and Microbial Technology. 2002. Vol. 31. P.20–28.
5. Грушенко М.М. Совместное использование фенол-серникоксидного и толуидинового способов определения сахаров как метод изучения углеводного состава лигноуглеводного комплекса // Лигноуглеводные комплексы древесины. Рига, 1978. С.32–35.
6. Babitskaya V.G., Scherba V.V., Mitropolskaya N.Y. Exopolysaccharides of some medicinal mushrooms: production and composition // Intern. J. Medicinal Mushrooms. 2000. Vol.2. P.51–54.
7. Lowry O.M. Protein measurement with the Folin phenol reagent // J. Biol. Chem. 1951. №193. P.265–275.
8. Bradford M.M. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding // Anal. Biochem. 1976. Vol.72, №1–2. P.248–254.
9. Бробст К.М. Методы исследования углеводов / Под ред. А.Я. Хорлина. М., 1975. 445 с.
10. Gutiérrez A., Prieto A., Martínez A.T. Structural characterization of extracellular polysaccharides produced by fungi from the genus *Pleurotus* // Carbohydrate Research. 1996. Vol.281. P.143–154.
11. Mizuno T. The extraction and development of antitumour-active polysaccharides from medicinal mushrooms // Intern. J. Medicinal Mushrooms. 1999. Vol.1, №1. P.9–29.

УДК 577. 124

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПО СОДЕРЖАНИЮ ЛЕКТИНА

Н.И. Старичкова, Е.В. Надкерничная*, Л.И. Крапивина**,
Н.В. Безверхова, Л.П. Антонюк**

Саратовский государственный университет

E-mail: biofak@sgu.ru

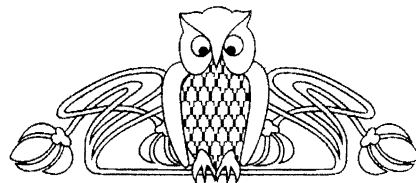
*Институт сельскохозяйственной микробиологии Украинской академии аграрных наук

E-mail: yugb@rambler.ru

**Учреждение Российской академии наук

Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН

E-mail: Ant306@ibppm.sgu.ru



Для получения более полных сведений о функциях лектина пшеницы (агглютинина зародышей, АЗП) актуальным стало выявление сортов, резко контрастных по содержанию данного белка. С этой целью была оценена сортовая вариабельность АЗП в семенах 33 сортов яровой пшеницы, выведенной в двух разных селекционных центрах: Саратовском и Харьковском. Кроме того, оценивали модификационную изменчивость пластичного сорта Саратовская 29. Установлено, что наибольшая вариабельность по содержанию лектина характерна для сортов мягкой пшеницы саратовской селекции. Так как у вегетирующих растений АЗП принимает участие в адаптации к стрессам и взаимодействует с корневой микрофлорой, предполагается, что высокая сортовая вариабельность признака у саратовских пшениц связана с более континентальным климатом, в котором велась селекция.

Ключевые слова: пшеница, лектин, агглютинин зародышей пшеницы, изменчивость.

Estimation of Perspective Varieties of Spring Wheat on the Lectin Content

N.I. Starichkova, E.V. Nadkernichnaya, L.I. Krapivina,
N.V. Bezverkhova, L.P. Antonyuk

For field experiments in an effort to elucidate functions of the wheat lectin (wheat germ agglutinin, WGA), the establishment of varieties sharply contrasting in the lectin content is very important. As the starting point for solution of this problem we studied the WGA vari-

ability in the seeds of 33 spring wheat varieties obtained in two different breeding centers: Saratov's and Kharkov's those. The variability in response to environment for Saratovskaya 29 was also estimated. It was found that the maximal variability in the WGA seed content is intrinsic to varieties of soft wheat originated from Saratov's breeding center. WGA is known to involve in the wheat adaptation to stresses and to interact with root microflora; taking into account this fact we propose that the high variability of wheats from Saratov region is associated with more continental climate in which the breeding of the tested varieties was performed.

Key words: wheat, lectin, wheat germ agglutinin, variability.

Пшеница занимает самые большие посевные площади в мировом земледелии. Неудивительно, что эта культура вызывает большой интерес исследователей; по пшеницам накоплен обширный массив экспериментальных данных, в том числе и по белкам зерновки [1–5]. Тем не менее многие вопросы остаются до сих пор неисследованными; в частности, пока не получены строгие доказательства функций одного из белков – агглютинина зародышей пшеницы (АЗП).



АЗП – лектин (т.е. белок, способный обратимо и специфично связываться с простыми углеводами и углеводными фрагментами сложных молекул), причем лектин высококонсервативный: АЗП-подобные (иммунохимически родственные АЗП) лектины обнаружены у 90 видов злаков [6]. Мягкие пшеницы (*Triticum aestivum*), занимающие наибольшие посевные площади, имеют гексаплоидный геном, образованный слиянием трех геномов – А^u, В и D; и поскольку АЗП состоит из двух одинаковых субъединиц, растения мягкой пшеницы могут содержать 6 изолектинов, характеризующихся 93–95-процентной идентичностью по нуклеотидным и аминокислотным последовательностям [7–8]. В твердых пшеницах (*T. durum*, геном А^uВ) АЗП представлен также несколькими изоформами, однако изоформный состав лектина вряд ли жестко связан с его функцией. АЗП, независимо от числа изоформ, является хитинспецифичным лектином, т.е. связывается с N-ацетил-D-глюкозамином, его олигомерами или полимером – хитином. Известно, что функции данного лектина связаны с его специфичностью.

АЗП впервые обнаружен и выделен из зародышей пшеницы (что и предопределило его название), однако этот белок присутствует в растениях на протяжении всего онтогенеза и, как оказалось, важен для нормального роста растения и его адаптации к биотическим и абиотическим факторам внешней среды [6, 9]. Известно, что состав белков растения предопределен генетически, однако уровень синтеза того или иного белка в семенах пшеницы зависит от многих факторов, в том числе и от условий питания растения, на котором сформированы анализируемые семена [10]. Аналогичные закономерности имеют место и в случае взрослых растений пшеницы [11].

Важной особенностью АЗП является то, что он экскретируется корнями в местах наибольшего скопления микробов [6, 9], в частности азоспирилл. Накоплено много экспериментальных данных, свидетельствующих о том, что лектин пшеницы в естественных условиях вовлечен в несколько жизненно важных для растения процессов. Во-первых,

он принимает участие в ответе растения на стрессы, в частности, в формировании состояния неспецифической устойчивости к стрессам [6, 12]. Во-вторых, этот белок взаимодействует с грибами-патогенами, препятствуя колонизации и заражению растения [6, 13]. И наконец, лектин пшеницы взаимодействует с рост-стимулирующими ризобактериями. Предполагается, что он способствует как колонизации растения полезными для него микробами, так и формированию устойчивых и эффективных фитосимбиозов, по крайней мере с азоспириллами [9, 12, 15].

Важно получить прямые доказательства хотя бы одной из предполагаемых функций АЗП, что, как оказалось, связано с большими методическими трудностями. Это обусловлено в первую очередь невозможностью получения безлектиновых мутантов пшениц: подобные попытки оказываются безуспешными, видимо, из-за летальности мутации. Реализовать подходы, связанные с ингибированием углеводсвязывающих сайтов лектина, также не удастся – растение почти немедленно отвечает на подобные попытки резким увеличением синтеза лектина. В связи с этим большое значение приобретает создание наборов образцов семян, близких генетически (или генетически идентичных), но значительно различающихся по содержанию АЗП. Это, в свою очередь, ставит задачу оценки сортов пшеницы по признаку «содержание АЗП». Так как симбиоз растений пшеницы с его корневой микрофлорой формируется в самом начале вегетационного периода, целесообразно оценивать уровень лектина не только в семенах, но и в проростках.

Материалы и методы

Материалом для исследования служили сорта мягких и твердых пшениц саратовской селекции (предоставленные сотрудниками Института сельского хозяйства Юго-Востока, г. Саратов) и украинской селекции (Институт растениеводства им. В.Я. Юрьева, г. Харьков). Все использованные в работе сорта приведены в табл. 1 и 2. Содержание АЗП в семенах и проростках пшеницы оценивали по биологической активности этого лектина – его способности агглютинировать



Таблица 1

**Вариабельность признака «содержание АЗП»
у сортов яровой пшеницы саратовской селекции**

Сорт пшеницы	Титр РГА
Мягкая пшеница	
Саратовская 29	1 : 1024
Саратовская 33	1 : 416
Саратовская 36	1 : 416
Саратовская 38	1 : 181
Саратовская 39	1 : 181
Саратовская 42	1 : 223
Саратовская 44	1 : 416
Саратовская 45	1 : 223
Саратовская 46	1 : 3104
Саратовская 48	1 : 416
Саратовская 49	1 : 223
Саратовская 50	1 : 362
Саратовская 51	1 : 832
Саратовская 52	1 : 6208
Саратовская 54	1 : 416
Саратовская 210	1 : 416
Альбидум 43	1 : 223
Твердая пшеница	
Саратовская 40	1 : 416
Саратовская 41	1 : 223
Саратовская 47	1 : 119
Саратовская 53	1 : 832
Гордеиформе 432	1 : 832
Мелянопус 26	1 : 832
Саратовская 29, выращенная в разных условиях	
Саратовская 29 (богара)	1 : 36
Саратовская 29 (+ орошение)	1 : 80
Саратовская 29 (+ орошение + NPK)	1 : 512

Таблица 2

**Вариабельность признака «содержание АЗП»
у сортов яровой пшеницы украинской селекции**

Сорт пшеницы	Титр РГА
Мягкая пшеница	
Скороспелка	1 : 16
Героиня	1 : 20
Харьковская 26	1 : 12
Этюд	1 : 32
Ранняя 93	1 : 12
Варяг	1 : 32
Твердая пшеница	
Харьковская 27	1 : 64
Чало	1 : 36
Спадщина	1 : 128
Мелянопус 69	1 : 64

эритроциты кроликов. В реакции гемагглютинации (РГА) анализировали экстракты семян и проростков пшеницы. При работе с сортами саратовской селекции в РГА использовали трипсинизированные эритроциты кролика, в случае сортов украинской селекции использовали нативные, т.е. не обработанные трипсином, эритроциты кролика. Данный биотест, как известно [7], является высокочувствительным для АЗП и выявляет до 5 мкг этого лектина в образце. Оба варианта РГА по чувствительности отличаются незначительно, что позволяет использовать оба варианта метода.

Экстракт из семян получали следующим образом: целое зерно с неповрежденным зародышем размалывали на лабораторной мельнице, к навеске полученного шрота добавляли 0.05N HCl и оставляли на несколько часов для экстракции, которую проводили при встряхивании; экстракты осветляли центрифугированием, pH доводили до нейтрального с использованием NaOH.

Проростки получали из поверхностно стерилизованных семян пшеницы сорта Саратовская 29, которые проращивали в чашках Петри (на фильтровальной бумаге, смоченной дистиллированной водой) в термостате в течение 4 сут при 24°C. Замороженные корни растирали в ступке, лектин из корней экстрагировали 0.05N HCl, в которую были добавлены ЭДГА и аскорбиновая кислота до конечных концентраций 5 мМ. Экстракты осветляли центрифугированием и подщелачивали до pH 7.5.

РГА проводили в иммунологических планшетах с U-образными лунками. В лунки вносили 2-процентную суспензию нативных или обработанных трипсином эритроцитов кролика, фосфатно-солевой буфер и анализируемый экстракт в последовательных двукратных разведениях. Результаты РГА оценивали визуально после двух часов инкубации планшетов при комнатной температуре. О лектиновой активности в экстрактах судили по конечному разведению экстракта, вызывающего реакцию гемагглютинации. Данные представлены в виде среднего из трех или более повторностей.



Результаты и их обсуждение

Как видно из представленных в табл. 1 данных, сорта мягкой пшеницы значительно различались по содержанию лектина в семенах. В коллекции протестированных сортов *T. aestivum* можно выделить три группы: с высоким, низким и средним содержанием лектина. Группа пшениц с высоким уровнем содержания АЗП в семенах включает 3 сорта, это – Саратовская 29, Саратовская 46 и Саратовская 52. У трех вышеупомянутых сортов в АЗП-содержащих экстрактах, разбавленных в 1000 раз и выше, еще выявляется гемагглютинирующая активность этого белка (см. табл. 1). Наименьший уровень содержания лектина был выявлен у сортов Саратовская 38 и Саратовская 39: в экстрактах, разведенных в среднем более чем в ~180 раз, лектиновая активность в случае этих сортов уже не выявлялась. Остальные 12 сортов занимают промежуточное положение по содержанию АЗП в семенах – средние конечные разведения экстрактов, выявляющие тестируемый белок, колебались в этой группе между значениями 1 : 223 и 1 : 832. Важно отметить отсутствие резких границ между группой сортов со средним уровнем содержания АЗП, с одной стороны, и группами с низким или высоким содержанием лектина, с другой. Проведенный нами анализ показал, что генотипическая вариабельность признака «содержание лектина пшеницы» у яровых мягких пшениц саратовской селекции исключительно высока: максимальные и минимальные значения этого признака имеют более чем 30-кратные отличия.

Несколько иную картину генетической вариабельности признака наблюдали в группе сортов твердой пшеницы, которая была значительно меньше первой и включала 6 сортов (см. табл. 1). Половина проанализированных сортов (Саратовская 53, Гордеиформе 432 и Мелянопус 26) имела одинаковый и относительно высокий уровень АЗП: максимальное разведение экстракта, при котором лектин еще выявлялся, составляло 1 : 832. Точно такой же уровень лектина имел один из сортов мягкой пшеницы – Саратовская 51. Остальные три сорта *T. durum* имели более низкое содержание лектина в зерновках (см. табл. 1). Сорт Саратовская 47, как оказалось,

имел самый низкий уровень АЗП среди всех 23 сортов саратовской селекции: лектиновая активность в его зерновках выявлялась при разведении экстракта в среднем не выше 1 : 119.

Как уже упоминалось, АЗП присутствует в растении на протяжении всего онтогенеза и важен для адаптации растений пшеницы к стрессовым факторам биотического и абиотического происхождения [6, 9]. В связи с этим представляет интерес оценка его содержания в проростках, т.е. на том этапе онтогенеза, когда формируется корневая микрофлора растения (предполагают, что экскретуемый и находящийся на поверхности корня АЗП важен для формирования микробиоценоза корня).

Для оценки содержания этого углеводсвязывающего белка в проростках был взят сорт Саратовская 29, генотип которого предопределяет достаточно высокое содержание АЗП в семенах (см. табл. 1, верхняя строка). Мы анализировали проростки, полученные из семян сорта Саратовская 29 урожая 1997 г., достаточно благоприятного по климатическим условиям. Отдельно тестировали на содержание лектина проростки, полученные из семян трех типов (одного и того же сорта). В первом случае зерновки пшеницы сформировались на растениях пшеницы, которые росли в естественных климатических условиях. Кроме того, были проанализированы семена, сформированные на двух соседних делянках, на одной из которых растения поливались, а на второй – поливались и удобрялись (N, P и K – 120, 100 и 60 кг действующего вещества на га соответственно).

Как видно из полученных данных (см. табл. 1, три нижние строки), чем благоприятнее были условия, в которых формируется покоящая стадия растения пшеницы (зерновка), тем выше уровень АЗП в проростках пшеницы следующей генерации. Так, в случае наиболее благоприятных условий, когда растения и орошались, и удобрялись, содержание АЗП в корнях 4-суточных проростков было на порядок выше, чем в корнях проростков, полученных из семян, сформированных на контрольных растениях (т.е. без удобрения и орошения). Важно отметить, что полученные нами данные хорошо согласуются с данными австралийских ученых [10] и



позволяют предположить высокий уровень модификационной изменчивости по АЗП различных видов пшениц. Интересно, что у пшениц белки, даже совпадающие по тканевой локализации, но различные по выполняемой ими функции, отличаются по уровню модификационной изменчивости [16].

Проведенный анализ показал, что сорта твердых пшениц украинской селекции в целом содержат больше лектина в семенах по сравнению с мягкими пшеницами (см. табл. 2). Так, в случае твердых сортов максимальное разведение экстракта, в котором еще выявлялся лектин, колебалось между 1:36 и 1:128, в то время как аналогичный диапазон для мягких пшениц был от 1:12 до 1:32. В целом генотипическая вариабельность признака в выборках мягких и твердых пшениц украинской селекции была ниже, чем в случае саратовских. Так, превышение максимального значения над минимальным в случае твердых пшениц составило 3.5, а в случае мягких – 2.7.

Меньшая генетическая вариабельность признака «содержание лектина пшеницы», обнаруженная у украинских сортов по сравнению с саратовскими, возможно, связана с меньшей выборкой, взятой для анализа. Однако это, безусловно, не единственная причина, так как при равенстве выборок: 6 сортов твердой пшеницы саратовской селекции и 6 сортов мягкой пшеницы украинской селекции – превышение максимального значения над минимальным в первом случае (саратовские сорта) было 7-кратным, а во втором – в половину ниже (аналогичный показатель – 3.5).

Насколько нам известно, в селекционных программах создания сортов пшениц никогда не производилось отбора по такому признаку, как содержание АЗП в семенах (проростках, взрослых растениях). Это связано, в первую очередь, с тем обстоятельством, что лектин пшеницы не имеет прямого отношения к качеству хлеба – продукта, ради которого и возделывается человеком данная культура, а вклад этого белка в «здоровье» растения (а значит, в конечном счете и в продуктивность) пока строго не доказан. Проведенное недавно исследование спектра белков, содержащихся в муке пшеницы сортов Саратовская 29 и Акмолинка 1 показало, что

на уровень содержания того или иного белка зерновки существенное влияние оказывают климатические условия [11]. Так, одна и та же партия семян, прошедшая генерацию в более континентальном климате (Казахстан), имела в семенах следующего поколения сниженное количество двух групп низкомолекулярных белков и повышенное – группы относительно высокомолекулярных белков (по сравнению с семенами, полученными в условиях менее континентального климата). Роль условий произрастания была выявлена и в другом исследовании [17].

Сопоставление полученных данных с вышеупомянутыми [11] позволяет думать, что одной из причин большей вариабельности сортов пшеницы по признаку «содержание АЗП» является географическое положение селекционных центров, в которых были получены протестированные нами сорта. Так как АЗП – белок, индуцируемый разнообразными стрессами [6], то более континентальный, т.е. более богатый стрессами климат должен давать и большую вариабельность этого признака. Поскольку задача получения образцов семян, контрастных по содержанию АЗП (различающихся друг с другом в десятки раз) остается исключительно важной для получения убедительных результатов о функциях лектина пшеницы, это обстоятельство необходимо учитывать при создании исходной коллекции для тестирования пшениц по содержанию АЗП.

Выводы

Анализ 33-х сортов яровой пшеницы по содержанию АЗП показал, что наибольшая вариабельность признака характерна для мягких пшениц саратовской селекции. Разница между сортом с максимальным уровнем этого белка (Саратовская 52) и минимальным (Саратовская 38 или Саратовская 39) была более чем 30-кратной.

При создании наборов образцов семян пшеницы, значительно различающихся по содержанию АЗП, рекомендуется использовать большие выборки сортов (не менее 17–20 сортов), полученных в селекционных центрах с возможно более континентальным климатом.

Обнаружен высокий уровень модификационной изменчивости по признаку «содер-



жание лектина пшеницы», характерный, по крайней мере, для одного сорта яровой мягкой пшеницы – Саратовская 29. Целесообразно изучить модификационную изменчивость по этому признаку у пшениц более широко и при высоком ее уровне у других сортов использовать эту особенность пшениц для создания наборов образцов семян, контрастных по содержанию АЗП.

Благодарим доктора сельскохозяйственных наук профессора Саратовского государственного аграрного университета им. Н.И. Вавилова Ю.В. Лобачева за предоставление семян растений пшеницы сорта Саратовская 29, выращенных в различных условиях.

Библиографический список

1. Дорощев В.Ф., Удачин Р.А., Семенова Л.В., Новикова М.В., Градчатинова О.Д., Шитова И.П., Мережеко А.Ф., Филатенко А.А. Пшеницы мира. Л., 1987. 560 с.
2. Конарев В.Г. Белки пшеницы. М., 1980. 351 с.
3. Бебякин В.М., Старичкова Н.И. Диаллельный анализ содержания белка в зерне яровой твердой пшеницы и генетические свойства некоторых сортов // Вестн. с.-х. науки. 1991. №10. С.91–95.
4. Бебякин В.М., Звягина Ю.Ю., Кибкало И.А., Старичкова Н.И. Изменчивость показателей гидрофобных взаимодействий в белковом комплексе клейковины и эффективность отбора по ним в селекционном питомнике // Вестн. СГАУ им. Н.И. Вавилова. 2002. №2. С.51–54.
5. Бебякин В.М., Старичкова Н.И. Фенотипическая стабильность показателей амилотической активности зерна яровой мягкой пшеницы в зависимости от генотипа // Вестн. СГАУ им. Н.И. Вавилова. 2005. №2. С.3–5.
6. Шакирова Ф.М., Безрукова М.В. Современные представления о предполагаемых функциях лектинов растений // Журн. общей биологии. 2007. Т. 68, №2. С.98–114.
7. Peumans W.J. Biochemistry, cell-biology, physiology, biosynthesis and function of gramineae lectins. Leuven, Katholike Univ. 1984.
8. Smith J.J., Raikhel N.V. Nucleotide sequences of cDNA clones encoding wheat germ agglutinin isolectins A and D // Plant Mol. Biol. 1989. Vol.13, №5. P.601–603.
9. Антонюк Л.П. Растительные лектины как факторы коммуникации в симбиозах // Молекулярные основы взаимодействия ассоциативных микроорганизмов с растениями / Под ред. В.В. Игнатова. М., 2005. С.118–159.
10. Tabe L., Hagan N., Higgins T.J. Plasticity of seed protein composition in response to nitrogen and sulfur availability // Curr. Opin. Plant Biol. 2002. Vol.5, №3. P.212–217.
11. Колпакова В.В., Молчанова Е.Н., Васильев А.В., Чумкина Л.В. Физико-химические свойства белков пшеницы, выращенной в резко контрастных климатических условиях // Прикладная биохимия и микробиология. 2007. Т.43, №3. С.382–390.
12. Бабаша А.В. Изменение содержания агглютинина зародышей пшеницы в растениях, обработанных перекисью водорода // Прикладная биохимия и микробиология. 2006. Т.42, №2. С.247–251.
13. Хайруллин Р.М. Роль анионных пероксидаз и агглютинина зародыша в реакциях пшеницы на грибную инфекцию: Дис. ... д-ра биол. наук. Казанский институт биохимии и биофизики РАН. Казань, 2001. 292 с.
14. Антонюк Л.П., Игнатов В.В. О роли агглютинина зародышей пшеницы в растительно-бактериальном взаимодействии: гипотеза и экспериментальные данные в ее поддержку // Физиология растений. 2001. Т.48, №3. С.427–433.
15. Bashan Y., Holguin G., de-Bashan L.E. Azospirillum-plant relationships: physiological, molecular, agricultural, and environmental advances (1997–2003) // Canadian Journal of Microbiology. 2004. Vol.50, №8. P.521–577.
16. Антонюк Л.П., Евсеева Н.В. Лектин пшеницы как фактор растительно-микробной коммуникации и белок стрессового ответа // Микробиология. 2006. Т.75, №4. С.544–549.
17. Бебякин В.М., Старичкова Н.И., Дорогобед А.А. Качество зерна пшеницы в зависимости от сорта и условий произрастания // Зерновое хозяйство. 2003. №3. С.22–24.

УДК 579.222.2:579.252.5

АКТИВНОСТЬ ДЕГИДРОГЕНАЗ В НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВАХ КАК ИНСТРУМЕНТ МОНИТОРИНГА ТЕХНОЛОГИЙ БИОРЕМЕДИАЦИИ

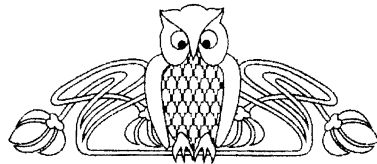
Е.В. Плешакова*, Е.Г. Кабанцева, В.С. Черновол

Саратовский государственный университет

E-mail: biofac@sgu.ru

* Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН, Саратов

E-mail: ecbio@ibppm.sgu.ru



В лабораторных экспериментах изучена динамика активности дегидрогеназ в нефтезагрязненной почве южного чернозема в процессе самоочищения и при использовании двух приемов ремедиации: стимуляции естественной микрофлоры и интродукции активного нефтеокисляющего штамма *Dietzia maris* AM3. Показано, что активность дегидрогеназ целесообразно исполь-

зовать для оценки начальных процессов биостимуляции и для мониторинга хода ремедиации при биоаугментации.

Ключевые слова: нефтезагрязненная почва, биоремедиация, стимуляция аборигенной микрофлоры, интродукция штамма *Dietzia maris* AM3, активность дегидрогеназ.