

## ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН РАЗЛИЧНЫХ КЛОНОВ И ФОРМ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ НА ГИБРИДНО-СЕМЕННОЙ ПЛАНТАЦИИ

The analysis of the research of the sowing qualities of the different kinds of seeds, derived from pine cones varying by color and apophysis, carried out by different authors is presented in the article. The named authors determined the technical germination and the thousand seeds average mass for the different seed forms varying by mentioned features. The values of the same parameters for the seeds, stored on the phenotypic plantation of the Kalinkovichi forestry enterprise are given for the comparison. The maximum germination was registered for the hooked apophysis form (91%), the minimum – for the convex and plain forms (86%). As to the seeds color – best germination had black seeds clones, and the beige color seeds were characterized by the worst value.

The calculation of the polychoric relation index, which reflects the conjugated cones color and apophysis variety ( $K = 0,12$ ), is made in the article. The reliability of the index determined on the 5% significance level is also presented.

**Введение.** В Беларуси сосновые леса представлены сосной обыкновенной, согласно классификации по Л. Ф. Правдину, подвида *Pinus silvestris* L. *sabsp. silvestris* L. *var. nana* Pallas. В настоящее время покрытые лесом земли с преобладанием сосны обыкновенной занимают 51,2% их общей площади и 55,2% общего запаса [1]. Однако в последнее время наметилась тенденция снижения этих показателей вследствие интенсивного антропогенного воздействия. При этом в разработанном «Стратегическом плане развития лесного хозяйства Беларуси до 2015 года» принята на перспективу структура сосновых лесов в размере 60,6% [2]. Эти данные свидетельствуют о значительном отличии фактической площади сосняков от оптимальной. В этой связи для увеличения площадей сосновой формации при создании лесных культур предусматривается, помимо искусственного лесовосстановления, облесение земель, вышедших из-под сельскохозяйственного пользования. Поэтому в лесокультурном производстве первоочередной задачей при лесовосстановлении и лесоразведении является получение исходного материала – семян с высокими наследственными свойствами и посевными качествами, использование которых позволит создавать и выращивать качественные, высокопродуктивные и устойчивые насаждения. При этом обеспечение лесокультурного производства такими семенами возможно только при заготовке их на лесосеменных плантациях.

Основными объектами постоянной лесосеменной базы, обеспечивающими получение семян с улучшенной наследственностью, являются клоновые лесосеменные плантации. При этом доля заготавливаемых семян с данных объектов в общем объеме заготовки должна составлять около 50%. Клоновые лесосеменные плантации в зависимости от происхождения привойного материала подразделяются на фенотипические, элитные и гибридно-семенные. Заготавливаемые на таких плантациях семена имеют различную селекционную ценность. Наиболее ценные в селекционном отношении семена можно получить на гибридно-семенных плантациях, на которых введены клоны различных климатипов или экотипов, т. е. созда-

ние таких плантаций осуществляется на основе эколого-географических различий.

Целью нашей работы явилось определение посевных качеств семян различных клонов и форм сосны обыкновенной, введенных на клоновую гибридно-семенную плантацию.

Изучением и определением посевных качеств семян в зависимости от формового разнообразия занимались многие ученые. Однако имеющиеся в научной литературе данные о результатах исследования столь противоречивы, сколь и разнообразны. Многие авторы в качестве диагностического и селекционного признака разновидности сосны обыкновенной выделяют форму строения чешуй шишек, или апофиз шишек: плоский, пирамидальный и крючковатый. Л. Ф. Правдин дополнительно выделял еще пять подгрупп в зависимости от размещения апофиза с пирамидами и крючками шишек. Указанные формы встречаются по всему ареалу распространения сосны, причем отмечено большее доленое участие плоского апофиза в северных лесах, а на юге преобладают формы с крючковатым апофизом.

Некоторые исследователи считают, что рост сосны обыкновенной находится в определенной связи с цветом семян. Д. И. Литвинов, А. П. Тольский, Э. И. Пихельгас выделяли ряд форм по цвету семян: форма сосны обыкновенной с черными, коричневыми, пестрыми и светлыми семенами. А. М. Соболев выделил 72 модификации цвета семян, однако указал, что они не могут быть устойчивыми и надежными признаками формовых разновидностей сосны. З. С. Курдиани, Н. П. Кобранов, Э. И. Пихельгас отмечали преимущество в росте потомства черносеменных форм сосны; С. А. Мамаев, А. П. Тольский, напротив, приводят данные о лучшем росте светлосеменных форм по отношению к черносеменным. В настоящее время установлено, что на севере преобладают семена с более светлой окраской, при продвижении к югу их цвет темнеет и у южной границы ареала преобладают деревья с черными семенами [3]. Э. И. Пихельгас и В. Л. Черепнин установили, что цвет семян зависит от влажности условий местопроизрастания древостоев: в сухих типах

местопрорастания преобладают светлоокрашенные семена, во влажных – темные [4]. А. П. Тольский считает, что у сосен, для которых характерны черные семена, светлые будут недоразвитыми. Однако в других случаях светлые семена будут естественными [3]. В. И. Долголиков и С. А. Ростовцев приводят данные о большей устойчивости черной и темноокрашенной формы сосны против фузариоза, побеговьянов, клопа, хвоегрызущих и стволовых вредителей [5].

**Объект и методика исследования.** Объектом исследования посевных качеств клонов сосны обыкновенной явилась клоновая гибридно-семенная плантация сосны обыкновенной, созданная в Негорельском учебно-опытном лесхозе в 1986 г. На плантацию площадью 0,3 га введены клоны четырех климатипов – белгородского, воронежского, саратовского и кировского происхождения. Заготовка привойного материала производилась в географических культурах второго поколения, представляющих гроздешисечную форму сосны обыкновенной и дерева с обычным семеношением.

Предметом исследования явились особенности посевных качеств семян различных клонов и форм сосны обыкновенной в зависимости от формового разнообразия клонов по строению щитка кроющих чешуй шишек и цветосеменных форм.

С целью определения посевных качеств семян и установления формовой принадлежности клонов на плантации с каждого плодоносящего дерева было собрано в качестве среднего образца по 50 шишек. У шишек определялись биометрические показатели (их длина и ширина), масса, апофиз шишек, а для установления цветосеменных форм клонов шишки высушивались при температуре 53–55°C. Сушка шишек осуществлялась в электропечи СНОЛ-М1 в среднем на протяжении 4–5 дней. Полученные таким образом семена сосны обыкновенной распределялись по их цвету.

Проращивание семян проводилось на специальном проращивателе немецкой фирмы «Rumel» с раскладкой семян на ложе вручную. При этом проращивание семян сосны обыкновенной проводилось на протяжении 15 дней при постоянной температуре воды, равной 24°C. Температура ложа поддерживалась на уровне 22°C. Повторность опыта – трехкратная. Энергия прорастания определялась на 7-й день.

Согласно международным требованиям, проращивание семян сосны обыкновенной возможно как при постоянной температуре воды, так и при переменной. Нами была выбрана постоянная температура воды как оптимальная (24°C), поскольку в литературе имеются данные о том, что переменная температура воды на протяжении периода проращивания снижает энергию прорастания и техническую всхожесть семян, причем повышенная температура воды (30°C) обуславливает снижение показателя технической всхожести на 27,5% [6].

Днями учета результатов проращивания семян, согласно ГОСТ 13056.6–97, считались 3, 5, 7, 10 и 15-й.

Для сравнения полученных результатов в качестве контроля было произведено проращивание семян, заготовленных на фенотипической плантации Калининковского лесхоза.

**Результаты исследования.** Проведенные исследования позволили установить формовые различия клонов сосны обыкновенной по строению щитка кроющих чешуй шишек и цветосеменным формам. Так, установлено, что на плантации присутствуют четыре формы сосны по строению апофиза шишек: плоский выпуклый, пирамидальный и крючковатый апофизы. Выделение выпуклого апофиза из пирамидального было произведено по принципу разности высоты апофиза. При высоте апофиза более 3 мм такие шишки относились к форме с пирамидальным апофизом.

Распространение каждой формы в зависимости от строения апофиза неравномерное: больше всего на плантации представлено деревьев сосны с крючковатым апофизом (36%). Значительно меньше представлены деревья с плоскими (23%) и выпуклыми (22%) апофизами. Меньше всего на плантации деревьев с пирамидальным апофизом (19%).

По цвету семян выявлено пять форм: шишки с черными, темно-коричневыми, светло-коричневыми, пестрыми и светлыми, или бежевыми, семенами. Представленность таких форм деревьев на плантации также неравномерная: наиболее распространены деревья с черными (34%) и темно-коричневыми (33%) семенами. Значительно меньше представлены деревья со светло-коричневыми (13%), пестрыми и бежевыми (по 10%) семенами.

Сгруппированные по цветосеменным формам семена сначала взвешивали на весах для определения массы 1000 шт. семян, а затем отдельными блоками проращивали. Причем в разрезе каждой цветосеменной формы также были рассчитаны основные показатели шишек и семян в зависимости от строения апофиза кроющих чешуй шишек (табл. 1).

Средние значения длины, ширины и массы шишек для деревьев гибридно-семенной плантации составили соответственно 5,1 см, 2,4 см и 7,50 г. Для контрольного варианта – 4,9 см, 2,5 см и 8,23 г. Достоверность различий по этим показателям существенна на 1% уровне значимости. Значительная существенная разность наблюдается по проценту выхода семян из шишек (2,0 и 1,4%,  $t_{001} = 8,44 > 3,29$ ). Следует отметить, что не оказалось ни одной формовой группы (по апофизу шишек и цвету семян), у которой выход семян из шишек оказался бы ниже контроля. Некоторые формы сосны имеют массу 1000 шт. семян более 7 г (светлосеменная крючковатая, черноссеменная плоская и выпуклая, пестросеменная пирамидальная). Имеются также формы сосны обыкновенной с массой 1000 шт. семян менее 6 г (темно-коричневосеменная крючковатая, светло-коричневосеменная крючковатая, пестросеменная выпуклая и плоская).

Биометрические показатели шишек и посевные качества семян в зависимости от строения апофиза кроющих чешуй и цвета семян

| Формы сосны  |                           | Среднее значение       |                        |                        |                         |                         |                         |                        |                          |  |  |
|--|---------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------|--|--|
| по цвету семян   | по строению апофиза шишек | Длина шишки, см        | Диаметр шишки, см      | Масса шишки, г         | Выход семян, %          | Масса 1000 шт. семян, г | Энергия прорастания, %  | Семенной покой, дней   | Техническая всхожесть, % |  |  |
| Черносеменная  | Крючковатая               | 5,2                    | 2,4                    | 8,24                   | 2,0                     | 6,24                    | 85**                    | 5,3                    | 92**                     |  |  |
|  | Пирамидальная             | 5,1                    | 2,4                    | 7,79                   | 2,3                     | 6,67                    | 85**                    | 4,7                    | 89*                      |  |  |
|  | Выпуклая                  | 5,0                    | 2,3                    | 7,07                   | 1,5                     | 7,52                    | 84*                     | 5,3                    | 91**                     |  |  |
| Темно-коричнево-семенная   | Плоская                   | 4,7                    | 2,3                    | 6,99                   | 1,8                     | 7,39                    | 76*                     | 5,6                    | 83                       |  |  |
|  | Крючковатая               | 5,2                    | 2,4                    | 7,95                   | 2,0                     | 5,78                    | 84*                     | 5,4                    | 92**                     |  |  |
|  | Пирамидальная             | 5,2                    | 2,4                    | 7,47                   | 2,3                     | 6,89                    | 78*                     | 5,8                    | 87*                      |  |  |
| Светло-коричнево-семенная  | Выпуклая                  | 4,8                    | 2,3                    | 7,25                   | 2,0                     | 6,90                    | 73*                     | 6,1                    | 83                       |  |  |
|  | Плоская                   | 5,0                    | 2,3                    | 7,25                   | 2,2                     | 6,16                    | 84*                     | 4,9                    | 87*                      |  |  |
|  | Крючковатая               | 5,2                    | 2,5                    | 8,11                   | 2,2                     | 5,88                    | 80*                     | 5,5                    | 88*                      |  |  |
| Пестросеменная   | Пирамидальная             | 5,2                    | 2,4                    | 8,13                   | 2,2                     | 6,36                    | 97**                    | 4,8                    | 98**                     |  |  |
|  | Выпуклая                  | 5,5                    | 2,4                    | 8,17                   | 1,9                     | 6,98                    | 70*                     | 5,9                    | 87*                      |  |  |
|  | Плоская                   | 4,9                    | 2,2                    | 5,90                   | 2,4                     | 6,43                    | 78*                     | 5,9                    | 86                       |  |  |
| Светлосеменная   | Крючковатая               | 5,0                    | 2,5                    | 6,77                   | 1,9                     | 6,63                    | 84*                     | 5,3                    | 94**                     |  |  |
|  | Пирамидальная             | 5,5                    | 2,6                    | 8,82                   | 1,4                     | 7,67                    | 59                      | 6,6                    | 83                       |  |  |
|  | Выпуклая                  | 5,1                    | 2,4                    | 7,34                   | 2,1                     | 5,49                    | 73*                     | 5,6                    | 85                       |  |  |
| Среднее значение   | Плоская                   | 4,7                    | 2,1                    | 5,36                   | 2,0                     | 5,76                    | 79*                     | 5,5                    | 91**                     |  |  |
|  | Крючковатая               | 5,2                    | 2,5                    | 8,25                   | 2,4                     | 7,39                    | 75*                     | 5,8                    | 83                       |  |  |
|  | Пирамидальная             | 5,4                    | 2,4                    | 8,58                   | 2,3                     | 6,84                    | 78*                     | 5,7                    | 81                       |  |  |
| Контроль   | Выпуклая                  | 4,7                    | 2,2                    | 6,23                   | 1,9                     | 6,74                    | 74*                     | 5,4                    | 83                       |  |  |
|  | Плоская                   | 5,0                    | 2,5                    | 8,08                   | 1,6                     | 6,31                    | 64                      | 5,8                    | 81                       |  |  |
|  | Среднее значение          | 5,1                    | 2,4                    | 7,50                   | 2,0                     | 6,56                    | 80*                     | 5,5                    | 88*                      |  |  |
| Достоверность различия выборочных средних для контроля и среднего значения ( $t_d \geq t_{cr}$ ) |                           | $t_{01} = 3,21 > 2,58$ | $t_{01} = 2,62 > 1,96$ | $t_{01} = 3,02 > 2,58$ | $t_{001} = 8,44 > 3,29$ | $t_{01} = 2,79 > 2,58$  | $t_{001} = 9,67 > 3,29$ | $t_{05} = 2,41 > 1,96$ | $t_{01} = 3,12 > 2,58$   |  |  |

\* Достоверное различие энергии прорастания и технической всхожести в сравнении с контролем на 1% уровне значимости.

\*\* Достоверное различие энергии прорастания и технической всхожести как с контролем, так и со средним значением на 1% уровне значимости.

В целом масса 1000 шт. семян по нашему объекту существенно отличается от контроля на 1% уровне значимости (+0,44 г). По такому показателю, как энергия прорастания, отдельные формы достоверно имеют более высокие значения по сравнению не только с контролем, но и со средним значением из всех вариантов (черносеменная крючковатая и пирамидальная, светло-коричнево-семенная пирамидальная). Превышение этого показателя (+17%) для всех форм по сравнению с контролем достоверно на 0,1% уровне значимости. Отмечено, что энергия прорастания у светлосеменной формы для всех апофизов ниже среднего значения по всем формам. По показателю технической всхожести также некоторые формы имеют значения, большие по сравнению как с контролем, так и со средним значением (черносеменная крючковатая и выпуклая, темно-коричнево-семенная крючковатая, светло-коричнево-семенная пирамидальная, пестросеменная крючковатая и плоская). Здесь также наблюдается значительно меньшее значение технической всхожести у светлосеменной формы по сравнению с контролем. В целом техническая всхожесть у цветосеменных форм существенно отличается от таковой в варианте с контролем (+6%) на 1% уровне значимости.

Различие технической всхожести и массы 1000 шт. семян у клонов, различающихся по цвету семян и по форме строения кроющих чешуй шишек, приводится на рис. 1-4.

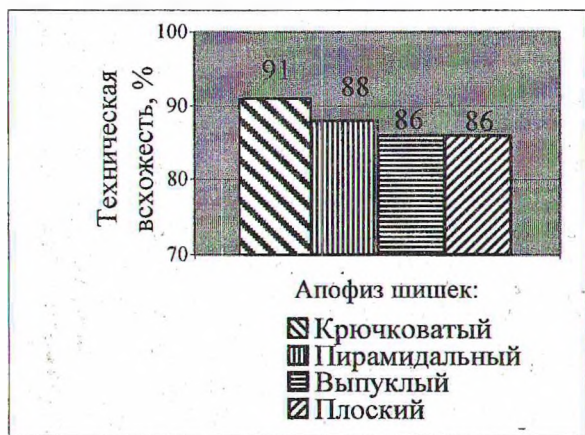


Рис. 1. Техническая всхожесть семян сосны обыкновенной в зависимости от апофиза шишек

Как видно из рис. 1, наибольшая техническая всхожесть семян наблюдается у клонов с крючковатым апофизом (91%) и существенность различия достоверна при сравнении с всхожестью семян клонов с выпуклым и плоским апофизом.

На рис. 2 показана техническая всхожесть семян в зависимости от цветосеменной формы. Здесь отмечена примерно одинаковая всхожесть у клонов черносеменной, коричнево-семенной и пестросеменной форм (соответственно 89, 88, 88%).

Однако всхожесть семян светлого, или бежевого, цвета значительно ниже остальных цветосеменных форм и составляет всего 82%.



Рис. 2. Техническая всхожесть семян в зависимости от цвета семян

На рис. 3 отображена зависимость массы 1000 шт. семян от апофиза шишек. Наибольшая масса 1000 шт. семян у клонов с выпуклым апофизом, наименьшая – у форм с крючковатым апофизом. Существенность различий по этому показателю недостоверная.

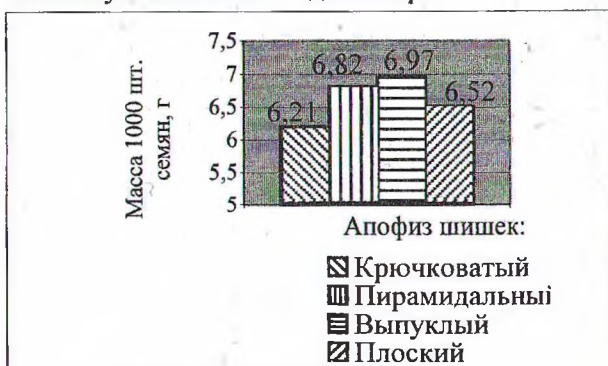


Рис. 3. Зависимость массы 1000 шт. семян от формы апофиза шишек

На рис. 4 показана масса 1000 шт. семян в зависимости от цвета. Наибольшая величина этого показателя у клонов с бежевыми семенами (6,85 г), а наименьшую массу 1000 шт. семян имеют клоны с пестрыми семенами (6,30 г). Достоверность существенного различия по массе 1000 шт. семян не обнаружена.

Для измерения сопряженного разнообразия цвета семян и апофиза шишек был произведен расчет полихорического показателя связи Чупрова между указанными признаками (табл. 2).

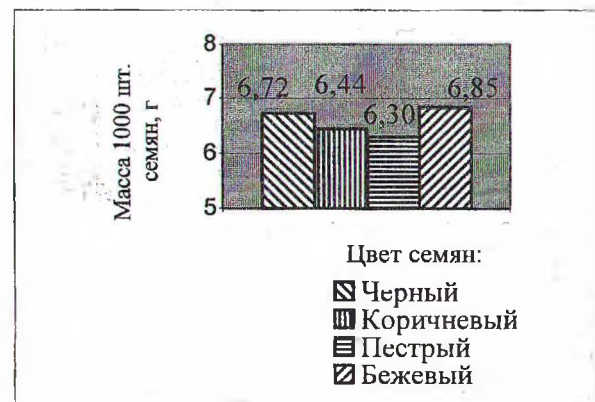


Рис. 4. Зависимость массы 1000 шт. семян от цвета семян

Вычисление полихорического показателя связи (K) цвета семян и апофиза шишек

| Апофиз шишек               | Цвет семян |                  |                   |         |         | $n_2$ | $N = 136; g_1 = 4, g_2 = 5,$<br>$\varphi^2 = \left( \frac{\sum \frac{f^2}{n_2}}{n_1} \right) - 1 =$<br>$= 1,10 - 1 = 0,10,$<br>$K = \sqrt{\frac{\varphi^2}{(g_1 - 2)(g_2 - 2)}} =$<br>$= 0,12.$<br>Достоверность (K)<br>$\chi^2_k = NK = 136 \cdot 0,12 = 16,3,$<br>$\chi^2_k = 16,3 > \chi^2_{st} = 12,6,$<br>$v = (g_1 - 2)(g_2 - 2) = 6$ |
|----------------------------|------------|------------------|-------------------|---------|---------|-------|---|
|                            | Черный     | Темно-коричневый | Светло-коричневый | Пестрый | Бежевый |       |   |
| Крючковатый (f)            | 23(529)    | 13(169)          | 5(25)             | 4(16)   | 4(16)   | 49    |   |
| ( $f^2 / n_2$ )            | 10,80      | 3,45             | 0,51              | 0,33    | 0,08    |       |   |
| Пирамидальный (f)          | 7(49)      | 12(144)          | 3(9)              | 2(4)    | 2(4)    | 26    |   |
| ( $f^2 / n_2$ )            | 1,88       | 5,54             | 0,35              | 0,15    | 0,15    |       |   |
| Выпуклый (f)               | 6(36)      | 12(144)          | 6(36)             | 1(1)    | 5(25)   | 30    |   |
| ( $f^2 / n_2$ )            | 1,20       | 4,80             | 1,20              | 0,03    | 0,83    |       |   |
| Плоский (f)                | 10(100)    | 9(81)            | 3(9)              | 6(36)   | 3(9)    | 31    |   |
| ( $f^2 / n_2$ )            | 3,23       | 2,61             | 0,29              | 1,16    | 0,29    |       |   |
| $n_1$                      | 46         | 46               | 17                | 13      | 14      | 136   |   |
| $\Sigma (f^2 / n_2)$       | 17,11      | 16,40            | 2,35              | 1,67    | 1,35    | -     |   |
| $\Sigma (f^2 / n_2) / n_1$ | 0,37       | 0,36             | 0,14              | 0,13    | 0,10    | 1,10  |   |

В таблицу занесены следующие данные:  $N$  – общая группа численности, равная 136;  $g_1$  и  $g_2$  – число градаций, на которые разбиты апофиз шишек ( $g_1 = 4$ ) и цвет семян ( $g_2 = 5$ );  $\varphi^2$  – коэффициент контингенции Пирсона;  $n_2$  – частоты ряда апофиза шишек по строкам;  $n_1$  – частоты ряда цвета семян по столбцам;  $f$  – частоты ячеек по первому и второму признакам;  $K$  – полихорический показатель связи;  $\chi^2_k$  – эмпирический критерий хи-квадрат;  $\chi^2_{st}$  – теоретическое значение хи-квадрата;  $v$  – число степеней свободы.

Сведения данных в таблицу выявило определенную связь между изучаемыми признаками: у клонов с черным цветом семян большинство шишек имеет крючковатый апофиз. Рассчитанный полихорический показатель связи равен  $K = 0,12$ . Достоверность полихорического показателя связи определена при помощи критерия  $\chi^2_k$  [7]:

$$\chi^2_k = NK = 136 \cdot 0,12 = 16,3,$$

$$\chi^2_k = 16,3 > \chi^2_{st} = 12,6$$

при  $v = (g_1 - 2)(g_2 - 2) = 6$ .

**Заключение.** На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

– на плантации установлено формовое разнообразие клонов по цвету семян (черные (34%), темно-коричневые (33%), светло-коричневые (13%), пестрые и бежевые (по 10%)) и по апофизу шишек (крючковатый (36%), пирамидальный (19%), выпуклый (22%) и плоский (23%));

– техническая всхожесть семян у клонов с крючковатым апофизом составила 91% и достоверно отличается на 5% уровне значимости от всхожести семян у клонов с выпуклым и пирамидальным апофизом, а также от контроля;

– техническая всхожесть семян у клонов с черными, коричневыми и пестрыми семенами примерно одинакова (89, 88, 88%) и существенно отличается от всхожести бежевых семян

(82%) и всхожести в контроле (82%) на 5% уровне значимости;

– по форме апофиза наибольшая масса 1000 шт. семян у клонов с выпуклым апофизом (6,97 г), а наименьшая – с крючковатым (6,21 г). Достоверность различий не существенная;

– по цвету семян наибольшая масса 1000 шт. семян у клонов с бежевыми семенами (6,85 г), наименьшая – у клонов с пестрыми семенами (6,30 г). Достоверность различий не установлена;

– полихорический показатель связи Чупрова между цветом семян и апофизом шишек ( $K = 0,12$ ) указывает на связь низкой степени и достоверно определен на 5% уровне значимости ( $\chi^2_k = 16,3 > \chi^2_{st} = 12,6$ ).

### Литература

1. Рожков, Л. Н. Динамика и состояние основных лесов Беларуси / Л. Н. Рожков, В. Е. Ермаков, Н. Ф. Ловчий // Труды БГТУ. Сер. I, Лесн. хоз-во. – 2005. – Вып. XIII. – С. 7–13.
2. Стратегический план развития лесного хозяйства Беларуси. – Минск: Минлесхоз, 1997. – 178 с.
3. Молотков, П. И. Селекция лесных пород / П. И. Молотков, И. Н. Патлай, Н. И. Давыдова. – М.: Лесн. пром-сть, 1982. – 224 с.
4. Черепнин, В. Л. Генетико-экологические факторы продуктивности леса на примере сосны обыкновенной / В. Л. Черепнин // Факторы продуктивности леса. – Новосибирск, 1989. – С. 32–36.
5. Хиров, А. А. Качественная оценка плюсовых сосен / А. А. Хиров // Лесн. хоз-во. – 1972. – № 1. – С. 49–53.
6. Волкович, А. П. Определение всхожести и энергии прорастания семян сосны и ели при различных температурных режимах / А. П. Волкович, В. В. Носников, А. В. Юренин // Труды БГТУ. Сер. I, Лесн. хоз-во. – 2005. – Вып. XIII. – С. 150–151.
7. Плохинский, Н. А. Биометрия / Н. А. Плохинский. – М.: Моск. ун-т, 1970. – 367 с.