

ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЯДРЫШКОВЫХ ОРГАНИЗАТОРОВ ХРОМОСОМ У ЛИСТВЕННИЦЫ СУКАЧЕВА В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Проведены исследования функциональной активности ядрышковых организаторов хромосом у лиственницы Сукачева, произрастающей в различных экологических условиях (при промышленном загрязнении различной интенсивности в сравнении с контролем). Полученные результаты свидетельствуют о повышении функциональной активности ядрышковых организаторов хромосом у лиственницы Сукачева в условиях техногенного загрязнения.

Ключевые слова: ядрышковые организаторы хромосом, лиственница Сукачева, промышленное загрязнение.

Функциональное состояние генов рРНК возможно оценить путем цитологического изучения ядрышек интерфазного ядра, размеры которых находятся в прямой зависимости от степени активности этих генов [4]. Именно ядрышковая активность оказалась наиболее показательным цитологическим критерием оценки стрессового воздействия на организм при создании шкалы чувствительности для экологического мониторинга [2]. Исследования нуклеолярных районов хромосом у различных видов хвойных достаточно многочисленны, подобные работы проводились и на примере лиственницы Сукачева [6], [8], [9], где авторами, в основном, изучался полиморфизм ядрышкообразующих хромосом. Однако вопросы исследования функциональной активности ядрышковых организаторов хромосом у лиственницы Сукачева в литературе практически не обсуждались.

В настоящей работе представлены результаты исследования функциональной активности ядрышковых организаторов хромосом у лиственницы Сукачева, произрастающей в различных экологических условиях (при промышленном загрязнении различной интенсивности в сравнении с контролем и фоновыми условиями). Всего исследовано 5 пробных площадей (ПП) на территории Челябинской области и Башкортостана. На выбранных ПП оценивалось жизненное состояние древостоев согласно классификации В.А.Алексеева [1]. При анализе результатов учитывались климатические условия, а также комплексная характеристика интенсивности загрязненности территорий по состоянию атмосферного воздуха, водоемов и почвенного покрова.

В районе г. Златоуста ПП находится в условиях сильного загрязнения, так как расположена на расстоянии нескольких сот метров от промышленной зоны, в которую входят металлургический комбинат, завод металлоконструкций, абразивный завод и ряд других производств. Выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников в г. Златоусте в годы исследований составляли 8–10 тыс. т в год, при высоком уровне загрязнения атмосферы (ИЗА–7.6). Данная ПП представлена взрослыми, в основном суховершинными деревьями, имеющими и другие многочисленные видимые повреждения, состояние древостоя на ней определено, как сильно ослабленное.

В районе г. Миасса ПП расположена на расстоянии 10 км от города, многочисленные промышленные предприятия которого выбрасывают в атмосферу около 10 тыс. т загрязняющих веществ в год. Из-за значительного удаления от города ПП подвержена только умеренному загрязнению, на ней, однако, уже имеются видимые повреждения деревьев, состояние древостоя определено как ослабленное.

В районе пос. Веселовка ПП находится на расстоянии 20 км южнее г. Златоуста, представлена средневозрастными деревьями, находящимися в отличном состоянии, использована нами как контрольная. Жизненное состояние древостоя определено как здоровое.

Другие ПП расположены в различных регионах Башкортостана: пос. Караидель – на северо-востоке, в районе Уфимского плато; пос. Зилаир – на юге, в районе Зилаирского плато. Жизненное состояние их древостоев здоровое, использованы нами для характеристики «фоновых» значений.

В качестве материала для проведения исследований использована меристематическая ткань проростков семян. В качестве методов использовали общепринятые рекомендации окрашивания ядрышек, адаптированные применительно к хвойным породам [7]. Давленные препараты изучали при помощи микроскопа ЛЮМАМ Р8, используя объективы x40 или x100. Исследовали с каждой пробной площади не менее 100 клеток (микрофотография клеток с ядрышками представлена на рисунке 1). В результате исследований определяли максимальное и среднее число ядрышек на клетку, а также показатели ядерно-ядрышковых отношений по весу их проекций на бумагу [5]. Статистическую обработку результатов проводили общепринятыми методами [3].

Результаты проведенных исследований показали, что среднее число ядрышек на клетку варьирует незначительно и составляет на различных ПП 2–3 ядрышка. Максимальное же число ядрышек на исследованных ПП варьирует от 4 до 6, причем наиболее высокое значение этого показателя наблюдается в условиях техногенного загрязнения.

В этих же условиях наблюдаются более низкие значения ядерно-ядрышковых отношений, они на 3–4 единицы ниже, чем в относительно чистых и оптимальных условиях (чем меньше этот показатель, тем больше объем ядрышек), что, несомненно, определяет тенденцию увеличения ак-

тивности ядрышкообразующей системы у лиственницы Сукачева в стрессовых условиях (таблица, рисунок 2). Полученные данные согласуются с результатами ранее проведенных исследований у лиственницы Сукачева ядрышкообразующих районов хромосом, анализ которых показывает наличие высокого полиморфизма по числу, частоте встречаемости и особенно локализации вторичных перетяжек в их кариотипах.

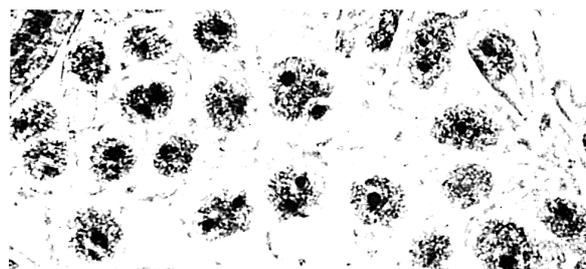


Рисунок 1. Микрофотография меристематических клеток лиственницы Сукачева с различным числом ядрышек

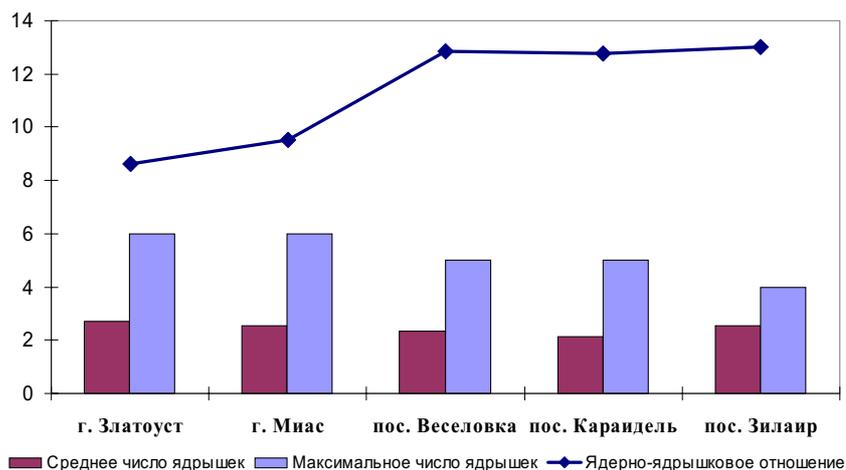


Рисунок 2. Показатели ядрышковой активности лиственницы Сукачева из условий промышленного загрязнения и контроля

Таблица. Показатели ядрышковой активности у лиственницы Сукачева в различных экологических условиях

Местонахождение пробной площади	Число ядрышек на клетку			Ядерно-ядрышковое отношение	
	максимальное значение	среднее значение ±ошибка	коэффициент вариации	среднее значение ±ошибка	коэффициент вариации
г. Златоуст**	6	2,73±0,08	28,00	8,64±0,29	33,10
г. Миасс*	6	2,54±0,08	32,10	9,51±0,31	32,40
пос. Веселовка	5	2,34±0,09	36,50	12,85±0,47	36,20
пос. Караидель	5	2,56±0,08	39,10	12,75±0,48	37,65
пос. Зилаир	4	2,15±0,07	26,50	13,03±0,47	36,07

Примечание: * – умеренное загрязнение; ** – сильное загрязнение; без обозначений – контрольные и фоновые условия.

Вышеизложенное позволяет сделать вывод о том, что в стрессовых условиях у лиственницы Сукачева наблюдается увеличение функциональной активности ядрышковых организаторов хромосом, то есть активизируются механизмы, обеспечивающие организмам процессы адаптивных изменений. Ядрышкообразующая система данного вида яв-

ляется одним из важнейших элементов, с помощью которого осуществляется адаптация организмов в экологически неблагоприятных условиях. Исследованные показатели ядрышковой активности могут быть рекомендованы для оценки степени стрессового воздействия на насаждения лиственницы Сукачева при мониторинговых наблюдениях.

2.09.2013

Список литературы:

1. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. 1989. №4. С. 51–57.
2. Буторина А.К., Калаев В.Н. Анализ чувствительности различных критериев цитогенетического мониторинга // Экология. 2000. №3. С. 206–210.
3. Вольф В.Г. Статистическая обработка данных. М.: Колос, 1966. 255 с.
4. Дуброва Н.А. Ядрышковые организаторы хромосом как адаптивный элемент вида // Журнал общей биологии. 1989. Т. 50. №2. С. 213–217.
5. Дуброва Н.А., Малахова Л.А., Карташова Н.Н. Сравнительно-кариологическое изучение двух видов рода *Actaea* L. в Западной Сибири // Черневая тайга и проблемы реликтов. Томск: Томс.пед.ин-т, 1979. С. 60–67.
6. Муратова Е.Н. Кариосистематика семейства *Pinaceae* Lindl. Сибири и Дальнего Востока: Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. Новосибирск, 1995. 32с.
7. Муратова Е.Н. Методики окрашивания ядрышек для кариологического анализа хвойных // Ботан. журн.. 1995. Т. 80. №2. С. 82–85.
8. Муратова Е.Н., Чубукина Н.Е. Кариологическое исследование лиственницы Сукачева (*Larix sukaczewii* N. Dyl.): Нуклеоларные районы и структурные перестройки // Цитология и генетика. 1985. Т. 19. №6. С.419–425.
9. Путенихин В.П., Фарукшина Г.Г., Шигапов З.Х. Лиственница Сукачева на Урале: изменчивость и популяционно-генетическая структура. М.: Наука, 2004. 276с.

Сведения об авторе:

Калашник Надежда Александровна, ведущий научный сотрудник лаборатории генетики и цитологии растений Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ботанического сада-института Уфимского научного центра Российской академии, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
450080, г.Уфа, ул. Менделеева 195, корп.3, e-mail: kalash.ufa@mail.ru; cyto.ufa@mail.ru

UDC 502.3: 582.475: 576.315.45

Kalashnik N.A.

Botanical Garden-Institute, Ufa Research Center Russian Academy of Sciences, e-mail: kalash.ufa@mail.ru

FUNCTIONAL ACTIVITY OF NUCLEOLAR ORGANIZATION CHROMOSOMES IN LARIX SUKACZEWII UNDER TECHNOGENIC POLLUTION

Functional activity of nucleolar organization chromosomes have been studied in *Larix sukaczewii* under different ecological conditions (in areas with different levels of industrial pollution as compared to a control one). The results provide evidence for an enhancing of technogenic pollution on functional activity of nucleolar organization chromosomes in *Larix sukaczewii*.

Key words: nucleolar organization chromosomes, *Larix sukaczewii*, industrial pollution.

Bibliography:

1. Alekseev V.A. Diagnosis of living condition of trees and forest stands // Lesovedenie. 1989. №4. P. 51–57.
2. Butorina A.K., Kalaev V.N. Sensitivity analysis of different criteria Cytogenetic monitoring // Ecology. 2000. №3. P. 206–210.
3. Wolf V.G. Statistical processing of the data. Moscow: Kolos, 1966. 255 p.
4. Dubrova N.A. Nucleolar organizers of chromosomes as an adaptive element of the form // Journal of General Biology. 1989. Т. 50. №2. P. 213–217.
5. Dubrova N.A., Malakhova L.A., Kartashova N.N. Comparative-karyological study of two species of the genus *Actaea* L. in West Siberia // Chervaya tayga i problemy reliktoy. Tomsk: Toms.ped.in-t, 1979. P. 60–67.
6. Muratova E.N. Karyosystematics of family Pinaceae Lindl. Siberia and the Far East: Avtoref. diss. ... dokt. biol. nauk. Novosibirsk, 1995. 32 p.
7. Muratova E.N. Nucleolar staining techniques for karyological analysis of coniferous // Botan. Zhurn.. 1995. Т. 80. №2. P. 82–85.
8. Muratova E.N., Chubukina N.E. Karyological study *Larix Sukacheva* (*Larix sukaczewii* N. Dyl.): Nukleolyarnye areas and structural adjustment // Tsitologiya i genetika. 1985. Т. 19. №6. P.419–425.
9. Putenikhin V.P., Farukshina G.G., Shigapov Z.H. *Larix sukaczewii* in the Urals: variability and population-genetic structure. Moscow: Nauka, 2004. 276 p.