



УДК 630\* 174.754:620.267

***А.В. Скок, И.Н. Глазун, Е.Н. Самошкин***

Скок Анна Витальевна родилась в 1978 г., окончила в 2000 г. Брянскую государственную инженерно-технологическую академию, аспирант кафедры дендрологии, селекции и озеленения БГИТА. Имеет 12 печатных трудов в области исследования влияния ионизирующего излучения на репродуктивную способность сосны обыкновенной.



Глазун Игорь Николаевич родился в 1963 г., окончил в 1986 г. Брянский технологический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры дендрологии, селекции и озеленения Брянской государственной инженерно-технологической академии. Имеет свыше 50 научных трудов в области лесной радиэкологии.



Самошкин Егор Никитич родился в 1934 г., окончил в 1960 г. Всесоюзный заочный лесотехнический институт, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой дендрологии, селекции и озеленения Брянской государственной инженерно-технологической академии, академик РАЕН. Имеет более 170 научных работ в области генетики и селекции древесных растений.



**ВЛИЯНИЕ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ  
СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ  
НА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ И АНОМАЛИИ ПЫЛЬ-  
ЦЫ В БРЯНСКОМ ОКРУГЕ  
ЗОНЫ ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ**

Выявлено снижение жизнеспособности пыльцы и увеличение числа аномальных пыльцевых зерен в условиях максимального загрязнения; отмечено влияние климатических факторов.

*Ключевые слова:* радиоактивное загрязнение, мощность экспозиционной дозы, пыльцевое зерно, жизнеспособность и аномалии пыльцы, мутационные повреждения.

О том, что после радиоактивного загрязнения насаждений в зоне Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС) пыльцевые зерна сосны обыкновенной меньше по размеру, а жизнеспособность их ниже, известно [3], однако спустя 10 лет после аварии они не исследовались. Поэтому тема представляет определенный интерес.

Пробные площади (ПП) расположены в зоне отчуждения (Клинцовский и Злынковский опытные, Красногорский межхозяйственный лесхозы Брянской области), контролем служили насаждения учебно-опытного лесхоза Брянской государственной инженерно-технологической академии с естественным радиационным фоном (мощность экспозиционной дозы (МЭД) около 10 мкР/ч). МЭД измеряли дозиметром ДРГ-01Т на уровне почвы и на высоте 1 м у каждого модельного дерева.

Мужские «соцветия» собирали в средней части кроны (южная сторона) модельных деревьев в мае 2000 г. и 2001 г. перед вылетом пыльцы, сушили в лаборатории, через 1–2 дня помещали в бюксы и хранили в холодильнике. Затем их в трехкратной повторности проращивали в термостатах при температуре около +25 °С на 10 %-м растворе сахарозы во влажной камере (метод «висячей» капли [4]). Препараты просматривали под микроскопом МБИ-6 на 2-й или 3-й день проращивания при увеличении 20×7×2,5. Учитывали проросшие и непроросшие пыльцевые зерна (до 400 ... 500 шт. на препарат). Проросшими считали зерна, у которых длина трубки равна или больше их диаметра [1]. К аномальным относили зерна с одной трубкой, но с двумя и более разветвлениями; с двумя трубками, с разветвлениями или без них. Все количественные показатели пыльцы и их взаимосвязь с МЭД проанализированы статистически [5,6] (см. таблицу).

Анализ результатов показал, что в условиях хронического облучения наблюдаются сложные закономерности в изменении жизнеспособности пыльцы. При самой высокой МЭД (757,7 мкР/ч, ПП № 31) в 2000 г. этот показатель уменьшился лишь на 0,5 % (различие с контролем недостоверно,  $t_{\text{факт}} < t_{\text{табл}}$ ), в 2001 г. – на 10 % ( $t_{\text{факт}} (3,07) > t_{\text{табл}}$  при  $P = 95,0$  %). При снижении МЭД в 3 раза (260,4 мкР/ч, ПП № 35) в 2000 г. жизнеспособность пыльцы повысилась на 3,5 % ( $t_{\text{факт}} (2,60) > t_{\text{табл}}$  при  $P = 95,0$  %), но в 2001 г. существенно (на 8,4 %) снизилась ( $t_{\text{факт}} (3,40) > t_{\text{табл}}$  при  $P = 99,9$  %). На ПП № 32 МЭД = 50,6 мкР/ч (по сравнению с ПП № 31 ниже в 5 раз), жизнеспособность пыльцы в 2000 г. возросла на 3,5 % ( $t_{\text{факт}} (3,24) > t_{\text{табл}}$  при  $P = 95,0$  %), однако в 2001 г. она достоверно (на 11,9 %) уменьшилась ( $t_{\text{факт}} (3,69) > t_{\text{табл}}$  при  $P = 99,9$  %). Следует отметить, что жизнеспособность по-разному варьирует по годам: на ПП № 31 (самая высокая МЭД) жизнеспособность пыльцы в 2000 г. и 2001 г. отличается всего на 2,1 %; на ПП № 35 (МЭД = 260,4 мкР/ч) – на 4,6 % ( $t_{\text{факт}} < t_{\text{табл}}$ ); на ПП № 32 (МЭД = 50,6 мкР/ч) – на 8,1 % ( $t_{\text{факт}} (2,57) > t_{\text{табл}}$  при  $P = 95$  %); в контроле (МЭД = 10,0 мкР/ч) – 7,3 % ( $t_{\text{факт}} (5,74) > t_{\text{табл}}$  при  $P = 99,9$  %). Кроме того, на всех ПП жизнеспособность пыльцы в 2000 г. выше, чем в 2001 г., хотя МЭД ежегодно снижалась. В контроле – наоборот: в 2000 г. на 7,3 % ниже, чем в

Статистические показатели	Мощность экспозиционной дозы		шт.	Количество пыльцевых зерен									не проросших
	на уровне 1 м от почвы	на почве		проросших	с одной трубкой					с двумя трубками			
					Всего	Без разветвлений	2 разветвления	3 разветвления	более 3 разветвлений	Без разветвлений	С разветвлениями		
ПП № 31 Красногорский межхозяйственный лесхоз													
$M \pm m_x$	<u>615,2±11,1</u> 621,1± 8,1	<u>757,7±13,9</u> 687,8±14,9	27 724 16 926	<u>87,7±2,4</u> 85,6±3,1	<u>84,7±2,4</u> 85,0±3,2	<u>81,1±2,4</u> 81,8±2,9	<u>2,8±0,7</u> 2,6±0,6	<u>0,5±0,2</u> 0,5±0,2	<u>0,3±0,2</u> 0,1	<u>2,9±0,6</u> 0,5±0,2	<u>0,1</u> 0,1	<u>12,3±2,4</u> 14,4±3,1	
V, %	<u>8,1</u> 5,8	<u>13,9</u> 9,7	= -	<u>12,3</u> 16,4	<u>12,6</u> 16,6	<u>13,3</u> 15,9	<u>110,2</u> 102,2	<u>183,7</u> 189,7	<u>384,6</u> 400,8	<u>99,5</u> 207,9	<u>202,0</u> 260,1	<u>88,0</u> 97,7	
ПП № 35, Клиновский лесхоз, Красногорское лесничество													
$M \pm m_x$	<u>209,5±5,3</u> 204,4±7,5	<u>260,4±7,0</u> 229,9±0,6	18 114 14 757	<u>91,7±1,0</u> 87,1±2,3	<u>88,6±1,6</u> 86,7±2,4	<u>85,0±2,1</u> 84,1±2,3	<u>3,0±0,8</u> 2,1±0,6	<u>0,5±0,2</u> 0,4±0,2	<u>0,1</u> 0,1	<u>3,1±1,1</u> 0,4±0,2	<u>0,03</u> 0,0	<u>8,3±1,0</u> 12,9±2,3	
V, %	<u>8,8</u> 15,5	<u>9,3</u> 19,6	= -	<u>3,6</u> 11,1	<u>6,4</u> 11,6	<u>8Ж,5</u> 11,8	<u>97,2</u> 116,9	<u>124,6</u> 175,6	<u>204,1</u> 200,0	<u>124,6</u> 167,5	= 424,3	<u>39,9</u> 75,0	
ПП № 32, кв. № 14													
$M \pm m_x$	<u>38,7±1,4</u> 37,0±0,8	<u>50,6±2,0</u> 43,8±1,2	13 395 9 720	<u>91,7±0,6</u> 83,6±3,1	<u>85,2±1,6</u> 82,4±3,1	<u>82,7±2,2</u> 78,0±2,8	<u>1,9±0,6</u> 3,5±0,7	<u>0,4±0,2</u> 0,7±0,4	<u>0,2±0,1</u> 0,2±0,1	<u>6,4±1,4</u> 1,1±0,4	<u>0,1±0,1</u> 0,1	<u>8,3±0,6</u> 16,4±3,1	
V, %	<u>11,4</u> 9,2	<u>12,5</u> 11,3	= -	<u>2,1</u> 14,4	<u>6,1</u> 14,7	<u>8,2</u> 14,0	<u>97,3</u> 72,8	<u>145,6</u> 221,2	<u>164,8</u> 185,5	<u>66,8</u> 137,2	<u>312,5</u> 189,3	<u>23,1</u> 72,8	
ПП № 15 – контроль, учебно – опытный лесхоз, опытное лесничество, кв. 75													
$M \pm m_x$	<u>10</u> 12	<u>12</u> 13	18 563 4 860	<u>88,2±0,9</u> 95,5±0,9	<u>84,3±1,2</u> 95,2±0,7	<u>80,5±0,9</u> 91,0±1,2	<u>3,0±0,6</u> 3,7±1,1	<u>0,7±0,3</u> 0,4±0,2	<u>0,1</u> 0,1	<u>3,8±0,9</u> 0,3±0,2	<u>0,1</u> 0,0	<u>11,8±0,9</u> 4,5±0,8	
V, %	= -	= -	= -	<u>4,1</u> 2,3	<u>5,7</u> 2,0	<u>4,3</u> 3,8	<u>75,3</u> 84,5	<u>132,8</u> 135,5	<u>188,7</u> 194,0	<u>95,5</u> 135,7	<u>224,7</u> 181,8	<u>30,7</u> 48,1	

Примечание. В числителе приведены данные для 2000 г., в знаменателе – 2001 г.



2001 г., хотя МЭД практически одинакова. По-видимому, на жизнеспособность пыльцы, кроме ионизирующей радиации, влияют и другие экологические, в частности климатические, факторы.

Хотя жизнеспособность пыльцы в 2000 г. выше, чем в 2001 г., количество аномальных пыльцевых зерен (с одной трубкой, но с двумя-тремя и более разветвлениями; с двумя трубками) в 2000 г. больше, чем в 2001 г., в контроле – наоборот. Количество аномальных пыльцевых зерен при МЭД = 757,7 мкР/ч составило 6,6, в 2001 г. – 3,8 %; при МЭД = 260,4 мкР/ч – соответственно 6,7 и 3,0 %; при МЭД = 50,6 мкР/ч – соответственно 9,0 и 5,6 %; в контроле (10 мкР/ч) – соответственно 7,7 и 4,5 %. Эти аномалии пыльцы, особенно более 3-х разветвлений, по-видимому, можно считать маркерами генетических нарушений, вызванных радиационным и другими загрязнениями.

Количество непроросших пыльцевых зерен выше в 2001 г., (это не распространяется на контроль), при этом их вариабельность  $V$  (%) в 2001 г. выше, чем в 2000 г., и увеличивается с ростом МЭД.

В целом увеличение МЭД повышает уровень внутривидовой изменчивости ( $V$ ) жизнеспособности пыльцы, в 2001 г. этот показатель выше, чем в 2000 г. Повышение уровня изменчивости признака, как правило, связано с угнетающим действием ионизирующей радиации на растения, т. е. с появлением мутационных повреждений, для которых повышенная изменчивость закономерна [2, 7, 8]. Уменьшение изменчивости признака связано с эффектом гетерозиса, который проявляется в популяциях перекрестников, так как появляются гетерозиготные особи с высокой генетической и физиологической активностью [2], при этом в популяции происходит выравнивание количественных признаков.

Анализ парной связи МЭД и общего количества проросших пыльцевых зерен, МЭД и пыльцевых зерен с различными аномалиями развития пыльцевых трубок не выявил четких закономерностей ( $t_{\text{факт}} < t_{\text{табл}}$ ). Однако отмечена отрицательная тенденция связи МЭД с общим количеством проросших пыльцевых зерен ( $r = -0,180$  в 2000 г.,  $r = -0,078$  в 2001 г.), с количеством пыльцевых зерен с двумя пыльцевыми трубками ( $r = -0,224$  в 2000 г.,  $r = -0,242$  в 2001 г.) и с количеством пыльцевых зерен с трубками без разветвлений ( $r = -0,224$  в 2000 г.,  $r = -0,283$  в 2001 г.). Тенденция связи МЭД с количеством пыльцевых зерен с одной сильно разветвленной (более 3-х разветвлений) трубкой ( $r = 0,120$  в 2000 г.,  $r = 0,214$  в 2001 г.) и с количеством непроросших пыльцевых зерен ( $r = 0,180$  в 2000 г.,  $r = 0,078$  в 2001 г.) положительна.

Таким образом, хотя в целом качество пыльцы достаточно высокое, выявлено достоверное снижение ее жизнеспособности, а также увеличение количества аномальных пыльцевых зерен, особенно, в условиях максимального радиационного загрязнения, повышение уровня внутривидовой изменчивости с ростом МЭД, что можно объяснить появлением различных мутационных нарушений. Практически все показатели 2001 г. выше, что свидетельствует о влиянии других, в частности климатических, факторов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Артемов В.А.* Жизнеспособность пыльцы / В.А. Артемов // Экологические основы повышения продуктивности таежных лесов Европейского Севера. – Л.: Наука, 1981. – С. 135–142.
2. *Демченко С.И.* Особенности мутационной и модификационной изменчивости, вызываемой химическими мутагенами у растений: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / С.И. Демченко. – М., 1984. – 44 с.
3. *Козубов Г.М.* Структура радиационного поражения сосновых лесов в зоне ЧАЭС / Г.М. Козубов, В.В. Давыдчук, Ю.Д. Абатуров // Биологические и радиоэкологические аспекты последствий аварии на Чернобыльской атомной станции: тез. докл. I Междунар. конф. – М., 1990. – С. 15.
4. *Пятницкий С.С.* Практикум по лесной селекции / С.С. Пятницкий. – М.: Сельхозиздат, 1961. – 271 с.
5. *Свалов Н.Н.* Вариационная статистика / Н.Н. Свалов. – М.: Лесн. пром-сть, 1977. – 120 с.
6. *Снедекор Д.У.* Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии / Д.У. Снедекор. – М.: Сельхозиздат, 1961. – 504 с.
7. *Brock R.D.* Quantitatively inherited variation in *Arabidopsis thaliana* induced by chemical mutagens / R.D. Brock // *Environmental and Exp. Bot.* –1976. – Vol. 16. – P. 241–253.
8. *Gaul A.* Mutationen in der Pflanzenzuchtung / A. Gaul // *Ztschr. Pflanzen Zucht.* – 1963. – Bd. 5.– S. 194–307.

Брянская государственная  
инженерно-технологическая академия

Поступила 25.05.03

A.V. Scock, I.N. Glasoun, E.N. Samoshkin  
**Influence of Radioactive Pollution of Scotch Pine on Pollen Viability  
and Anomaly in Deciduous Forest Zone in Bryansk Region**

Decrease of pollen viability and increase of the number of anomalous pollen grains in the conditions of maximum pollution have been detected. The influence of climatic factors is observed.