

## Литература

1. Розенберг Г.С. Модели в фитоценологии. Москва.: Наука, 1984. 240 с.
2. Романюк Б.Д. Взгляд из Псковского модельного леса [Электронный ресурс] // Лесной бюллетень. 2006. № 31. Информационное и дискуссионное издание. URL. <http://forest.ru/rus/bulletin>.
3. Сеннов С.Н. Итоги экспериментального изучения конкуренции в древостоях // Изв. ЛТА. 1993. Вып.170. С.160-172.

## References

1. Rosenberg G.S. Models in phytocenology. M.: Nauka, 1984. 240 s.
2. Romanyuk B.D. View from the Pskov Model Forest // Lesnoy byulleten'. 2006. № 31. <http://forest.ru/rus/bulletin>
3. Sennov S.N. The results of experimental study of forest stands competition // Izv. LTA. 1993. S.160-172.

УДК 631.658

## Исследование структуры и определение параметров пористости кедровых шишек

В.А. Иванов<sup>a</sup>, П.В. Бырдин<sup>b</sup>, Д.В. Михальский<sup>c</sup>

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

<sup>a</sup>ivanovva55@mail.ru, <sup>b</sup>byrdin\_pavel@mail.ru, <sup>c</sup>nokia 603007@mail.ru

Статья поступила 14.05.2013, принята 12.08.2013

*С целью повышения эффективности работ по искусственному лесовосстановлению и увеличения производительности труда, улучшения качества получаемого кедрового ореха была разработана серия устройств для шелушения кедровых шишек, которые исключают нарушение целостности ореха при извлечении. Принцип работы устройств, основанный на отделении чешуйки от остова шишки, потребовал проведения экспериментальных исследований по определению параметров материала чешуйки. В статье представлены результаты исследований радиальных срезов чешуек кедровых шишек при 40-кратном увеличении. Целью исследований являлось определение параметров пористости материала чешуйки кедровых шишек. По полученным срезам подсчитывалось количество пор, определялись их геометрические размеры и вычислялась площадь. На первом этапе было определено среднее количество пор на единицу площади чешуйки, на втором этапе исследовалась средняя площадь поры. Статистическая обработка данных показала, что распределение пор по площади среза описывается нормальным законом, а распределение площади пор по их количеству – нормальным распределением. Были определены среднее количество пор, приходящихся на 1 мм<sup>2</sup> площади чешуйки (40 штук), и средняя площадь поры (10,6\*10<sup>-3</sup> мм<sup>2</sup>).*

**Ключевые слова:** кедровая шишка, пористость, количество пор, геометрические размеры и площадь пор.

## Investigation of the structure and parameters of cedar pine cones porosity

V.A. Ivanov<sup>a</sup>, P.V. Byrdin<sup>b</sup>, D.V. Mikhal'sky<sup>c</sup>

Bratsk State University, 40 Makarenko st., Bratsk, Russia

<sup>a</sup>ivanovva55@mail.ru, <sup>b</sup>byrdin\_pavel@mail.ru, <sup>c</sup>nokia 603007@mail.ru

Received 14.05.2013, accepted 12.08.2013

*To improve the operational efficiency of artificial reforestation and increase labor productivity and quality of the obtained pine nut, a number of devices to shell cedar pine cones were developed to avoid nuts damaging in the process of their extraction. The operating principle based on the separation of a cone scale from its skeleton demanded carrying out the pilot studies to determine the parameters of a scale's material. The article presents the results of the conducted pilot research of the radial cuts of cedar cones scales when magnified 40 times. The research objective was to determine the porosity parameters of the cedar cones scales. Using the obtained cuts, the pores number was counted, their geometrical dimensions were determined, and the pores area was calculated. At the first stage of the pilot studies, the average number of pores per a scale's unit area was determined, and at the second stage, the studies to determine the average area of pores were conducted. At each stage of the research, the statistical data processing to detect the distribution nature was carried out. It was established that the pores distribution along the cut area was described by the normal law, and the distribution of the pores area by pores quantity was described by the normal distribution as well. As a result of the conducted research, the average pores number accounting for 1mm<sup>2</sup> of the area and equal to 40 and the average pore area equal to 10.6\*10<sup>-3</sup> mm<sup>2</sup> were determined.*

**Keywords:** cedar pine cone, porosity, pore number, geometrical dimensions and size of pores.

**Введение.** Кедровые леса – это регулятор климата и стока вод, могучий защитный панцирь, охраняющий почвы, который в настоящее время значительно истощен проводившимися бесконтрольными рубками. Для восстановления защитных свойств кедровников, а также реализации неистощительного лесопользования в кедровых лесах необходимо восстанавливать насаждения лесного фонда более эффективным искусственным путем, для чего требуется большое количество семян (кедровых орехов) [1], получение которых, в свою очередь, возможно при использовании нового высокотехнологичного оборудования для шелушения кедровых шишек.

В нашей стране и за рубежом орехи в большинстве случаев заготавливаются при помощи ручного труда. Технологический процесс заготовки кедрового ореха состоит из двух основных операций: заготовка кедровых шишек и извлечение орехов.

Существует множество устройств для извлечения кедровых орехов, принцип работы которых основан на разрушении кедровой шишки [6, 10], что приводит к нарушению целостности и, как следствие, снижению качества получаемого ореха.

Для исключения нарушения целостности ореха и увеличения производительности работ по заготовке кедровых орехов необходимо разрабатывать новые ресурсосберегающие и высокопроизводительные устройства для шелушения кедровых шишек.

Для решения поставленной задачи была разработана серия устройств [7 – 9], принцип действия которых основан на шелушении шишки. При взаимодействии чешуи кедровой шишки с упорами в рабочем органе происходит отрыв чешуйки от остова шишки [2 – 5].

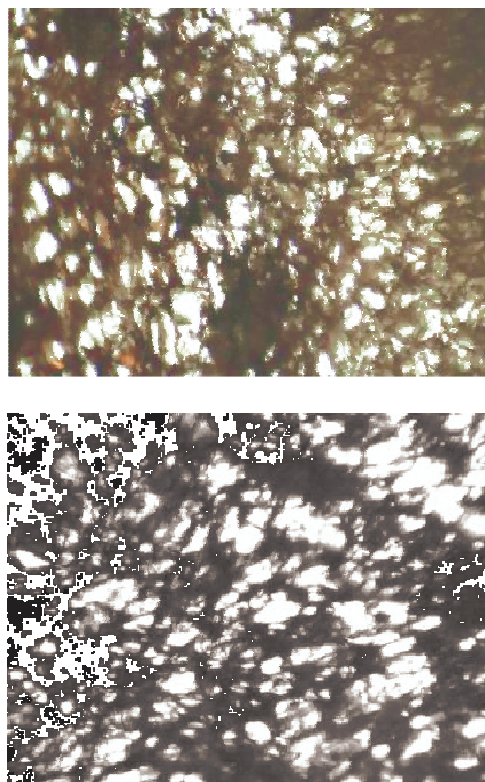
**Цели исследования.** Для определения зависимости рабочих параметров установок, основанных на принципе шелушения, необходимо исследовать рабочий материал, а именно чешуйку шишки.

1. Определить закон распределения пор на срезе чешуйки шишки.

2. Определить закон распределения площадей пор в чешуйке шишки.

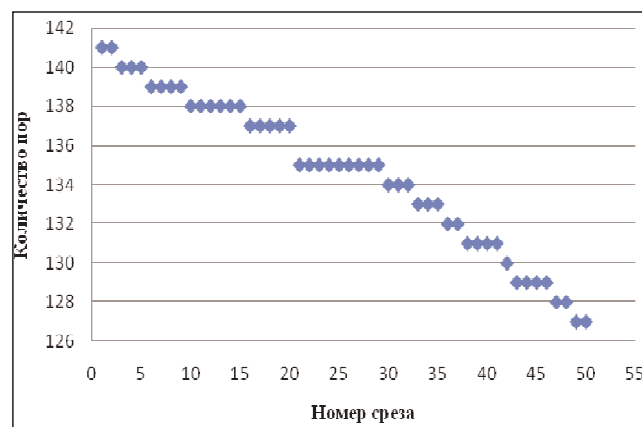
**Объект исследования.** В лабораторных условиях, под микроскопом МПБ-3М были исследованы срезы чешуек шишек при 40-кратном увеличении. Выяснилось, что чешуйка шишки имеет пористую структуру (рис. 1).

На первом этапе экспериментальных исследований была определена средняя пористость чешуйки, то есть среднее количество пор на единицу площади чешуйки. В ходе лабораторных испытаний было сделано 50 срезов чешуек, которые были сфотографированы для обработки полученных данных.



**Рис. 1.** Фото радиальных срезов чешуйки кедровой шишки (увеличение  $\times 40$ ) площадью  $3,36 \text{ мм}^2$

Ручным подсчетом количества пор выявлена генеральная совокупность (рис. 2), которая в дальнейшем была исследована при выяснении характера распределения количества пор.



**Рис. 2.** Статистический ряд количества пор на срезах чешуйки шишки на площади  $3,36 \text{ мм}^2$

На основании полученных данных построен график распределения количества пор, представленный на рис. 3.

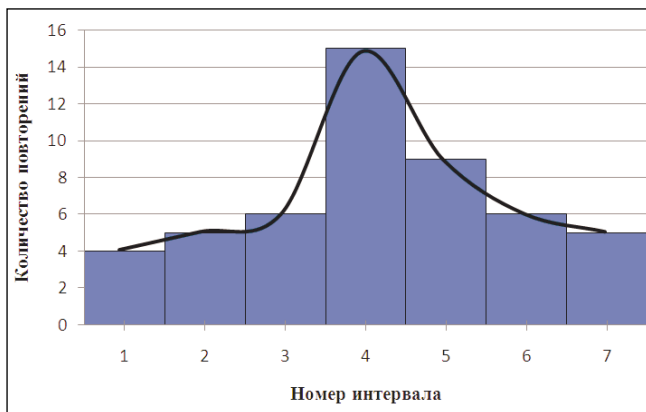


Рис. 3. График плотности распределения количества пор на площади 3,36 мм<sup>2</sup>

На основании построенного графика выдвигаем гипотезу о нормальном распределении количества пор на

единице площади. Для подтверждения или опровержения данной гипотезы проведена проверка по критерию согласия Пирсона  $\chi^2$ , результаты которой представлены в таблице 1.

$$\chi^2_{\text{рас.}} = 3,69$$

Табличный критерий согласия Пирсона  $\chi^2_{\text{таб.}}$  определяется по таблице П.4 [2] и при уровне значимости  $q = 0,05$  и числе степеней свободы  $f = 4$  составит:

$$\chi^2_{\text{таб.}} = 9,5,$$

$$3,69 < 9,5.$$

Тождество выполняется, следовательно, гипотеза о нормальном распределении пор подтверждается. Из полученных исследований делаем вывод, что на 1 мм<sup>2</sup> радиального сечения чешуйки шишки приходится в среднем 40 пор.

Таблица 1

Результаты расчета экспериментальных значений количества пор на срезе чешуйки шишки

№ интервала	Нижняя граница интервала	Верхняя граница интервала	$m_i$	$Z_i$	$Z_i$	$\Phi(Z_i)$	$\Phi(Z_i)$	$P_i$	$P_i * n$	$(m_i - P_i * n)$	$\frac{(m_i - P_i * n)}{P_i * n}$
1	126	128	4	-2,2393	-1,6446	-0,5	-0,4452	0,0548	2,74	1,5876	0,58
2	128	131	5	-1,6447	-1,05	-0,4452	-0,3531	0,0921	4,605	0,156025	0,03
3	131	133	6	-1,05	-0,4553	-0,3531	-0,17	0,1831	9,155	9,954025	1,09
4	133	135	15	-0,4553	0,1393	-0,17	0,0478	0,2178	10,89	16,8921	1,55
5	135	138	9	0,1393	0,7339	0,0478	0,2642	0,2164	10,82	3,3124	0,31
6	138	140	6	0,7339	1,3286	0,2642	0,4032	0,139	6,95	0,9025	0,13
7	140	142	5	1,3287	1,9233	0,4032	0,5	0,0968	4,84	0,0256	0,01

1. На следующем этапе проводились исследования по определению средней площади поры. Был выбран один из полученных срезов. Из числа всех пор на срезе подсчитаны площади 50 пор. Данные выборки представлены на рис. 4.

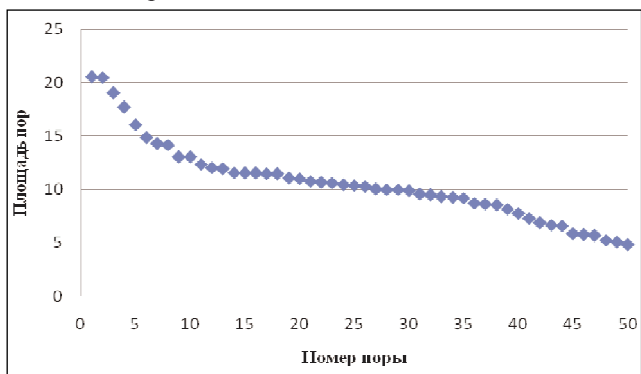


Рис. 4. Статистический ряд посчитанных площадей пор, мм<sup>2</sup>, на срезе чешуйки кедровой шишки

На основании полученных данных построен график распределения площадей пор, представленный на рис. 5.

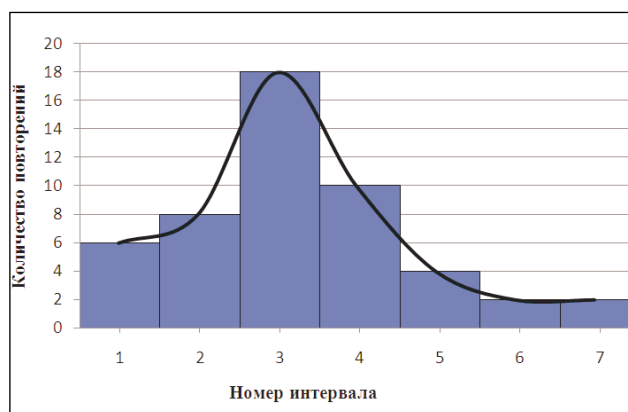


Рис. 5. График плотности распределения площадей пор

На основании построенного графика выдвинем гипотезу о нормальном распределении площадей пор. Для подтверждения или опровержения гипотезы проведена проверка по критерию согласия Пирсона  $\chi^2$ , результаты которой представлены в таблице 2.

Результаты расчета экспериментальных значений площадей пор

№ интервала	Нижняя граница интервала	Верхняя граница интервала	$m_i$	$Z_i$	$Z_i$	$\Phi(Z_i)$	$\Phi(Z_i)$	$P_i$	$P_i*n$	$(m_i - P_i*n)$	$\frac{(m_i - P_i*n)}{P_i*n}$
1	3,479	6,101	6	-1,950	-1,233	-0,500	-0,385	0,115	5,760	0,058	0,010
2	6,101	8,723	8	-1,233	-0,516	-0,385	-0,192	0,193	9,665	2,772	0,287
3	8,723	11,344	18	-0,516	0,200	-0,192	0,079	0,271	13,535	19,936	1,473
4	11,344	13,966	10	0,200	0,917	0,079	0,321	0,242	12,100	4,410	0,364
5	13,966	16,588	4	0,917	1,634	0,321	0,445	0,124	6,200	4,840	0,781
6	16,588	19,209	2	1,634	2,351	0,445	0,492	0,047	2,330	0,109	0,047
7	19,209	21,831	2	2,351	3,068	0,492	0,500	0,008	0,410	2,528	6,166

$$\chi^2_{\text{рас.}} = 9,13$$

Табличный критерий согласия Пирсона  $\chi^2_{\text{таб.}}$  определяется по таблице П.4 [2] и при уровне значимости  $q = 0,05$  и числе степеней свободы  $f = 4$  составит:

$$\chi^2_{\text{таб.}} = 9,5,$$

$$9,13 < 9,5.$$

Тождество выполняется, следовательно, гипотеза о нормальном распределении площадей пор подтверждается. Из полученных исследований вытекает вывод, что средняя площадь поры составляет  $10,6 \cdot 10^{-3} \text{ мм}^2$ .

#### Выводы

В результате проведенных исследований были определены среднее количество пор, приходящихся на  $1 \text{ мм}^2$  площади поперечного сечения чешуйки кедровой шишки, которое составило 40 штук, и средняя площадь поры –  $10,6 \cdot 10^{-3} \text{ мм}^2$ .

#### Литература

- Куриленко Н.И. Исследование физико-механических свойств кедрового ореха // Вестн. КрасГАУ. 2010. № 2. С. 149-153.
- Михальский Д.В., Бырдин П.В. Устройство для шелушения кедровых шишек // Труды Братского государственного университета. Сер.: Естественные и инженерные науки. 2009. Т. 2. С. 251-253.
- Михальский Д.В., Бырдин П.В.. Теоретические исследования устройства для извлечения ореха из кедровой шишки // Вестн. КрасГАУ. 2010. № 6. С. 139-143.
- Михальский Д.В., Бырдин П.В., Аверина Г.А. Теоретические основы проектирования устройств для шелушения кедровых шишек // Труды Братского государственного университета. Сер. Естественные и инженерные науки. 2010. Т.2. С. 262-266.
- Михальский Д.В. Иванов В.А., Бырдин П.В., Борейкина Е.М. Устройство для шелушения кедровых шишек с их предварительной термической обработкой // Там же. 2011. Т. 2. С. 214-215.
- Невзоров В.Н., Голубев И.В., Максимов Е.И. Устройство для извлечения из шишек кедровых орехов, их очистки и сортировки: пат. 2122334 Рос. Федерация. № 97108811/13; заявл. 22.05.97; опубл. 27.11.98. Бюл. № 5.
- Бырдин П.В., Михальский Д.В., Ключ С.С. Устройство для шелушения кедровых шишек: пат. 95470 Рос. Федерация. № 2009144530/22; заявл. 01.12.09; опубл. 10.07.10. Бюл. № 19.

8. Бырдин П.В., Михальский Д.В., Ключ С.С. Устройство для извлечения ореха из кедровой шишки: пат. 2403829 Рос. Федерация. № 200911304/13; заявл. 09.04.09; опубл. 20.11.10. Бюл. № 32.

9. Бырдин П.В., Михальский Д.В., Ключ С.С. Устройство для выделения ореха из кедровых шишек: пат. 2440013 Рос. Федерация. № 2010122961/13; заявл. 04.06.10; опубл. 20.01.12. Бюл. № 2.

10. Максимов Е.И., Невзоров В.Н., Куриленко Н.И., Дырдин С.Н., Голубев И.В. Патент на изобретение 2440781 РФ МПК<sup>7</sup> А 23 N 5/00. Устройство для извлечения семян из кедровых шишек и их очистки: пат. 2440781 Рос. Федерация. № 2010122113/13; заявл. 31.05.10; опубл. 27.01.12. Бюл. № 3.

#### References

- Kurilenko N.I. The study of the pine nuts physical and mechanical properties // Vestn. KrasGAU. 2010. № 2. S. 149-153.
- Michal'skiy D.V., Byrdin P.V. The device for cedar cones shelling // Trudy Bratskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennye i inzhenernye nauki. 2009. T. 2. S. 251-253.
- Michal'skiy D.V., Byrdin P.V. Theoretical studies of the device to extract nuts from pine cones // Vestn. KrasGAU. 2010. № 6. S. 139-143.
- Michal'skiy D.V., Byrdin P.V., Aверина G.A. The theoretical basis of the design of the pine cones shelling devices // Trudy Bratskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennye i inzhenernye nauki – razvitiyu regionov Sibiri. 2010. T.2. S. 262-266.
- Michal'skiy D.V., Ivanov V.A., Byrdin P.V., Boreykina E.M. A device for pine cones shelling with their pre-heat treatment // Trudy Bratskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennye i inzhenernye nauki – razvitiyu regionov Sibiri. 2011. T. 2. S. 214-215.
- Невзоров В.Н., Голубев, И.В., Максимов Е.И. A device for extracting nuts from pine cones, their shelling and sorting: pat. № 2122334 Ros. Federatsiya. № 97108811/13; заявл. 05.22.1997, opubl. 11.27.1998. Byul. № 5.
- Бырдин П.В., Михальский Д.В., Ключ С.С. A device for pine cones shelling: pat. 95470 Ros. Federatsiya. № 2009144530/22; заявл. 12.01.2009, opubl. 10.07.2010. Byul. № 19.
- Бырдин П.В., Михальский Д.В., Ключ С.С. A device for extracting nuts from cedar cones: pat. 2403829 Ros. Federatsiya. № 200911304/13; заявл. 09.04.2009, opubl. 20.11.2010. Byul. № 32.
- Бырдин П.В., Михальский Д.В., Ключ С.С. A device for sorting out nuts from cedar cones: pat. 2440013 Ros. Federatsiya. № 2010122961/13; заявл. 04.06.2010, opubl. 20.01.2012. Byul. № 2.
- Максимов Е.И., Невзоров В.Н., Куриленко Н.И., Дырдин С.Н., Голубев И.В. A device for extracting seeds from pine cones and their shelling: pat. 2440781 Ros. Federatsiya. № 2010122113/13; заявл. 31.05.2010, opubl. 27.01.2012. Byul. № 3.