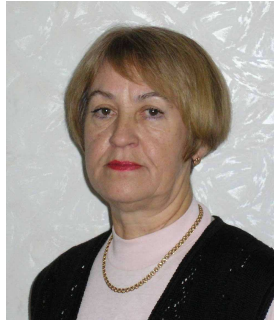


УДК 575 (091)



**Глазко Валерій
Іванович,**
акад. РАН, д-р с.-г. наук,
проф., голов. наук.
співроб. сектору
наукознавства
(м. Київ)



**Лопатіна Наталія
Валентинівна,**
канд. біол. наук, пров.
наук. спів роб. науково-
методичного відділу
(м. Київ)



**Щиголь Ганна
Станіславівна,**
зав. науково-
методичного відділу;
ДНСГБ УААН
(м. Київ)

НАРОДЖЕННЯ НАУКИ МАЙБУТНЬОГО – ГЕНЕТИКИ.

ПЕРШІ ДЕСЯТЬ РОКІВ ІСНУВАННЯ

Генетика – наука, яка швидко розвивається в наш час, відіграє провідну роль серед біологічних наук у XXI столітті. Без здобутків цієї науки сьогодні неможливий прогрес в усьому, що стосується існування людини на планеті Земля. Шлях генетики у XX столітті був дуже важким, але історія підтверджує, що вчені, які віддали цій науці не тільки надбання свого інтелекту, а й саме життя, були на вірному шляху. Аналіз витоків створення та існування цієї науки зобов'язує авторів віддати належне увічненню пам'яті її творців, що важливо для майбутніх поколінь вчених та дослідників історії науки.

Генетика – наука, быстро развивающаяся в наше время – ведущая среди биологических наук в XXI веке. Без достижений этой науки сегодня невозможен прогресс во всем, что касается существования человека на планете Земля. Путь генетики в XX веке был очень тяжелым, но история подтверждает, что ученые, которые отдали этой науке не только достояние своего интеллекта, но и жизнь, были на верном пути. Анализ истоков создания и существования этой науки обязывает авторов воздать должное увековечению памяти ее творцов, что важно для будущих поколений ученых и исследователей истории науки.

Genetics is science, which is quickly developing at present time. It ranks first among biological sciences in XXI century. Nowadays as regards the very existence of man of the planet Earth is impossible without achievements in this science. A way of genetics development in XX century was very difficult, but history confirms, that scientists who gave this science were on the right trail not only property of their intellect but their life, as well a right way. The analysis of sources of creation and the existence of this science commends the authors to immortalize its creators, that is important for generations of scientists and researchers of science history to come.

Добре відомі слова Джонатана Свіфта: «Будь хто з тих, хто замість одного колоса або одного стебла трави зуміє виростити на тому ж полі два, надасть людству і своїй батьківщині більшу послугу, ніж всі політики, узяті разом». Саме для здійснення такої мети багато було зроблено вітчизняними і зарубіжними вченими – селекціонерами та генетиками. А починалося все так.

Після того, як закони Г. Менделя були знов відкриті в 1900 р., протягом наступних декількох років формулюються основи тієї науки, яку сьогодні ми називаємо генетикою. Але поки, до 1906 р., коли з легкої руки В. Бетсона з'явився термін "генетика" - вона ще не самостійна дисципліна, а гілка експериментальної біології, яка має справу з вивченням спадкової мінливості [1], [2, с. 1-3].

В. Бетсон запропонував слово “генетика” як визначення науки про фізіологію спадковості і мінливості. В. Бетсон, один із засновників генетики, писав про те, що в еволюції ми спостерігаємо лише комбінаторику (в крайньому випадку, втрату) вже існуючих спадкових чинників. Він говорив про можливість трактування еволюції як преформистського розгортання вже існуючого комплексу спадкових чинників.

1900 рік прийнято вважати офіційним народженням генетики. На початку ХХ ст., після перевідкриття законів Менделя, з пропагандою раннього менделізму виступили в Петербурзькій Військово-медичній академії зоолог М.А. Холодковський і його учень Е.М. Павловський [3, с. 85-105]. Відразу три дослідники Гуго де Фріз (Голандія), Карл Корренс (Німеччина) і Еріх Чермак (Австрія), працюючи незалежно один від одного, в дослідженнях на рослинах відкрили закономірності розщеплення гібридів – закони спадковості, які були описані Г. Менделем в його праці "Експерименти по гібридизації рослин" на 35 років раніше. Гуго де Фріз запропонував дигібридами називати організми, які отримані від схрещування особин, що відрізняються одночасно двома парами альтернативних ознак; якщо ознак три пари – тригібридами; багатьма ознаками – полігібридами. К. Корренс відкрив явище зчеплення генів. В цей час виникла екологія як самостійна наука.

У 1901 році, за пропозицією Вченого Комітету, при Міністерстві землеробства Росії було затверджено «Положення про сільськогосподарські

дослідні установи», внаслідок чого протягом 10 років (1901-1910 роки) в країні було створено 65 нових дослідних установ сільськогосподарського профілю (удвічі більше, ніж у попередньому десятиріччі), а загальне їх число перевищило 110. Якщо у 1901 році Комітет витрачав 1,8 млн. крб. на потреби сільськогосподарської дослідної справи, то у 1913 році — 4,8 млн. крб. Масштабна активізація науково-дослідних робіт в поєднанні з пропагандою нових знань позитивно позначилася на сільському господарстві країни в цілому. Нагадаємо, що у 1900-1912 роках Росія займала перше місце на світовому ринку зерна, експортуючи щорічно від 6,7 до 13,6 млн. т. (у тому числі до 6 млн. т. пшениці).

Менделізм достатньо сильно вплинув на вітчизняну біологію початку ХХ в. У той час Росія була відома сильними зоологічними і ботанічними школами. Генетика як наука зародилася тоді, коли Київський університет мав для своїх потреб на рік від 306 до 750 млн. золотих карбованців. При цьому витрати по всьому військовому відомству Росії в той період складали 417 млн. крб. [4, с. 393-394].

В Петербурзькому університеті на початку століття працював класик протозоології В.Т. Шевяков. А.С. Догель формував і очолював школу гістологів, ембріологів і цитологів, учасники якої (І.І. Соколов і ін.) мали значний вплив на вітчизняну цитогенетику в подальший період її розвитку. Там же склалася ботанічна школа А.М. Бекетова, яка виховала фітогеографів і систематиків, які займалися вивченням структури виду [5, с. 3-18], [6, с. 27-34].

В цей період формуванню і визначенню генетики як науки сприяли багато з відкриттів і розробок, зроблених на рубежі століть. Гуго де Фріз вводить уявлення про існування особливого нестабільного стану спадкових чинників після вивчення нестабільності у *Antirrhinum majus*, що призводить до мозаїчного забарвлення квітки, дає визначення запропонованому ним терміну "мутація". Суть мутаційної теорії де Фріза зводиться до наступних положень: 1) мутація виникає дискретно, без переходів; 2) нові форми константні; 3) мутація є якісною зміною; 4) мутації різноспрямовані (корисні і шкідливі); 5) виявленість мутацій залежить від розмірів вибірки організмів, що вивчаються; 6) одні і ті ж мутації

можуть виникати повторно. Тобто гени здатні мутувати, мутаційні варіанти – алелі.

Г. де Фріз запропонував називати організми, отримані від схрещування особин, відмінних одночасно за двома парами альтернативних ознак дигібридами, якщо ознак три пари - тригібридами, багатьма ознаками - полігібридами.

У цей час була відкрита непарна хромосома, яка була інтерпретована як статева (Мак Кланг). А. Коссель виділив з нуклеїнових кислот тимін і цитозин, Асколі ізолював урацил. Є. Фішер та Е. Фурно повідомили про синтез першого пептиду (гліцил-гліцину). Є. Фішер вперше встановив, що у формуванні білків беруть участь карбоксильні групи і аміногрупи — неодмінні складові частини амінокислот. В досліді Фішера аміногрупа однієї амінокислоти і карбоксильна група іншої амінокислоти об'єднувалися за допомогою хімічного зв'язку (пептидний зв'язок). Виявлена радіаційна загибель організмів і загальна рання променева реакція отримала назву — "рентгенове похмілля". Розвивається медична генетика, визначені моделі спадкових захворювань людей (алкаптонурії, альбінізму, хореї Гентінгтона).

К. Корренс відкрив явище зчеплення генів. К. Пірсон запропонував використовувати тест χ^2 -квадрат.

Сільське господарство півдня Росії у той час знаходилося в дуже скрутному становищі. Комітет із управління Одеським дослідницьким полем Південно-російського товариства сільського господарства (створене в 1895 р.) ухвалив рішення про необхідність організації при дослідницькому полі відділу селекції (з 1918 р.– Одеська дослідна станція) і просив учених Новоросійського університету надати допомогу. На цей заклик відгукнувся А.О. Сапегін і перейшов від суто теоретичних досліджень до вирішення важливих проблем, які стояли перед сільським господарством півдня України. В 1912 р. були зроблені перші селекційні посіви, а влітку — перші схрещування пшениць. Почавши селекційну роботу в цьому відділі з пшеницею, ячменем і кукурудзою, він, одночасно з виділенням чистих ліній у перших двох культур, широко застосував штучну гібридизацію як основний метод, а також інші допоміжні методи — анатомо-фізіологічний і варіаційно-статистичний, покликані підвищити ефективність

добору необхідних форм. Для умов степу він вперше створив озимі сорти пшениць: Кооператорка, Степнячка і Земка. В цей же період він читає агрономам цикл лекцій теоретичних основ селекції. Тільки завдяки винятковій енергії і працьовитості Андрія Опанасовича почата ним справа успішно розвивалася. Основним методом селекції пшениць було виділення чистих ліній шляхом індивідуальних відборів. Головною областю наукових інтересів А.О. Сапегіна, якій він присвятив велику частину своєї творчої діяльності, були генетика і генетичні основи селекції рослин. Організації досліджень в цих нових тоді областях біології, особистої участі в їх розробці, пропаганді і впровадженню їх досягнень в практику селекції А.О. Сапегін віддав всю свою енергію, талант вченого, педагога і організатора. Одним з перших в Росії, він читає студентам Новоросійського університету курс генетики і проводить практикум з цитологічних основ спадковості, видає книгу "Закони спадковості як основа селекції сільськогосподарських рослин".

У 1902 році зоолог Мак Кланг описав хромосоми X і Y, які визначають стать. Вальтер Сеттон в США і Теодор Бовері в Німеччині незалежно один від одного припустили, що гени розташовані в хромосомах, і ця ідея поклала початок хромосомній теорії спадковості. Аргументом був паралелізм у поведінці хромосом в процесах мейозу і запліднення з одного боку, і генів – з іншого. А.А. Тихомиров вперше показав можливість розвитку незапліднених яєць тутового шовкопряда .

У. Бетсон – вчитель М.І. Вавілова, сформулював правило чистоти гамет, запропонував спадкові завдатки називати алеломорфами і показав, що закони Г. Менделя справедливі і для тварин (форма гребеня у курей, забарвлення у хатньої миші). Він ввів в широкий вжиток терміни "генетика" (від лат. - *geneticos*, що відносяться до походження, *genos* - рід, народження, походження), "алеломорфи", "гомозигота", "гетерозигота", "F1", "F2", "епістаз" і т.д. Л. Кюено показав менделєвське спадкування варіантів забарвлення у хатньої миші.

Прекрасний аналіз роботи Менделя дав російський ботанік І.П. Бородин у 1903 році. М.С. Цвет створив метод адсорбційного хроматографічного аналізу – вивчення процесів фотосинтезу і ролі хлорофілу. С.Г. Навашин відкрив явище

подвійного запліднення у покритонасінневих. М. Бейерник підтвердив спостереження Д.І. Івановського про прояв інфекційності відфільтрованого соку. Цей носій інфекційності він назвав "вірус". В. Йогансен поклав початок генетичному вивченню популяції. У. Вальдевер визначив центромери як хромосомні райони, до яких кріпляться нитки веретена при мітозі. К. Нейберг ввів термін - "біохімія".

В 1904 році вийшла в світ монографія А.Г. Гурвича "Морфологія і біологія клітини". Т. Бовері цитогенетичними методами підтвердив сформульовану В. Сеттоном хромосомну теорію спадковості. І. Такаміна, К. Шретор і О. Кірхнер для демонстрації відмінностей у підходах при вивченні окремих видів і складних комплексів в ботаніці ввели поняття — "аут" і "синекологія".

Традиційним був інтерес до будови рослинної клітини, до ембріології і цитології рослин. Морфологія нижчих рослин, яка тісно пов'язана з чергуванням ядерних фаз, вивчалася 1905 році в школах Л.С. Ценковського в Петербурзі і В.М. Арнольдї в Харківському університеті. С.С. Четвериков (ще студентом) звернув увагу на ту обставину, що періодичні коливання чисельності (або "хвилі життя" по Четверикову) можуть впливати на напрям і інтенсивність тиску природного відбору. Широко відома праця "Хвилі життя" побачила світ у 1905 році [7, с.3-54], [8, с.216-217].

Цитологи Д. Фармер і Д. Мур детально описали мейоз. П'єр ван Бенеден встановив, що кількість хромосом в соматичних клітинах удвічі більша, ніж у статевих. Е. Вільсон експериментально довів хромосомну теорію визначення статі. К. Раункієр заклав основи екологічної морфології. К.С. Мережковський піддав критиці уявлення про те, що хлоропласти походять в результаті диференціації цитоплазми, він підкреслив безперервність пластид в череді поколінь і припустив, що клітини синьо-зелених водоростей могли бути ймовірними попередниками хлоропластів і, таким чином, фотосинтезуюча клітина зелених рослин має симбіогенетичне походження.

У 1906 році В. Бетсон і Р. Пеннет спостерігали явище зчеплення в спадкоємстві деяких ознак при дигібридному схрещуванні у рослин. Співвідношення генотипів виявилось 9:7, а не 9:3:3:1, як це повинне було бути,

виходячи з менделєвської закономірності. Донкастером і Рейнором знайдено явище зчеплення генів зі статтю.

Цікавими експериментами для сільського господарства стали досліди І.І. Іванова і Ю.О. Філіпченка у гібридизації великої рогатої худоби. Яскравим представником вітчизняної зоотехнії був І.І. Іванов [9]. В 1906 р. він видав цікавий і якнайповніший на той час нарис про метод штучного запліднення у тварин. Власник Асканії-Нова в Дніпровському повіті Таврійської губернії Ф.Е. Фальц-Фейн запросив Іванова провести дослід штучного запліднення коней в його господарстві. В 1904 і 1905 роках учений провів ці дослід, які згодом мали велике значення в практиці коняра [10, с.12-21], [11]. Сам Фальц-Фейн брав найактивнішу участь в організації роботи по гібридизації, хоча в основному ця робота носила аматорський характер.

Проблеми спадковості і мінливості ознак обговорювалися в російській біології [12]. У 1907 році з'явився короткий виклад законів Менделя в огляді по тваринництву П.Н. Кулешова і в підручнику загальної зоології В.М. Шимкевича. Московське видавництво «Наука» випустило в перекладі три іноземні книги, присвячені проблемі спадковості, — Р. Пеннета, Л. Донкастера і Д. Корренса. Видана серія робіт А. Фаміцина "Про роль симбіозу в еволюції організмів". Вийшла в світ книга П.А. Кропоткіна "Взаємна допомога як чинник еволюції". Є. Сміт і К. Таудсен показали, що пухлинне захворювання рослин, відоме як корончатий галл, викликає ґрунтова бактерія *Agrobacterium tumefaciens*. Знаменитою роботою Г. Менделя "Досліди над рослинними гібридами" зацікавилися і медики Київського університету. Професор кафедри загальної патології Київського університету В.К. Ліндеман, учень проф. А.Б. Фогта – засновника московської школи патофізіології, став засновником медичної генетики [4, с. 393-394]. В 1907 р. він видав першу в світі монографію "Спадковість і мінливість як причина хвороб", в якій описав багато спадкових захворювань і сформулював принципи нового вчення про хвороби – генну патологію.

А.А. Марков розробив в абстрактній математичній формі теорію випадкових процесів, популярну як "теорія марківських процесів", і пов'язану з нею теорію "марківських ланцюгів".

Г. Гарді і У. Вайнберг, незалежно один від одного, у 1908 році сформулювали закон популяційної генетики – постійності алельних частот за відсутності добору, мутацій і міграції. Г. Нільсон-Еле ввів поняття "полімерія". Чарлз Едамс дослідив зміну видового складу птахів в залежності від стадії сукцесії в рослинних угруповуваннях. К. Корренс досліджував строкатість листків (цитоплазматичну спадковість) у *Marabilis jalapa*.

Іллі Мечнікову і Паулю Ерліху присуджена Нобелівська премія за відкриття, що стосувалися теорії імунітету.

В 1909 р. побачила світ монографія А. В. Цингера "Про види *Camelina* і *Spergula*, що засмічують посіви льону, і їх походження", яка стала прикладом вивчення видоутворення на основі природного добору. К. Томас розвинув уявлення про біологічну цінність білків. В. Йогансен видав друком роботу "Елементи точного вчення про мінливість і спадковість" і ввів терміни "фенотип", "генотип", "алель" і термін "ген" як зручну функцію для позначення дискретних менделевських чинників, тобто визнав "зручним користуватися тільки другою частиною терміну де Фриза "ген" і замінити ним невиразне поняття "зачатка", "детермінанта", "спадкового чинника". В своїй роботі серед інших термінів Йогансен пропонує термін "фен" для позначення "простой ознаки". Тут же він додає, що не слід розуміти термін "фен" в тому значенні, що фенотип складений з фенів, так само як генотип – з генів. Фен — це просто генетично обумовлена ознака. Вийшло так, що поняття фену (між іншим і з критичним відтінком згадане Йогансеном) не привернуло уваги. Але в ньому генетики й не мали особливої потреби, бо всі їх думки були направлені на аналіз генотипу. Аналіз же фенотипу на цьому етапі лише ускладнював розкриття тих глибинних процесів, які характеризують генотип, ще якийсь час в генетичній літературі протрималися перераховані терміни, проте скоро вони були витіснені жаргонним вживанням термінів "алель", "ген", "мутація". Поняття "ген" все більш розповсюджувалося і стало чи не основним поняттям сучасної генетики. Це відбулося тому, що крок за

кроком підтверджувався матеріалістичний характер гена, вивчалася його структура, особливості локалізації в хромосомі і т.п.

Ф. Янссенс описав утворення хіазм - обмін гомологічними ділянками гомологічних хромосом. У. Бетсон опублікував зведення успадкувань по Г. Менделю близько 100 ознак рослин і стільки ж у тварин. А. Гаррод опублікував книгу "Природжені помилки метаболізму". З. Літтл створила першу селекційно-генетичну програму для створення лінійних мишей (лінія DBA). П. Левін знайшов у складі нуклеїнової кислоти фосфорну кислоту і п'ятичленний цукор. Цим цукром, за його визначенням, була рибоза. Почалась диференціація генетики, виникли біохімічна, популяційна, медична генетика, антропогенетика, цитогенетика і інші.

Перші дослідження по віддаленій гібридизації зернових культур були здійснені у 1910-1912 роках на Саратовській селекційній станції, нині НДІСГ Південного Сходу. Там в 1912 р. А.П. Шехурдін розпочав дослідження з міжвидової гібридизації пшениці.

Засновник генетики Томас Хант Морган спостерігає спадкоємство червоних або білих очей у самиць і самців дрозофіли і показує, що рецесивна ознака "білоокість" якимсь чином зчеплена, тобто передається разом з X-хромосоною. Так увійшов до життя термін "аналіз зчеплень". В ці роки Морган відкрив також, що зчеплення буває неповним [13]. У доповіді С.Г. Навашина в Києві "Одиниці життя" сформовані програми і задачі цитології на ХХ ст. [14 , с. 18] .

Отримані на той час теоретичні і експериментальні дані переконливо показували значення хромосом як носіїв спадковості. Сам термін "хромосома" був введений в 1888 р. В. Вальдейером, а з 1910 року Т. Морган й інші дослідники експериментально довели роль хромосом в спадковості. А. Вейсманом опубліковані результати експериментів, проведених ним на мишах, що доводять неспадкоємство придбаних ознак.

На становлення О.С. Серебровського як видатного вченого-генетика, поза сумнівом, вплинув Микола Костянтинович Кольцов. В студентські роки, з 1909 по 1914 рік, Серебровський слухав лекції Кольцова по зоології безхребетних у

Московському університеті. Саме в цей період молодий природодослідник виявляє цікавість до порівняльної морфології і анатомії тварин і загально біологічних проблем [15].

А. Касселю присуджена Нобелівська премія за відкриття, що стосуються хімічної структури клітини – дослідження білків і нуклеїнових речовин.

Вийшли друком перші роботи Томаса Моргана і його школи по вивченню чинників спадковості у плодової мушки дрозофіли. Вперше сформована теорія лінійного розташування спадкових чинників в хромосомах, створена хромосомна теорія спадковості.

В перше десятиріччя ХХ ст. в Росії активний рух, який полягав у виникненні дослідної сільськогосподарської справи, організованої за "природно-історичним принципом", охоплював всю країну. Зрештою, це означало вимогу "райони дослідної справи будувати по природних, а програми робіт — на основі природних особливостей, за економічними ознаками".

Центрами цієї системи дослідної сільськогосподарської справи стали станції, що обслуговували обширні маєтки і вели дослідження по селекції ряду культур. Період найбільшої інтенсивності в створенні дослідних станцій відбувається на початку століття. На цих станціях періодично скликалися наради керівників-практиків і агрономів-експериментаторів, які стали помітним явищем в науковому житті країни. В них брали участь відомі фахівці, такі як Д.М. Прянішніков, В.С. Коссовіч, А.Є. Зайкевіч, А.Г. Дояренко і багато інших. Тому можна вважати, що наукова селекція і правильне насінництво знаходилися на вельми доброму, навіть для більшості Європейських країн, рівні, що послужило надалі сплеском для генетики і селекції.

Не зменшуючи заслуг М.І. Вавілова, О.С. Серебровського, І.І. Шмальгаузна, В.В. Таланова, Р. Мейстера, В.Є. Пісарєва, Ю.О. Філіпченка і багатьох інших біологів, генетиків і селекціонерів, працею яких в 20-і і в першу половину 30-х р. р. досягнутий значний прогрес в теорії і практиці генетики і селекції сільськогосподарських тварин і рослин, треба визнати, що фундамент цього ривка був закладений ще в царській Росії. В приватному Університеті ім. А.Л. Шанявського в передреволюційні роки створювалась школа М.К. Кольцова.

До його перших учнів належали зоолог-експериментатор і генетик М.М. Завадовський, цитолог і гістолог Г.І. Роскін, генетик і тваринник О.С. Серебровський, гідробіолог С.М. Скадовський, фізіолог І.Л. Канн і багато інших [16, с. 443-459].

Перший з'їзд діячів по селекції сільськогосподарських рослин і насінництву відбувся в січні (10-15) 1911 р. в Харкові. Серед учасників з'їзду був М.І. Вавілов, який прочитав лекцію на тему "Генетика і її відношення до агрономії". Це була раніше ніким не поставлена, абсолютно нова проблема. Лекції М.І. Вавілова цього періоду — початок російської генетики і витoki його закону гомологічних рядів. Він першим в Росії і одним з перших в світі малює чітку програму реалізації досягнень генетики для поліпшення сортів культурних рослин: « Генетика впритул підходить до питань безпосередньої дії людини на рослини і тварин. Вона дає основу для планомірного втручання людини в творчість природи, дає керуючі правила до зміни форм. Неістотно те, що нерідко встановлення генетики робляться на об'єктах, чужих агрономічній дії, на левкоях, левовому зіві, морських свинках, інфузоріях, — біологічні закони спільні і однаково застосовуються як до диких, так і до культурних організмів» [17], [18, с. 9-50].

Список використаної літератури

1. *Гайсинович А.Е.* Зарождение и развитие генетики. – М.: Наука, 1988.
2. *Кулешов П.Н.* Теория Менделя о наследственности // С.-х. животноводство: Сб. ст. – М., 1907. – С. 1-3.
3. *Глотов Н.В.* Очерк развития отечественной популяционной генетики // Исследования по генетике. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1981. – №9. – С. 85-105.
4. *Голда Д.М., Бердишев Г.Д.* Викладання генетики в Київському університеті (до 150-річчя КГУ) // Цитологія і генетика. – 1984. – Т.15, вип. 35. – С. 393-394.
5. *Лобашев М.Е.* Генетика в Ленинградском университете // Исследования по генетике. – Л., 1967. – Вып. 3. – С. 3-18.
6. *Ватти К.В., Тихомирова М.М.* Ленинградская генетическая школа // Вопросы истории естествознания и техники. – 1991. – №4. – С. 27-34.
7. *Четвериков С.С.* О некоторых моментах эволюционного процесса с точки зрения современной генетики // Журн. экспериментал. биологии. — 1926. – Т. 2, вып. I. – С. 3-54.
8. *Четвериков С.С.* Проблемы общей биологии и генетики (воспоминания, статьи, лекции). – Новосибирск: Наука, 1983. – С. 216-217.
9. *Скаткин П.Н.* Илья Иванович Иванов – выдающийся биолог. – М.: Наука. 1964.
10. *Горощенко Ю.Л.* Юрий Александрович Филипченко – основатель отечественной генетической школы // Исследования по генетике. – 1994. – Вып. 11. – С. 12-21.
11. *Иванов И.И., Филипченко Ю.А.* Описание гибридов между бизоном, зубром и рогатым скотом в зоопарке «Аскания Нова» Ф.Э. Фальц-Фейна. – Петроград: Типография МВД. – 1914.
12. *Гайсинович А.Е.* Зарождение и развитие генетики. – М.: Наука, 1988.
13. *Морган Т.К.* Экспериментальные основы эволюции. – М.; Л.: Биомедгиз, 1996.
14. *Навашин С.Г.* Избранные труды. – М.; Л.: АН СССР, 1951. – Т.1. – С. 18.
15. *Бабков В.В.* Московская школа эволюционной генетики. – М.: Наука, 1985.
16. *Бабков В.В. Н.К. Кольцов и его Институт в 1938-1939 гг.* // Онтогенез. – 1992. – № 4. – С. 443-459.
17. *Захаров И.А.* Николай Иванович Вавилов и страницы истории советской генетики. – М.: Изд-во ИОГен РАН, 2000.
18. *Вавилов Н.И.* Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости // Классики советской генетики. – Л.: Наука, 1968. – С. 9-50.