

13. Hare, P.D., Cress, W.A., Van Staden, J. The involvement of cytokinins in plant responses to environmental stress // Plant. Growth Regul.— 1997.— Vol.23.— P. 79–103.

14. Романов Г.А., Таран В.Я. Зеатинсвязывающие белки злаков: возрастные, органические, тканевые и субклеточные аспекты // Физиол. растений.— 1991.— Т.38, вып.6.— С. 1117–1123.

### **Резюме**

Показано, что стимуляция роста растений пшеницы в результате инокуляции цитокининпродуцирующими микроорганизмами связана с накоплением цитокининов в растениях. Динамика и распределение гормонов между побегом и корнем указывает на их поступление извне, что может быть обусловлено жизнедеятельностью интродуцированных бактерий в ризосфере. Предпосевная обработка семян пшеницы значительно увеличивает продуктивность растений в полевых условиях.

Stimulation of wheat plant growth resulting from inoculation with cytokininproducing bacteria was shown to be coupled to accumulation of cytokinins in plants. Dynamics and distribution of cytokinins between roots and shoots indicates their delivery from outside, which may be due to vital functions of bacteria introduced into rhizosphere. Pre-sowing treatment of wheat seeds significantly increased plant productivity under field conditions.

### **БАЖИНА Е.В.**

*Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Россия,  
660036, Красноярск, Академгородок, 50/28, e-mail: genetics@ksc.krasn.ru*

## **ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИЙ ПИХТЫ СИБИРСКОЙ С РАЗНОЙ СЕМЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТЬЮ**

Генетическая гетерогенность популяций обуславливает их стабильность и оптимальную приспособленность к условиям окружающей среды [1]. В тоже время, с точки зрения популяционно-генетической концепции отбора приспособленность вида обусловлена его репродуктивным успехом [2]. Пихта сибирская (*Abies sibirica* Ledeb.) характеризуется невысоким уровнем гетерогенности как по морфологическим [3], так и по генетическим [4] признакам. Вместе с тем, для пихты сибирской, как и для многих видов древесных растений, характерна высокая индивидуальная изменчивость показателей половой репродукции: у разных деревьев в шишке может формироваться от 54 до 309 семенных чешуй и от 74 до 336 семян [5]. Гетерогенность растений по семенной продуктивности определяется уровнем их гетерозиготности [6–9].

В настоящей работе проведен анализ генетической обусловленности семенной продуктивности пихты сибирской Средней Сибири.

### **Материалы и методы**

Исследования проводились в 7 разновысотных ценопопуляциях пихты сибирской, произрастающих в разнотравных и крупнотравных (высокогорье Западного Саяна) группах типов леса (табл. 1).

## Характеристика объектов исследования

№ п/п	Место произрастания	Широта	Долгота	Высота над уровнем моря, м	Состав древостоя
1	г. Енисейск	58°21' с.ш.	91°49' в.д.	100	6П2Е1Ос1Б
2	пос. Козулька	56°12' с.ш.	91°10' в.д.	300	7П1Ос1Б1К
3	хр. Восточный Саян	55°57' с.ш.	92°18' в.д.	200	5П3Е2С+Ос
4	хр. Восточный Саян	55°52' с.ш.	92°51' в.д.	640	7П2К1Е
5	хр. Западный Саян	53°08' с.ш.	92°56' в.д.	400	7П2Ос1Б
6	хр. Западный Саян	53°00' с.ш.	93°13' в.д.	1000	8П2К
7	хр. Западный Саян	52°50' с.ш.	93°15' в.д.	1450	8П2К

В каждой из ценопопуляций изучали семенную продуктивность макро-стробилов 20–30 деревьев. Определялись следующие показатели: длина и ширина зрелой шишки, число семенных чешуй (общее, развитых), число семян (общее, развитых) [10]. Выход семян оценивался по числу семенных чешуй, давших семена. Качество семян определялось методом рентгенографии [11]. Поскольку наездник-семяед (*Megastigmus specularis* Walley) [12] определяет потенциальный выход полных семян в популяции (семена, имеющие зародыш + поврежденные конобионтами семена). Статистическая обработка проводилась при помощи пакета анализа Microsoft Excel 2000.

### Результаты и обсуждение

Видовой особенностью пихты сибирской является высокая семенная продуктивность (табл. 2). В урожайные годы число шишек на дереве может превышать 150 шт. Выход морфологически развитых семян из шишки также чрезвычайно высок: от 179 до 318 шт. в различных ценопопуляциях. Внутрипопуляционная изменчивость отдельных показателей структуры урожая макростробилов варьирует от очень низкого уровня ( $CV = 1,5\%$ ) до очень высокого ( $CV = 92,8\%$ ) [13]. Однако, выявлены тесные положительные связи между числом семян и семенных чешуй (в т.ч. развитых) и длиной макростробила ( $r=0,71$  и  $0,68, 0,88$  и  $0,88$ ), слабые положительные — между шириной макростробила и выходом семян (общий —  $0,08$ , развитых —  $0,10$ ), а также выходом семян из шишки и числом полных семян ( $r=0,17$ ). Отрицательные связи наблюдались между длиной шишки и выходом семян (в т.ч. развитых)  $r=-0,07$  и  $-0,04$ .

Высокий репродуктивный потенциал пихты сибирской остается нереализованным: доля потенциально полнозернистых семян варьирует от 9,8 до 85,9% в разных ценопопуляциях. Стерильность семян у хвойных может быть вызвана генетической несовместимостью между зародышем и эндоспермом [14], а также гомозиготизацией полулетаей при самоопылении [15–17]. Количество рецессивных леталей определяется соотношением

Таблица 2  
**Семенная продуктивность макрострелбов и число потенциально полных семян в ценопопуляциях пихты сибирской**

№ п/п	Размеры шишек, мм		Число семенных чешуй, шт.				Число семян, шт.				Выход семян, %			Доля потенциально полноразвитых семян, %
	длина	ширина	развитых	недоразвитых	общее	развитых	недоразвитых	общее	общий	в т.ч. развитых				
1	$76 \pm 1,4$ 6,0	$32 \pm 5,2$ 56,9	$106 \pm 10,9$ 37,1	$39 \pm 10,1$ 92,8	$127 \pm 13,0$ 36,9	$213 \pm 24,0$ 20,9	$38 \pm 11,5$ 44,8	$251 \pm 44,4$ 17,8	$89 \pm 1,8$ 7,6	$76 \pm 2,0$ 10,4	74,9			
2	$80 \pm 1,27$ 9,2	$26 \pm 0,49$ 11,1	$159 \pm 2,11$ 7,7	$29 \pm 0,57$ 11,8	$188 \pm 2,30$ 7,2	$274 \pm 4,43$ 9,4	$44 \pm 1,24$ 16,2	$318 \pm 4,76$ 8,6	$64 \pm 6,3$ 5,3	$51 \pm 5,69$ 9,2	82,5			
3	$79 \pm 6,0$ 7,1	$26 \pm 1,0$ 14,5	$157 \pm 15,5$ 14,5	$25 \pm 1,3$ 20,1	$182 \pm 17,0$ 15,2	$271 \pm 24,1$ 25,3	$44 \pm 1,19$ 14,9	$315 \pm 31,0$ 30,8	$86 \pm 0,5$ 1,5	$75 \pm 0,5$ 8,3	42,1			
4	$58 \pm 1,9$ 7,4	$20 \pm 1,4$ 13,6	$117 \pm 6,2$ 10,6	$26 \pm 0,5$ 3,7	$142 \pm 4,8$ 7,5	$186 \pm 4,8$ 5,2	$44 \pm 2,7$ 12,0	$231 \pm 6,5$ 5,7	$81 \pm 1,0$ 2,6	$63 \pm 0,03$ 7,2	83,0			
5	$78 \pm 1,8$ 11,1	$20 \pm 0,7$ 16,1	$150 \pm 6,3$ 15,6	$29 \pm 1,7$ 22,6	$179 \pm 6,5$ 13,6	$255 \pm 10,4$ 15,2	$40 \pm 3,5$ 32,4	$295 \pm 10,5$ 13,3	$83 \pm 2,8$ 12,7	$72 \pm 2,6$ 13,6	70,4			
6	$67 \pm 1,15$ 8,1	$24 \pm 0,43$ 8,5	$136 \pm 2,47$ 8,6	$28 \pm 0,98$ 16,4	$165 \pm 3,39$ 9,7	$228 \pm 4,01$ 8,3	$43 \pm 2,05$ 22,5	$272 \pm 5,09$ 8,8	$82 \pm 0,9$ 7,6	$69 \pm 1,1$ 5,4	60,5			
7	$47 \pm 0,9$ 20,3	$17 \pm 0,3$ 22,3	$94 \pm 2,0$ 24,8	$26 \pm 0,4$ 18,2	$119 \pm 2,0$ 20,2	$146 \pm 2,9$ 24,3	$33 \pm 0,8$ 28,1	$179 \pm 3,2$ 21,3	$77 \pm 1,1$ 17,2	$63 \pm 1,0$ 18,8	23,8			

инбридинга и перекрестного опыления [15]. Гетерозиготность пихты сибирской существенно ниже, чем у других бореальных видов хвойных, имеющих более широкий ареал [4, 18]. Ранее показано [4], что только у двух изученных популяций (В. Саян-200, З. Саян-1500) наблюдается слабый эксцесс гетерозиготных генотипов (значение индекса фиксации Райта  $-0,0255$  и  $-0,0223$ ), у остальных отмечен недостаток гетерозиготных генотипов, который варьирует от 1,19% (г. Енисейск) до 23,82% (В. Саян-640). Анализ семенной продуктивности выявил отрицательные связи между выходом семян, и уровнем инбридинга ( $r=-0,28$  и  $-0,39$ ). При этом в популяции ЗС-1500, имеющей слабый эксцесс гетерозигот формируется только 23,8% потенциально полнозернистых семян, в популяциях, испытывающих слабый дефицит гетерозигот ( $F=0,01-0,08$ ) до 60,5–74,9%, а в популяции с максимальным уровнем инбридинга ( $F=0,23$ ) — 42,1%. Очевидно, что жизнеспособность семян уменьшается как при снижении уровня гетерозиготности, ведущем, очевидно, к гомозиготации и проявлению инбредной депрессии, так и при значительном его увеличении. Аналогичные результаты получены при исследовании генетических особенностей популяций четырех видов сосен (*Pinus sylvestris* L., *P. Pallasiana* D. Don, *P. Sylvestris* L. var. *cretacea* Kalenicz. Ex Kom., *P. mugo* Turra), а также пихты белой (*Abies alba* Mill.) в Украинских Карпатах [19]. Выявленные связи подтверждают представление об адаптивном значении для успешного самовоспроизведения популяции оптимального уровня гетерозиготности [6–8].

### Выводы

1. Одной из причин отличий по семенной продуктивности в популяциях пихты сибирской является их генотипическая неоднородность.
2. Максимальная семенная продуктивность характерна для популяций, испытывающих слабый дефицит гетерозигот.

Работа выполнена при финансовой поддержке Красноярского краевого фонда науки и РФФИ, грант № 09-04-98000-р\_сибирь\_a.

### Литература

1. Тимофеев-Ресовский Н.В., Яблоков А.В., Глотов Н.В. Очерк учения о популяции. — М: Наука. — 1973. — 277 с.
2. Грант В. Эволюционный процесс. Краткий обзор эволюционной теории: Пер. с англ. — М: мир, 1991. — 488 с.
3. Кокорин Д.В., Милютин Л.И. Формовое разнообразие пихты сибирской в южных районах Средней Сибири. — Лесоведение. — 2003. — №4. — С. 32–35.
4. Экарт А.К. Эколого-генетический анализ популяций пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.) // Автореф. ... канд. биол. наук. — Красноярск, 2006. — 17 с.
5. Бажина Е.В. Половая репродукция пихты сибирской в нарушенных лесных экосистемах озера Байкал. — Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Красноярск, 1997. — 24 с.
6. Животовский Л.А., Духарев В.А. “Сжатие” генотипической изменчивости при стабилизирующем отборе и ее проявление на ранних стадиях онтогенеза. — Журн. общ. биол., 1985. — Т.46, №1. — С. 32–40.
7. Алтухов Ю.П., Гафаров Н.И., Крутовский К.В., Духарев В.А. Аллозимный полиморфизм в природной популяции ели европейской (*Picea Abies* (L.) Karst.).

Сообщение 3. Корреляция между уровнем индивидуальной гетерозиготности и относительным количеством нежизнеспособных семян.— Генетика.— 1986.— Т.22, №12.— С. 2825–2830.

8. Духарев В.А., Романовский М.Г., Рябоконь С.М. Гетерозиготность и семенная продуктивность особой сосны обыкновенной.— Лесоведение.— 1987.— № 2.— С. 87–90.

9. Малюченко О.П., Алтухов Ю.П. Влияние индивидуальной гетерозиготности на характеристики плодоношения у кедрового стланика *Pinus pumila* // Докл. РАН.— 2002.— Т.384, №3.— С. 418–421.

10. Минина Е.Г., Третьякова И.Н. Геотропизм и пол у хвойных.— Новосибирск: Наука.— 1983.— 193 с.

11. Щербакова М.А. Определение качества семян хвойных пород рентгенографическим методом.— Красноярск.— 1965.— 35 с.

12. Белова Н.В., Бажина Е.В. Жизнеспособность семян пихты сибирской в лесных экосистемах Восточного Саяна.— Хвойные бореальной зоны.— 2007.— №4.— С. 159–163.

13. Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений.— М.: Наука.— 1972.— 283 с.

14. Кузнецова Н.Ф., Исаков Ю.Н. Ультраструктурные аспекты физиологической несовместимости у сосны обыкновенной // Лесоведение.— 1987.— №3.— С. 11–16.

15. Koski V. Embryonic lethals of *Picea abies* and *Pinus sylvestris*.— Commun. Inst. For. Fenn., 1971.— V.75, №3.— P. 1–10.

16. Fawler D. Effects of inbreeding in red pine, *Pinus resinosa* Ait. IV.— Sylvae Genet., 1965.— V.14.— P. 76.

17. Fawler D.P., Park Y.S. Population studies of white spruce. I. Effects of self-pollination. Canad. J. Forest Res., 1983.— V.13.— №6.— P. 1133.

18. Семерикова С.А., Семериков В.Л. Генетическая изменчивость и дифференциация популяций пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.) по аллозимным локусам // Генетика.— 2006.— Т.42, №6.— С. 783–792.

19. Коршиков И.И. Генетические особенности деревьев с высокой продуктивностью полных семян в популяциях видов семейства Pinaceae Lindl.— Факториї експериментальної еволюції організмів.— К.: Логос.— 2009.— Т.5.— С. 144–149.

### Резюме

Проведен анализ семенной продуктивности в популяциях пихты сибирской с разным уровнем гетерозиготности. Установлено, что одной из причин различий по семенной продуктивности в популяциях пихты сибирской является их генотипическая неоднородность. Максимальная семенная продуктивность характерна для популяций, испытывающих слабый дефицит гетерозигот.

Проведено аналіз зрілого насіння з популяцій *Abies sibirica* Ledeb. з різним рівнем гетерозиготності. Встановлено, що одна з причин відмінностей зрілого насіння в популяціях пихти сибірської — їх генотипічна неоднорідність. Максимальною продуктивністю зрілого насіння характеризувались популяції з середнім рівнем гетерозиготності.

The analysis of seed productivity of *Abies sibirica* Ledeb. macrostrobiles in population with different level of heterozygosity have been carried out. One of the reasons for differences in seed production is genotype heterogeneity. The populations with maximum of seed production were characterized by weakly deficiency of heterozygote.

**БАЗАЛІЙ В.В., БАБЕНКО С.М., ЛАВРИНЕНКО Ю.О., ПЛОТКІН С.Я., БОЙЧУК І.В.**

*Вищий державний навчальний заклад “Херсонський аграрний університет”  
Мінагрополітики України, 73006, Херсон вул. Рози Люксембург,  
e-mail: office@ksau, Kherson, ua.*

## **СЕЛЕКЦІЙНА ЦІННІСТЬ НОВИХ СОРТІВ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ СЕРБСЬКОЇ СЕЛЕКЦІЇ ЗА ПАРАМЕТРАМИ АДАПТИВНОСТІ ВРОЖАЙНОСТІ ЗЕРНА ПРИ РІЗНИХ УМОВАХ ВИРОЩУВАННЯ**

Більше третини щорічного виробництва зерна в країні припадає на південний Степ України, основного регіону вирощування головної зернової культури — озимої м'якої пшениці. В сучасних соціально-економічних умовах селекція і насінництво виступають одним із найбільш доступних і ефективних засобів стабілізації виробництва зерна озимої пшениці [1–2].

Сучасний селекційний процес передбачає стратегічне завдання зі створення нових високоадаптивних сортів агроекологічної орієнтації з надійним генетичним захистом врожаю від біотичних і абіотичних чинників довкілля [3].

Приріст урожайності озимої пшениці, крім селекції і вдосконалення агротехніки вирощування, повинен відбуватись за рахунок відповідності генетичних особливостей сортів умовам їх вирощування. Тому контроль і використання взаємодії генотип-середовище є важливим аспектом підвищення урожайності озимої пшениці. На думку вчених [4] сучасна сортова політика, в основу якої покладений принцип “мозаїчного” розміщення сортів, спрямована на максимальне використання ефекту від взаємодії “генотип-середовище”.

У системі адаптивного рослинництва особливу увагу необхідно приділяти сортовій політиці, яка сприяє спрямованому конструюванню агроценозів і агроєкосистем [5]. Знання реакції різних сортів озимої пшениці на біотичні і абіотичні чинники довкілля, характер прояву і взаємозв'язок кількісних ознак є основою для спрямованого використання цих сортів у програмі адаптивної селекції

Виходячи з цього метою досліджень було визначення параметрів адаптивності за врожайністю зерна нових сортів озимої пшениці сербської селекції, занесених в державний Реєстр рослин сортів України, залежно від вологозабезпеченості, різних строків сівби і в різних пунктах випробувань.

### **Матеріали і методи**

Вихідним матеріалом для вивчення було шість сортів озимої пшениці: Одеська 267, Дріада 1, NS40S, Russia, NS101/01, Renesansa. Вони вивчалися при зрошенні і без зрошення за різних строків сівби: 10.1X (ранній), 25.1X (оптимальний), 10.X (пізній). Дослідження проводились на дослідних полях ХДАУ і ДС “Асканійське”. Облікова площа ділянки 25 м<sup>2</sup>, повторність чотирьохкратна. Параметри адаптивності визначались за методикою Еберхарта і Рассела [6], суттєвість якої заключається в регресивному аналізі залежності урожайності сортів від індексу середовища. Коефіцієнт регресії ( $b_1$ ) вико-