

УДК 634.54

ББК 42.357

С-91

Сухоруких Юрий Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры ландшафтной архитектуры и лесного дела, декан экологического факультета ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»; 385000, г. Майкоп, ул. Первомайская, 191; e-mail: drsuchor@rambler.ru;

Биганова Светлана Герсановна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры информационной безопасности и прикладной информатики, ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»; 385000, г. Майкоп, ул. Первомайская, 191; e-mail: svetlanabiganowa@yandex.ru;

Пчихачев Эдуард Кимович, кандидат сельскохозяйственных наук, Адыгейский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт цветоводства и субтропических культур»; 385778, Майкопский район, посёлок Цветочный, ул. Школьная, 2а; e-mail: adygchay@rambler.ru

ОБЪЁМ ВЫБОРКИ ПРИ ОЦЕНКЕ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПЛОДОВ ЛЕЩИНЫ (рецензирована)

Лещина обыкновенная (Corylus avellana L.) – ценное пищевое орехоплодное растение. Для её плантационного культивирования используют высокопродуктивные формы и сорта. Разведение ценных популяций обеспечивает получение пищевой продукции, сохранение биоразнообразия и продолжение микроэволюционного процесса вида.

В этих случаях важным является оценка исходного материала по количественным хозяйственно-ценным показателям – массе орехов и ядра, выходу ядра, одномерности плодов по форме и величине, общему оценочному баллу сортофонда. В зависимости от целей осуществляют оценку с различной погрешностью и уровнем значимости. Это связано с объёмом выборки изучаемых образцов.

Оценка количественных показателей плодов лещины проводилась по авторской методике. В популяции рендомизированно отбиралось 578 плодов. У 8 растений изучали по 30 плодов.

Объём выборки для оценки «массы ореха» в популяции и у отдельных особей с погрешностью 0,1 г ($\alpha = 0,05$) составляет 64 и 29 плодов соответственно.

Для оценки показателя «масса ядра» объём выборки с ошибкой 0,05 г и $\alpha = 0,05$ у особей составляет 7, в популяции – 15 орехов и более.

Объём выборки, требуемый для оценки «выхода ядра» с ошибкой в 1% ($\alpha = 0,05$) осуществляется на основе анализа 275 орехов. У отдельных растений изучается не менее 64 орехов.

Одномерность плодов по форме с ошибкой 5% ($\alpha = 0,05$) устанавливается в популяции на основе анализа 18, а у особей 12 орехов и более. Одномерность плодов по величине с такой же погрешностью оценивается в популяции на 45, у особей – на 22 орехах.

Общий балл качества плодов лещины в популяции с ошибкой в 1 балл устанавливается не менее чем на 57 плодах. У особей в подобном случае отбирается 30 орехов.

При рекогносцированных обследованиях с ошибкой в 10 % и более ($\alpha = 0,1$) объём выборки для всех показателей значительно меньше.

Ключевые слова: *лещина, плоды, количественные показатели, ошибка эксперимента, уровень значимости, объём выборки.*

Sukhorukikh Yuriy Ivanovich, *Doctor of Agricultural sciences, a professor, a professor of the Department of Landscape Architecture and Forestry, dean of the Environmental Faculty of FSBEI HE “Maikop State Technological University”; 385000, Maikop, 191 Pervomayskaya str., 191; e-mail drsuchor@rambler.ru;*

Biganova Svetlana Gersanovna, *Candidate of Agricultural Sciences, an associate professor, a professor of the Department of Information Security and Applied Informatics of FSBEI HE “Maikop State Technological University”; 385000, Maikop, 191 Pervomayskaya str., 191; e-mail: svetlanabiganowa@yandex.ru;*

Pchikhachev Eduard Kimovich, *Candidate of Agricultural Sciences, Adygh branch of FSBSI “All-Russian Scientific Research Institute of Floriculture and Subtropical Cultures”; 385778, Maikop district, Tsvetochny village, 2a Shkolnaya str.; e-mail: adygchay@rambler.ru*

VOLUME OF SAMPLING AT ESTIMATION OF QUANTITATIVE INDICATORS OF FILBERT FRUIT QUALITY

(reviewed)

Filbert (Corylus avellana L.) is a valuable edible nut-plant. For its plantation cultivation highly productive forms and varieties are used. Breeding valuable populations ensures obtaining food products, preservation of biodiversity and continuation of the micro evolutionary process of the specie.

In these cases, it is important to evaluate the initial material for quantitative economically valuable indicators- mass of nuts and kernels, yield of the kernel, one-dimensionality of fruits in shape and size, and total score of the variety fund. Depending on the purpose, the assessment is carried out with a different error and significance level. This is related to the sampling volume of the samples studied.

Estimation of quantitative indices of filbert fruit was carried out according to the author's method. 578 fetuses were randomly selected in the population. 30 fruits were studied in 8 plants.

The sample size for estimating the “nut mass” in the population and in individual individuals with an error of 0.1 g ($\alpha = 0.05$) is 64 and 29 fruits respectively.

To estimate the “kernel mass” index the sample size with an error of 0.05 g and $\alpha = 0.05$ in individuals is 7, in the population - 15 nuts and more.

The sample size required to estimate the “core yield” with an error of 1% ($\alpha = 0.05$) is based on an analysis of 275 nuts. At least 64 nuts are studied in different ramets.

The one-dimensionality of fruits in form with an error of 5% ($\alpha = 0.05$) is determined in the population on the basis of the analysis of 18 nuts, and in individuals of 12 nuts and more. The one-dimensionality of fruits in size with the same error is estimated in the population at 45, in individuals - at 22 nuts.

The total score of the quality of filbert fruits in a population with an error of 1 point is established not less than 57 fruits. In individuals in this case, 30 nuts are selected.

The sample size for all indicators is much smaller at reconnaissance surveys with an error of 10% or more ($\alpha = 0.1$).

Key words: *filbert, fruits, quantitative indicators, experimental error, level of significance, sample size.*

Введение

Лещина обыкновенная (*Corylus avellana L.*) – ценное пищевое орехоплодное растение [1, 2]. На внутреннем рынке России наблюдается значительный дефицит в её плодах. Он удовлетворяется в основном за счёт импорта. Высокая рентабельность вида способствует расширению площадей по его культивированию. Эти растения могут успешно выращиваться для получения пищевой продукции на специализированных плантациях и в различных, включая лесные, насаждениях [3]. При этом требуется сортофонд с плодами высокого качества [4, 5, 6].

Для плантационного культивирования используют отдельные высокопродуктивные формы и сорта. Это обеспечивает получение максимума продукции с занимаемой площади [6, 7]. Выращивание ценных популяций позволяет создавать многоцелевые насаждения, продуцирующие качественную пищевую продукцию. Одновременно такие участки обеспечивают микроэволюционный процесс вида, что необходимо для сохранения биоразнообразия и дальнейшей селекционной работы [3].

В этом процессе важным является оценка исходного материала по количественным хозяйственно-ценным признакам, к которым относятся масса ореха и ядра, выход ядра, одномерность плодов по форме и величине, общий оценочный балл сортофонда. В зависимости от целей возникает необходимость осуществлять оценку с различной погрешностью и уровнем значимости. Это, в свою очередь, связано с различным объёмом выборки изучаемых образцов [8]. Предлагаемые методы [3, 9] не учитывают подобных особенностей и обычно имеют необоснованно завышенный, или заниженный объём выборки. Для повышения результативности исследований необходимо уточнение объёма выборки с учётом погрешности и уровня значимости эксперимента.

Материалы и методы

Оценка количественных показателей плодов лещины проводилась по авторской методике [3]. В популяции отбиралось 578 плодов, собранных в случайном порядке по 1 штуке с растения. Для оценки показателей в пределах особи средняя выборка состояла из 30 плодов с 8 растений. Полученные данные усреднялись.

Для ограниченной генеральной совокупности, когда ($n > 0,05 N$) число наблюдений для абсолютной погрешности рассчитывалось согласно указаниям [8]. Объём выборки для показателей одномерности плодов по форме и величине определяли как для альтернативных признаков [10].

Дисперсия доли качественного признака в этом случае вычислялась по известной формуле [8]. При расчётах, согласно рекомендациям, минимальное число наблюдений принимали равным 2 [11].

Результаты и обсуждение

Масса ореха. Среднее значение массы ореха в популяции составило $1,33 \pm 0,02$ г, у особей – $1,93 \pm 0,05$ г. Величина коэффициента вариации 31,03 и 12,97 % соответственно. Объем выборки для оценки признака в популяции и у отдельных особей при различных ошибках и уровнях значимости представлен в таблице 1.

Таблица 1 - Объем выборки при определении значения показателя «масса ореха» в популяции / у особей для различных значений ошибки в граммах и уровней значимости α

Ошибка, г	Уровень значимости		
	$\alpha = 0,01$	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,1$
0,05	406/199	245/113	175/79
0,10	110/52	64/29	45/20
0,20	28/13	16/7	11/5
0,30	13/6	7/3	5/2
0,40	7/3	4/2	3/2
0,50	5/2	3/2	2/2
0,60	3/2	2/2	2/2

Данные показывают, что для оценки плодов по массе при обычно учитываемой погрешности в 0,1 грамма при $\alpha = 0,05$ достаточно изучить в популяции 64 плода, у отдельных рамет – 29 орехов.

Объем выборки при оценке показателя «масса ореха» для ошибки, выраженной в % при разных уровнях значимости представлен в таблице 2.

Таблица 2 - Объем выборки при определении значения показателя «масса ореха» в популяции / у особей для ошибки в % и разных уровней значимости α

Ошибка, %	Уровень значимости		
	$\alpha = 0,01$	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,1$
1	2463/976	1922/608	1572/442
5	241/53	148/29	101/20
10	63/13	38/7	26/5

Из результатов следует, что в популяции для погрешности показателя в 5 % при том же уровне значимости, обычно применяемом в научных исследованиях, требуется изучить не менее 148, у особей – 29 плодов. Для рекогносцировочных работ при 10 % погрешности и $\alpha = 0,1$ достаточно исследовать 26 и 5 плодов соответственно.

Масса ядра. В популяции преобладают орехи с небольшим по массе ядром. Его средняя величина составила $0,47 \pm 0,01$ г. Значительный коэффициент вариации – 42,69 % указывает на большое генетическое разнообразие данного показателя. Среднее для изучаемых 8 особей составило $0,76 \pm 0,02$ г. Коэффициент вариации значительно ниже – 16,84 %.

На основе полученных данных рассчитан объем выборки при оценке показателя «масса ядра» в популяции и для отдельных особей для ошибки в граммах и процентах. Результаты представлены в таблицах 3, 4.

Из данных таблицы 3 следует, что для оценки признака с величиной погрешности в 0,05 г и $\alpha = 0,05$ в популяции изучается не менее 61, у особей – 29 орехов. Для рекогносцировочных обследований с погрешностью 0,1 г при $\alpha = 0,1$ достаточно изучить в популяции 11, у особей всего 5 плодов.

Таблица 3 - Объем выборки при определении значения показателя «масса ядра» в популяции / у особей для различных значений погрешности в граммах и уровней значимости α

Ошибка, г	Уровень значимости		
	$\alpha = 0,01$	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,1$
0,05	104/52	61/29	43/20
0,1	26/13	15/7	11/5
0,2	7/3	4/2	3/2
0,3	3/2	2/2	2/2

Таблица 4 - Объем выборки при определении значения показателя «масса ядра» в популяции / у особей для ошибки в % и уровней значимости α

Ошибка, %	Уровень значимости		
	$\alpha = 0,01$	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,1$
1	3008/1375	2546/809	2203/699
5	433/90	262/45	187/35
10	118/23	69/11	48/9

Данные таблицы 4 показывают, что для определения значения признака «масса ядра» в популяции с используемой в научных исследованиях погрешностью 5 % и уровнем значимости $\alpha = 0,05$ следует расколоть 262, у особей – 45 орехов. Для рекогносцировочного обследования популяции при погрешности в 10 % и $\alpha = 0,1$ понадобится 48, у особей не менее 9 орехов, собранных случайным образом.

Выход ядра. В популяции среднее значение показателя $34,71 \pm 0,36$ % указывает на преобладание плодов с небольшим выходом ядра. Среднее для особей составило $39,69 \pm 0,71$ %. Объем выборки, требуемый для оценки выхода ядра, представлен в таблице 5.

Таблица 5 - Объем выборки при определении значения показателя «выход ядра» в популяции/ у особей для погрешности в % и разных уровней значимости α

Ошибка, %	Уровень значимости		
	$\alpha = 0,01$	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,1$
0,5	1354/407	912/238	685/170
0,7	828/223	524/127	382/89
1	454/114	275/64	197/44

1,5	215/52	127/29	90/20
2	124/29	72/16	51/11
2,5	80/19	47/10	33/7
3	56/13	33/7	23/5

В популяции для погрешности в 1 % и $\alpha = 0,05$ требуется изучить 275, у особей – 64 плода. При рекогносцировочных обследованиях с ошибкой 2,5 % и $\alpha = 0,1$ – не менее 33 и 7 орехов соответственно.

Одномерность плодов по форме. При оценке качества плодов показатель «одномерность плодов по форме» учитывается в процентах. Поскольку здесь имеется только две градации: неодномерные-одномерные, то для расчёта статистических характеристик показатель представляется как альтернативный признак. Соотношение долей в популяции составило 0,25 и 0,75. Дисперсия – 0,188, средняя ошибка выборки – 0,01. У особей соотношение долей иное – 0,14-0,86. Дисперсия – 0,87, средняя ошибка равна 0,102.

Объём выборки для оценки этого альтернативного признака приведен в таблице 6.

Из данных таблицы 6 следует, что для ошибки в 5 % при значимости $\alpha = 0,05$ в популяции требуется изучить не менее 18, у особей – 12 орехов. Для рекогносцировочных обследований при ошибке 10 % при $\alpha = 0,1$, изучают не менее 3 и 2 орехов соответственно.

Таблица 6 - Объём выборки при определении показателя «одномерность плодов по форме» для ошибки в процентах при разных уровнях значимости α в популяции / у особей

Ошибка, %	Уровень значимости		
	$\alpha = 0,01$	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,1$
1	3030/2712	2573/2194	2132/1851
2	1754/1379	1243/932	959/708
3	149/101	87/59	61/42
4	55/37	32/21	22/15
5	31/21	18/12	13/9
10	8/6	5/3	3/2
15	6/4	4/3	3/2
20	6/4	4/2	2/2

Одномерность плодов по величине. Одномерность плодов по величине является альтернативным признаком, учитывается в процентах и имеет две градации: неодномерные-одномерные.

В популяции соотношение долей составило 0,36 и 0,64, дисперсия – 0,23, ошибка выборки – 0,018. У особей эти показатели равны: соотношение долей – 0,13-0,87, дисперсия – 0,011, ошибка выборки – 0,105.

Объём выборки для оценки одномерности плодов по величине приведен в таблице 7.

Таблица 7 - Объем выборки при определении показателя «одномерность плодов по величине» для ошибки в процентах при разных уровнях значимости α в популяции / у особей

Ошибка, %	Уровень значимости		
	$\alpha = 0,01$	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,1$
1	3174/2595	2757/2064	2433/1721
2	1960/1264	1427/842	1119/635
3	1197/681	791/424	589/310
4	181/89	107/52	75/37
5	77/37	45/22	31/15
10	15/7	9/4	6/3
15	9/4	5/3	4/2
20	8/4	5/2	3/2

Результаты показывают, что для ошибки 5 % и значимости $\alpha = 0,05$ в популяции требуется изучить 45, у особи не менее 22 орехов. Для рекогносцировочных обследований при ошибке 10 % при $\alpha = 0,1$, необходимо исследовать 6, у особей – 3 ореха и более.

Общий балл качества плодов. Общий балл качества плодов лещины определяется суммированием баллов всех показателей качества. Среднее значение показателя в популяции $33,6 \pm 0,16$, у особи $41,34 \pm 0,50$ балла. Коэффициент вариации общего балла в популяции составляет 11,51 %. У особей – 6,38 %.

Объемы выборки для оценки орехов в популяции и у особей по общему баллу качества плодов для различных ошибок представлены в таблицах 8, 9.

Таблица 8 - Объем выборки при определении значения показателя «общий балл качества плодов» в популяции / у особей для ошибки в баллах и разных уровней значимости α

Ошибка, балл	Уровень значимости		
	$\alpha = 0,01$	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,1$
0,5	362/193	217/115	155/87
0,7	193/102	114/60	80/45
1	97/51	57/30	40/22
1,5	44/23	25/13	18/10
2	25/13	14/7	10/6
3	11/6	6/3	4/2

В популяции для погрешности в 1 балл при $\alpha = 0,05$ изучается не менее 57, у особи – 30 и более плодов. При рекогносцировочном обследовании и ошибке в 2 балла ($\alpha = 0,1$) потребуется не менее 10 орехов, собранных случайным образом в популяции и 6 плодов у отдельного растения.

Таблица 9 - Объем выборки при определении значения показателя «общий балл качества плодов» в популяции / у особей для ошибки в % и разных уровней значимости α

Ошибка, %	Уровень значимости		
	$\alpha = 0,01$	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,1$
1	723/270	451/162	327/116
5	169/12	99/7	14/5
10	86/3	50/2	4/2

При погрешности в 5 % и $\alpha = 0,05$ в популяции изучается 99, у особей – 7 орехов, а при погрешности в 10 % и $\alpha = 0,1$ – 4 и 2 ореха соответственно.

Заключение

1. Средняя масса орехов лещины в популяции имеет небольшое значение – $1,33 \pm 0,02$ г, у изучаемых особей – $1,93 \pm 0,05$ г. Для её оценки с погрешностью 0,1 г. ($\alpha = 0,05$) изучается в популяции не менее 64, у особей – 29 плодов.

2. Масса ядра в популяции составляет $0,47 \pm 0,01$ г, для изучаемых 8 особей $0,76 \pm 0,02$ г. Объем выборки для оценки с ошибкой 0,05 г. и $\alpha = 0,05$ у особей составляет 29, в популяции – 61 орех и более.

3. Выход ядра в популяции лещины невысокий – $34,71 \pm 0,36$ %, у особей $39,69 \pm 0,71$ %. Его оценка с ошибкой в 1% ($\alpha = 0,05$) осуществляется на основе анализа 275 орехов. У отдельных рамет для подобного эксперимента требуется не менее 64 орехов.

4. Одномерность плодов по форме с ошибкой 5% ($\alpha = 0,05$) устанавливается в популяции на основе анализа 18, а у особей 12 орехов и более.

5. Одномерность плодов по величине с ошибкой 5% ($\alpha = 0,05$) оценивается в популяции на 45, у особей – на 22 орехах.

6. Для оценки лещины по общему баллу качества плодов при ошибке в 1 балл требуется не менее 57 плодов. У особей в подобном случае отбирается не менее 30 орехов.

7. При рекогносцировочных обследованиях с ошибкой в 10 % и более ($\alpha = 0,1$) объем выборки значительно меньше для всех показателей.

Литература:

1. Биганова С.Г., Сухоруких Ю.И., Исуцева Т.А. Генотип лещины обыкновенной и перспективы её разведения в Республике Адыгея // Садоводство и виноградарство. 2014. №4. С. 28-31.

2. Muehlbauer M., Molnar Th. Hazelnuts, a potential new crop for the Northeast: an update on the Rutgers University Breeding Program // Fruit Notes. 2014. №79(4). P. 1-3.

3. Лесные плодовые виды Северо-Западного Кавказа. / Ю.И Сухоруких [и др.]. Майкоп: Качество, 2010. 192 с.

4. Волович П.И. Сортоизучение культурных форм лещины и экономические аспекты их выращивания. Плодоводство // Самохваловичи. 2005. №17(1). С. 228-231.

5. Mitrovic M., Miletic R., Lukic M. Pomo-technological properties of introduced hazelnut cultivars // Vocarstvo. 2009. №43(165-166). P. 53-56.

6. Некоторые программные и методические аспекты селекции лещины (фундука) на Западном Кавказе / С.Г. Биганова [и др.] // Новые технологии. 2016. Вып. 4. С. 103-109.

7. Основные элементы технологии возделывания фундука / Рындин А.В. [и др.]. Краснодар, 2008. 44 с.

8. Шмойлова Р.А. Теория статистики: учебник / Р.А. Шмойлова [и др.]. 4-е изд., перераб. и доп. Москва: Финансы и статистика, 2004. 656 с.
9. Седов Е.Н., Огольцова Т.П. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орёл, 1999. 606 с.
10. Венецкий И.Г., Венецкая В.И. Основные математико-статистические понятия и формулы в экономическом анализе: справочник. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Статистика, 1979. 447 с.
11. Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении: учебник. Москва: МГУ, 1995. 320 с.

Literature:

1. Biganova S.G., Sukhorukikh Yu.I., Isuscheva T.A. Gene fund of filbert and prospects of its breeding in the Republic of Adygea // *Horticulture and viticulture*. 2014. № 4. P. 28-31.
2. Muehlbauer, M., Molnar Th. Hazelnuts, a potential new crop for the Northeast: an update on the Rutgers University Breeding Program // *Fruit Notes*. 2014. No. 79 (4). R. 1-3.
3. Forest fruit species of the North-Western Caucasus. / Y.I. Sukhorukikh [and others]. Maikop: *Quality*, 2010. 192 p.
4. Volovich P.I. Sort study of cultural forms of filbert and economic aspects of their cultivation. *Fruit growing // Samokhvalovichi*. 2005. No. 17 (1). P. 228-231.
5. Mitrovic M., Miletic R., Lukic M. Pomo-technological properties of introduced hazelnut cultivars // *Vocarstvo*. 2009. № 43 (165-166). R. 53-56.
6. Some program and methodological aspects of the selection of filbert (hazelnut) in the Western Caucasus / S.G. Biganova [and others] // *New technologies*. 2016. Vol. 4. P. 103-109.
7. Main elements of the technology of hazelnut cultivation / Ryndin A.V. [and etc.]. Krasnodar, 2008. 44 p.
8. Shmoylova R.A. *Theory of statistics: a textbook* / R.A. Shmoylov [and others]. 4th ed., rev. and add. Moscow: Finance and Statistics, 2004. 656 p.
9. Sedov E.N., Ogoltsova T.P. *Program and methodology for sort study of fruit, berry and nut-bearing crops*. Orel, 1999. 606 p.
10. Venetsky I.G., Venetskaya V.I. *Basic mathematical and statistical concepts and formulas in economic analysis: a reference book*. 2nd ed., rev. and addl. Moscow: Statistics, 1979. 447 p.
11. Dmitriev E.A. *Mathematical statistics in soil science: a textbook*. Moscow: Moscow State University, 1995. 320 p.