

2. Богуславский Р.Л., Голик О.В. Род *Aegilops* L. как генетический ресурс селекции.– Харьков, 2004.– 236 с.
3. Цвелев Н.Н. Злаки СССР.– Л.: Наука, 1976.– 788 с.
4. Friebe B., Raupp W.J., Gill B.S. Alien genes in wheat improvement// Wheat in a Global Environment, Z. Bedo and L. Lang, eds., Proc. 6th Intern. Wheat Conference, 5–9 June, Budapest, Hungary.– Kluwer Academic Publishers.– 2001.– P. 709–720.
5. Payne P.I. Genetics of wheat storage proteins and the effect of allelic variation on bread-making quality// Ann. Rev. Plant Physiol.– 1987.– 38.– P. 141–153.
6. Lawrence G.J., Shepherd K.W. Chromosomal locations of genes controlling seed proteins in species related to wheat// Theor. Appl. Genet.– 1981.– 59.– P. 25–31.
7. Rodriguez-Quijano M., Nieto-Taladriz M.T., Carrillo J.M. Polymorphism of high molecular weight glutenin subunits in three species of *Aegilops*// Genet. Resources and Crop Evolution.– 2001.– 48.– P. 599–607.
8. Laemmli U.K. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4// Nature.– 1970.– 227, N 5259, P. 680–685.
9. Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика.– Минск: Высшая школа, 1973.– 320 с.
10. McIntosh R.A., Hart G.E., Devos K.M., Gale M.D., Rogers W.J. Catalogue of gene symbols for wheat// Proc. 9th Intern. Wheat Genetics Symp.– 1998, Saskatoon, Saskatchewan, Canada, vol. 5.– P. 123–145.

## Резюме

Изучены аллели локусов высокомолекулярных субъединиц глютеинов *Glu-U1* и *Glu-M<sup>b</sup>1* у образцов *Ae. lorentii*, собранных в Крыму. Анализ гибридного материала и образцов коллекции позволил идентифицировать восемь аллелей по локусу *Glu-M<sup>b</sup>1* и семь аллелей по локусу *Glu-U1*. Среди аллелей локуса *Glu-M<sup>b</sup>1* выявлено два аллеля с только одним компонентом, соответствующим у-субъединице. Составлен каталог аллелей высокомолекулярных субъединиц глютеинов *Ae. lorentii*.

Вивчено алелі локусів високомолекулярних субодиниць глютеїнів *Glu-U1* та *Glu-M<sup>b</sup>1* у зразків *Ae. lorentii*, зібраних в Криму. Аналіз гібридного матеріалу і зразків колекції дозволив ідентифікувати вісім алелів за локусом *Glu-M<sup>b</sup>1* і сім алелів за локусом *Glu-U1*. Серед алелів локусу *Glu-M<sup>b</sup>1* виявлено два алеля з тільки одним компонентом, що відповідає у-субодиниці. Складено каталог алелів високомолекулярних субодиниць глютеїнів *Ae. lorentii*.

Alleles at the high-molecular-weight glutenin subunit loci were analysed in samples collected in the Crimea. Analysis of the hybrid material and accessions of the collection of *Ae. lorentii* from the Crimea permitted us to identify eight alleles at the *Glu-M<sup>b</sup>1* locus and seven alleles at the *Glu-U1* locus. Among alleles of the *Glu-M<sup>b</sup>1* locus of *Ae. lorentii* there were two alleles with only one component (the y-type subunit). A catalogue of HMW glutenin subunit alleles of *Ae. lorentii* was compiled.

## КОРШИКОВ И.И.

Донецкий ботанический сад НАН Украины  
Украина, 83059 Донецк, пр. Ильича, 110  
e-mail: [herb@herb.dn.ua](mailto:herb@herb.dn.ua)

## ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДЕРЕВЬЕВ С ВЫСОКОЙ ПРОДУКТИВНОСТЬЮ ПОЛНЫХ СЕМЯН В ПОПУЛЯЦИЯХ ВИДОВ СЕМЕЙСТВА *PINACEAE* LINDL.

Долговечные высокопродуктивные лесонасаждения, как свидетельствует мировая практика, целесообразно создавать на популяционно-генетической основе с предварительным селекционным отбором лучших фенотипов. Первый этап – это отбор плюсовых деревьев и на их основе формирование клоновых лесосеменных плантаций для получения элитных семян. С помощью этого современного метода в нашей стране заложены небольшие клоновые лесосеменные плантации для сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и с. крымской (*P. pallasiana* D. Don). Распространенной практикой по-прежнему является формирование региональных постоянных лесосеменных плантаций в нетронутых рубками, наиболее продуктивных высокоплотных массивах природных популяций и искусственных насаждений лесохозяйственных видов.

Для хвойных, как и для многих видов древесных растений, характерна периодичность и высокая индивидуальная изменчивость семеношения. Формирование семян у хвойных и, соответственно, и их количество в шишках растений зависит от многих факторов, влияющих на опыленность семяпочек. Однако, даже в благоприятные годы при оптимальном пыльцевом режиме в древостоях присутствуют растения с повышенной и пониженной семенной продуктивностью в расчете на одну шишку. Как правило, эти межиндивидуальные отличия сохраняются в разные по урожайности шишек годы. К тому же в урожае отдельных деревьев нередко присутствует значительное количество нормальных по размерам, но пустых семян. Высокая внутривидовая неоднородность растений в семенной продуктивности определяется их генотипическими особенностями – индивидуальной гетерозиготностью [1]. На примере кедрового стланика (*Pinus pumila* (Pall.) Regel) показано, что максимальная продуктивность полных семян характерна для среднететерозиготных деревьев популяции [7]. Генетически обусловленные причины разной индивидуальной семенной продуктивности растений в древостоях лесохозяйственных видов только начали активно изучать [1–7].

Цель работы – анализ отличий в аллозимной изменчивости выборок растений из природных популяций пяти видов семейства *Pinaceae* Lindl., характеризующихся повышенной и пониженной продуктивностью полных семян.

#### **Материалы и методы**

Объектом исследований служили 10 природных популяций сосны обыкновенной от Луганской до Львовской областей, три популяции с. крымской в Горном Крыму, популяции с. меловой (*Pinus sylvestris* L. var. *cretacea* Kalenicz. ex Kom.) в Донецкой области, пять популяций с. горной (*Pinus mugo* Turra) и восемь популяций пихты белой (*Abies alba* Mill.) в Украинских Карпатах. В каждой из этих популяций изучали семенную продуктивность у 20 и более растений в расчете на одну шишку. После этого предварительного анализа были выделены деревья с максимальной и минимальной продуктивностью полных семян, которые у каждого из пяти изученных видов объединялись в общие выборки. Семенная продуктивность этих выделенных групп растений во всех случаях существенно отличалась от среднепопуляционной и между собой. Для всех задействованных в исследованиях растений была установлена индивидуальная гетерозиготность на основе анализа аллозимного полиморфизма по 18–24 локусам. В качестве молекулярно-генетических маркеров использовали изоферменты 9–11 ферментных систем. Экстрагируемые из эндоспермов семян белки разделяли в вертикальных пластинках 7,5 %-ного полиакриламидного геля. Условия экстракции, проведения электрофореза, гистохимического окрашивания, номенклатуры и анализа изменчивости изоформ детально описаны в наших публикациях [2–4]. Для каждой популяции, а также для объединенных выборок деревьев с максимальной и минимальной продуктивностью полных семян рассчитывали основные значения генетического полиморфизма, используя компьютерную программу BIOSYS-1.

#### **Результаты и обсуждение**

Группы деревьев с максимальным и минимальным количеством полных семян в шишках у пяти исследуемых видов семейства *Pinaceae* характеризовались меньшей долей

полиморфных локусов и более низким представительством аллелей на локус, чем среднепопуляционные значения этих показателей (табл. 1). Это, вероятно, связано с меньшей численностью изучаемых деревьев в селектируемых группах, чем в более представительных выборках из популяций.

Таблица 1. Значения основных показателей генетического полиморфизма для выборок растений из природных популяций пяти аборигенных видов хвойных с максимальным и минимальным количеством полных семян в шишках

Выборки растений с разным количеством полных семян в шишках	Доля полиморфных локусов, $P_{99}$	Среднее число аллелей на локус, $A_0$	Средняя гетерозиготность		Индекс фиксации Райта, $F$
			ожидаемая, $H_e$	наблюдаемая, $H_o$	
Сосна обыкновенная					
Максимальное	0,727	2,227	0,216±0,018	0,221±0,019	- 0,023
Минимальное	0,682	2,273	0,205±0,018	0,200±0,018	0,024
Средне-популяционное	0,767	3,091	0,230±0,009	0,239±0,009	- 0,039
Сосна меловая					
Максимальное	0,700	2,050	0,225±0,021	0,233±0,020	- 0,036
Минимальное	0,650	1,750	0,219±0,026	0,170±0,023	0,224
Средне-популяционное	0,773	2,591	0,233±0,010	0,218±0,010	0,064
Сосна горная					
Максимальное	0,667	2,143	0,263±0,023	0,316±0,024	- 0,202
Минимальное	0,619	1,714	0,200±0,031	0,214±0,019	0,076
Средне-популяционное	0,714	2,476	0,228±0,009	0,215±0,009	0,057
Сосна крымская					
Максимальное	0,650	2,200	0,224±0,017	0,212±0,017	0,054
Минимальное	0,700	2,150	0,194±0,017	0,200±0,017	- 0,031
Средне-популяционное	0,750	3,000	0,223±0,008	0,232±0,018	- 0,055
Пихта белая					
Максимальное	0,542	1,792	0,167±0,018	0,179±0,017	- 0,072
Минимальное	0,583	2,042	0,165±0,015	0,145±0,015	0,121
Средне-популяционное	0,667	3,125	0,167±0,004	0,159±0,004	0,048

Более точный, менее зависимый от объема выборок показатель – средняя гетерозиготность – свидетельствует, что группы деревьев с максимальной

продуктивностью полных семян у четырех из пяти видов, за исключением сосны горной, существенно не отличаются от среднепопуляционных значений. Прослеживается тенденция более низкой гетерозиготности у групп деревьев с минимальной продуктивностью полных семян у всех пяти видов. При этом у сосны меловой и с. горной установлены достоверные отличия в наблюдаемой гетерозиготности у групп деревьев с максимальной и минимальной семенной продуктивностью. Согласно значениям индекса фиксации Райта (F) для групп деревьев с максимальным количеством полных семян в шишках четырех видов характерен избыток (2,3–20,2 %), а для сосны крымской (5,4 %) недостаток гетерозигот. Для групп деревьев с минимальным количеством полных семян свойственна обратная картина: у четырех видов дефицит (2,4–22,4 %), а у сосны крымской (3,1 %) – эксцесс гетерозигот. Следует отметить, что деревья с высокой продуктивностью полных семян в популяциях хвойных, как правило, характеризуются среднепопуляционным уровнем генетической изменчивости. Только у сосны горной в этой группе доминируют высокогетерозиготные деревья. Среди деревьев с минимальной продуктивностью полных семян чаще встречаются растения с более низкой гетерозиготностью у всех пяти исследованных видов, чем их среднепопуляционный уровень.

Генетическая дистанция М. Неи [8] между группами деревьев с высокой и низкой продуктивностью полных семян у всех пяти исследуемых видов соответствует уровню их межпопуляционных отличий. Все это свидетельствует о том, что одной из главных причин отличий в семенной продуктивности растений является их генотипическая неоднородность в природных популяциях. Повышенная и низкая гетерозиготность растений в четырех популяциях из пяти исследуемых видов чаще не способствует высокой продуктивности полных семян. И только у сосны горной высокогетерозиготные деревья, очевидно не отягощенные генетическим грузом, характеризуются повышенной семенной продуктивностью. Наличие в популяциях хвойных деревьев с низкой продуктивностью полных семян свидетельство того, что действие естественного отбора непосредственно не направлено против них, что обеспечивает в популяции поддержание генного разнообразия. В этой группе встречаются деревья, в шишках которых высокое количество полномерных семян, однако многие из них пустые. Это, в значительной мере, менее свойственно деревьям с высокой продуктивностью полных семян. Очевидно, что эти деревья характеризуются меньшим генетическим грузом, т.е. в их гетерозиготных локусах отсутствуют или реже встречаются аллели, которые могут образовывать летальные гомозиготы в семенном потомстве. Высокую пустосемянность, присущую отдельным деревьям, объясняют гибелью в ходе эмбриогенеза эндосперма и зародыша вследствие гомозиготации полулеталей [5] и генетической несовместимостью между развивающимся зародышем и эндоспермом. [6].

По итогам этого анализа можно констатировать, что с целью повышения результативности селекционного семеноводства лесохозяйственных видов хвойных в их популяциях, насаждениях и семенных участках необходимо маркировать деревья с высокой продуктивностью полных семян и в дальнейшем использовать в лесоразведении. При создании клоновых лесосеменных плантаций важно предварительно выяснить генетические особенности плюсовых деревьев и уровень их семенной продуктивности, чтобы избежать меньших потерь генного разнообразия и исключить генотипы с полулетальными генами, характеризующиеся избыточной пустосемянностью. Не менее важен этап научной работы в этом направлении – исследование системы скрещивания в популяциях и лесосеменных плантациях лесохозяйственных видов с целью разработки мер по снижению уровня инбредности семенного потомства. Умеренный направленный отбор по признакам продуктивности с сохранением популяционно-генетического оптимума адаптации обеспечит устойчивое развитие искусственно создаваемых лесов.

#### **Литература**

1. 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.
2. *Коришков И.И., Калафат Л.А.* Генетические особенности растений сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) с разной семенной продуктивностью // Цитология и генетика – 2004. – № 2. – С.9–13
  3. *Коришков И.И., Мудрик Е.А.* Сравнительный анализ генетической гетерогенности семенного потомства в изолированной популяции *Pinus sylvestris* var. *cretacea* Kalenicz. ex Kom. в Донбассе // Цитология и генетика – 2006. – Т. 40, № 3 – С. 17–23.
  4. *Коришков И.И., Пирко Я.В.* Генетические особенности деревьев сосны горной (*Pinus mugo* Turra) со значимыми отличиями в показателях семеношения // Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів. – 2004. – № 2. – С. 212–220.
  5. *Коски В.* Пустые семена – часть выраженного генетического груза // Половая репродукция хвойных. Матер. I-го Всесоюз. симпоз.: В 2-х ч. – Новосибирск: Наука. Сибир. отд-ние, 1973. – Ч. II. – С. 23–30.
  6. *Кузнецова Н.Ф., Исаков Ю.Н.* Ультраструктурные аспекты физиологической несовместимости у сосны обыкновенной // Лесоведение. – 1987. – № 3. – С. 11–16.
  7. *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.
  8. *Nei M.* Genetic distance between populations // Amer. Naturalist. – 1972. – Vol. 106. – P. 283–292.

#### Резюме

Проведен анализ уровня гетерозиготности в выборках растений с максимальной и минимальной продуктивностью полных семян из популяций пяти аборигенных видов семейства *Pinaceae* Lindl. Установлено, что деревья с максимальной продуктивностью полных семян характеризовались среднепопуляционным уровнем гетерозиготности у *Pinus sylvestris* L., *P. pallasiana* D. Don, *P. sylvestris* L. var. *cretacea* Kalenicz. ex Kom., *Abies alba* Mill. и более высоким у *P. mugo* Turra.

Проведено аналіз рівня гетерозиготності у вибірках рослин з максимальною та мінімальною продуктивністю повного насіння з п'яти аборигенних видів родини *Pinaceae* Lindl. Встановлено, що дерева з максимальною продуктивністю повного насіння характеризувались середньпопуляційним рівнем гетерозиготності у *Pinus sylvestris* L., *P. pallasiana* D. Don, *P. sylvestris* L. var. *cretacea* Kalenicz. ex Kom., *Abies alba* Mill. та більш високим у *P. mugo* Turra.

Heterozygosity level was analyzed in the plant samplings with maximum and minimum full-grained seed productivity of five native *Pinaceae* Lindl. species. It was found out that the trees with maximum full-grained seed productivity were characterized by an average populational level of heterozygosity for *Pinus sylvestris* L., *P. pallasiana* D. Don, *P. sylvestris* L. var. *cretacea* Kalenicz. ex Kom., *Abies alba* Mill. and by a higher heterozygosity level for *P. mugo* Turra.

**КОСТЕНКО С.О., КОНОВАЛ О.М., СИДОРЕНКО О.В., \*СМЕТАНІН В.Т.**

Національний університет біоресурсів і природокористування України,  
Україна, 03022, Київ, вул. Героїв Оборони, 15, e-mail: [Swetakostenko@mail.ru](mailto:Swetakostenko@mail.ru)

\*Дніпропетровський державний аграрний університет

#### ПОКАЗНИКИ ЦИТОГЕНЕТИЧНОЇ МІНЛИВОСТІ *SUS SCROFA*