

***Науковий реферат з біології***

### Мендель – основоположник генетики

**ПЛАН**

1. Природа генів....................................................................................................2
2. Дитинство і юність Менделя...........................................................................3
3. Августинский монастир..................................................................................4
4. Дослідження Менделя:...................................................................................6

- спадкування при моногібридному схрещуванні і закон розщеплення;.......9

- поворотне, аналізуюче схрещування;.............................................................10

- дигібридне схрещування і закон незалежного розподілу;............................11

- короткий виклад суті гіпотез Менделя;..........................................................12

6. Відкриття генетики.........................................................................................12

7. Останні роки життя Менделя та його визнання..........................................14

8. Список використаної літератури..................................................................16

Генетика по праву може вважатися одним з найважливіших розділів біології. Протягом тисячоліть людина користувалася генетичними методами для поліпшення домашніх тварин і оброблюваних рослин, не маючи уяви про механізми, що лежать в основі цих методів. Судячи з різноманітних археологічних даних, уже 6000 років тому люди розуміли, що деякі фізичні ознаки можуть передаватися від одного покоління іншому. Відбираючи визначені організми з природних популяцій і схрещуючи їх між собою, людина створювала поліпшені сорти рослин і породи тварин, що володіли потрібними їй властивостями.

Але закономірності, по яких ті чи інші ознаки передаються потомству, залишалися "таємницею за сімома печатками".

Серед учених до середини ХІХ ст. міцно затвердилася думка: "Закон спадковості полягає тільки в тому, що ніякого закону спадковості немає".

Однак лише на початку XX ст. учені стали усвідомлювати повною мірою важливість законів спадковості і її механізмів. Хоча успіхи мікроскопії дозволили установити, що спадкоємні ознаки передаються з покоління в покоління через сперматозоїди і яйцеклітини, залишалося незрозумілим, яким чином дрібні частки протоплазми можуть нести в собі «задатки» тієї величезної безлічі ознак, з яких складається кожен окремий організм.

**Природа генів**

Вивчення спадковості вже давно було пов'язано з уявою про її корпускулярну природу. У 1866 р. Мендель висловив припущення, що ознаки організмів визначаються наслідуваними одиницями, які він назвав “елементами”. Пізніше їх стали називати “факторами” і, нарешті, генами; було показано, що гени знаходяться в хромосомах, з якими вони і передаються від одного покоління до іншого.

Незважаючи на те, що вже багато чого відомо про хромосоми і структуру ДНК, дати визначення гена дуже важко, поки удалося сформулювати тільки три можливих визначення гена:

а) ген як одиниця рекомбінації.

На основі своїх робіт з побудови хромосомних карт дрозофіли Морган стверджував, що ген - це **найменша ділянка хромосоми, що може бути відділена від ділянок, що примикають до нього, у результаті кросинговера.** Відповідно до цього визначення, ген являє собою велику одиницю, специфічну область хромосоми, що визначає ту чи іншу ознаку організму;

б) ген як одиниця мутирування.

У результаті вивчення природи мутацій було встановлено, що зміни ознак виникають унаслідок випадкових спонтанних змін у структурі хромосоми, у послідовності підстав чи навіть в одній підставі. У цьому розумінні можна було сказати, що ген - це одна пара комплементарних основ у нуклеотидній послідовності ДНК, тобто **найменша ділянка хромосоми, здатна перетерпіти мутацію.**

в) ген як одиниця функції.

Оскільки було відомо, що від генів залежать структурні, фізіологічні і біохімічні ознаки організмів, було запропоновано визначати ген як **найменшу ділянку хромосоми, що обумовлює синтез визначеного продукту.**

Грегор Йоганн Мендель став основоположником вчення про спадковість, творцем нової науки - генетики. Але він настільки випередив свій час, що протягом життя Менделя, хоча його роботи були опубліковані, ніхто не зрозумів значення його відкриттів. Лише через 16 років після його смерті вчені заново прочитали й осмислили написане Менделем.



Мендель показав, що спадкоємні задатки не змішуються, а передаються від батьків нащадкам у вигляді дискретних (відособлених) одиниць. Ці одиниці, представлені в особинах парами, залишаються дискретними і передаються наступним поколінням у чоловічих і жіночих гаметах, кожна з яких містить по одній одиниці з кожної пари. У 1909 р. датський ботанік Йогансен назвав ці одиниці генами, а в 1912 р. американський генетик Морган показав, що вони знаходяться в хромосомах. З тих пір генетика досягла великих успіхів у поясненні природи спадковості і на рівні організму, і на рівні гена.

## Дитинство і юність

Народився Йоганн Мендель 22 липня 1822 року в родині селянина в невеликому селі Хінчини на території сучасної Чехії, а тоді - Австрійської імперії.

Хлопчик відрізнявся неабиякими здібностями, і оцінки в школі йому виставлялися лише чудові, як "одному з перших в класі". Батьки Йоганна мріяли вивести свого сина "у люди", дати йому гарну освіту. Перешкодою цьому служила крайня нужда, з якої не могла вибитися родина Менделя.

І все-таки Йоганну удалося закінчити спершу гімназію, а потім дворічні філософські курси. Він пише в короткій автобіографії, що "відчув, що не зможе далі витримати подібну напругу, і побачив, що по завершенні курсу філософського навчання йому доведеться вишукувати для себе положення, що звільнило б його від болісних турбот про хліб насущний... "

У 1843 році Мендель став послушником у Августинському монастирі у Брюнні (нині Брно). Зробити це було зовсім не просто, довелося витримати суворий конкурс (три кандидати на одне місце).

І от абат - настоятель монастиря - вимовив урочисту фразу, звертаючись до розпростертого на підлозі Менделя: "Скинь із себе стару людину, що створена в гріху! Стань новою людиною!" Він зірвав з Йоганна його мирський одяг - старенький сюртук - і надяг на нього сутану. За звичаєм, прийнявши чернечий сан, Йоганн Мендель одержав своє друге ім'я - Грегор.

Ставши ченцем, Мендель нарешті був урятований від вічного нестатку і турботи про шматок хліба. Його не залишало бажання продовжити навчання, і в 1851 році настоятель відправив його вивчати природничі науки у Віденський університет. Але тут його очікувала невдача. Мендель, що увійде в усі підручники біології як творець цілої науки - генетики, провалився саме на екзамені з біології. Мендель чудово розбирався в ботаніці, але його знання про зоологію були явно слабенькі. Коли його попросили розповісти про класифікацію ссавців і їхнє господарське значення, він описав такі незвичайні групи, як "звірі з лапами" і "кігтеногі". З "кігтеногі", куди Мендель зарахував собаку, вовка і кішку, "господарське значення має тільки кішка", тому що вона "харчується мишами" і " її м'яка красива шкіра переробляється кушнірами".

Провалившись на іспиті, розстроєний Мендель залишив мрії про одержання диплома. Однак, і не маючи його, Мендель як помічник учителя викладав фізику і біологію в реальній школі в Брюнні.

## Августинский монастир

У монастирі він став усерйоз займатися садівництвом і випросив собі в настоятеля під садок невелику обгороджену забором ділянку – 35 х 7 метрів.

Хто б міг припустити, що на цій крихітній ділянці будуть установлені загальні біологічні закони спадковості? Навесні 1854 р. Мендель висадив тут горох.

А ще раніш у його чернечій келії з'являться їжак, лисиця і безліч мишей - сірих і білих. Мендель схрещував мишей, спостерігав, яке виходило потомство. Якби доля склалася інакше, опоненти пізніше називали б закони Менделя не "гороховими", а "мишачими"? Але монастирське начальство провідало про досліди брата Грегора з мишами і розпорядилося - мишей забрати, щоб не кидати тінь на репутацію монастиря.

Тоді Мендель переніс свої досліди на горох, якій ріс у монастирському садку. Пізніше він жартівливо говорив своїм гостям:

- чи не хочете подивитися на моїх дітей?

Здивовані гості йшли разом з ним у сад, де він показував їм на грядки з горохом.

Проте настоятель міг вже упевнитися, що врожай експериментів, які збере тут патер Грегор, не пропаде дарма, адже ще влітку 1853-го у Відні на засіданні зоолого-ботанічного товариства знову прийнятий у його склад преподобний студент Мендель уже зробив доповідь про біологію шкідника редису, ріпи і капусти – метелика. Гусениці цього племені спустошили в попередньому році городи Моравії. Нещастя уразило і Хейнцендорф і Брюнн, а до таких подій потомствений селянин Мендель не міг залишатися байдужим, і він вирішив розібратися в ньому так, як личило людині з університетської лабораторії: взявся копатися в городній землі, але не лопатою, а пінцетом, і знайшов у коренеплодах гусениць. І звичайно ж, привіз їх у Відень в акуратній дерев'яній шухлядці. Прорізав у сточених гусеницями редисках віконечка, щоб спостерігати за поводженням личинок, що уже впали в заціпеніння. Спостерігав за ними всю зиму, вивів з них метеликів і описав їх.

Друга праця пішла швидко. Мабуть, Мендель сам навіть не очікував, що так вийде. Комах-шкідників було в ту пору безліч. Дотримуючись законів, тоді ще невідомих, комахи зненацька бурхливо розмножувалися, заповнювали посіви, і настільки ж зненацька їхня навала раптом припинялася. У 1853 і 1854 роках постраждали не одні городи, але ще і плантації гороху. Ворог значився в ентомологічних працях під ім'ям горохової зерноїдки. Мендель, звичайно, розумів, що проведені ним спостереження можуть зацікавити і Коллара і зоолого-ботанічне товариство. Він, мабуть, навіть розраховував, що його запросять у Відень зробити нову доповідь, і – щоб зацікавити в цьому вчителя – послав Коллару лист, що починався так:

«Високошановний пан Директор!

Дозволю собі повідомити про Злочинця, що серйозно спустошив за два останніх роки околиці Брюнна. Це гороховий зерноїд. Цей звір у минулому році майже знищив велику частину гороху ще в полі, а зібраний врожай зробив неїстівним для людини через те, що перезимував у зернах. Нещастя досягло настільки великих масштабів, що торгова інспекція найчастіше не дозволяла продавати на ринках привезений на продаж горох.

На початку січня я обстежував партію зараженого гороху і знайшов у великій кількості зерен жучків, їхні яйця, лялечок і личинок. На вид горошини були гладкі, але при ретельному спостереженні вдавалося побачити щось подібне до слідів голкових уколів – на протилежній стороні цих зерен виявлялися круглі темні плями розміром у 1/2 лінії. При розламуванні зерен легко виявлявся шлях, пророблений у них личинками, тому що зерна були ними проїдені від крапки уколу до темної плями. В області плями вирослі з личинок жучки виходять на поверхню. Я стежив у моєму житлі за їхнім розвитком.

Мені не був відомий факт зимівлі жучка в горошинах. Зламуючи зелені боби, я часто виявляв уже досить розвинутих личинок, що лежали поруч з об'їденими зернами, і думав, що їх лялькування відбувається не в горошинах, а лише усередині самого боба.

Тепер я дотримуюсь іншої думки, але повинен визнати, що ця манера зимівлі не узгоджується з припущенням про те, що самка відкладає яйця тільки в квітку. Дуже вірогідно, що личинка незабаром після свого виходу з яйця проникає в зерно – про це свідчить дуже вузький канал, по якому вона рухалася.

Якщо яйце дійсно було відкладено в квітку, то зернятко в той момент, коли воно піддається нападу личинки, повинно бути дуже молодим, ніжним і дуже сприйнятливим до поранень. Приходиться в такому випадку дивуватися тому, як стало можливим, щоб воно розвивалося настільки ж добре, як і інші здорові зерна, тому що воно повинно переносити травмування, що не припиняється. В інших рослин у подібних випадках ми спостерігаємо, як зав'язі занедужують і гинуть. Точно так само в тих горохових бобах, де личинка лежить вільно, одне чи кілька зерняток виявлялися зовсім деформовані – приблизно ті, що найпершими були ушкоджені личинками.

У цілому ж усе стає зрозумілим, якщо припустити, що зернятко поміцнішало чи зовсім дозріло до моменту, коли в нього проникнула маленька ще личинка. З цього, щоправда, випливають висновки і припущення, що я не зважуюся висловити навмання. У всякому разі, представляється бажаним ретельно вивчити спосіб існування цієї тварини, щоб одержати можливу ясність щодо його розмноження і поширення; у іншому випадку є підстави побоюватися, що ми позбавимося одного із самих живильних земних плодів. Як я чув, власники великих маєтків налаштовані вже наступного літа відмовитися від розведення гороху.

Грегор Мендель».

Мендель займався дослідами в області ботаніки, зокрема – тоді він займався дослідами по спрямованому культивуванню рослин, що пізніше припинилися. Мендель доставляв з далеких і ближніх околиць Брюнна рослини, що особливо цікавили його через свою атиповість, і приносив додому, щоб культивувати в спеціально для нього відведеній частині монастирського саду при різних зовнішніх умовах. Мендель дуже був зайнятий дослідницькою роботою. Весь тодішній біологічний світ вважав, що під впливом умов культивування в рослин і тварин можуть з'являтися нові, що передаються в спадщину ознаки!

Він займався копіткими метеоспостереженнями.

Він замахнувся на кардинальне питання біології – на проблему мінливості, тобто спадковості.

Він ставив, нарешті, експерименти з горохом, що, починаючи з 1854-го, щорічно щовесни висівав у маленькому садку під вікнами прелатури.

**Дослідження Менделя**

Перебуваючи у Відні, Мендель зацікавився процесом гібридизації рослин і, зокрема, різними типами гібридних нащадків і їхніх статистичних співвідношень. Ці проблеми і стали предметом наукових досліджень Менделя, що він розпочав улітку 1856 р.

Успіхи, досягнуті Менделем, частково обумовлені вдалим вибором об'єкта для експерименту-гороху городнього *(Рisum sativum).* Мендель упевнився, що в порівнянні з іншими цей вид має наступні переваги:

1) існує багато сортів, що чітко розрізняються по ряду ознак;

2) рослини легко вирощувати;

3) репродуктивні органи повністю прикриті пелюстками, так що рослина звичайно самозапилюється; тому його сорти **розмножуються в чистоті,** тобто їхні ознаки з покоління в покоління залишаються незмінними;

4) можливе штучне схрещування сортів, і воно дає цілком плідних гібридів. З 34 сортів гороху Мендель відібрав 22, які наділені чітко вираженими розходженнями по ряду ознак, і використовував їх у своїх дослідах зі схрещуванням. Менделя цікавили сім головних ознак: висота стебла, форма насіння, забарвлення насіння, форма і забарвлення плодів, розташування і забарвлення квіток.

І до Менделя багато вчених проводили подібні експерименти на рослинах, але жоден з них не одержав таких точних і докладних даних; крім того, вони не змогли пояснити свої результати з точки зору механізму спадковості. Моменти, що забезпечили Менделю успіх, варто визнати необхідними умовами проведення будь-якого наукового дослідження і прийняти їх як зразок. Умови ці можна сформулювати в такий спосіб:

1) проведення попередніх досліджень для ознайомлення з експериментальним об'єктом;

2) ретельне планування всіх експериментів, для того щоб усякий раз увага була зосереджена на одній змінній, що спрощує спостереження;

3) найсуворіше дотримання всіх методик, для того щоб виключити можливість уведення змінних, що спотворюють результати;

4) точна реєстрація всіх експериментів і запис всіх отриманих результатів;

5) одержання достатньої кількості даних, щоб їх можна було вважати статистично достовірними.

Як писав Мендель, «вірогідність і корисність всякого експерименту визначаються придатністю даного матеріалу для тих цілей, у яких він використовується».

Необхідно, однак, відзначити, що у виборі експериментального об'єкта Менделю в чомусь і просто повезло: у спадкуванні відібраних ним ознак не було ряду більш складних особливостей, відкритих пізніше, таких як неповне домінування, залежність більш ніж від однієї пари генів, зчеплення генів.

Наукова сумлінність змусила Менделя розтягти свої досліди на довгі вісім років.

Вісім разів цвів горох у його садку. На кожен гороховий кущик Мендель заповнював окрему картку (10000 карток!), де була приведена докладна характеристика рослини по цих семи пунктах. Записи в них прискіпливо акуратні: коли батьківська рослина вирощена, які квіти в неї були, чиїм пилком зроблене запліднення, які горошини – жовті чи зелені, гладкі чи зморшкуваті – отримані, які квіти – забарвлення по краях, забарвлення в центрі – розпустилися, коли отримано насіння, скільки з них жовтих, скільки зелених, круглих, зморшкуватих, скільки з них відібрано для посадки, коли вони висаджені і так далі...

Мета кожного даного досліду і полягала саме в тому, щоб спостерігати ці зміни для кожної даної пари розбіжних ознак, з'єднаних у гібридних формах, і вивести закон, по якому ці ознаки переходять з покоління в покоління.

Скільки тисяч разів Мендель переносив пінцетом пилок однієї квітки на рильце маточки іншої! Протягом двох років Мендель копітко перевіряв чистоту ліній гороху. З покоління в покоління в них повинні були виявлятися тільки ті самі ознаки. Потім став схрещувати рослини з різними ознаками, одержувати гібриди (помісі).

Що він з'ясував?

Якщо одна з рослин-батьків мала зелені горошини, а друга - жовті, то всі горошини їхніх нащадків у першому поколінні будуть жовтими.

Пара рослин з високим стеблом і низьким стеблом дасть потомство першого покоління тільки з високим стеблом.

Пара рослин з червоними і білими квітками дасть потомство першого покоління тільки з червоними квітками. І так далі.

Мабуть, уся справа в тому, від кого саме - "батька" чи "матері" - одержали нащадки свої ознаки? Нічого подібного. Як це не дивно, але це не мало ніякого значення.

Отже Мендель точно установив, що ознаки "батьків" не "зливаються" воєдино ( червоні і білі квітки не перетворюються в нащадків цих рослин у рожеві). Це було важливе наукове відкриття. Чарльз Дарвін, наприклад, вважав інакше.

Пануючу у першому поколінні ознаку ( наприклад, червоні квіти) Мендель назвав домінантною, а "відступаючу" ознаку (білі квітки) - рецесивною.

Що ж відбудеться в наступному поколінні? Виявляється, у "онуків" знову "спливуть на поверхню" подавлені, рецесивні ознаки їхніх "бабусь" і "дідусів". На перший погляд утворюється плутанина. Приміром, колір насіння буде в "дідуся", забарвлення квітів - у "бабусю", а висота стебла - знову в "дідуся". І в кожної рослини - по-різному. Як у всьому цьому розібратися? Та й чи мислимо це?

Сам Мендель визнав, що для вирішення цього питання "була потрібна мужність".

Блискуча знахідка Менделя полягала в тому, що він не став вивчати примхливі комбінації, сполучення ознак, а розглянув кожну ознаку окремо.

Він вирішив точно підрахувати, яка частина нащадків одержить, наприклад, червоні квітки, а яка - білі, і установити числове співвідношення по кожній ознаці. Це був зовсім новий підхід для ботаніки. Настільки новий, що випередив розвиток науки на цілих три з половиною десятиліття. І залишався весь цей час незрозумілим.

Числове співвідношення, установлене Менделем, було досить несподіваним. На кожну рослину з білими квітками приходилося в середньому три рослини з червоними. Майже точно - три до одного!

При цьому червоне чи біле забарвлення квіток, наприклад, ніяк не впливає на жовтий чи зелений колір горошин. Кожна ознака успадковується незалежно від іншої.

Але Мендель не тільки установив ці факти. Він дав їм блискуче пояснення. Від кожного з батьків зародкова клітка успадковує по одному "спадкоємному задатку" (пізніше їх назвуть генами). Кожний із задатків визначає якась ознака - наприклад, червоне забарвлення квіток. Якщо в клітину попадають одночасно задатки, що визначають червоне і біле забарвлення, то виявляється тільки один з них. Другий же залишається схованим. Щоб знову проявився білий колір, необхідна "зустріч" двох задатків білого забарвлення. Відповідно до теорії імовірності, у наступному поколінні це відбудеться один раз на кожні чотири сполучення. Звідси і співвідношення "3 до 1".

# Спадкування при моногібридному схрещуванні і закон розщеплення

# 

Для своїх перших експериментів Мендель вибирав рослини двох сортів, що чітко розрізнялися по якій-небудь ознаці, наприклад по розташуванню квіток: квітки можуть бути розподілені по всьому стеблу (пазушні) чи знаходитися на кінці стебла (верхівкові). Рослини, що розрізняються по одній парі альтернативних ознак, Мендель вирощував протягом ряду поколінь. Семена від пазушних квіток завжди давали рослини з пазушними квітками, а насіння від верхівкових квіток - рослини з верхівковими квітками. Таким чином, Мендель переконався, що обрані ним рослини розмножуються в чистоті (тобто без розщеплення потомства) і придатні для проведення дослідів по гібридизації (експериментальних схрещувань).

Його метод полягав у наступному: він видаляв у ряду рослин одного сорту пиловики до того, як могло відбутися самозапилення (ці рослини Мендель називав «жіночими»); користуюсь пензликом, він наносив на рильця цих «жіночих» квіток пилок з пильовиків рослини іншого сорту; потім він надягав на штучно обпилені квітки маленькі ковпачки, щоб на їхні рильця не міг потрапити пилок з інших рослин. Мендель проводив **реципрокні** схрещування - переносив пилкові зерна як з пазушних квіток на верхівкові, так і з верхівкових на пазушні. В усіх випадках з насіння, зібраного від отриманих гібридів, виростали рослини з пазушними квітками. Цю ознаку - «пазушні квітки»,- що спостерігається в рослин першого гібридного покоління, **Мендель** назвав домінантним; пізніше, у 1902 р., Бетсон і Сондерс стали позначати перше покоління гібридного потомства символом F1. У жодної з рослин F1 не було верхівкових квіток.

На квітки рослин F1 Мендель надяг ковпачки (щоб не допустити перехресного запилення) і дав їм можливість самозапилитися. Насіння, зібране з рослин F1, були перелічені і висаджені наступною весною для одержання другого гібридного покоління, F2 (покоління F2 - це завжди результат інбридингу в поколінні F1, у даному випадку самозапилення). В другому гібридному поколінні в одних рослин утворилися пазушні квітки, а в інших - верхівкові. Іншими словами, ознака «верхівкові квітки», що була відсутня в поколінні F1, знову з'явилася в поколінні F2. Мендель розсудив, що ця ознака була присутня у поколінні F1 у схованому вигляді, але не змогла проявитися; тому він назвав її **рецесивною.** З 858 рослин, отриманих Менделем у F2, у 651 були пазушні квітки, а в 207 - верхівкові. Мендель провів ряд аналогічних дослідів, використовуючи кожен раз одну пару альтернативних ознак. Результати експериментальних схрещувань по сімох парах таких ознак приведені в табл. 1.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Ознака*** | ***Батьківська рослина*** | | ***Покоління F2*** | | ***Відношення*** |
| ***домінантна ознака*** | ***рецесивна ознака*** | ***домінантні*** | ***Рецесивні*** |
| Висота стебла | Високий | Низький | 787 | 277 | 2,84 : 1 |
| Насіння | Гладке | Зморщене | 5474 | 1850 | 2,96 : 1 |
| Забарвлення насіння | Жовте | Зелене | 6022 | 2001 | 3,01 : 1 |
| Форма плодів | Плоскі | Випуклі | 882 | 299 | 2,95 : 1 |
| Забарвлення плодів | Зелене | Жовте | 428 | 152 | 2,82 : 1 |
| Розміщення квітів | Пазушне | Верхівкове | 651 | 207 | 3,14 : 1 |
| Забарвлення квітів | Червоне | Біле | 705 | 224 | 3,15 : 1 |
| Всього | | | 14949 | 5010 | 2,98 : 1 |

***Таблица 1.*** *Результати дослідів Менделя по успадкуванню семи пар альтернативних ознак.*

*(Співвідношення домінантних і рецесивних ознак, що спостерігаються наближається до теоретично очікуваного 3:1).*

У всіх випадках аналіз результатів довів, що відношення домінантних ознак до рецесивних у поколінні F2 складало приблизно 3:1.

Приведений вище приклад типовий для всіх експериментів Менделя, у яких вивчалося спадкування однієї ознаки **(моногібридні схрещування**).

На підставі цих і аналогічних результатів Мендель зробив наступні висновки:

1. Оскільки вихідні батьківські сорти розмножувалися в чистоті (не розщеплювалися), у сорту з пазушними квітками повинно бути *два* «пазушних» фактори, а у сорту з верхівковими квітками - два «верхівкових» фактори.

2. Рослини F1 містили по *одному* фактору, отриманому від кожної з батьківських рослин через гамети.

3. Ці фактори в F1 не зливаються, а зберігають свою індивідуальність.

4. «Пазушний» фактор домінує над «верхівковим» фактором, що є рецесивним. Поділ пари батьківських факторів при утворенні гамет (так що в кожну гамету попадає лише один з них) відомо за назвою **першого закону** Менделя, чи **закону розщеплення.** Відповідно до цього закону, *ознаки даного організму детермінуються парами внутрішніх факторів.* В одній гаметі може бути представлено лише один з кожної пари таких факторів.

Тепер ми знаємо, що ці фактори, які детермінують такі ознаки, як розташування квітки, відповідають ділянкам хромосоми, названих **генами.**

Описані вище експерименти, що проводилися Менделем при вивченні спадкування однієї пари альтернативних ознак, є прикладом **моногібридного схрещування.**

**Поворотне, аналізуюче, схрещування**

Організм із покоління F1, отриманого від схрещування між гомозиготною домінантною і гомозиготною рецесивною особинами, гетерозиготний по своєму генотипу, але має домінантний фенотип. Для того щоб проявився рецесивний фенотип, організм повинен бути гомозиготним по рецесивному аллелю. У поколінні F2особи з домінантним фенотипом можуть бути як гомозиготними, так і гетерозиготними. Якщо селекціонеру знадобилося з'ясувати генотип такої особи, то єдиним способом, що дозволяє зробити це, служить експеримент із використанням методу, названого **аналізуючим (поворотним)** схрещуванням. Схрещуючи організм невідомого генотипу з організмом, гомозиготним по рецесивному аллелю досліджуваного гена, можна визначити цей генотип шляхом *одного* схрещування. Наприклад, у плодової мушки *Drosophila* довгі крила домінують над зародковими. Особина з довгими крилами може бути гомозиготною *(LL)* чи гетерозиготною *(Ll).* Для встановлення її генотипу треба провести аналізуюче схрещування, між цією мухою і мухою, гомозиготною по рецесивному *аллелю (ll).* Якщо у всіх нащадків від цього схрещування будуть довгі крила, то особина з невідомим генотипом - гомозиготна по домінантному аллелю. Чисельне співвідношення нащадків з довгими і з зародковими крилами 1:1 указує на гетерозиготність особи з невідомим генотипом.

**Дигібридне схрещування і закон незалежного розподілу**

Установивши можливість передбачати результати схрещувань по одній парі альтернативних ознак, Мендель перейшов до вивчення спадкування двох пар таких ознак. Схрещування між особинами, що розрізняються по двох ознаках, називають **дигібридними.**

В одному зі своїх експериментів Мендель використовував рослини гороху, що розрізняються за формою і забарвленням насіння. Застосовуючи метод, описаний при моногібридному схрещуванні, він схрещував між собою чистосортні (гомозиготні) рослини з гладким жовтим насінням і чистосортні рослини зі зморшкуватим зеленим насінням. У всіх рослин F1 (першого покоління гібридів) насіння були гладкі і жовті. За результатами проведених раніше моногібридних схрещувань Мендель уже знав, що ці ознаки домінантні; тепер, однак, його цікавили характер і співвідношення насіння різних талів у поколінні F2, отриманому від рослин F1 шляхом самозапилення. Усього він зібрав від рослин F2556 насінь, серед яких було

гладких жовтих 315

зморшкуватих жовтих 101

гладких зелених 108

зморшкуватих зелених 32

Співвідношення різних фенотипів складало приблизно 9:3:3:1 **(дигібридне розщеплення).** На підставі цих результатів Мендель зробив два висновки:

1. У поколінні F2 з'явилося два нових сполучення ознак: зморшкуваті і жовті; гладкі і зелені.

1. Для кожної пари аллеломорфних ознак (фенотипів, обумовлених різними аллелями) вийшло відношення 3:1, характерне для моногібридного схрещування - серед насінь було 423 гладких і 133 зморшкуватих, 416 жовтих і 140 зелених.

Ці результати дозволили Менделю стверджувати, що дві пари ознак (форма і забарвлення насіння), спадкоємні задатки яких об'єдналися в поколінні F1, у наступних поколіннях розділяються і поводяться незалежно одна від іншої. На цьому заснований **другий закон Менделя - принцип незалежного розподілу,** відповідно до якого кожна *ознака з однієї пари ознак може сполучатися з будь-якою ознакою з іншої пари.*

**Короткий виклад суті гіпотез Менделя**

1. Кожна ознака даного організму контролюється парою аллелей.
2. Якщо організм містить два різних аллеля для даної ознаки, то один з них (домінантний) може виявлятися, цілком придушуючи прояв іншого (рецесивного).
3. При мейозі кожна пара аллелей розділяється (розщеплюється) і кожна гамета одержує по одному з кожної пари аллелей (*принцип розщеплення*).
4. При утворенні чоловічих і жіночих гамет у кожну з них може потрапити будь-який аллель з однієї пари разом з будь-яким іншим з іншої пари (*принцип незалежного розподілу*).
5. Кожен аллель передається з покоління в покоління як дискретна не змінювана одиниця.
6. Кожен організм успадковує по одному аллелю (для кожної ознаки) від кожної з батьківських особин.

## Відкриття генетики

І нарешті, Мендель зробив висновок про те, що відкриті ним закони поширюються на все живе, тому що "єдність плану розвитку органічного життя стоїть поза сумнівом".

У 1863 р. знаменита книга Дарвіна "Походження видів" була видана німецькою мовою. Мендель уважно вивчив цю працю з олівцем у руках. І висловив своєму колезі по Брюннському товариству натуралістів Густавові Нисслю підсумок своїх міркувань:

- Це ще не все, ще чогось не вистачає"

Ниссль був ошелешений такою оцінкою "єретичної" праці Дарвіна, неймовірної у вустах благочестивого ченця.

Мендель тоді скромно змовчав про те, що, на його думку, він уже відкрив це "відсутнє". Тепер ми знаємо, що так воно і було, що відкриті Менделем закони дозволили освітити багато темних місць теорії еволюції. Мендель прекрасно розумів значення зроблених ним відкриттів. Він був упевнений у торжестві своєї теорії і з дивною витримкою його готував. Про свої досліди він мовчав цілих вісім років, поки не переконався у вірогідності отриманих результатів.

І от, нарешті, наступив вирішальний день - 8 лютого 1865 р. У цей день Мендель зробив доповідь про свої відкриття в Брюннськом товаристві натуралістів. Колеги Менделя з подивом слухали його доповідь, пересипану підрахунками, що незмінно підтверджують співвідношення "3 до 1".

Яке відношення до ботаніки має вся ця математика? У доповідача явно не ботанічний склад розуму.

І потім, це наполегливо повторюване співвідношення "три до одного". Що за дивні "магічні цифри"? Чи не намагається цей монах-августинець, прикрившись ботанічною термінологією, протягти в науку щось начебто догмата Пресвятої Трійці?

Доповідь Менделя була зустрінута здивованим мовчанням. Йому не було задано жодного питання. Мендель, імовірно, був готовий до будь-якої реакції на свою восьмирічну працю: подиву, недовірі. Він збирався запропонувати колегам перевірити ще раз свої досліди. Але не міг же він передбачати такого глухого нерозуміння! Справді, було від чого вдатися у відчай.

Доповідь «Досліди над рослинними гібридами» виявилась несподіванкою навіть для друзів. Несподіванкою не тому, що Мендель зробив доповідь, адже, звичайно, було відомо, що роботу з гібридизації гороху він веде уже багато років, а через те, що було в доповіді сказано.

Чи випадково Мендель зайнявся проблемою гібридизації? Що це було: ще одне хоббі дилетанта, розвага типу збирання марок. Чи випадковим був об'єкт його експерименту – садовий горох, із-за якого посмертні недруги назвали відкриті ним закони «гороховими»?

Рік по тому його стаття була опублікована в працях Брюннського товариства під скромною назвою „Досліди над рослинними гібридами”: «Приводом для проведення дослідів, яким присвячена дана стаття, слугувало штучне схрещування декоративних рослин, що проводилось з метою одержання нових, що розрізняються за забарвленням форм. Для проведення подальших дослідів з метою простеження розвитку помісей у їхньому потомстві дала поштовх закономірність, з якою гібридні форми постійно поверталися до своїх родоначальних форм».

Робота Менделя потрапила в 120 наукових бібліотек Європи й Америки. Але лише в трьох з них за наступні 35 років чиясь рука розкрила запилені томики. Три рази праця Менделя була коротко згадана у різних наукових працях.

Крім того, Мендель власноручно розіслав 40 екземплярів своєї роботи деяким видатним ботанікам. Лист з відповіддю Менделю надіслав лише один з них, знаменитий біолог з Мюнхена Карл Негелі. Свій лист Негелі починав фразою про те, що "досліди з горохом не завершені" і "їх варто почати спочатку". Почати заново колосальну працю, на яку Мендель затратив вісім років життя!

Негелі порадив Менделю зайнятися дослідами з ястребинкою. Ястребинка була самою улюбленою рослиною Негелі, він навіть написав про неї особливу працю - "Ястребинки Центральної Європи". От якщо удасться на ястребинці підтвердити результати, отримані на горосі, тоді...

Мендель узявся за ястребинку, рослину з крихітними квітками, з якими йому так важко було працювати при його короткозорості! І що саме неприємне - закони, встановлені в дослідах з горохом (і підтверджені на фуксії і кукурудзі, дзвіночках і левиному зіві), на ястребинці не підтверджувалися. Сьогодні ми можемо додати: і не могли підтвердитися. Адже розвиток насінь у ястребинки відбувається без запліднення, чого не знали ні Негелі, ні Мендель.

Пізніше біологи говорили, що порада Негелі затримала розвиток генетики на 40 років.

І тільки в 1900 році забута робота Менделя привернула до себе загальну увага: відразу троє вчених, Х. де Фриз (Голландія), К.Корренс (Німеччина) і Е.Чермак (Австрія), провівши майже одночасно власні досліди, переконалися в справедливості висновків Менделя. Закон незалежного розщеплення ознак, відомий тепер як закон Менделя, поклав початок новому напрямку в біології – менделізму, що став фундаментом генетики.

Сам Мендель, після невдалих спроб одержати аналогічні результати при схрещуванні інших рослин, припинив досліди і до кінця життя займався бджільництвом, садівництвом і метеорологічними спостереженнями.

Серед праць ученого – *Автобіографія* (*Gregorii Mendel autobiographia iuvenilis*, 1850) і ряд статей, включаючи *Експерименти по* *гібридизації рослин* (*Versuche ber Pflanzenhybriden*, у «Працях Брюннского товариства натуралістів».



## Останні роки життя Менделя та його визнання

У 1868 р. Мендель залишив свої досліди по виведенню гібридів. Тоді ж він був обраний на високу посаду настоятеля монастиря, яку займав до кінця життя.

Незадовго до смерті (1 жовтня 1883р.), як би підводячи підсумок свого життя, він сказав:

"Якщо мені і приходилося переживати гіркі години, то прекрасних, гарних годин випало набагато більше. Мої наукові праці дали мені багато задоволення, і я переконаний, що пройде не багато часу - і увесь світ визнає результати цих праць".

Помер Грегор Йоганн Мендель 6 січня 1884 р.

Пів міста зібралося на його похорон. Вимовлялися промови, у яких перелічувалися заслуги покійного. Але, як це не дивно, ні слова не було сказано про того біолога Менделя, якого знаємо ми.

Усі папери, що залишилися після смерті Менделя, - листи, ненадруковані статті, журнали спостережень - були кинуті в піч.

Але правий був Мендель у своєму пророцтві, зробленому за три місяці до смерті. І через 16 років, коли про Менделя довідався весь цивілізований світ, нащадки кинулися розшукувати випадково уцілілі від полум'я окремі сторінки його записів. По цих обривках було відтворене життя Грегора Йоганна Менделя і дивна доля його відкриття.

Грегор Мендель, за свідченням знавших його, дійсно був доброю і приємною людиною, але чи мало добрих людей живе на землі, чи мало їх помирає?

Він був слугою церкви і за сорок років в загалом нічим не скомпрометував свого «мундира», хоч і не висловлював зайвої запопадливості. Таких слуг у церкви було теж чимало, але їх звичайно не пам'ятають.

Він досяг високої церковної й у певній мірі політичної посади і зробився директором місцевого банку, хоча як політик і фінансист він був недостатньо далекоглядний. Але через роки після його смерті (1884) раптом виявилося, що він був великим ученим, що прорвався в невідомий відсік природи. Причому не дилетантом, якому пощастило випадково наткнутися на дорогоцінну знахідку, а широко ерудованим дослідником, чий оригінальний розум зумів точно задати живій природі одне з корінних питань її буття, і в послідовній титанічній праці одержати чітку однозначну відповідь, і знову витягти цю відповідь з перехресних експериментів, і зрозуміти його місце у всій системі людського знання, і закласти всім цим фундамент нової області пошуку, ім'я якої «генетика» – наука про спадковість. Коли абат Мендель у пам'яті людей перестав бути усього лише доброю людиною, усього лише колишнім шкільним учителем, який у порядку захоплення займався якимись дилетантськими експериментами, - коли він став в очах усього людства МЕНДЕЛЕМ, чиє ім'я було зараховано до числа творців нетлінних духовних цінностей, - отоді і почалися розшуки усього, що уціліло від полум'яної байдужності.

**Список використаної літератури:**

Н. Грін, Біологія, Москва, “МИР”, 1993.

М. Григор'єв, Як стати розумним, Москва, “Детская литература”, 1973.

Ф. Кибернштерн, Гени і генетика, Москва, “Параграф”, 1995.

А. Артемов, Що таке ген, Таганрог , “Красная страница”, 1989.