

УДК 575.26:575.21:575.22

UDC 575.26:575.21:575.22

06.01.05 - Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений (сельскохозяйственные науки)

06.01.05 - Selection and seed production of agricultural plants (agricultural sciences)

**К 100-ЛЕТИЮ ЗАКОНА Н. И. ВАВИЛОВА О ГОМОЛОГИЧЕСКИХ РЯДАХ В НАСЛЕДСТВЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ**

**TO THE 100TH ANNIVERSARY OF N. I. VAVILOV'S RULE ON HOMOLOGICAL SERIES IN HEREDITARY VARIABILITY**

<sup>1</sup>Плотников Владимир Константинович  
д.б.н., доцент  
SPIN-код: 3971-2200  
ID: 3971-2200  
[vkpbio21@mail.ru](mailto:vkpbio21@mail.ru)

<sup>1</sup>Plotnikov Vladimir Konstantinovich  
Dr.Sci.Biol., Associate Professor  
RSCI SPIN-code: 3971-2200  
ID: 3971-2200  
[vkpbio21@mail.ru](mailto:vkpbio21@mail.ru)

<sup>2</sup>Насонов Андрей Иванович  
к.б.н.  
SPIN-код: 5636-6106  
Scopus ID: 56989221000,  
Researcher ID: K-9142-2017  
[nasoan@mail.ru](mailto:nasoan@mail.ru)

<sup>2</sup>Nasonov Andrey Ivanovich  
Cand.Biol.Sci.  
RSCI SPIN-code: 5636-6106  
Scopus ID: 56989221000,  
Researcher ID: K-9142-2017  
[nasoan@mail.ru](mailto:nasoan@mail.ru)

<sup>1</sup>Салфетников Анатолий Алексеевич  
д.с.-х.н., профессор  
SPIN-код: 9655-3687  
ID: 9677-3687  
[Salfetnikov39@mail.ru](mailto:Salfetnikov39@mail.ru)

<sup>3</sup>Salfetnikov Anatoliy Alexeevich  
Dr.Sci.Agr., Professor  
RSCI SPIN-code: 9655-3687  
ID: 428377  
[Salfetnikov39@mail.ru](mailto:Salfetnikov39@mail.ru)

<sup>1</sup>*К «Кубанский государственный аграрный университет им И.Т. Трубилина», Краснодар, Россия*

<sup>1</sup>*Kuban State Agrarian University named after I.T.Trubilin, Krasnodar, Russia*

<sup>2</sup>*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский Федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», Краснодар, Россия*

<sup>2</sup>*Federal State Budgetary Scientific Institution «North Caucasian Federal scientific center for horticulture, viticulture, winemaking», Krasnodar, Russia*

100 лет тому назад, 4 июня 1920 г., 32-летний профессор Саратовского университета Николай Иванович Вавилов (1887-1943) впервые доложил на III Всероссийском селекционном съезде в университете г. Саратова о своём открытии гомологических рядов при исследовании параллелизмов в явлениях наследственной изменчивости по аналогии с гомологическими рядами органических соединений. Это открытие в генетике получило ранг закона, единственное после законов Г. Менделя. Это крупное исследование являлось дальнейшим развитием генетической идеи Ч. Дарвина о происхождении видов. Оно показало пути, по которым у близких видов и родов растений параллельно идёт формообразовательный процесс, ибо решающее в процессе эволюционного развития живых организмов – прежде всего их генетические особенности. В тех случаях, когда для развития признака требуется совместное и последовательное действие многих генов, возникновение гомологических рядов неизбежно, и это не вступает в противоречие со случайной изменчивостью Ч. Дарвина. Помимо огромного генетического значения как закономерности

100 years ago, on June 4, 1920, 32-year-old Professor of the Saratov University Nikolai Ivanovich Vavilov (1887-1943) first reported at the III all-Russian selection Congress at the University of Saratov on his discovery of homological series in the study of parallelisms in the phenomena of hereditary variability by analogy with homological series of organic compounds. This discovery in genetics received the rank of law, the only one after the laws of G. Mendel. This major study was a further development of the genetic idea of C. Darwin on the origin of species. It showed the ways in which close species and genera of plants have a parallel formative process, because the crucial in the process of evolutionary development of living organisms – first of all, their genetic features. In cases where the development of a trait requires the joint and consistent action of many genes, the occurrence of homological series is inevitable, and this does not contradict the random variability of C. Darwin. In addition to its great genetic significance as a law of evolution, the law of homological series in hereditary variability is of great importance for botanists, plant breeders and breeders: it not only determines the place of each form in the plant world, but can also indicate to

эволюции, закон гомологических рядов в наследственной изменчивости имеет большое значение для ботаников, растениеводов и селекционеров: он не только определяет место каждой формы в растительном мире, но и может указать селекционеру возможные направления в его практической работе. По мнению ряда генетиков и селекционеров, если Г. Мендель открыл законы наследственности, то Н. И. Вавилов открыл законы изменчивости

Ключевые слова: Н.И. ВАВИЛОВ, ЗАКОН ИЗМЕНЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ, ГОМОЛОГИЧЕСКИЕ РЯДЫ, ПУТЬ ОТ ГЕНА К ПРИЗНАКУ

the breeder possible directions in his practical work. According to a number of geneticists and breeders, if G. Mendel discovered the rules of heredity, then N. I. Vavilov discovered the rules of variability

Keywords: N. I. VAVILOV, THE RULE OF PLANT VARIABILITY, HOMOLOGICAL SERIES, PATH FROM GENE TO TRAIT

DOI: <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-160-002>

### Введение

В наше время пассажиры, прибывающие на саратовский железнодорожный вокзал (Саратов 1), с интересом рассматривают роспись стен одного из залов ожидания. Здесь темы революции 1917 г., войны и труда, а также человек в белом халате стоящий в поле среди колосьев пшеницы. За его спиной мерцает надпись: «Закон гомологических рядов». Так в истории города отражено событие 4 июня 1920 г., когда на III Всероссийском селекционном съезде в университете г. Саратова Николай Иванович Вавилов впервые доложил о своём открытии гомологических рядов при исследовании параллелизмов в явлениях наследственной изменчивости по аналогии с гомологическими рядами органических соединений. Это открытие в генетике получило ранг закона, единственное после законов Менделя.

Николай Иванович Вавилов окончил Московский сельскохозяйственный институт (ныне Российский государственный аграрный университет-Московская сельскохозяйственная академия им. К. А. Тимирязева). По окончании института он был оставлен для подготовки к профессорскому званию и прошёл школу выдающегося учёного Д. Н. Прянишникова и основателя отечественной селекции Д. Л. Рудзинского. В 1911 и 1912 гг. он работал практикантом в Бюро по

прикладной ботанике в Петербурге у З. Э. Регеля и известного миколога А. А. Ячевского. В этот период состоялись первые путешествия по Кавказу и Персии. В 1913 г. Н. И. Вавилов был командирован для пополнения знаний за границу и продолжил начатые ранее исследования у крупнейших зарубежных учёных: в Англии – у Бэтсона, Пеннета и Биффена, во Франции у Вильморена, в Германии – у Геккеля.

К началу 1917-1918 учебного года Н. И. Вавилов избирается профессором генетики, селекции и частного земледелия на агрономическом факультете Саратовского университета. В эти осенние дни наша страна переживала бурные революционные события, связанные с борьбой за свержение Временного правительства, за прекращение первой мировой войны, за установление власти рабочих и крестьян. Об успешном вооружённом восстании 25 октября (7 ноября) 1917 г. в Петрограде, приведшем к установлению Советской власти в России, в Саратове стало известно на следующий же день. Уже 27 октября (9 ноября) в городе была провозглашена Советская власть.

В саратовский период, хотя он и был коротким, возшла звезда Н. И. Вавилова как учёного. В Саратове Николай Иванович уже обобщил всё, что довелось ему наблюдать на многих коллекционных посевах Московской селекционной станции, мировой коллекции пшениц в Англии, различных культур во Франции, на своих коллекциях в Саратове и пр. Это обобщение в своём логическом завершении оказалось великим событием в познание эволюции культурных растений, равных по своему значению открытиям Грегора Менделя в генетике и Дмитрия Ивановича Менделеева в химии. Оно получило наименование «закон гомологических рядов в наследственной изменчивости».

По свидетельству участников III Всероссийского селекционного съезда, сообщение Н. И. Вавилова о законе гомологических рядов в наследственной изменчивости было заслушано с исключительным

вниманием и закончилось под восторженные овации. При этом участник этого съезда В. Р. Зеленский, встав со своего места, воскликнул: «Это биологи приветствуют своего Менделеева!». А профессор Н. М. Тулайков в своём выступлении сказал: «Что можно добавить к этому докладу? Могу сказать одно: не погибнет Россия, если у неё есть такие сыны, как Николай Иванович!».

Впечатление от доклада Н. И. Вавилова было столь велико, что съезд решил послать телеграмму наркомам просвещения – А. В. Луначарскому и земледелия – С. П. Серее, в которой подчёркивалось исключительно научное и практическое значение доклада. Съезд принял резолюцию о необходимости обеспечить развитие работ Н. И. Вавилова.

### **Суть закона**

Николай Иванович показал, что генетически близкие виды и роды характеризуются сходными рядами наследственной изменчивости с такой правильностью, что, зная ряд форм в пределах одного вида, можно предвидеть нахождение параллельных форм у других видов и родов.

Отдельные факты гомологической изменчивости известны были уже Ч. Дарвину. Но Вавилов впервые разобрался в совокупности многочисленных фактов и доказал закономерности гомологической изменчивости не только для видов, но и для близких родов. Отдельные признаки или ряды признаков одинаково проходят не только у генетически близких видов и родов, но даже у разных семейств. Ряды гомологической изменчивости выявляются не только морфологическими признаками, но и физиологическими и анатомическими. Такие явления, как фасциации, гетерозис гибридов 1-го поколения, спонтанные и искусственные мутации, возникновение конвергентных физиологических рас паразитов в отдалённых географических районах, цитоплазматическая мужская стерильность, – все эти вновь открытые закономерности огромного

эволюционного и практического значения, словно магистрали изменчивости, образуют гомологические ряды [7].

Нет сомнений в том, что идея параллельной изменчивости видов сформировалась у Н. И. Вавилова значительно раньше его приезда в Саратов. Ещё в студенческие годы у него возникла повседневная потребность проводить часть своего времени на опытных делянках посевов пшеницы, ячменя, овса, ржи и других растений. Наблюдая первоначально за степенью иммунности или восприимчивости отдельных представителей зерновых злаков к различным инфекционным заболеваниям, Н. И. Вавилов, разумеется, не мог не обратить внимания на внешнее морфологическое разнообразие растений на делянках, чему свидетельство – обнаруженная им персидская пшеница, оказавшаяся в действительности не просто одной из морфологических вариаций мягкой пшеницы, а новым для науки видом – *Triticum persicum* Vav. Тщательно наблюдая и описывая растения на делянках, Н. И. Вавилов не мог также не заметить повторяемости морфологических признаков у представителей различных видов пшеницы, равно как и у ячменя, ржи и других злаков.

Так в пределах наиболее распространённого в культуре вида пшеницы *Triticum aestivum* L. представлены остистые и безостые колосья, окрашенные и неокрашенные, опушённые волосками и неопушённые, плотные и рыхлые, длинные и короткие, с белым и окрашенным зерном, покрытые восковым налётом и свободные от него и т.д. Кроме того, если бы стали сравнивать все остальные виды рода *Triticum* L., то и в этом случае смогли бы констатировать наличие всех вышеперечисленных признаков также у представителей всех остальных видов этого рода. Более того, оказалось, что не только виды одного рода, но и других родственно близких родов и даже семейств повторяют одни и те же ряды изменчивости.

Побудительным толчком к изысканиям, которые привели Н. И. Вавилова к открытию закона гомологических рядов, послужила трудная ситуация, сложившаяся в систематике растений в начале XX века: изучая изменчивость крупных видов – их называли линнеонами, – ботаники очень скоро установили, что все они распадаются на множество разновидностей, признаки которых передаются по наследству.

Наиболее последовательные ботаники начали дробить линнеоны на мелкие виды – жорданоны. Для наиболее хорошо изученных культурных растений – пшеницы, ржи, ячменя и овса число жорданонов стало достигать уже многих тысяч. Дикие формы оказались не менее изменчивыми. Как с юмором отметил Н. И. Вавилов, «монотипные виды существуют обычно только до того времени, пока они изучаются в гербарии».

Сообщая об этом, Н. И. Вавилов писал: «Бесчисленное многообразие, хаос бесконечного множества форм заставляет исследователя искать путей систематизации, синтеза. Ещё долгое время будет идти процесс дифференциации линнеонов, он неизбежен и необходим для учёта форм, существующих в природе, во-первых, чтобы иметь реальное представление о составе растительного мира; во-вторых, чтобы определить пути, по которым должна пойти творческая работа человека в создании новых форм; в-третьих, без сколько-либо полного представления о расовом составе исследователь не может решать вопросов филогенеза линнеонов. Но параллельно дифференциации, естественно, необходимо искать путей интеграции наших знаний о разновидностях, расах и самих линнеонах. Если 130 000 линнеонов уже составляют огромное число, с которым трудно оперировать в исследовании, то много сложнее работа с десятками и сотнями миллионов жордановских видов. На очереди перед исследователем растительного и животного мира стоит проблема выяснения закономерностей в проявлении полиморфизма,

установления классов полиморфизма, так же как это было в своё время в изучении неорганического и органического мира.

Попытку интегрирования явлений полиморфизма и представляют нижеизлагаемые закономерности, подмеченные нами при изучении форм растительного мира и называемые нами законом гомологических рядов» [2].

Выступая в декабре 1922 г. перед агрономами в Москве, Н. И. Вавилов следующим образом разъяснил сущность сформулированного им закона гомологических рядов в наследственной изменчивости:

«Изучая систематически сорта самых разнообразных полевых культурных растений, хлебных злаков, бобовых, масличных крестоцветных, тыквенных – арбузов, дынь, тыкв, некоторых огородных растений – мы пришли к заключению, что бесконечное разнообразие форм, бесчисленное множество разновидностей, рас и сортов при ближайшем детальном рассмотрении проявляют поразительное сходство, параллелизм в своей изменчивости. Отдельные факты параллельной изменчивости были известны ещё Дарвину, но он думал, что это явление случайного порядка, и не обратил на него особого внимания. Большое число растений, исследованных нами и нашими сотрудниками на многих тысячах сортов в течение последних 8 лет, обнаружили, что явление параллелизма изменчивости является общим явлением, присущим всем видам и родам без исключения» [3].

И после Дарвина о параллельной, или, как её ещё называют, гомологичной, изменчивости писали многие. Однако до Вавилова никто не пытался обобщить накопленный материал, ибо это была уже проблема не систематики, а генетики.

Основная формулировка закона гомологических рядов в наследственной изменчивости Н. И. Вавиловым была дана в следующей

редакции: «1. Виды, роды, генетически близкие, характеризуются рядами наследственной изменчивости с такой правильностью, что, зная ряд форм для одного вида, можно предвидеть нахождение параллельных форм у других видов и родов. Чем ближе генетически расположены в общей системе роды и линнеоны, тем полнее сходство в рядах их изменчивости...2. Целые семейства растений в общем характеризуются определённым циклом изменчивости, проходящей через все роды и виды, составляющие семейство» [5].

В дальнейшем Н. И. Вавилов значительно дополнил и ещё более глубоко обосновал установленный им закон. В 1922 г. в английском «Journal of Genetics» был опубликован расширенный текст закона гомологических рядов [15] в объёме свыше 40 страниц вместо 16, изданных впервые в Саратове. Наконец, в 1935 г. был издан наиболее полный текст закона гомологических рядов [4].

Успех был огромен. Гомологичные ряды изменчивости искали и находили у водорослей и грибов, моллюсков и амфибий, черепах и птиц, инфузорий и паразитических червей – трематод, загадочных морских членистоногих пантопод, собак и мышей, божьих коровок и морских свинок [1].

### **О судьбе закона**

По мнению Бориса Михайловича Медникова (1932-2001), одного из самых глубоких исследователей закона гомологических рядов, из всех открытий Вавилова самая трудная судьба досталась закону гомологических рядов в наследственной изменчивости [10]. По поводу этого закона самые жёсткие слова были произнесены в 30-е годы XX в.: «...вавилонский закон гомологических рядов не только порождение буржуазной науки, но и научная база фашистских расовых «драконовских законов»». Всё это писалось в годы, когда достаточно было куда более

скромных обвинений, чтобы человек навсегда исчез в недрах бериевской машины уничтожения [14]. Можно сказать, что судьба закона повторила судьбу автора – огромная известность вначале, а далее – попытки неправильно истолковать, искажения, порой злонамеренные, затем полное забвение и лишь спустя много лет – далеко не всегда удачные попытки его воскресить для теоретической биологии.

Но практики о нём никогда не забывали. Селекционеры восприняли закон как важнейший инструмент деятельности. Но многих специалистов по генетике и теории эволюции смутило явное на первый взгляд противоречие между законом гомологических рядов и дарвиновской неопределённой изменчивостью, на которой и был основан принцип естественного отбора. Так же действует и искусственный отбор, но здесь «условиями среды» становятся требования человека. Всё последующее развитие генетики блестяще подтвердило идею Дарвина о ненаправленной изменчивости.

С современной точки зрения условия внешней среды вызывают случайные изменения в первичной структуре ДНК. В значительной мере это происходит по причине непостоянства генома – наличия в нём огромного количества мигрирующих генетических элементов или транспозонов. Изменения любых факторов внешней среды вызывает изменения мозаики расположения мигрирующих элементов, изменяя при этом экспрессию многих генов. Большое значение имеет химический и радиационный мутагенез. Это и есть молекулярная основа дарвиновской неопределённой, ненаправленной изменчивости.

Но получается, что гомологичная изменчивость направлена, что есть какие-то законы, заставляющие ген изменяться именно в данном направлении? Учёные, не разделяющие взглядов Дарвина на факторы и пути эволюционного процесса, «великие еретики» - ихтиолог Л. С. Берг

(1876-1950), энтомолог А. А. Любищев (1890-1972), с восторгом уцепились за это кажущееся противоречие.

Так почему же при стохастичности мутационного процесса фенотипические признаки, слагающие гомологичные ряды Вавилова, изменяются определёнными путями? В значительной мере это объясняется тем, что признак часто определяется не одним геном, а многими генами. В формировании некоторых признаков участвуют до 50 генов, например, восковой налет или ворсинки на поверхности растений. При этом, выстраивается цепь событий в превращении исходного вещества А (это может быть аминокислота, нуклеотид, углеводный компонент и т.д.) в нужное для развития признака промежуточное вещество Б, которое превращается в промежуточное вещество В, а затем в Г, Д, Е и т.д. до вещества непосредственно формирующего признак.

Пересечения метаболических цепочек формируют метаболические сети, когда некоторые биохимические компоненты являются промежуточными для совершенно разных признаков (по железнодорожному понятию – узловые станции). За каждым превращением стоит определённый белок-фермент продукт определённого гена. Полигенность многих признаков определяет сложную цепочку от гена к признаку. Но нарушение экспрессии хоть одного гена в этой цепочке приводит к изменению или потере признака. Таким образом, мутировать могут разные гены, но фенотипически это будет проявляться одинаково.

Когда изучены основные биохимические звенья цепи реализации генетической информации от гена к признаку, предоставляется возможность наглядной иллюстрации вышеприведённого положения о развитии гомологической изменчивости. Таким хорошо изученным признаком является окраска шерсти млекопитающих полимерными соединениями – меланинами. Образуются они в организме из аминокислот

с ароматическими ядрами – фенилаланина и тирозина. Установлено, что фенилаланин превращается в тирозин, последний в дофа и последовательно идут превращения в дофа-хинон – лейкодофахром – дофахром – 5,6-диоксииндол – индол-5,6-хинон и, наконец, – меланин. Нарушение экспрессии хоть одного гена в этой цепочке приводит к тому, что в покровах не образуется меланин – такое животное называется альбиносом. Практически во всех группах животных описаны белые особи с красными глазами – альбиносы. Известны белые крысы, вороны и пингвины, рыси и жирафы, гориллы и люди. Но у высших организмов под генетическим контролем находится не только последовательность аминокислот в белке, но и время, уровень и место его синтеза. Иными словами, кроме гена, отвечающего на вопрос «что?», есть гены, ответственные за «когда», «где», «сколько».

Многие другие примеры изученных путей от гена к признаку представлены в аналитических работах Б. М. Медникова [9, 10]. Биохимики и молекулярные биологи, выполняя работы, подобные вышеописанным, подтверждают и развивают закон гомологических рядов Н. И. Вавилова. Становятся понятными молекулярные механизмы формирования этих рядов. Так произошло в своё время и с Периодическим законом химических элементов Д. И. Менделеева. С развитием ядерной физики стали понятны на уровне строения атома эмпирически найденные Дмитрием Ивановичем закономерности.

Таким образом, в тех случаях, когда для развития признака требуется совместное и последовательное действие многих генов, возникновение гомологических рядов неизбежно, и это не вступает в противоречие со случайной изменчивостью. Фенотип – это совокупность признаков, его можно уподобить букету цветов. Подобно тому, как каждый цветок – завершение стебля, так и признак – завершение длинной цепи биохимических реакций. Обрыв стебля в любом месте приводит к потере

цветка. То же и с признаком – нарушите цепь реакций в любом месте и любым способом – и фенотип изменится во всех случаях одинаково.

Направленна не изменчивость гена, а её внешнее фенотипическое проявление. Все попытки усмотреть противоречие между законом гомологических рядов и дарвиновской неопределённой изменчивостью основаны на грубейшей ошибке – отождествлении гена с признаком. А ведь ещё Мендель отличал наследственный фактор от его внешнего проявления!

Обрыв биохимической цепи от гена к признаку не всегда выражается только изменением признака, например, изменением окраски. Иногда дело обстоит хуже – в организме накапливается химическое соединение, на котором оборвалась цепь. Это наследственные, так называемые «болезни депонирования». У животных и людей подобным примером может служить фенилкетонурия – накапливается избыток тирозина безвредного для организма, но обрыв предыдущего звена приводит к поражению центральной нервной системы при накоплении фенилаланина. Другой пример – накопление мочевой кислоты у приматов и человека, у которых, в отличие от других млекопитающих, азот пуриновых оснований, освобождающихся при распаде ДНК и РНК, не превращается в аллантион так как блокирован синтез уратоксидазы (уриказы) – фермента, превращающего мочевую кислоту в аллантион. Предполагается, что это плата за высокое развитие нервной системы, так как мочевая кислота по структуре молекулы близка к таким стимуляторам активности мозга, как кофеин и теобромин [9].

У растений примером может быть мутация регуляторного гена *opaque-2*, в результате которой в зерне кукурузы нарушается превращение лизина в глутамин как следствие снижения активности бифермента лизинкеторедуктаза/сахаропиндегидрогеназа. Свободный лизин токсичен для клетки и нейтрализуется за счёт усиления синтеза белков богатых

лизином – альбуминов и глобулинов. А это, в основном, ферменты, ответственные за различные стороны белкового и углеводного обменов. В результате, в зерне развивается высоколизиновый синдром – комплекс биохимических и физиологических изменений, которые приводят с одной стороны к повышению питательных качеств зерна кукурузы, но с другой стороны - снижают урожай и ухудшают физические свойства зерна (прочность) как следствие нарушения синтеза крахмала [11-13].

Самые благоприятные условия для проявления гомологической изменчивости возникают при одомашнивании животных и окультуривании диких растений, когда условиями среды становятся требования человека. Здесь порой выживают такие формы, какие в природе не просуществовали бы и одного поколения. Примером может быть та же мутация гена *opaque-2*. Ущербные физические свойства зерна не позволяют самостоятельно размножаться в природе подобным мутантам (высокая поражаемость зерна грибными и бактериальными заболеваниями). Однако поиск высоколизиновых мутантов у злаков является одним из примеров применения на практике закона гомологических рядов в наследственной изменчивости. Обнаружение эндоспермовой мутации гена *opaque-2* у кукурузы стимулировала поиск подобных высоколизиновых мутаций у других культур. И они были найдены у ячменя, сорго, пшеницы [11-13].

Такие гены, определяющие сразу много признаков, например, строение скелета млекопитающего или общего габитуса растения генетики называют «генами с высоким плейотропным эффектом». Вот здесь-то и обнаруживаются феномены гомологичной изменчивости, когда изменение активности только одного гена, ответственного за синтез того или иного гормона приводит к резкому изменению скелетных признаков, например, определяющих разнообразие пород собак или «брачный наряд» лососевых рыб, идущих на нерест [9, 10].

Полученные в последние годы данные о сиквенсе различных организмов свидетельствуют о том, что развитие происходило от простых форм к более сложным и ничего важного, отработанного эволюцией у простых форм, не было утеряно при развитии сложных форм. У человека с микроорганизмами общих около 50 генов, с нематодами – около 200, с морковью и арабидопсисом – около 40%.

Один раз случайно возникнув, фундаментальные механизмы генетического кода, хранения и передачи генетической информации сохранились без существенных изменений у всех потомков, так как почти любая мутация, затрагивающая структуру кодона, приводит к изменению структуры кодируемых белков, что в подавляющем большинстве случаев приводит к гибели. Таким образом, генетика внесла завершающий аккорд в доказательство реальности формообразовательного процесса и эволюции [8].

### **Заключение**

Можно сказать, что идея рядов была великим «безумством» в самом высоком значении этого слова применительно к учёному-исследователю. Николай Иванович, в законе гомологических рядов, вынужден был опираться только на внешние признаки организмов, так как генетика отдельных растений (частная генетика), биохимические и молекулярно-биологические исследования закономерностей экспрессии генов находились в зачаточном состоянии. Они ещё не могли тогда дать материал о путях реализации генетической информации от гена к признаку для сколько-нибудь обширных обобщений.

Лишь когда было обработано три тысячи фактов, Н. И. Вавилов позволил себе подвести первый итог. С ним и выступил на III Всероссийском селекционном съезде. Насыщенность короткого доклада фактами не была излишней. Только благодаря ей, доклад и получил

высокую оценку. Демонстрируя составленные им таблицы параллельных рядов, Николай Иванович нисколько не смущался пустыми клетками, которые попадались в них. Подобно тому, как Менделеев, создавая свою систему, не боялся оставлять пустые клетки и утверждать, что их должны занять ещё не открытые химические элементы, так и Вавилов предсказывал существование не открытых или не созданных путём селекции форм растений.

Внутренняя же идея закона для многих оставалась непонятой. Вавиловские таблицы по изменчивости видов достаточно информативны и прогностичны, но не давали того физико-химического диапазона информации о веществе как таблица Д. И. Менделеева. Однако это вполне стало возможным теперь на биохимическом, молекулярно-генетическом уровне в силу современных возможностей манипуляции с генами, их выделения, секвенирования, клонирования, когда гомологичные признаки будут представлены тождественными генными детерминантами. Именно сейчас пришло время разрешить давнее сомнение, насколько вавиловский закон затрагивает гомологию, а не аналогию признаков. Скорее всего, будет иметь место и то, и другое, но это не умалит самого принципа систематизации и периодизации наследственных элементов живого [6].

Вавилов понимал, что гомологичные ряды могут возникать не только в результате действия одинаковых аллелей, унаследованных от общего предка или возникших независимо. Гомологии в строении фенотипа возникают и в результате действия разных аллелей одного гена (неполная гомология), и разных генов (ложная гомология). Только гибель Вавилова и разгром советской генетики, последствия которого мы ощущаем до сих пор, остановили исследования в этом направлении на десятки лет и позволили толковать его закон на разные лады.

По мнению Б. М. Медникова – не сделай Н. И. Вавилов ничего, кроме открытия закона о гомологических рядах в наследственной

изменчивости (а он сделал в дальнейшем, по меньшей мере, ещё два открытия такой же значимости), он и тогда бы заслужил бессмертие [10].

Это крупное исследование являлось дальнейшим развитием генетической идеи Дарвина о происхождении видов. Оно показало пути, по которым у близких видов и родов растений параллельно идёт формообразовательный процесс, ибо решающее в процессе эволюционного развития живых организмов – прежде всего их генетические особенности. Помимо огромного генетического значения как закономерности эволюции, закон гомологических рядов в наследственной изменчивости имеет большое значение для ботаников, растениеводов и селекционеров: он не только определяет место каждой формы в растительном мире, но и может указать селекционеру возможное направления в его практической работе.

В свое время Международный журнал «Heredity» удостоил Вавилова чести быть включённым в почётную рамку на титуле обложки, наряду с К. Линнеем, Ч. Дарвиным, Т. Морганом и другими выдающимися мировыми лидерами биологии. По мнению ряда генетиков и селекционеров, если Г. Мендель открыл законы наследственности, то Н. И. Вавилов открыл законы изменчивости. Идеями гомологической изменчивости ныне пронизаны все отрасли генетики вплоть до новейших, изучающих тонкую структуру гена и пути передачи генетической информации от гена к признаку. Именно здесь таилась разгадка возникновения наследственных гомологий, именно на этом материале была показана тщетность попыток причислить Н. И. Вавилова к антидарвинистам [6, 15].

Нужно отметить некоторое сходство участия города Саратова в судьбе Н. И. Вавилова и Ю. А. Гагарина. Здесь они оба «взлетели»: Гагарин в прямом смысле – в небо, а Вавилов – как учёный. Оба «приземлились» в Саратове – Гагарин в прямом смысле – из космоса, после чего его ждала всемирная слава, но Н. И. Вавилов после триумфа и

поругания похоронен в общей могиле на саратовском Воскресенском кладбище. На набережной Космонавтов на берегу Волги стоит в Саратове памятник Ю. А. Гагарину. Одна из центральных улиц Саратова – Михайловская – переименована в улицу Николая Вавилова. Но могла бы Михайловская быть Николаевской. Потому что кроме памятника Николаю Ивановичу Вавилову в начале улицы, в её середине, на пересечении с улицей Рахова, установлен бюст саратовца советского ботаника, генетика и селекционера Николая Васильевича Цицина (1898-1980). А далее, на пересечении с улицей Астраханской, бюст нашего единственного на сегодняшний день лауреата Нобелевской премии по химии саратовца Николая Николаевича Семёнова (1898-1986). Разными путями шли в науке эти люди, эти три Николая, но в итоге оказались объединены памятниками на одной улице не далеко друг от друга. Но то, что улица названа именно в честь Николая Вавилова, говорит о том, что благодарные потомки помнят и о больших научных достижениях и о трудной судьбе этого великого сына русской земли.

#### Литература

1. Бахтеев, Ф. Х. Николай Иванович Вавилов / Ф.Х. Бахтеев. – Новосибирск: Издательство «Наука», Сибирское отделение, 1987. – 272 с.
2. Вавилов, Н. И. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости / Н.И. Вавилов // Докл. На III Всерос. селекц. съезде в Саратове 4 июня 1920 г. – Саратов: Губполтграфотдел, 1920. – 16 с.
3. Вавилов, Н. И. Новейшие успехи в области теории селекции: Лекция на областных курсах для агрономов. 15-30/XII 1922 г./ Н.И. Вавилов. – М.: Кооп. Изд-во, 1923. –16 с.
4. Вавилов, Н. И. (ред) Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости / Н.И. Вавилов // Теоретические основы селекции растений/ Наркомзем СССР, ВАСХНИЛ. ВИР. – М.-Л.: Сельхозгиз, 1935. – Т. 1: Общая селекция растений. – 1043 с.
5. Вавилов, Н. И. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости / АН СССР. Отд-ние общей биологии. Линнеевский вид как система / Н.И. Вавилов – Ленинград: Наука. Ленингр. отд-ние, 1967. – 92 с.
6. Глазко, В. И. Бездомные «патриоты» Российской науки // Политическая концептология. – 2015, № 1. – С. 250-259.
7. Жуковский, П. М. Образ Н. И. Вавилова / П.М. Жуковский // Николай Иванович Вавилов. – М.: Издательство «Знание», 1987. – С. 5-20.

8. Левенко, Б. А. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости Н.И. Вавилова в свете современных данных молекулярной биологии и генетики / Б.А. Левенко // Интродукция растений. – 2007, № 4. – С. 72-78.
9. Медников, Б. М. Закон гомологической изменчивости / Б.М. Медников. / Б.М. Медников. М.: «Знание», 1980. – 64 с.
10. Медников, Б. М. Ещё раз о законе гомологических рядов в наследственной изменчивости / Б.М. Медников // Природа. – 1989, № 7. – С. 27-35.
11. Плотников, В. К. Биология РНК зерновых культур / В.К. Плотников. – Краснодар: «ЭДВИ», 2009. – 375 с.
12. Плотников, В. К., Биохимическое действие мутации регуляторного гена *opaque-2* в зерне высоколизиновой кукурузы: 50 лет исследований / В.К. Плотников, В.Г. Рядчиков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014, №98 (4). – С. 213-219.
13. Плотников, В. К. Ленинский проспект (о науке, её людях и объектах) / В.К. Плотников. – Краснодар: «ЭДВИ», 2019. – 242 с.
14. Поповский, М. А. Дело академика Вавилова / М.А. Поповский. – М.: «Книга», 1990. – 303 с.
15. Резник, С. Е. Николай Вавилов / С.Е. Резник. – М.: «Молодая гвардия», 1968. – 336 с.
16. Vavilov, N. I. The law of homologous series in variation / N.I. Vavilov // J. Genetics. – 1922. – Vol. 12, N 1. – P. 47-89.

#### References

1. Bahteev, F. H. Nikolaj Ivanovich Vavilov / F.H. Bahteev. – Novosibirsk: Izdatel'stvo «Nauka», Sibirskoe otdelenie, 1987. – 272 s.
2. Vavilov, N. I. Zakon gomologicheskikh ryadov v nasledstvennoj izmenchivosti / N.I. Vavilov // Dokl. Na III Vseros. selekc. s"ezde v Saratove 4 iyunya 1920 g. – Saratov: Gubpoligrafotdel, 1920. – 16 s.
3. Vavilov, N. I. Novejshie uspekhi v oblasti teorii selekcii: Lekciya na oblastnykh kursah dlya agronomov. 15-30/XII 1922 g./ N.I. Vavilov. – М.: Koop. Izd-vo, 1923. –16 s.
4. Vavilov, N. I. (red) Zakon gomologicheskikh ryadov v nasledstvennoj izmenchivosti / N.I. Vavilov // Teoreticheskie osnovy selekcii rastenij/ Narkomzem SSSR, VASKHNIL. VIR. – М.-Л.: Sel'hozgiz, 1935. – Т. 1: Obshchaya selekciya rastenij. – 1043 s.
5. Vavilov, N. I. Zakon gomologicheskikh ryadov v nasledstvennoj izmenchivosti / AN SSSR. Otd-nie obshchej biologii. Linneevskij vid kak sistema / N.I. Vavilov – Leningrad: Nauka. Leningr. otd-nie, 1967. – 92 s.
6. Glazko, V. I. Bezdomnye «patrioty» Rossijskoj nauki // Politicheskaya konceptologiya. – 2015, № 1. – S. 250-259.
7. Zhukovskij, P. M. Obraz N. I. Vavilova / P.M. Zhukovskij // Nikolaj Ivanovich Vavilov. – М.: Izdatel'stvo «Znanie», 1987. – S. 5-20.
8. Levenko, B. A. Zakon gomologicheskikh ryadov v nasledstvennoj izmenchivosti N.I. Vavilova v svete sovremennykh dannyh molekulyarnoj biologii i genetiki / B.A. Levenko // Introdukciya roslin. – 2007, № 4. – S. 72-78.
9. Mednikov, B. M. Zakon gomologicheskij izmenchivosti / B.M. Mednikov. / B.M. Mednikov. М.: «Znanie», 1980. – 64 s.
10. Mednikov, B. M. Eshchyo raz o zakone gomologicheskikh ryadov v nasledstvennoj izmenchivosti / B.M. Mednikov // Priroda. – 1989, № 7. – S. 27-35.
11. Plotnikov, V. K. Biologiya RНК zernovykh kul'tur / V.K. Plotnikov. – Krasnodar: «EDVI», 2009. – 375 s.

12. Plotnikov, V. K., Biohimicheskoe dejstvie mutacii reguljatornogo gena opaque-2 v zerne vysokolizinovoj kukuruzy: 50 let issledovanij / V.K. Plotnikov, V.G. Ryadchikov // Politematicheskij setevoj elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014, №98 (4). – S. 213-219.

13. Plotnikov, V. K. Leninskij prospekt (o nauke, eyo lyudyah i ob"ektah) / V.K. Plotnikov. – Krasnodar: «EDVI», 2019. – 242 s.

14. Popovskij, M. A. Delo akademika Vavilova / M.A. Popovskij. – M.: «Kniga», 1990. – 303 s.

15. Reznik, S. E. Nikolaj Vavilov / S.E. Reznik. – M.: «Molodaya gvardiya», 1968. – 336 s.

16. Vavilov, N. I. The law of gomologous series in variation / N.I. Vavilov // J. Genetics. – 1922. – Vol. 12, N 1. – P. 47-89.