

УДК 575.82; 575.83; 582.623

**МАТЕМАТИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ ДИВЕРГЕНЦИИ
(РАСХОЖДЕНИЯ) СОВМЕСТНЫХ ЭВОЛЮЦИОННЫХ ПУТЕЙ РАЗВИТИЯ
ГЕНЕТИЧЕСКИХ ПРЕДКОВ ОРЕХОВ ВИДОВ РОДА JUGLANS L И CARYA
(КАРИЯ), И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ УСКОРЕННОЙ ПРАКТИЧЕСКОЙ
СИНТЕТИЧЕСКОЙ (F) СЕЛЕКЦИИ**

Пернеев А.Н.

Жалал-Абадский научный центр Национальной академии наук Кыргызской Республики

**ЖАҢГАК JUGLANS L ЖАНА CARYA (КАРИЯ) ТҮРЛӨРҮНҮН ЭВОЛЮЦИОНАЛЫК
БИРГЕ ӨНҮГҮҮСҮНҮН ДИВЕРГЕНЦИЯ (АЖЫРАП КЕТҮҮ)
УБАКТЫСЫН МАТЕМАТИКАЛЫК МЕТОД МЕНЕН АНЫКТОО ЖАНА АНЫН
ПРАКТИКАЛЫК СИНТЕТИКАЛЫК (F) СЕЛЕКЦИЯНЫН
ТЕЗДЕТҮҮДӨГҮ МААНИСИ**

Пернеев А.Н.

Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Жалал-Абад илимий борбору

**A MATHEMATICAL METHOD FOR DETERMINING THE TIME OF DIVERGENCE
OF JOINT EVOLUTIONARY PATHS OF DEVELOPMENT OF GENETIC ANCESTORS
OF NUTS OF SPECIES OF THE GENUS JUGLANS L AND CARYA (CARYA),
AND ITS IMPORTANCE FOR ACCELERATED PRACTICAL SYNTHETIC (F) BREEDING**

Perneev A.N.

Jalal-Abad Scientific Center of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic

Аннотация. Методом математического моделирования филогенетических процессов, происходящих с политипным орехом грецким (*Juglans regia* L) и другими монотипными дикими видами рода *Juglans* L решена теоретическая проблема – определение времени дивергенции (расхождения) совместных эволюционных путей развития генетических предков орехов. Получена новая математическая формула которая выражает основную причину признака плохой скрещиваемости (F) между различными биологическими видами орехов рода *Juglans* L и *Carya* (кария).

Математическим методом исследований установлено, что наиболее генетически близкие виды рода *Juglans* L в условиях опыта скрещиваются относительно лучше, и дают большее количество жизнеспособных промежуточных гибридных форм различных поколений ($F_1, F_2, F_3, \dots$). Результаты данных наших теоретических исследований могут быть использованы для наиболее оптимального подбора исходных родительских пар ($\varnothing, \sigma$) видов рода *Juglans* L- с целью ускорения практической синтетической (F) селекции путем межвидовой гибридизации (F_∞). Отмеченно, что отдаленная межродовая гибридизация (F) ореха грецкого (*Juglans regia* L) наиболее «культурного» политипного вида рода *Juglans* L, и политипного «культурного» вида рода *Carya* – пекана (*Carya olivaeformis* Nutt.) в прямых и обратных комбинациях исходных пар ($\varnothing, \sigma$) происходить очень трудно, и данная проблема удовлетворительно ещё не решена.

Ключевые слова: Орех, вид, род, эволюция, дивергенция, расхождение, время, гибридизация, дисгенез, скрещиваемость, математическая модель, функция, производная, порядок, дифференциальное исчисление, точка, отношение и график.

Аннотация. Политиптүү грек жаңгагы (*Juglans regia* L) жана монотиптүү *Juglans* L жаңгак түрлөрү менен жүрүп жаткан филогенетикалык процесстерди математикалык модельдештирүү методу менен алардын түп тегин эволюцияда ажырап кетүү (дивергенция) убактысы аныкталды. Ар түрдүү жаңгак *Juglans* L жана *Carya* (кария) биологиялык түрлөрүнүн аргындашуусунун татаалды-

гынын негизги себептерин туюнтуучу математикалык формула алынды. Биздин ушул теориялык изилдөөлөрүбүздүн жыйынтыктары жаңгактуулардын *Juglans* L. биологиялык түрлөрүнүн алгачкы түгөйлөрүн (энелик-♀, аталык - ♂) оптималдуу тандап алууда синтетикалык (F) селекцияны тездетүүгө пайдаланышы мүмкүн.

Политиптүү “маданий” (f. *eurogiae*) грек жаңгагынын (*Juglans regia* L.) жана ошондой эле политиптүү “маданий” (f. *eurogiae*) пекан (*Carya olivaeformis* Nutt.) түрлөр аралык алыстатылган түз жана тескери комбинацияларында аргындашуусу (F) өтөө татаал жүрө тургандыгы жана ушул илимий проблема азыркы убакытка чейин канаатандырарлык болуп чечиле электиги баса белгиленди.

Негизги сөздөр: Жаңгак, түр, эволюция, дивергенция, ажыроо, убакыт, аргындашуу, дисгенез, аргындашуулук, математикалык модель, функция, туунду, тартип, дифференциалдык эсептөө, чекит, катыш жана график.

Abstract. Using mathematical modeling of phylogenetic processes occurring in the polytypic walnut (*Juglans regia* L.) and other monotypic wild species of the genus *Juglans* L., we solved the theoretical problem of determining the divergence time of common evolutionary developmental pathways of the genetic ancestors of walnuts. A new mathematical formula is derived that expresses the underlying cause of the poor crossability trait (F) between different biological species of the genus *Juglans* L. and *Carya* (hickory).

Using a mathematical research method, it was established that the most genetically close species of the genus *Juglans* L. cross relatively better under experimental conditions and produce a greater number of viable intermediate hybrid forms of different generations (F1, F2 F3, ...)

The results of our theoretical studies can be used for the most optimal selection of initial parental pairs (2, 3) of species of the genus *Juglans* L. in order to accelerate practical synthetic (F) selection by interspecific hybridization (F).

It is noted that distant intergeneric hybridization (F) of walnut (*Juglans regia* L.), the most “cultivated” polytypic species of the genus *Juglans* L., and the polytypic “cultivated” species of the genus *Carya* – pecan (*Carya olivaeformis* Nutt.) in direct and reverse combinations of the original pairs (2,3) is very difficult to occur, and this problem has not yet been satisfactorily resolved.

Key words: Walnut, species, genus, evolution, divergence, separation, time, hybridization, dysgenesis, interbreeding, mathematical model, function, derivative, order, differential calculus, point, ratio and graph.

Введение. В настоящее время выявлены и изучены следующие самостоятельные биологические виды орехов рода *Juglans* L.: орех грецкий (*Juglans regia* L.); орех маньчжурский (*Juglans mandshurica* Max); орех зибольда (*Juglans sieboldiana* Max); орех сердцевидный (*Juglans cordiformis* Max); орех печаткообразный (*Juglans sigillata* Dode); орех китайский (*Juglans sinensis* Dode) – из Азии, Японии и Китая.

Из Северной Америки (США) известны следующие виды орехов рода *Juglans* L.: орех черный (*Juglans nigra* L.); орех серый (*Juglans cinerea* L.); орех скальный (*Juglans rupestris* Eng.); орех южный калифорнийский (*Juglans californica* S. Wats.); северный калифорнийский черный орех (*Juglans hindsii* Jeps.); орех мелкоплодный (*Juglans microcarpa* Berlandier) [12,13]

Из Южной Америки известны, но они ещё малоизучены и не интродуцированы у нас следующие виды орехов рода *Juglans* L.: орех боливийский (*Juglans boliviana* Dode) – из Боливии; орех хонореи (*Juglans honorei* Dode)

– из Перу; орех бразильский (*Juglans brasiliensis* Dode) – из Бразилии.

В 1957 – 1960 гг. ещё описано три новых вида ореха: *Juglans hirsuta* Monning из Мексики, *Juglans soratensis* Monning из Боливии и *Juglans venezuelensis* Monning из Венесуэлы.

Из всех видов орехов рода *Juglans* L. наиболее интересным, важным и практически ценным является орех грецкий (*Juglans regia* L.), как наиболее “культурный” и обладающий огромным полиморфизмом (формовым разнообразием) орехов и деревьев.

В практике отдаленных межвидовых скрещиваний (F) с орехом грецким в прямых и обратных комбинациях использованы: орехи черный, серый, маньчжурский, зибольда, сердцевидный, гиндса и некоторые другие.

Не менее видовым разнообразием обладают и орехи рода *Carya* (кария).

В США естественно произрастают следующие виды карий (род *Carya*): кария сердцевидная (*Carya cordiformis* (Wangh.) K. Ko-ch); кария

пекан (*Carya pecan* (Marsh.)bue et Craebh); кария адиатическая (*Carya aduatica* (Michx.f); кария овальная (*Carya ovata* (Mill.) k. Koch); кария голая (*Carya glabra* (Mill.) Sweet.); кария белая (*Carya alba* (L)); кария бахромчатая (*Carya laciniosa* (Mich.f) Lond); кария тексасская (*Carya texana* D.C.) [14 и 19]

Из всех видов рода *Carya* (кария) наиболее важное практическое значение для промышленной культуры с целью получения плодов (орехов), и отдаленных межродовых скрещиваний (F) с орехом грецким (*Juglans regia* L) является пекан (*Carya pecan* (Marsh.f) Engl. et Graebn)

Синонимами ботанического названия пекана являются: *Carya olivaeformis* Nutt; *Carya иллинойская* (*Carya illinoensis* K/Koch); *Juglans pecan* Marsh); *Hicoria pecan* (Marsh.) Britt [14]

Ныне существующие реальные виды рода *Juglans* L и *Carya* (кария), которые естественно произрастают на разных континентах и странах Земного шара уже очень давно и сильно изолировались генотипически (по набору генов и карiotипу хромосом) друг от друга и практически прекратились потоки (обмен) генов между ними в результате их территориального и временного факторов обособления.

Реально отсутствует в природных условиях интрогрессивная гибридизация (F_{∞}) в течение бесчисленных половых поколений ($N_F \rightarrow \infty$) между видами рода *Juglans* L и вероятно, и между видами рода *Carya* (кария) т.к. у них ареалы (территории) и времена массового распространения почти никогда не пересекались в процессе эволюции, что доказывается отсутствием межвидовых и межродовых гибридных (F_{∞}) видов с устойчивыми таксономическими признаками и территорией произрастания.

Конвергентную эволюцию, т.е. взаимное поглощение одного биологического вида другим в результате интрогрессивной гибридизации (F_{∞}) при $N_F \rightarrow \infty$ можно считать вероятной только в отношении ореха грецкого (*Juglans regia* L), который отличается огромным формовым разнообразием (полиморфизмом): «... современный полиморфизм ореха грецкого вызван гибридогенной природой этого вида от двух видов ореха, произраставших в лесах третичного периода на участках суши древнего Средиземья, охваченных территорией современной Средней Азии» [7]

До сих пор (!) ещё не решена проблема монофилетического (от одного исходного гене-

тического предка), или полифиетического (от многих и разных генетических предков), происхождения орехов видов рода *Juglans* L и *Carya* (кария), что в настоящее время в значительной степени затрудняет практические работы по отдаленной межвидовой и межродовой их гибридизации (F) в условиях прямого опыта.

Практические работы по отдаленной межвидовой и межродовой инконкурентной гибридизации (F) орехов видов рода *Juglans* L и *Carya* (пекан), показали, что они скрещиваются с очень большими трудностями, и вновь полученные гибриды ($F_1, F_2, F_3, \dots$) имеют ряд генетических уродств (гибридный дисгенез) в признаках орехов и деревьев.

Главными причинами гибридного дисгенеза (уродств) в признаках орехов и деревьев межвидовых гибридов различных поколений (F_1, F_2 и F_3) являются: неправильный подбор исходных родительских пар ($\varnothing, \sigma$) без предварительного изучения генотипического состава геномов - $\varnothing=(1n=16)$. и $\sigma=(1n=16)$; исходная негомологичность геномов женских ($\varnothing$) и мужских цветков (σ) и инконкурентное скрещивание (F) монотипных диких видов рода *Juglans* L с политипным “культурным” (f. *eurogiae*) орехом грецким (*Juglans regia* L), в прямых и обратных комбинациях [6, 8, 16, 17, 18 и 19]

Результаты данных наших теоретических исследований могут быть использованы с целью решения проблемы практической синтетической (F) селекции наиболее оптимального подбора исходных родительских пар ($\varnothing, \sigma$) видов рода *Juglans* L и *Carya* (пекан), и их отдаленных межвидовых и межродовых скрещиваний (F), что в свою очередь могут обеспечить искусственное и ускоренное получение «культурных» (f. *eurogiae*) гибридных сортов ореха (или даже промежуточных гибридных новых видов!), которые высоко адаптированы в более суровых почвенных и климатических условиях их будущей широкой культуры (до $\pm 45^{\circ}\text{C}$ и более).

Материалы и методы исследований

В качестве исследуемого материала использовались опубликованные данные советских ученых и специалистов – ореховодов за 1925 – 1990г.г. в разных союзных республиках б. СССР. по отдаленной межвидовой гибридизации (F) политипного ореха грецкого (*Juglans regia* L) и диких монотипных видов рода *Juglans* L, и по межродовой гибридизации (F) ореха грецкого

с пеканом (*Carya olivaeformis* Nutt) в прямых и обратных комбинациях.

В качестве научного метода для данных исследований использовано математическое моделирование, которое может наиболее точно описать процесс уменьшения признака скрещиваемости (F) между различными видами рода *Juglans* L и *Carya* (пекан) из-за длительности времени дивергенции (расхождения) совместных эволюционных путей развития их генетических предков.

Полученные результаты

Для математического описания уменьшения признака скрещиваемости (F) ореха грецкого (*Juglans regia* L) как наиболее, «культурного» (*f. europaea*) и политипного вида рода *Juglans* L, в прямых и обратных комбинациях исходных родительских пар (♀,♂) использована универсальная экспоненциальная функция, которая может описать биологические, физические, социальные и даже филогенетические процессы:

$$y = f(t) = a \cdot e^{-t} \quad (1)$$

Где y -признак скрещиваемости (F) в относительном количестве или в %;

a - первоначальная исходная скрещиваемость (в %), т.е. неограниченная панмиксия (F_{∞}) между различными особями в предковой популяции (F) генетических предков видов рода *Juglans* L;

$$a_{\text{нач}} = 100\% = 1,0$$

Предельные значения “ a ”: $1,0 \leq a \leq 0,0$

t -продолжительность времени дивергенции (расхождения) общих совместных эволюционных путей развития генетических предков реальных современных видов рода *Juglans* L (в млн. лет)

“ e ” – число $e = 2,71828...$

Предельные значения t :

$$0,0 \leq t \leq \infty \text{ (млн. лет)}$$

Производная первого порядка функции (1):

$$y' = [f(t)]' = (a \cdot e^{-t})' = a' \cdot e^{-t} + a \cdot (e^{-t})' = 0 \cdot e^{-t} + a \cdot e^{-t} = a \cdot e^{-t}$$

$$y' = f'(t) = a \cdot e^{-t}$$

(2)

Предельные значения “ y ”: $1,0 \leq y \leq 0,0$

На основе новой функции (2) можно по-

строить график экспоненциального уменьшения (снижения) межвидовой и межродовой скрещиваемости (y') видов рода *Juglans* L и *Carya* (пекан) в зависимости от продолжительности времени дивергенции (расхождения) совместных эволюционных путей развития (t) генетических предков. См. Рис 1.

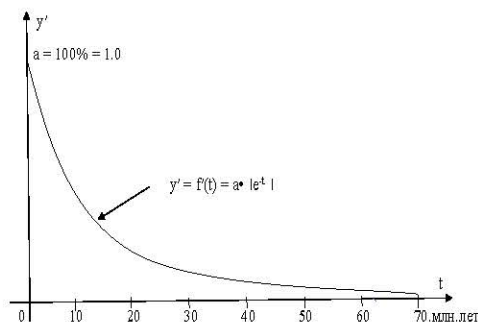


Рис 1.

Чтобы найти t – показатель времени дивергенции (расхождения) генетических предков видов рода *Juglans* L и *Carya* (пекан) нужно равносильно преобразовывать функцию (2).

Логарифмуем левую и правую часть функции (2) по натуральному основанию (e):

$$\ln y' = \ln(a \cdot e^{-t})$$

$$\ln y' = \ln a + \ln e^{-t} = \ln a - t$$

$$t = \ln a - \ln y' = \ln\left(\frac{a}{y'}\right)$$

$$t = \ln e^t$$

$$\ln t = \ln \ln e^t$$

Отсюда можно написать следующее равенство:

$$\ln t = \ln\left(\frac{a}{y'}\right)$$

Окончательно получаем

$$t = \frac{a}{y'} \quad (3)$$

Учитывая, что $a_{\text{нач}} = 100\% = 1,0$ окончательно имеем:

$$t = \frac{1}{y'} \quad (4)$$

Математическое соотношение (4) дает следующий биологический смысл: время (t) дивергенции (расхождения) общих совместных эволюционных путей развития (t , млн. лет) генетических предков орехов рода *Juglans* L и *Carya* (пекан) прямо пропорционально панмиктическому (F_{∞}) состоянию ($a_{\text{нач}} = 100\% = 1,0$) исход-

ной предковой (тропической или влажно-субтропической, популяции (F_{∞}), когда взаимный обмен генами (генетической информацией) был практически неограниченным (F_{∞}), и обратно пропорционально (в настоящее геологическое время) изменчивому количественному признаку взаимной скрещиваемости (y'), и образованию

жизнеспособных межвидовых и межродовых гибридных поколений ($F_1, F_2, F_3, \dots$), которые способны образовывать семена от полового процесса – от перекрестного взаимоопыления (F), самоопыления (J), и вероятно, от апомиксиса (A).

Данные советских авторов по взаимной скрещиваемости (F) орехов видов рода *Juglans* L приведены в Табл. 1

Табл. 1

№п/п	Исходные родительские пары (♀,♂) для отдаленных межвидовых и межродовых скрещиваний в системе видов рода <i>Juglans</i> L и <i>Carya</i> (пекан).		Удачная скрещиваемость в % или жизнеспособное поколение (F_1) y'	Первоисточник информации по данным скрещиваемости (F) орехов рода <i>Juglans</i> L (автор, год публикации)
	Мать - ♀	Отец - ♂		
1.	орех грецкий	орех черный	0,5%	И. Г. Команич, 1989г, стр103
2.	орех зибольда	орех грецкий	0,52 -2,7%	И.Г. Команич, 1989г, стр102. Табл 9
3.	орех маньчжурский	орех грецкий	3,08 – 41,0%	И.Г. Команич, 1989г, стр102. Табл 9 и А. С. Яблоков, 1936г.
4.	орех серый	орех грецкий	0,44 – 8,0%	И.Г. Команич, 1989г, стр102. Табл 9
5.	орех сердцевидный	орех грецкий	0,46%	И.Г. Команич, 1989г, стр102. Табл 9
6.	орех грецкий	монотипные дикие виды рода <i>Juglans</i> L	0,34%	И.Г. Команич, 1989г, стр103
7.	пекан	орех грецкий	0,391%	Ф.Л. Щепотьев, 1985г, стр 131

[8,19 и 20]

Данные Табл. 1 получены советскими учеными – ореховедами в результате длительных практических опытов по отдаленной межвидовой и межродовой гибридизации (F) в условиях строго контроля взаимной опыляемости разных видов орехов рода *Juglans* L и *Carya* (пекан).

На основе новой формулы (4) и используя опубликованных материалов советских учёных

и специалистов – ореховодов за 1925 – 1990 гг. (Табл. 1) нами сделана попытка математически определить времени дивергенции (расхождения) совместных эволюционных путей развития генетических предков современных биологических видов рода *Juglans* L и *Carya* (пекан). (Табл.2)

Табл. 2

№п/п	Исходные родительские пары (♀,♂) для отдаленных межвидовых и межродовых скрещиваний в системе видов рода <i>Juglans</i> L и <i>Carya</i> (пекан).		Удачная скрещиваемость в % или жизнеспособное поколение (F_1) у'	Время дивергенции (расхождения) совместных эволюционных путей развития (в млн. лет) (t)	Использованный исходный материал для выполнения теоретических расчетов по формуле (3)
	Мать - ♀	Отец - ♂			
1.	орех грецкий	орех черный	0,34%	294,1176 млн лет	жизнеспособные сеянцы
2.	орех зибольда	орех грецкий	0,52 - 2,7%	192,308 млн лет	жизнеспособные сеянцы
3.	орех маньчжурский	орех грецкий	3,08 – 41,0%	32,468 млн. лет	жизнеспособные сеянцы
4.	орех серый	орех грецкий	0,44 – 8,0%	227,272 – 12,5 млн. лет	жизнеспособные сеянцы
5.	орех сердцевидный	орех грецкий	0,46%	217,391 млн. лет	жизнеспособные сеянцы
6.	орех грецкий	монотипные дикие виды рода <i>Juglans</i> L	0,34%	294,118 млн. лет	жизнеспособные сеянцы
7.	пекан	орех грецкий	0,391%	255,754 млн. лет	жизнеспособные сеянцы

[10]

Обсуждение полученных результатов

Результаты теоретических расчетов по формуле (4) показывают, что наилучшим образом скрещиваются генетически, генотипически и филогенетически близкие виды рода *Juglans* L, так как они обладают более гомологическими хромосомными комплексами и дают конгруэнтные комбинации (F_∞)

Наилучшую скрещиваемость (41%) показала исходная родительская пара (♀, ♂) из ореха маньчжурского (♀ - мать), и ореха грецкого (♂ - отец), которые филогенетически и генотипически близкие виды рода *Juglans* L. [17]

Здесь оправдывается утверждение Ф. Л. Щепотьева (1950г, стр 184) о том, что «...легкая скрещиваемость маньчжурского ореха с грецким, объясняется не только их генетической близостью, но и филогенетическими причина-

ми, если рассматривать эти виды как викарирующие (замещающие)». [17]

В специальной литературе имеется утверждение: «Различные формы ореха грецкого по разному скрещиваются с другими видами орехов». [16]

По видимому, лучше будут скрещиваться не только исходные родительские пары (♀,♂) из генетически и филогенетически близких видов рода *Juglans* L, но и отдельные генотипы (деревья), у которых имеются гомологические комплексы хромосомов в их геномах: (♀=(1n = 16)) (♂ = (1n=16)).

При этом удачное промежуточное гибридное потомство, начиная с первого их поколения (F_1) численно должно возрастать, по сравнению от скрещивания исходных родительских пар (♀,♂) с негомологическими хромосомными комплексами в геномах (1n =16).

Надо отметить, что вероятность выявления наиболее «культурных» (*f. eurogiae*) рецессивных форм у диких монотипных видов рода *Juglans* L на периферии ареала (территории) распространения (закон акад. Н. И. Вавилова 1965, стр.140) что позволить их успешно скрещивать (F) с орехом грецким и пеканом с целью получения удачных гибридных сортов в первом их поколении (F_1).

При оптимальном подборе исходных родительских пар ($\varnothing, \sigma$) видов рода *Juglans* L и *Carua* (пекан) для целей отдаленных контурэнтных скрещиваний (F) необходимо творческое использование закона Гомологических рядов в наследственной изменчивости акад. Н. И. Вавилова (1935) и закона Харди- Вайнберга (1908).

Наблюдения за случайными межвидовыми гибридами (F_1 и F_2), которые возникли в природе в результате взаимоопыления (F) при помощи ветра деревьев политипного ореха грецкого (*Juglans regia* L) и диких монотипных видов рода *Juglans* L дают сходные результаты – они имеют те же генетические уродства, что и у искусственно полученных межвидовых гибридов (F_1, F_2 и даже F_3). свидетельствующие об общих генотипических причинах этих процессов.

Главной причиной взаимной плохой скрещиваемости различных видов рода *Juglans* L и *Carua* (пекан) является наличие у них “негомологических” хромосомных комплексов в их геномах $\varnothing = (1n = 16)$ и $\sigma = (1n = 16)$, что сложились в результате очень длительного изолированного территориального и временного обособления эволюционного развития на разных континентах Земного шара.

В результате очень длительного изолированного адаптивного развития, и из-за отсутствия процессов по взаимному обмену генетической информацией (генами) между различными видами рода *Juglans* L и *Carua* (кария) сложились очень большие генотипические барьеры, что отрицательно отражаются на результатах скрещиваемости (F), на признаках орехов и деревьев гибридов в настоящее геологическое время.

Специальные кариологические исследования, проведенные в Молдавии И.Г. Команичем (1989, стр87. Табл. 8) показали, что виды рода *Juglans* L и ботанические формы ореха грецкого имеют диплоидный набор хромосом ($2n = 32$), в соматических клетках. При этом гаплоидное число $1n = 16$.

Распределение пар хромосом по длине у видов рода, *Juglans* L

(По И.Г. Команичу, 1989 г.)

Табл. 3

№ п/п	Вид	Длина хромосом, мкм					
		0,50 0,99	– 1,00	– 1,49	– 1,50	– 1,99	– 2,00 2,49 2,50 2,99
1.	<i>J. regia</i>	3		7	6	-	-
2.	<i>J. cjrddiformis</i>	4		9	3	-	-
3.	<i>J. mandsurica</i>	1		11	4	-	-
4.	<i>J. sieboldiana</i>	2		10	4	-	-
5.	<i>J. nigra</i>	2		4	6	3	1
6.	<i>J. hindsii</i>	1		8	6	1	-
7.	<i>J. major</i>	1		5	9	1	-
8.	<i>J. rupestris</i>	2		6	6	2	-
9.	<i>J. cintrea</i>	3		10	2	1	-

По данным И. Г. Команича (1962, 1989) орех серый (*Juglans cinerea* L.) кариологически ближе к азиатским видам, чем к американским. [8]

И ещё: "... ископаемых остатков ореха серого найдено много в плиоценовой флоре Азии и Европы, в то время как на современной его родине таких остатков не обнаружено". [4]

В свою очередь В. И. Баранов (1959г, стр312-316, Рис 99) утверждает, что; «... серый орех был обычным обитателем плиоценовых лесов Западной Сибири, а разнообразие формы и крупные размеры некоторых ископаемых эндоспермов указывают на благоприятные для него климатические условия». [3]

Составление математических моделей и их исследование методами дифференциального исчисления и выявление функциональных зависимостей количественного признака половой скрещиваемости (F) видов рода *Juglans* L и *Carya* (пекан), в зависимости от продолжительности времени дивергенции (расхождения) их совместных эволюционных путей развития является одной из приоритетных и важнейших теоретических и практических проблем в современном ореховодстве Кыргызстана.

Выводы

1. Впервые методом математического моделирования решена теоретическая проблема современной синтетической селекции, а именно: определение времени дивергенции (расхождения) совместных эволюционных путей развития генетических предков реальных биологических орехов рода *Juglans* L и *Carya* (пекан) – на основе количественно изменчивого признака скрещиваемости (F) при их межвидовой и межродовой гибридизации (F_{∞}).

2. На основе теоретических математических расчётов определены генотипически и филогенетически близкие виды рода *Juglans* L, что позволяет более научно-обоснованно и оптимально подбирать исходные родительские пары (♀, ♂) для отдаленных межвидовых и межродовых скрещиваний, с целью искусственного синтеза (F) новых "культурных" (f. *eurogiae*) гибридных (F) сортов ореха для более суровых почвенно – климатических условий их будущей широкой культуры (до $\pm 45^{\circ}\text{C}$ и более).

3. Следует отметить, что на точность теоретического определения времени (t) дивергенции (расхождения) генетических предков орехов видов рода *Juglans* L и *Carya* (пекан) может повлиять строгость количественного учета удачных скрещиваний (F), при которых получают жизнеспособные межвидовые и межродовые гибриды (F), и используемый исходный селекционно-генетический материал (род, вид, эколого-географическая популяция, и отдельно взятый генотип (дерево)).

4. Отмечена вероятность появления в природе наиболее «культурных» (f. *eurogiae*) рецессивных форм на периферии ареала (территории) распространения диких монотипных видов рода *Juglans* L (закон академика Н. И. Вавилова, 1965) что позволяет их успешно использовать при отдаленных межвидовых (с орехом грецким), и межродовых (с пеканом) скрещиваниях (F) с целью более ускоренного получения удачных гибридных сортов в первом поколении (F_1).

5. При оптимальном подборе исходных родительских пар (♀, ♂) видов рода *Juglans* L и *Carya* (пекан) для целей отдаленных скрещиваний (F) необходимо творческое использование закона Гомологических рядов в наследственной изменчивости акад. Н. И. Вавилова (1935) и закона Харди-Вайнберга (1908).

6. Необходимо решить методами современной молекулярной генетики проблемы монофилетического (от одного исходного генетического предка) и полифилетического (от разных генетических предков) происхождения современных видов рода *Juglans* L и *Carya* (кария), что может ускорить селекционный процесс по искусственному созданию «культурных» (f. *eurogiae*) гибридных сортов ореха для более суровых почвенно-климатических условий их будущей культуры (до $\pm 45^{\circ}\text{C}$ и более).

7. Важнейшим исходным селекционно-генетическим материалом при синтетической (F) селекции: путем половой и неполовой (соматической) гибридизации (F) видов рода *Juglans* L и *Carya* (кария) следует считать- орех грецкий (*Juglans* L) и пекан (*Carya olivaeformis* Nutt), которые являются эволюционно продвинутыми по сравнению с дикими монотипными видами ореха, и обладают чрезвычайным (огромным) формовым разнообразием (полиморфизмом) по признакам орехов (плодов) и деревьев.

Литература

1. Н. И. Вавилов 1935 «Закон Гомологических рядов в наследственной изменчивости» // В сб. «Теоретические основы селекции растений», том I Москва-Ленинград, Изд-во Сельхозлитературы, стр 75-126
2. Н. И. Вавилов, 1965 «Географические закономерности в расселении растений» // В сб. «Избранные труды» том v, Москва-Ленинград, Изд-во Наука, стр 140
3. В. И. Баранов 1959 «Плиоценовая флора с реки Обь в районе Томска» // В кн. «Этапы развития флоры и растительности в третичном периоде на территории СССР», Москва, Госиздат-во «Высшая школа», стр 312-316
4. М. Г. Горбунов 1956 «Новые виды *Juglans* из третичных отложений Западной Сибири» // В «Ботанический журнал» том 41, №5, стр 658-666
5. Г. Д. Карпеченко 1935 «Теория отдаленной гибридизации» // В сб. «Теоретические основы селекции растений», Москва-Ленинград, Изд-во Сельхозлитературы, том 1, стр. 293-344
6. С. С. Калмыков 1960 «Отдаленная гибридизация орехов» // В сб. «Отдаленная гибридизация растений и животных», Москва, Изд-во АН СССР, стр 134-139
7. Е. П. Коровин 1962 «Растительность Средней Азии и южного Казахстана» кн. 2., Ташкент, Изд-во АН Узб. ССР стр 436
8. И. Г. Команич, 1989 «Отдаленная гибридизация видов ореха (*Juglans* L.)», Кишинёв, Изд-во «Штиинца», стр 77-91
9. В. А. Кудрявцев, Б.П. Демидович, 1986 «Производная показательной функции» // В кн. «Краткий курс высшей математики» Москва, Главная редакция физико-математической литературы, стр 162-163
10. А. Н. Пернеев 2022 «Математическое моделирование филогенетических процессов, происходящих с орехом грецким (*Juglans regia* L.) и другими дикими монотипными видами рода *Juglans* L и его использование в практической синтетической селекции (F)» // В «Годичный отчет за 2022 год», Жалал-Абадский научный центр ЮО НАН КР, г. Жалал-Абад -2022
11. А. Н. Пернеев 2025 «Математический метод обоснования теории наиболее оптимального подбора исходных родительских пар (♀, ♂) для целей отдаленной межвидовой гибридизации (F) орехов в системе видов рода *Juglans* L» // В материалах международной научно-практической конференции «Лесные ресурсы неотъемлемая часть зеленой экономики», посвященная 85 летию видного ученого, доктора экономических наук, профессора, академика НАН РК Сабита Байзакова, Казахстан, Алматы, 2025г. стр 193-199
12. А. А. Рихтер, А. А. Ядров 1985 «Краткая характеристика некоторых видов рода ореха» // В кн. «Грецкий орех», Москва, Изд-во Агропромиздат, стр 20-23
13. С. Я. Соколов, 1951 «*Juglans* L - Орех» // В кн. «Деревья и кустарники СССР», том 2, Москва-Ленинград, Изд-во АН СССР, стр 230-250
14. С. Я. Соколов, 1951 «*Carya* Nutt – Кария» // В кн. «Деревья и кустарники СССР», том 2, Москва-Ленинград, Изд-во АН СССР, стр 250-265
15. В. И. Ткаченко 1970 «Спонтанная гибридизация среди деревьев и кустарников орехоплодовых лесов Киргизии» // В сб. «Материалы по развитию ореховодства», Фрунзе, Изд-во «Илим», стр 171-173
16. К. Ш. Шамсиев 1990 «Гибридизация на морозоустойчивость и качество плодов» // В сб. «Орехоплодные в Узбекистане», Ташкент, Изд-во «Мехнат» стр 33-41
17. Ф. Л. Щепотьев 1950 «Выбор исходного материала при подборе родительских пород» // В сб. «Селекция древесных пород» Москва, Гослесбумиздат, стр 178-184
18. Ф. Л. Щепотьев 1960 «Отдаленная гибридизация видов рода *Juglans* на Украине» // В сб. «Отдаленная гибридизация растений и животных», Москва, Изд-во АН СССР стр 140-154
19. Ф. Л. Щепотьев и др. 1985 «Орехоплодовые лесные и садовые культуры», Москва, Агропромиздат, стр 131
20. А. С. Яблоков 1962 «Орехи (*Juglans*), Гикори (*Carya*)» // В кн «Селекция древесных пород», Москва, Изд-во Сельхозлитературы, стр 389-395.