

УДК 58.084

DOI: 10.71130/3079-6245-2026-7-2-44-51

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНЕГОДОВЫХ ПРИРОСТОВ ПО СРЕДНЕМУ ДИАМЕТРУ
ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПРОЕКЦИИ КРОНЫ И ВЫСОТЕ ШТАМБА ФОРМ
КОЛЛЕКЦИИ ОРЕХА ГРЕЦКОГО *JUGLANS REGIA* L. В УСЛОВИЯХ ГЛАВНОГО
БОТАНИЧЕСКОГО САДА Г. АЛМАТЫ ЗА ПЕРИОД 2013 -2022 ГОДОВ И
ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ НИМИ**

Мурзахметов С.Н., Мұқан Г.С., Алпысбаева А.Б.

Институт ботаники и фитоинтродукции КЛХЖМ МЭПР РК, г. Алматы, Казахстан

e-mail: Toxtamuch@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0208-4431>

Аннотация: рассмотрены результаты интродукционных исследований биометрических параметров форм ореха грецкого *Juglans regia* L. в условиях Главного ботанического сада г. Алматы. В результате статистического моделирования представлен сравнительный анализ многолетних возрастных изменений, получены независимые переменные в виде min, max и средних по коллекции значений высот, диаметров ствола и горизонтальной проекции кроны, высот штамба деревьев-форм, определен доверительный интервал и стандартное отклонение, наличие взаимосвязи между ними с выведением уравнений регрессии и коэффициентом корреляции.

Ключевые слова: интродукция, биометрия, высота, диаметр ствола, проекция кроны, высота штамба, размах изменчивости, коэффициент корреляции, уравнение регрессии.

**АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНДАҒЫ БАС БОТАНИКАЛЫҚ БАҚ ЖАҒДАЙЫНДА 2013–2022
ЖЫЛДАР АРАЛЫҒЫНДА *JUGLANS REGIA* L. КОЛЛЕКЦИЯСЫНДАҒЫ
ПІШІНДЕРДІҢ ТӘЖДІҢ КӨЛДЕНЕҢ ПРОЕКЦИЯСЫНЫҢ ОРТАША ДИАМЕТРІ
МЕН ДІҢ САБАҒЫ БИІКТІГІ БОЙЫНША ОРТАША ЖЫЛДЫҚ ӨСІМІН ЖӘНЕ
ОЛАР АРАСЫНДАҒЫ ӨЗАРА БАЙЛАНЫСТЫ АНЫҚТАУ**

Аңдатпа. Мақалада Алматы қаласындағы Бас ботаникалық бақ жағдайында өсірілетін грек жаңғағының (*Juglans regia* L.) коллекциялық пішіндерінің биометриялық көрсеткіштеріне жүргізілген интродукциялық зерттеулердің нәтижелері қарастырылған. Статистикалық модельдеу негізінде көпжылдық жас ерекшеліктеріне байланысты өзгерістерге салыстырмалы талдау жасалды. Зерттеу барысында ағаш-пішіндердің биіктігі, дің диаметрі, тәждің көлденең проекциясының диаметрі және дің сабағының биіктігі бойынша коллекциядағы ең төменгі (min), ең жоғары (max) және орташа мәндер анықталды. Сонымен қатар, сенімділік интервалы мен стандарттық ауытқу есептеліп, зерттелген көрсеткіштер арасындағы өзара байланыс регрессиялық теңдеулер мен корреляция коэффициенттері арқылы бағаланды.

Түйінді сөздер: интродукция, биометрия, биіктік, дің диаметрі, тәж проекциясы, дің сабағының биіктігі, өзгергіштік амплитудасы, корреляция коэффициенті, регрессия теңдеуі.

**DETERMINATION OF AVERAGE ANNUAL INCREMENTS BASED ON THE MEAN
DIAMETER OF THE HORIZONTAL CROWN PROJECTION AND BOLE HEIGHT OF
FORMS OF THE WALNUT (*JUGLANS REGIA* L.) COLLECTION UNDER THE
CONDITIONS OF THE MAIN BOTANICAL GARDEN OF ALMATY FOR THE PERIOD
2013–2022 AND THE RELATIONSHIPS BETWEEN THEM**

Abstract. The results of introduction studies on the biometric parameters of walnut (*Juglans regia* L.) forms under the conditions of the Main Botanical Garden of Almaty are presented. Based on statistical modeling, a comparative analysis of long-term age-related changes was carried out. Independent variables were obtained in the form of minimum, maximum, and mean collection values of tree height, trunk diameter, horizontal crown projection diameter, and bole height of tree forms. The confidence interval and standard deviation were determined, and the relationships between the studied parameters were assessed through regression equations and correlation coefficients.

Keywords: introduction, biometrics, height, trunk diameter, crown projection, bole height, range of variability, correlation coefficient, regression equation.

Введение

Задачей исследования является определение закономерностей изменения с возрастом биометрических параметров форм ореха грецкого, показателей значений средних по коллекции высоты, диаметра, горизонтальной проекции кроны, высоты штамба; взаимосвязи между ними. Объектом исследования выступают формы коллекции грецкого ореха на территории Главного ботанического сада, заложенной академиком Джангалиевым А.Д. в 2004-2005 годах.

Основные результаты: в таблице 1 приводятся данные ежегодных осенних замеров форм в коллекции ореха грецкого по среднему диаметру горизонтальной проекции кроны за период 2013-2022. После статистической обработки, эти данные представлены в таблице 2.

Таблица 1 – Динамика возрастных изменений показателей форм в коллекции ореха грецкого по среднему диаметру горизонтальной проекции кроны

№	Форма	Год посадки	Средний диаметр горизонт-й проекции крон форм коллекции ореха грецкого, м									
			2013г	2014г	2015г	2016г	2017г	2018г	2019г	2020г	2021г	2022г
1 ряд												
1	96-01	2004	1.44	1.81	2.21	2.64	3.09	3.56	4.02	4.52	5.0	5.49
2	84-01	2004	0.93	1.17	1.44	1.72	2.02	2.33	2.66	2.98	3.32	3.66
3	29-01	2004	0,57	0.69	0.82	0.96	1.11	1.25	1.41	1.56	1.72	1.89
4	46-01	2004	0,42	0,52	0,63	0.75	0.86	0.99	1,11	1.25	1.38	1.52
5	46-02	2004	0,4	0.5	0.61	0.74	0.87	1.01	1.15	1.29	1.44	1.59
6	46-03	2004	0,61	0,74	0.88	1.01	1,16	1,31	1.47	1.64	1.82	1.99
7	44-01	2004	1,11	1,34	1,58	1.84	2,09	2,35	2.63	2.9	3,19	3.48
8	44-02	2004	0,3	0,37	0.44	0.51	0.54	0.66	0.74	0.83	0.91	1.0
9	44-05	2004	0,39	0,47	0.55	0.65	0.74	0.85	0.95	1.04	1.14	1.25
10	44-06	2004	0.67	0.82	0.98	1,16	1.36	1.56	1.78	2.01	2.23	2.46
11	44-07	2004	1,07	1,29	1.52	1.77	2.02	2.29	2.55	2.83	3.12	3.4
12	44-08	2004	0.97	1,17	1,39	1,62	1.86	2,12	2,37	2.64	2.9	3,17
13	44-09	2004	1.45	1.75	2.08	2.43	2.82	3.19	3.59	4.0	4.4	4.82
14	44-10	2004	1.73	2.08	2.46	2.86	3.25	3.66	4.09	4.55	5.0	5.47
2 ряд												
15	Ф-118-1	2005	0,45	0.63	0.82	1,03	1.26	1.48	1.72	1.98	2.23	2.49
16	Ф-118-2	2005	0,56	0.75	0.96	1,18	1,42	1.68	1.93	2,21	2.48	2.76
17	Ф-118-3	2005	0,26	0,35	0,45	0.56	0.69	0.84	0.98	1.13	1.29	1.45
18	X-1	2005	0,43	0,54	0.65	0.78	0.9	1.04	1.19	1.35	1.5	1.67
19	X-2	2005	0,48	0,6	0.73	0.85	1,0	1,15	1.31	1.48	1.64	1.81
20	X-3	2005	0,82	1,04	1,28	1,54	1.79	2,06	2,34	2.64	2.93	3,24
21	Ф-119	2005	0.47	0.59	0.72	0.86	1.01	1.17	1.32	1.48	1.65	1.82
22	Ф-120	2005	0,29	0,38	0,49	0.61	0.74	0.86	0.99	1.13	1.28	1.42
23	Ф-108-1	2005	0.42	0.58	0.76	0.96	1.17	1.4	1.62	1.84	2.07	2.31
24	Ф-102-2	2005	0,22	0,28	0.36	0.45	0.55	0.64	0.74	0.84	0.95	1.06
25	Ф-108-3	2005	0.51	0.68	0.87	1.09	1.33	1.57	1.82	2.08	2.35	2.63
26	Ф-110-1	2005	039	0.52	0.67	0.84	1.02	1.21	1.41	1.62	1.82	2.04
27	Ф-110-2	2005	0.92	1.18	1.47	1.79	2.12	2.47	2.81	3.17	3.53	3.9
28	Ф-110-3	2005	0.94	1.19	1.43	1.7	1.97	2.26	2.54	2.84	3.13	3.43
29	Ф-116-1	2005	0,96	1,2	1,45	1,69	1.95	2,23	2.5	2.79	3,07	3.36
30	Ф-116-2	2005	0,25	0,33	0.43	0.55	0.68	0.8	0.93	1.06	1.2	1.33
3 ряд												
31	Ф-117-1	2005	0,19	0,24	0.29	0.34	0.4	0.46	0.52	0.59	0.66	0.74
32	Ф-100-2	2005	0,24	0,3	0.37	0,44	0,51	0.59	0.67	0.76	0.85	0.95
33	Ф-111	2005	0,21	0,28	0,36	0,44	0.53	0.63	0.73	0.84	0.96	1.
34	Ф-115-1	2005	0,25	0,32	0,4	0.49	0.58	0.68	0.78	0.89	1.0	1.12
35	Ф-115-2	2005	0,45	0.57	0.71	0.85	1.0	1.15	1.31	1.48	1.64	1.81

Таблица 2 – Статистические показатели возрастных изменений форм в коллекции ореха грецкого по диаметру горизонтальной проекции кроны

№	Форма	Год посадки	Высота в 2022 г, м	Среднегодовой прирост по диаметру гориз-й проекции крон деревьев-форм за 2014 – 2022годы коллекции ореха грецкого, м.							
				min	max	Δ lim	M±m _m	СКО, G	t	Cv, %	P ± m _p ,%
1 ряд											
1	96-01	2004	5.49	0,37	0,5	0,13	0,45 ± 0,0143	0,043	31.47	9.56	3.19 ±0,94
2	84-01	2004	3.66	0.24	0,34	0,1	0,33 ± 0,015	0,044	20.2	14.52	4.8 ± 1.16
3	29-01	2004	1.89	0,12	0,17	0,05	0,147 ± 0,0052	0,0157	28.27	10.68	3,55 ± 0.85
4	46-01	2004	1.52	0,1	0,14	0,04	0,122 ± 0,0048	0,0143	25.42	11.72	3.9 ± 0.94
5	46-02	2004	1.59	0,1	0,15	0,05	0,129 ± 0,0061	0,0183	21.5	14.19	4.73 ± 1.14
6	46-03	2004	1.99	0,13	0,18	0,05	0,153 ± 0,006	0,0178	25.5	11.63	3.88 ± 0.93
7	44-01	2004	3.48	0,23	0,29	0,06	0,263 ± 0,0069	0,021	38.12	7.99	2.65 ± 0,63
8	44-02	2004	1.0	0,07	0,09	0,02	0,078 ± 0,0027	0,0082	28.89	10.51	3.52 ± 0.84
9	44-05	2004	1.25	0,08	0,11	0,03	0,096 ± 0,038	0,0113	25.26	11.77	3.93 ± 0.94
10	44-06	2004	2.46	0,15	0,23	0,08	0,199 ± 0,01	0,0298	19.9	14.89	4.89 ± 1.21
11	44-07	2004	3.4	0,22	0,29	0,07	0,259 ± 0,008	0,0237	32.38	9.15	3.05 ± 0.73
12	44-08	2004	3,17	0,2	0,27	0,07	0,244 ± 0,008	0,024	30.5	9.84	3.3 ± 0.79
13	44-09	2004	4.82	0,3	0,42	0,12	0,374 ± 0,0162	0,049	23.38	13.1	4.36 ± 1.05
14	44-10	2004	5.47	0,35	0,47	0,12	0,416 ± 0,0144	0,043	28.89	10.34	3.46 ± 0,83
2 ряд											
15	Ф-118-1	2005	2.49	0,18	0,26	0,08	0,23 ± 0,098	0,029	23.47	12.61	4.26 ± 1,02
16	Ф-118-2	2005	2.76	0,19	0,28	0,09	0,244 ± 0,0136	0,041	17.94	16.8	5.58 ± 1,36
17	Ф-118-3	2005	1.45	0,09	0,16	0,07	0,149 ± 0,0106	0,032	14.06	21.48	7.12 ± 1,76
18	X-1	2005	1.67	0,11	0,17	0,06	0,138 ± 0,008	0,024	17.25	17.39	5.86 ± 1,43
19	X-2	2005	1.81	0,12	0,17	0,05	0,15 ± 0,007	0,02	21.43	13.33	4.66 ± 1,07
20	X-3	2005	3,24	0,22	0,31	0,09	0,27 ± 0,01	0,029	27.0	10.74	3.63 ± 0,87
21	Ф-119	2005	1.82	0,12	0,17	0,05	0,15± 0,0058	0,0173	25.86	11.53	3.85 ± 0,92
22	Ф-120	2005	1.42	0,09	0,15	0,06	0,13 ± 0,0062	0,0187	22.97	14.39	4,8 ± 1,16
23	Ф-108-1	2005	2.31	0,16	0,24	0,08	0,21 ± 0,0087	0,026	24.14	12.38	4.12 ± 0,99
24	Ф-102-2	2005	1.06	0,06	0,11	0,05	0,093 ± 0,0053	0,0158	17.55	16.99	5.68 ±-1.38
25	Ф-108-3	2005	2.63	0,17	0,28	0,11	0,24 ± 0,0012	0,037	19.67	15.42	5.1 ± 1.23
26	Ф-110-1	2005	2.04	0,13	0,22	0,09	0,18 ±0,0098	0,029	18.37	16.11	5.44 ± 1.32
27	Ф-110-2	2005	3.9	0,26	0,37	0,11	0,33 ± 0,009	0,028	35.87	8.49	2,79 ± 0,66
28	Ф-110-3	2005	3.43	0,24	0,3	0,06	0,28 ± 0,0069	0,021	40.58	7.5	2,45 ± 0,58
29	Ф-116-1	2005	3.36	0,24	0,29	0,05	0,28 ± 0,006	0,018	46.67	6.43	2.15 ± 0.51
30	Ф-116-2	2005	1.33	0,08	0,14	0,06	0,12 ± 0,0062	0,0187	19.36	15.58	5,2 ± 1,26
3 ряд											
31	Ф-117-1	2005	0.74	0,05	0,08	0,03	0,06 ± 0,0035	0,0106	17.14	17.67	5.89 ± 1.43
32	Ф-100-2	2005	0.95	0,06	0,1	0,04	0,08 ± 0,0043	0,0127	18.61	15.88	5.31 ± 1,29
33	Ф-111	2005	1.07	0,07	0,12	0,05	0,1 ± 0,0058	0,0173	17.24	17.3	5.77 ± 1,4
34	Ф-115-1	2005	1.12	0,07	0,12	0,05	0,1 ± 0,0051	0,015	19.61	15.4	5.14 ± 1.24
35	Ф-115-2	2005	1.81	0,12	0,17	0,05	0,15 ± 0,0054	0,0162	27.78	10.8	3.6 ± 0,86

Примечание : min – минимальное значение анализируемых показателей, max – максимальное значение анализируемых показателей, $\Delta \lim$ – размах варьирования или изменчивости, $M \pm m_m$ – среднее значение анализируемых показателей со стандартной ошибкой, СКО, G – среднеквадратическое отклонение, t – критерий Стьюдента (t табл = 2.035 , C_v – коэффициент вариации, $P \pm m_p$ – точность опыта с ошибкой.

Как видно из таблиц, наиболее значительным среднегодовым приростом по диаметру горизонтальной проекции кроны за указанный период отличаются формы 96-01, 44-10, 44-09, 44-08, 44-07, 44-01, 84-01, Ф-110-2, Ф-110-3, Ф-116-1, X-3, Ф-118-1, Ф-118-2 ; формы Ф-117-1, Ф-100-2, Ф-111, Ф-115-1 имеют прирост незначительный.

Величины коэффициентов вариации C_v относятся по шкале Мамаева, к низкому (8-12%) и среднему (13-20%) уровням; форма Ф-116-1 относится к очень низкому ($C_v < 7\%$) уровню, а форма Ф-118-3 к повышенному (21-30%), в данном показателе значение точности опыта P превышает 5%.

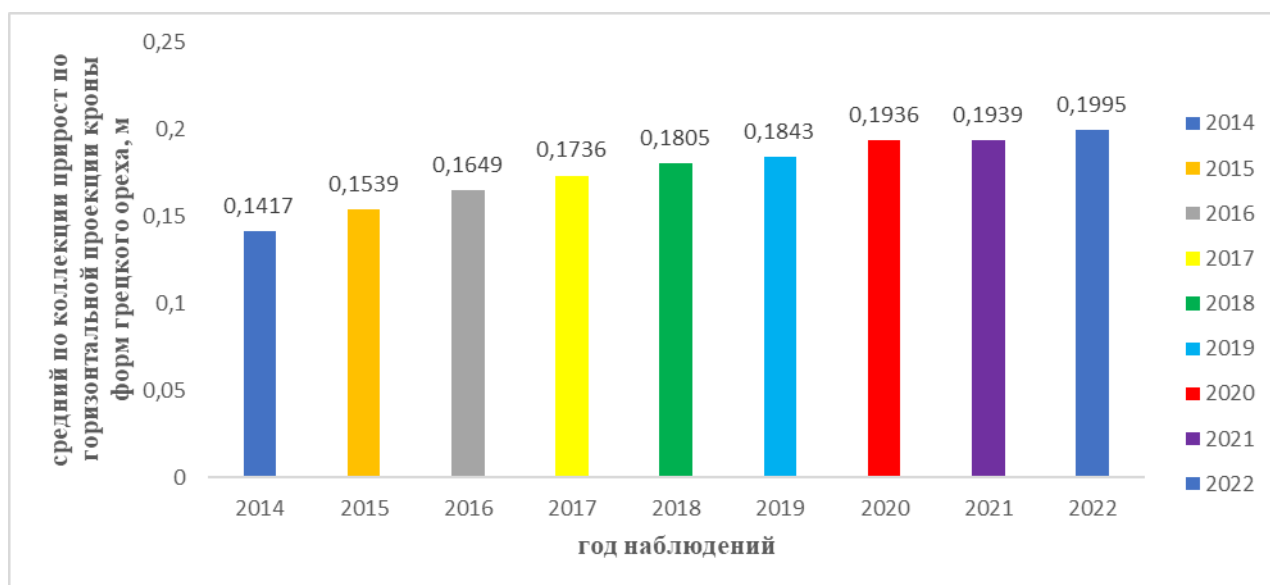


Рисунок 1 – Распределение по годам наблюдений среднего прироста по диаметру горизонтальной проекции кроны

Рисунок 1 показывает распределение по годам наблюдений среднего (по коллекции) прироста по диаметру горизонтальной проекции крон форм ореха грецкого. «Благоприятные» годы – 2015, 2016, 2017, 2020, в меньшей степени – 2022 год; когда имеет место наибольшая величина среднего прироста и «неблагоприятные» – 2019 и 2021-е отмеченные низкой величиной среднего прироста; имеет место некоторая асинхронность в сравнении с предыдущими диаграммами приростов по высоте и диаметру ствола.

Корреляционный анализ показывает наличие сильной ($r \leq 0,9$) положительной зависимости между фактическим диаметром горизонтальной проекции крон на 2022 год (X) и среднегодовым приростом диаметра по горизонтальной проекции кроны (Y) форм коллекции ореха грецкого за период 2014-2022 г. с достоверностью $P-95\%$ и коэффициентом корреляции $r = 0,889$; выведено уравнение регрессии $Y = 0,078x + 0,0114$.

Корреляционный анализ, проведенный между среднегодовыми приростами по высоте ствола (X) и диаметра горизонтальной проекции кроны (Y) форм коллекции ореха грецкого за период 2014-2022 годы показывает наличие очень сильной ($r \geq 0,9$) положительной зависимости и коэффициентом корреляции $r = 0,938$ с достоверностью $P-95\%$. Выведено уравнение регрессии $Y = 0,925x - 0,084$.

В таблице 3 приводятся данные ежегодных осенних замеров форм в коллекции ореха грецкого по высоте штамба за период 2013 – 2022 годы; после статистической обработки эти данные представлены в таблице 4.

Таблица 3 – Динамика возрастных изменений показателей форм в коллекции ореха грецкого по высоте штамба

№	Форма	Год посадки	Высота штамба деревьев-форм коллекции ореха грецкого, м									
			2013г	2014г	2015г	2016г	2017г	2018г	2019г	2020г	2021г	2022г
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1 ряд												
1	96-01	2004	0.256	0.309	0.364	0.421	0.481	0.544	0.61	0.68	0.753	0.83
2	84-01	2004	0.169	0.216	0.268	0.324	0.383	0.445	0.51	0.577	0.647	0.72

Продолжение таблицы 3												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
3	29-01	2004	0,174	0,218	0,266	0,316	0,369	0,424	0,482	0,542	0,605	0,67
4	46-01	2004	0,71	0,211	0,255	0,302	0,353	0,408	0,465	0,525	0,589	0,65
5	46-02	2004	0,93	0,115	0,139	0,166	0,192	0,22	0,251	0,281	0,312	0,345
6	46-03	2004	0,193	0,233	0,275	0,319	0,365	0,414	0,464	0,517	0,572	0,63
7	44-01	2004	0,159	0,21	0,266	0,327	0,392	0,46	0,53	0,602	0,677	0,75
8	44-02	2004	0,101	0,124	0,148	0,174	0,203	0,231	0,261	0,294	0,326	0,36
9	44-05	2004	0,153	0,187	0,223	0,261	0,302	0,342	0,385	0,43	0,474	0,52
10	44-06	2004	0,07	0,084	0,099	0,115	0,13	0,147	0,163	0,182	0,2	0,22
11	44-07	2004	0,226	0,274	0,324	0,377	0,432	0,49	0,55	0,612	0,675	0,74
12	44-08	2004	0,124	0,15	0,179	0,211	0,241	0,274	0,309	0,346	0,382	0,42
13	44-09	2004	0,151	0,196	0,244	0,294	0,345	0,398	0,453	0,509	0,564	0,62
14	44-10	2004	0,173	0,228	0,286	0,348	0,413	0,481	0,548	0,618	0,688	0,76
2 ряд												
15	Ф-118-1	2005	0,211	0,266	0,322	0,38	0,441	0,506	0,573	0,643	0,715	0,79
16	Ф-118-2	2005	0,147	0,188	0,231	0,277	0,326	0,378	0,432	0,489	0,548	0,61
17	Ф-118-3	2005	0,182	0,229	0,277	0,327	0,38	0,435	0,492	0,552	0,615	0,68
18	X-1	2005	0,08	0,101	0,122	0,144	0,167	0,191	0,216	0,241	0,268	0,295
19	X-2	2005	0,131	0,175	0,222	0,273	0,328	0,386	0,447	0,51	0,574	0,64
20	X-3	2005	0,164	0,213	0,266	0,323	0,383	0,447	0,514	0,584	0,656	0,73
21	Ф-119	2005	0,151	0,199	0,252	0,309	0,369	0,433	0,499	0,568	0,638	0,71
22	Ф-120	2005	0,08	0,102	0,124	0,147	0,17	0,195	0,221	0,249	0,279	0,31
23	Ф-108-1	2005	0,159	0,203	0,251	0,302	0,357	0,414	0,474	0,537	0,602	0,67
24	Ф-102-2	2005	0,112	0,142	0,174	0,206	0,239	0,273	0,309	0,348	0,388	0,43
25	Ф-108-3	2005	0,152	0,192	0,235	0,28	0,327	0,378	0,432	0,488	0,548	0,61
26	Ф-110-1	2005	0,044	0,057	0,071	0,086	0,102	0,118	0,135	0,153	0,171	0,19
27	Ф-110-2	2005	0,17	0,214	0,261	0,31	0,362	0,416	0,472	0,532	0,595	0,66
28	Ф-110-3	2005	0,084	0,106	0,129	0,153	0,179	0,206	0,235	0,264	0,294	0,325
29	Ф-116-1	2005	0,105	0,136	0,171	0,209	0,25	0,293	0,339	0,38	0,438	0,49
30	Ф-116-2	2005	0,117	0,148	0,18	0,214	0,249	0,285	0,323	0,363	0,405	0,45
3 ряд												
31	Ф-117-1	2005	0,042	0,054	0,067	1,081	1,096	0,111	0,127	0,144	0,162	0,18
32	Ф-100-2	2005	0,083	0,108	0,136	0,167	0,199	0,233	0,268	0,304	0,341	0,38
33	Ф-111	2005	0,066	0,085	0,105	0,127	0,151	0,176	0,202	0,229	0,257	0,285
34	Ф-115-1	2005	0,084	0,106	0,129	0,154	0,18	0,208	0,237	0,268	0,301	0,335
35	Ф-115-2	2005	0,099	0,129	0,161	0,196	0,232	0,27	0,309	0,349	0,391	0,435

Таблица 4 – Статистические показатели возрастных изменений форм в коллекции ореха грецкого по высоте штамба

№	Форма	Год посадки	Высота штамба факт-я в 2022 г, м	Среднегодовой прирост по высоте штамба за 2014 – 2022 годы деревьев-форм коллекции ореха грецкого, м.							
				min	max	Δ lim	M±m _m	CKO, G	t	Cv, %	P ± m _p , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 ряд											
1	96-01	2004	0.83	0,053	0,077	0,024	0,064 ± 0,003	0,0084	22.86	13.3	4.35 ± 1.05
2	84-01	2004	0.72	0,047	0,073	0,026	0,061 ± 0,0028	0,0085	21.79	13.93	4.67 ± 1.13
3	29-01	2004	0.67	0,044	0,065	0,021	0,055 ± 0,0022	0,0067	24.66	12.18	4.05 ± 0.97
4	46-01	2004	0.65	0,04	0,064	0,024	0,053 ± 0,00283	0,0083	18.93	15.66	5,19 ± 1,26
5	46-02	2004	0.345	0,022	0,033	0,011	0,028 ± 0,0012	0,0036	23.23	12.86	4.29 ± 1.03
6	46-03	2004	0.63	0,04	0,058	0,018	0,049 ± 0,002	0,0061	24.5	12.45	4.16 ± 1,0
7	44-01	2004	0.75	0,051	0,075	0,024	0,066 ± 0,0087	0,0082	7.59	12.42	4.14 ± 0,99
8	44-02	2004	0.36	0,023	0,034	0,011	0,029 ± 0,0013	0,0039	22.31	13.45	4,48 ± 1,08
9	44-05	2004	0.52	0,034	0,046	0,012	0,041 ± 0,0014	0,0042	29.29	10.24	3.38 ± 0.81
10	44-06	2004	0.22	0,014	0,02	0,06	0,017 ± 0,0008	0,0023	21.25	13.53	4.47 ± 1.08
11	44-07	2004	0.74	0,048	0,065	0,017	0,057 ± 0,002	0,006	28.5	10.53	3.49 ± 0.83
12	44-08	2004	0.42	0,026	0,038	0,012	0,033 ± 0,0014	0,0041	24.09	12.42	4.15 ± 0,99

Продолжение таблицы 4											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
13	44-09	2004	0.62	0,045	0,056	0,011	$0,052 \pm 0,0017$	0,005	30.59	9.62	$3.27 \pm 0,78$
14	44-10	2004	0.76	0,055	0,072	0,017	$0,065 \pm 0,002$	0,006	32.5	9.23	$3.06 \pm 0,73$
2 ряд											
15	Ф-118-1	2005	0.79	0,056	0,075	0,02	$0,064 \pm 0,0024$	0,0073	26.67	11.41	$3,78 \pm 0.91$
16	Ф-118-2	2005	0.61	0,041	0,062	0,021	$0,045 \pm 0,0033$	0,0098	13.64	21.78	$7.28 \pm 1,81$
17	Ф-118-3	2005	0.68	0,047	0,065	0,018	$0,055 \pm 0,022$	0,0065	25.0	11.82	3.93 ± 0.94
18	X-1	2005	0.295	0,021	0,027	0,006	$0,024 \pm 0,0008$	0,0023	30.0	9.58	3.2 ± 0.77
19	X-2	2005	0.64	0,044	0,066	0,022	$0,056 \pm 0,0026$	0,0078	21.54	13.93	$4.63 \pm 1,12$
20	X-3	2005	0.73	0,049	0,074	0,025	$0,063 \pm 0,0029$	0,0087	21.72	13.81	4.62 ± 1.1
21	Ф-119	2005	0.71	0,048	0,072	0,024	$0,062 \pm 0,0027$	0,0008	22.96	12.9	4.31 ± 1.04
22	Ф-120	2005	0.31	0,022	0,031	0,009	$0,026 \pm 0,0012$	0,0035	21.67	13,46	$4,44 \pm 1.07$
23	Ф-108-1	2005	0.67	0,044	0,068	0,024	$0,057 \pm 0,0027$	0,0081	21.11	14.21	4.72 ± 1.14
24	Ф-102-2	2005	0.43	0,03	0,042	0,012	$0,035 \pm 0,0014$	0,0042	25.0	12.0	3.98 ± 0.96
25	Ф-108-3	2005	0.61	0,04	0,062	0,022	$0,051 \pm 0,0026$	0,0077	19.62	15.1	5.1 ± 1.23
26	Ф-110-1	2005	0.19	0,013	0,019	0,006	$0,016 \pm 0,0007$	0,002	22.86	12.5	4.17 ± 1.0
27	Ф-110-2	2005	0.66	0,044	0,065	0,021	$0,048 \pm 0,0033$	0,0099	14.55	20.63	6.91 ± 1.71
28	Ф-110-3	2005	0.325	0,022	0,031	0,009	$0,027 \pm 0,001$	0,0032	27.0	11.85	$4.0 \pm 0,96$
29	Ф-116-1	2005	0.49	0,031	0,052	0,021	$0,043 \pm 0,0025$	0,0075	17.2	17.44	$5.83 \pm 1,4$
30	Ф-116-2	2005	0.45	0,031	0,045	0,014	$0,037 \pm 0,0016$	0,0047	23.13	12.7	$4.2 \pm 1,01$
3 ряд											
31	Ф-117-1	2005	0.18	0,012	0,018	0,006	$0,018 \pm 0,0007$	0,0021	25.71	11.67	$3.8 \pm 0,91$
32	Ф-100-2	2005	0.38	0,025	0,039	0,014	$0,033 \pm 0,0015$	0,0045	22.0	13.64	$4.52 \pm 1,09$
33	Ф-111	2005	0.285	0,019	0,028	0,009	$0,024 \pm 0,0011$	0,0034	21.43	14.17	$4.67 \pm 1,13$
34	Ф-115-1	2005	0.335	0,022	0,034	0,012	$0,028 \pm 0,0014$	0,0043	19.72	15.36	5.07 ± 1.23
35	Ф-115-2	2005	0.435	0,03	0,044	0,014	$0,037 \pm 0,0015$	0,0046	24.34	12,43	$4,11 \pm 0.99$

Примечание : min – минимальное значение анализируемых показателей, max – максимальное значение анализируемых показателей, $\Delta \lim$ – размах варьирования или изменчивости, $M \pm m_m$ – среднее значение анализируемых показателей со стандартной ошибкой, СКО, G – среднеквадратическое отклонение, t – критерий Стьюдента ($t_{табл} = 2.035$), C_v – коэффициент вариации, $P \pm m_p$ – точность опыта с ошибкой.

Как видно из таблиц, наиболее значительный среднегодовой прирост по высоте штамба за указанный период имеют деревья-формы : 44-01, 44-07, 44-10, 96-01, 29-01, X-2, X-3, Ф-108-1, Ф-118-1, Ф-118-3, Ф-119 ; формы с незначительным приростом – 44-06, X-1, Ф-110-1, Ф-111, Ф-117-1.

Показатели коэффициентов вариации C_v по шкале Мамаева относятся, в основном к низкому (8-12%) и средним (13-20%) уровням ; только формы Ф-110-2 и Ф-118-2 относятся к повышенному (21-30%) уровню.

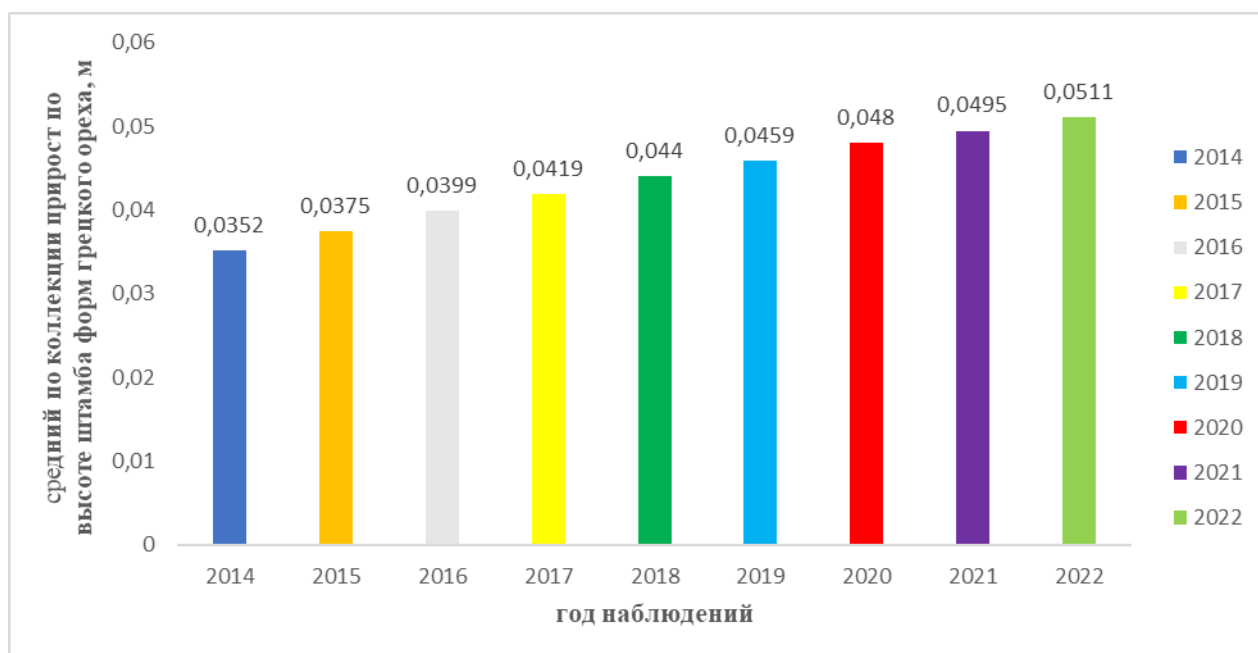


Рисунок 2 – Распределение по годам наблюдений среднего прироста по высоте штамба

Рисунок 2 показывает распределение среднего (по коллекции) прироста по высоте штамба по годам наблюдения. «Благоприятные» годы с наиболее высокой величиной среднего прироста – 2015, 2016, 2018, 2020-й ; наименьшая величина среднего прироста в 2021 и 2022-х годах.

Проведенный корреляционный анализ между фактической высотой штамба на 2022 год (X) и среднегодовым приростом по высоте штамба (Y) деревьев-форм коллекции грецкого ореха за период 2014-2022 года показывает наличие слабой ($r \leq 0.3$) отрицательной зависимости с коэффициентом корреляции $r = -0.11$, при достоверности $P = 95\%$ $t_{st} = 2.035 > t_z = 0.628$ что не позволяет отвергнуть нулевую гипотезу, то есть статистически, связь отсутствует.

Корреляционный анализ проведенный между среднегодовыми приростами по высоте ствола (X) и высотой штамба (Y) форм-деревьев коллекции грецкого ореха за период 2014 – 2022 годы показывает наличие значительной ($0.5 < r < 0.7$) положительной зависимости с коэффициентом корреляции $r = 0.56$ и достоверностью $P = 95\%$. Выведено уравнение регрессии $Y = 1.536x - 0.425$.

Корреляционный анализ проведенный между среднегодовыми приростами по высоте штамба (X) и диаметром ствола (Y) форм-деревьев коллекции грецкого ореха за период 2014 – 2022 годы показывает наличие слабой ($r < 0.3$) положительной зависимости с коэффициентом корреляции $r = 0.05$, при достоверности $P = 95\%$ $t_{st} = 2.035 > t_z = 0.28$ что не позволяет отвергнуть нулевую гипотезу.

Корреляционный анализ проведенный между среднегодовыми приростами диаметра горизонтальной проекции кроны (X) и высотой штамба (Y) форм-деревьев коллекции грецкого ореха за период 2014 – 2022 годы показывает наличие слабой ($r < 0.3$) положительной зависимости с коэффициентом корреляции $r = 0.28$, при достоверности $P = 95\%$ $t_{st} = 2.035 > t_z = 1.63$, что не позволяет отвергнуть нулевую гипотезу.

Заключение

В заключении можно отметить, что значения показателей среднегодовых приростов по высоте штамба форм в данной коллекции грецкого ореха имеют наименее наблюдаемую зависимость (взаимосвязь) в сравнении с показателями среднегодовых приростов по высоте ствола, диаметру ствола (на высоте груди) и среднему диаметру горизонтальной проекции кроны.

Литература

- Джангалиев А. Д., Салова Т.Н., Туреханова Р.М. Дикие плодовые растения Казахстана. –Алматы, 2001. – С.91-93.
- Проскуряков М. А., Бессчетнова М. В., Рубаник В.Г. Методики интродукционных исследований в Казахстане. – Алма-Ата, 1987. – С.114-121.
- Зайцев Г. Н. Методика биометрических расчетов. – Москва, 1973. – С.7-65, 89-117.
- Лакин Г.Ф. Биометрия. – Москва, 1980. – С.5-241.
- Додж М. Эффективная работа: Excel 2002. – СПб, 2003. – 377 с.
- Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. – Москва, 1972. – 284 с.
- Дускабилов Т., Дускабилова Т. И. Орех грецкий – *Juglans regia* L в условиях Памиро-Алая и Южной Сибири. – Новосибирск, 2012. – С. 6-103, 182-192.

References

- Dzhangaliev, A. D., Salova, T. N., & Turekhanova, R. M. *Wild Fruit Plants of Kazakhstan*. Almaty, 2001, pp. 91–93. (in Russian)
- Proskuryakov, M. A., Besschetnova, M. V., & Rubanik, V. G. *Methods of Introduction Research in Kazakhstan*. Alma-Ata, 1987, pp. 114–121. (in Russian)
- Zaitsev, G. N. *Methods of Biometric Calculations*. Moscow, 1973, pp. 7–65, 89–117. (in Russian)
- Lakin, G. F. *Biometry*. Moscow, 1980, pp. 5–241. (in Russian)
- Dodge, M. *Excel 2002 at a Glance*. St. Petersburg, 2003. 377 p. (in Russian)
- Mamaev, S. A. *Forms of Intraspecific Variability of Woody Plants*. Moscow, 1972. 284 p. (in Russian)
- Duskabilov, T., & Duskabilova, T. I. *English Walnut (*Juglans regia* L.) under the Conditions of the Pamir-Alai and Southern Siberia*. Novosibirsk, 2012, pp. 6–103, 182–192. (in Russian)