**Тема ХІІ. ГЕНЕТИЧНІ ОСНОВИ СЕЛЕКЦІЇ**

**Основні питання теми:**

1. Селекція як прикладна наука. Об’єкти, цілі та задачі селекції.
2. Штучний добір як метод селекції.
3. Гібридизація як основний інструмент селекційних програм.
4. Інбридинг: генетична сутність і наслідки.
5. Системи самонесумісності у рослин.
6. Явище гетерозису: генетична сутність, практичне використання та типи. Шляхи закріплення гетерозису.
7. Основні типи схрещувань, які використовуються у селекції.
8. Методи топкросу, полікросу, діалельних схрещувань при оцінці комбінаційної здатності рослин.
9. Пошук нових ознак як інструмент розширення генетичної мінливості.
10. Нетрадиційні методи селекції.
11. Досягнення вітчизняної та світової селекції рослин та тварин.
12. Перспективні напрямки селекції.

***Природний добір*** – це процес диференційованого (невипадкового вибіркового) виживання і відтворення краще пристосованих організмів у природі. Об’єктами природного добору можуть бути окремі особи або їхні природні групи: види, надвидові групи, популяції, родини.

Залежно від об’єкту природного добору розрізняють:

- індивідуальний добір - заснований на перевагах одних особин над іншими в боротьбі за існування, що забезпечує їх подальше життя і розмноження;

- груповий добір - зберігає ознаки корисні для всієї групи, хоча не завжди сприятливі для життя окремих особин.

Залежно від механізму дії природного добору виділяють такі форми: рушійна і стабілізуюча. Механізм дії рушійного добору пов'язаний із змінами норми реакції генотипу відповідно до змін умов середовища, полягає в збереженні корисних відхилень від середньої норми та призводить до формування нових пристосувань і видоутворення. Механізм дії стабілізуючого добору спрямований на збереження середнього значення ознаки чи властивості у відносно стабільних умовах середовища.

В процесі еволюції видів у природі відбувається зміна однієї форми добору на іншу. Природній добір не тільки створює, але й підтримує різноманітність органічних форм.

***Селекція*** — це наука про теоретичні основи та методи створення сортів рослин та порід тварин, штамів мікроорганізмів з потрібними людині властивостями. Теоретичною основою селекції є генетика – наука про закономірності спадковості та мінливості, а також еволюційне вчення – наука про причини, рушійні сили і закономірності еволюції живих організмів.

*Сортом*  рослин називають створену шляхом селекції групу культурних рослин одного виду зі стійкими біологічними особливостями і господарсько цінними властивостями, які проявляються при певних умовах вирощування.

*Породою* тварин називають сукупності сільськогосподарських тварин одного виду спільного походження із певними спадковими особливостями та господарсько корисними ознаками, які стійко передаються нащадкам.

*Штамом* називають чисту культуру мікроорганізмів, виділену з певного джерела (грунт, вода або організм) чи одержану внаслідок мутацій. Від однієї клітини можна дістати різні штами, які відрізняються за біохімічними показниками, чутливістю до антибіотиків, інтенсивністю синтезу певних метаболітів тощо. Однак відмінності між штамами не виходять за межі виду.

Різноманітність порід тварин, так само, як і сортів рослин, показує широкі межі прояву визначених генотипом ознак, можливості виникнення нових ознак через мутації та суттєвість впливу модифікаційної мінливості на корисні для людини характеристики організмів. Більшість особин, що є представниками виведених людиною порід та сортів, за своїми ознаками надзвичайно віддалені від вихідних форм.

Основним прийомом, яким користувалася і користується людина, перетворюючи тварини і рослини для своїх потреб – це штучний добір. Цей прийом слугує основним інструментом, за допомогою якого людина здійснює еволюцію господарсько цінних форм. Саме штучний добір перетворює індивідуальні відхилення в господарсько цінні ознаки, які властиві цінним породам і сортам. Більшість інших селекційних методів спрямовано або на збільшення матеріалу для добору (штучний мутагенез, аутбридинг, поліплоїдія тощо), або на закріплення результатів добору (інбридинг, клонування тощо). Сучасна селекція використовує також такі прогресивні методи створення вихідного матеріалу як гаплоїдія, клітинна селекція, хромосомна й генна інженерія, гібридизація протопластів, культура зародкових і соматичних клітин і тканин рослин.

***Штучний добір*** – це добір, який здійснює людина з метою подальшого розмноження організмів, які володіють потрібними людині властивостями та господарсько цінними ознаками. Штучний добір є історично першим методом селекції.

Оскільки людина створює шляхом штучного добору не тільки нові сорти рослин, породи тварин, штами мікроорганізмів, але й штучне середовище їх існування, елімінуюча дія зовнішнього середовища на такі організми зводиться до мінімуму. Треба враховувати, що повністю зняти вплив факторів зовнішнього середовища неможливо, тому штучний добір завжди протікає на фоні більш менш інтенсивного природного добору. Виділяють дві форми штучного добору – несвідомий і методичний.

Проміжне положення між штучним і природним добором займає ***несвідомий штучний добір.*** Чарльз Дарвін запропонував це поняття, щоб пояснити виникнення культурних рослин і свійських тварин ще в той час, коли людина не вміла здійснювати племінну селекційну роботу і не було ще навіть емпіричних правил роботи. Ч.Дарвін пояснює несвідоме перетворення диких видів в свійські породи і сорти тим, що людини прагнула зберегти на плем’я найбільш цінних в господарському відношенні особин, тоді як гірших використовували в їжу. Несвідомий добір відбувається повільно, але відносно історії людини, а не історії природи. З початку одомашнення несвідомий добір найбільш корисних людині тварин призводив до перетворення організмів – створення нових порід. Механізм несвідомого добору зводиться до вибраковки тих тварин, які недостатньо відповідають своєму призначенню, тобто вимогам, які пред’являє людина. Для несвідомого добору характерна простота прийомів, відсутність свідомої мети селекційної роботи.

На початку розвитку людства селекція відбувалася в основному у формі несвідомого добору. Сучасна селекція оперує ***методичним добором*** — селекцією організмів з метою отримання заздалегідь запланованого результату. Несвідомий добір не закінчився з виникненням методичного добору. Обидві форми добору існують, тобто несвідомий добір постійно супроводжує не тільки методичний добір, але й просто розведення тварин і вирощування рослин. Усвідомлення мети селекції, а при виведенні нової породи (сорту) попередня розробка умов до неї, «ідеал породи», на наближення до якого ведеться добір і за ступенем наближення до якої оцінюється його результат, і відрізняє методичний добір від несвідомого.

Емпіричне застосування методичного добору почалося ще в стародавні часи, але в Європі його почали застосовувати тільки в XVIII ст. Тоді основними правилами тваринництва і методами виведення порід вважалось: 1) схрещування з кращими породами; 2) вплив біотехнічними заходами на фоні місцевих умов (клімату, корму, ґрунту); 3) тривалість розведення. Сам добір в арсенал свідомих прийомів ще не увійшов.

У 1760 р. відомий англійський тваринник Р. Беквел ввів три основні правила методичного добору: 1) необхідність розробки ідеї майбутньої породи; 2) застосування системи оцінки екстер’єра і розведення від кращого плідника (перспективних з точки зору розвитку породи самців), не зважаючи на ступінь спорідненості; 3) випробування плідників за якістю нащадків, яке заключається не тільки в оцінці індивідуальних якостей, а й в тому наскільки стійко вони передаються нащадкам.

Заслуга Ч. Дарвіна в теорії селекції полягає в тому, що він зрозумів значення добору – збереження господарсько цінних організмів. Дарвін показав, що добір зводиться в основному до двох основних заходів – власне добору (виявленню і збереженню кращих організмів, які відповідають певним стандартам) та підбору батьківських форм. Щоб почати добір у бажаному напрямку необхідно отримати індивідуальні відхилення фенотипу, спрямовані в необхідну сторону. При доборі по фенотипу відбираються генотипи, тобто ті спадкові особливості, які дають можливість даній ознаці проявитись в наступних поколіннях. Це принцип не тільки штучного, але й природного добору.

Відбираючи рослин або тварин з найбільш сильним вираженням корисної ознаки, селекціонер зберігає всі фенотипічні відхилення – мутації і комбінації, які підвищують пенетрантність і експресивність необхідної йому спадкової зміни. В результаті посилюється фенотипове вираження даної ознаки, що є проявом накопичуючої ролі штучного добору.

Штучний добір перш за все спрямований на максимальний розвиток господарсько важливих ознак, але корелятивна мінливість призводить до того, що інші ознаки організму змінюються відповідно з ознаками, які безпосередньо підлягають добору. В результаті весь організм поступово змінюється і порода (або сорт) стають іншими за багатьма ознаками. В цьому полягає творча роль штучного добору. Завдяки їй утворюються нові сорти рослин і породи тварин.

Спеціальні генетичні методи відіграють все більш помітну роль в селекції, дозволяючи аналізувати матеріал для добору і його результати. Застосовуються вони і в тваринництві (наприклад, в створенні кольорових варіацій хутра норок, лисиць, соболів, нутрій).

В тваринництві і рослинництві прийнято розрізняти два основних принципи штучного добору: масовий і індивідуальний.

***Масовий добір*** — це процес відбирання цілих груп організмів з потрібними властивостями. Масовий добір характеризується тим, що його ведуть зазвичай тільки за фенотипом і підбір плідників відсутній. Такий добір породу (сорт) не змінює, або змінює дуже повільно, але дозволяє підтримувати її властивості на належному рівні. Масовий добір більш ефективний в тому випадку, коли враховуються генетичні основи даної породи, тобто при усвідомленні того факту, що при доборі по фенотипу відбираються генотипи. Масовий добір по фенотипу – це основа, на якій повільно створювались місцеві породи і сорти як результат народної селекції (холмогорська порода ВРХ, ахалтекінська порода коней тощо). Основним недоліком цього методу є неможливість виключення впливу модифікаційної мінливості на формування ознак фенотипу. Окрім цього, подібні фенотипово особини можуть суттєво різнитися між собою за генотипом. Це дозволяє швидко вивести породу або сорт за рахунок високої кількості гетерозигот у потомстві від ряду перших схрещувань. Генетична різноманітність особин при масовому доборі залишається доволі високою.

***Індивідуальний добір*** – це відбір конкретних особин з потрібною ознакою, з більш повним урахуванням спадкових особливостей, що дозволяє виключити вплив модифікаційної мінливості. Аналізуючи потомство кожної особини окремо, можна з більшою точністю визначити, є певна ознака результатом реалізації генотипу чи на її формування вплинули умови, не пов’язані із спадковістю. Індивідуальний добір в рослинництві застосовують для отримання чистих ліній організмів. В селекції перехреснозапильних рослин добір здійснюється таким же чином, як і в селекції тварин, — за оцінкою семей та ліній – і застосовують специфічні форми індивідуального добору (метод половинок, індивідуально-сімейний і сімейно-груповий). Гетерозиготність рослин і їх постійне перезапилення створюють основу для ефективного проведення багаторазового індивідуального добору. В селекції рослин-самозапильників, де нащадки однієї особини являють собою чисту лінію, використовують одноразовий індивідуальний добір.

Основний принцип індивідуального добору в тваринництві – свідомий підбір пар плідників і оцінка їх за нащадками, формування в середині породи окремих ліній і родин. Під час селекції завжди прагнуть зробити породу такою, щоб вона являла собою достатньо багаточисельну групу особин, гомозиготну за основними породними ознакам і гетерозиготних за можливо більшою кількістю всіх інших генів. Збільшення гомозиготності намагаються не допускати, застосовуючи інбридинг разом з аутбридингом. В селекції тварин при індивідуальному доборі користуються двома методами: 1) оцінка плідника за нащадками протилежної статі (з метою встановлення стійкості передачі нащадкам таких госпорарсько цінних ознак як яценосність курей, молочність ВРХ тощо); 2) метод сиб-селекції (з метою оцінки спадкових властивостей та добору за продуктивністю близьких родичів — братів або сестер (sibling – з англ. «брат-сестра»)).

Беручи до уваги, що фенотиповий прояв генотипу залежить від умов зовнішнього середовища, з метою більш повної оцінки генотипу створюють граничні умови середовища, тобто здійснюють *добір на селективному фоні*. Цей метод максимально виявляє спадкові властивості (норму реакції генотипу) організмів, що випробовуються. Наприклад, здійснювати добір на посухостійкість рослин необхідно у посушливих умовах, на морозостійкість — за низьких температур, на стійкість до хвороб — в умовах зараження тощо. Штучний добір також поділяють за способом відбору носіїв ознак. При *негативному доборі* усуваються особини з небажаними ознаками, при *позитивному* — виділяються особини з бажаними. *Модальний добір* спрямований на підтримання на сталому рівні корисних характеристик породи або сорту.

Внаслідок природного і штучного добору відбувається *дивергенція* – розходження ознак в організмів у ході їх еволюції в природі і культурі. При цьому з одного вихідного виду в природі може виникати кілька нових (рис.).

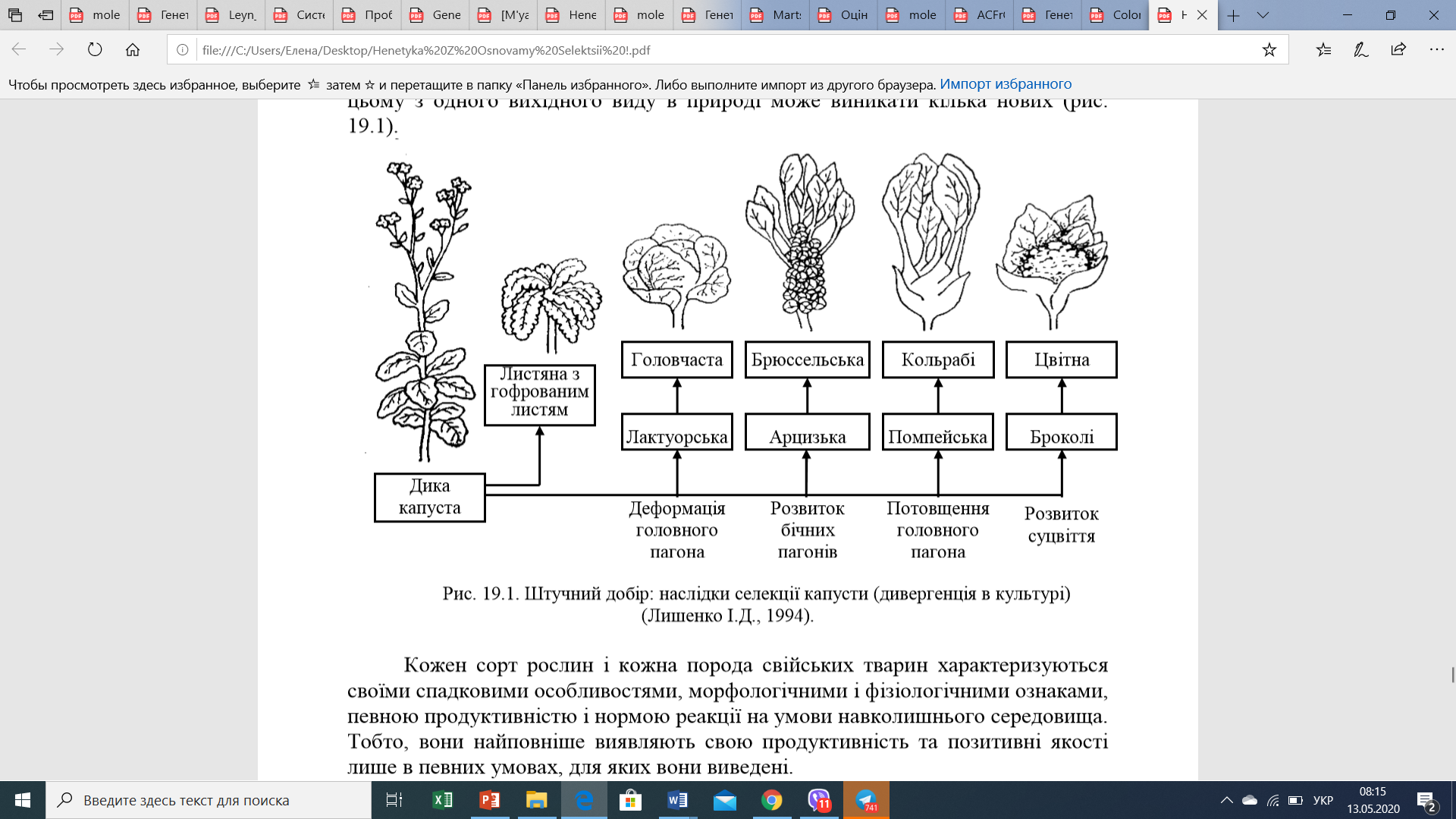


Рис. Штучний добір: наслідки селекції капусти (дивергенція в культурі) (Лишенко І.Д., 1994).

Кожен сорт рослин і кожна порода свійських тварин характеризуються своїми спадковими особливостями, морфологічними і фізіологічними ознаками, певною продуктивністю і нормою реакції на умови навколишнього середовища. Тобто, вони найповніше виявляють свою продуктивність та позитивні якості лише в певних умовах, для яких вони виведені.

Вчені у науково-практичних закладах всебічно досліджують властивості нових порід і сортів та перевіряють їх придатність до використання в певній кліматичній зоні, тобто здійснюють їхнє районування.

*Районування* – комплекс заходів, спрямованих на перевірку відповідності якостей тих чи інших порід або сортів до умов певної природної зони, що є необхідною умовою їхнього раціонального використання.

Успішність селекції залежить не тільки від форми штучного добору, але й від правильного підбору батьківських форм та застосування тієї чи іншої системи схрещування організмів (гібридизації).

***Гібридизація*** – метод селекції, що полягає в отриманні організмів з потрібними властивостями шляхом постановки системи схрещувань.

Гібридизація можлива у межах одного виду (внутрішньовидова гібридизація) і між особинами різних видів або родів (віддалена гібридизація).

Розрізняють дві основні системи внутрішньовидових схрещувань:

- близькоспоріднені схрещування (або інбридинг) проводять між особинами, які в тому чи іншому ступені є родичами (мають спільних предків протягом попередніх шести поколінь);

- неспоріднені схрещування (або аутбридинг) – це схрещування найбільш генетично віддалених партнерів: організмів одного виду, що належать до однієї породи або сорту (внутрішньопородне або внутрішньосортове), до різних порід або сортів (міжпородне або міжсортове).

Внутрішньовидові схрещування легко здійснюються і дають фертильне потомство, яке являє сукупність особин з найрізноманітнішими комбінаціями генів і є добрим вихідним матеріалом для проведення штучного добору.

Близькоспоріднені схрещування у селекції рослин застосовують для отримання чистих ліній, а в селекції тварин – для виявлення носіїв летальних і напівлетальних генів, при розведенні тварин по лініях та створенні нових порід. Розведення створених порід або сортів «в собі», тобто без привнесення інших генотипів (генетична ізоляція) – один з важливих принципів селекційної роботи. При цьому з кожним поколінням підвищується гомозиготність нащадків за багатьма генами, спостерігається ослаблення або виродження нащадків внаслідок переходу в гомозиготний стан рецесивних летальних та сублетальних генів. В результаті тривалого інбридингу виникає *інбредна депресія* — зниження життєздатності та продуктивності особин.

*Ступінь інбридингу (спорідненості)* тварин встановлюють за родоводом. Найбільш зручним є звичайний або табличний родовід, який являє собою розграфлену сітку з рядами предків. Її будують на 3-4 ряди предків і розділяють на дві половини – материнську (ліворуч) і батьківську (праворуч). В першому ряду записують дані про батьків (батько і мати), в другому про чотирьох предків (бабусь та дідусів), у третьому – про вісьмох предків (прабабусь і прадідусів). Німецький вчений А.Шапоруж запропонував при визначенні ступеня інбридингу римськими цифрами позначати покоління (ряди предків), рахуючи батьківське як перше, дідівське як друге і т.д. Якщо загальний предок повторюється і в материнській, і в батьківській частині родоводу, спочатку позначається його зустрічальність в материнському родоводі, а через рисочку – в батьківському. Якщо загальний предок зустрічається лише в одній половині родоводу, то в іншій половині (від тире) записують нуль, наприклад 0-ІІІ. Якщо загальний предок в материнській і батьківській половині родоводу зустрічається декілька разів, тоді ряди однієї половини родоводу розділяють комою, наприклад ІІІ, ІІІ – IV, V.

Розрізняють такі ступені інбридингу:

1) дуже тісний інбридинг (кровозмішення) (ІІ-І, І-ІІ, ІІ-ІІ);

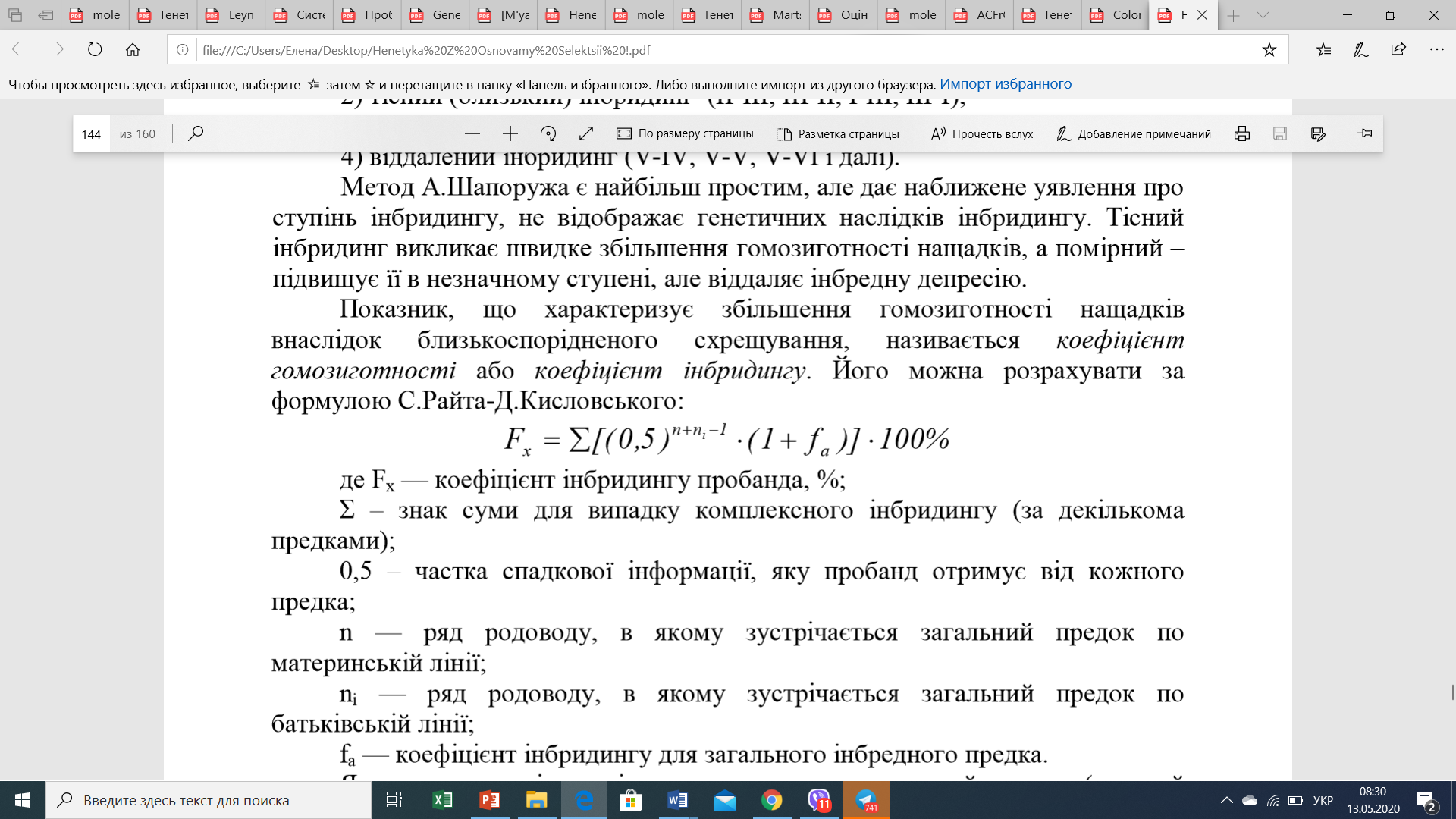
2) тісний (близький) інбридинг (II-III, III-II, I-III, ІІІ-I);

3) помірний інбридинг (III-IV, IV-III, IV-IV, ІІІ-ІІІ);

4) віддалений інбридинг (V-IV, V-V, V-VI і далі).

Метод А.Шапоружа є найбільш простим, але дає наближене уявлення про ступінь інбридингу, не відображає генетичних наслідків інбридингу. Тісний інбридинг викликає швидке збільшення гомозиготності нащадків, а помірний – підвищує її в незначному ступені, але віддаляє інбредну депресію.

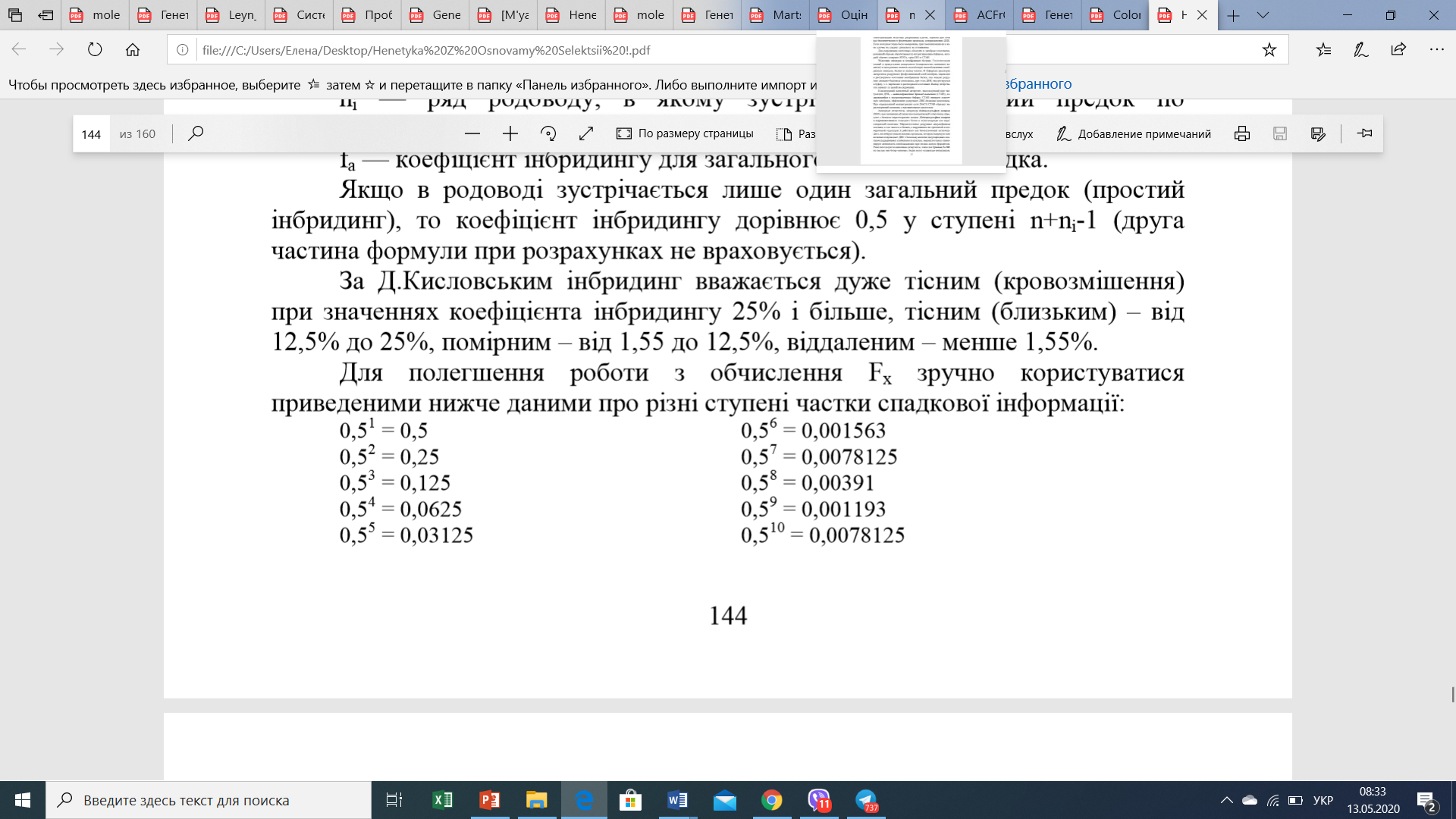
Показник, що характеризує збільшення гомозиготності нащадків внаслідок близькоспорідненого схрещування, називається *коефіцієнт гомозиготності або коефіцієнт інбридингу.* Його можна розрахувати за формулою С.Райта-Д.Кисловського:



Якщо в родоводі зустрічається лише один загальний предок (простий інбридинг), то коефіцієнт інбридингу дорівнює 0,5 у ступені n+nі-1 (друга частина формули при розрахунках не враховується).

За Д.Кисловським інбридинг вважається дуже тісним (кровозмішення) при значеннях коефіцієнта інбридингу 25% і більше, тісним (близьким) – від 12,5% до 25%, помірним – від 1,55 до 12,5%, віддаленим – менше 1,55%.

Для полегшення роботи з обчислення Fx зручно користуватися приведеними нижче даними про різні ступені частки спадкової інформації:



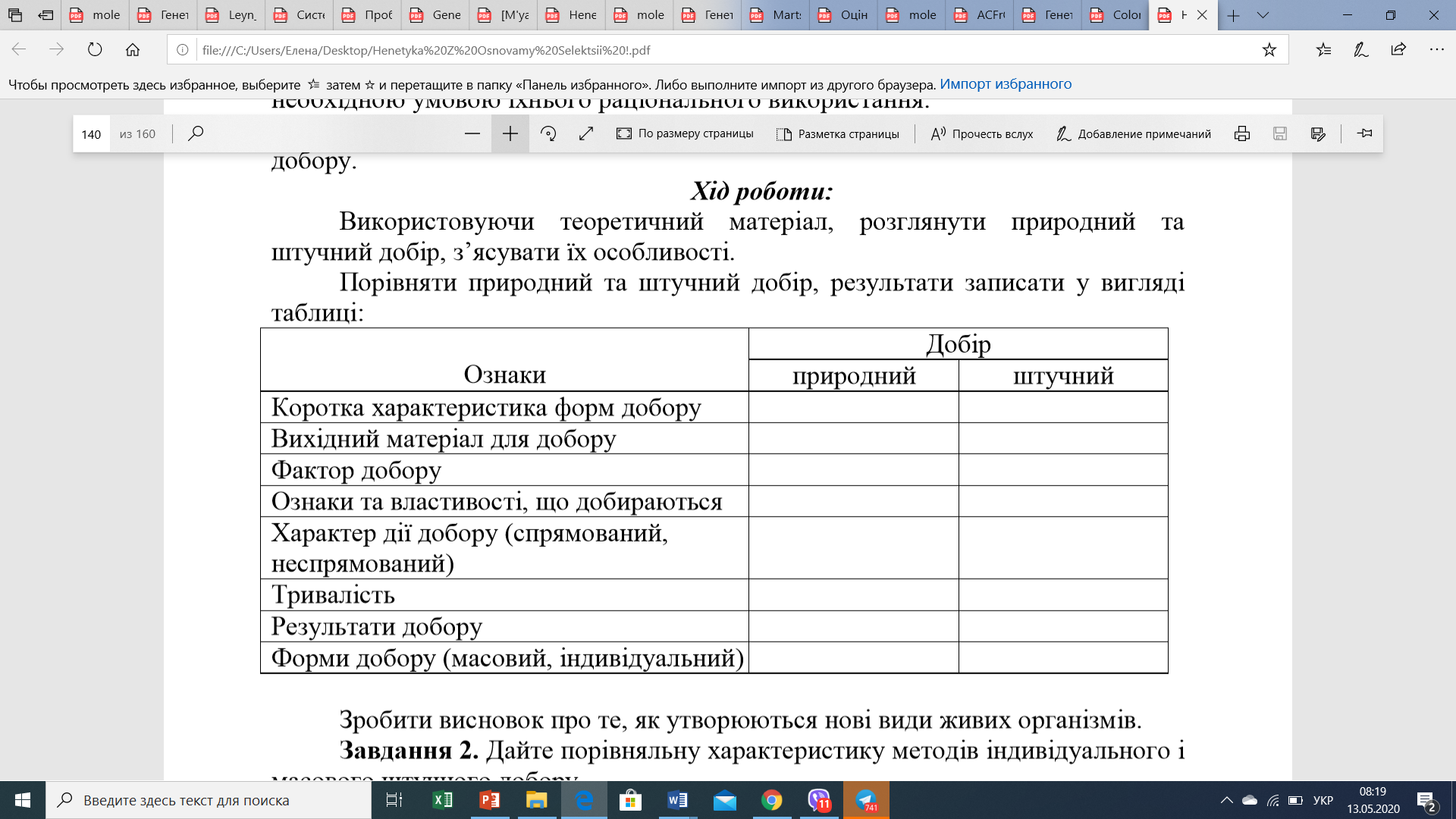
Неспоріднені схрещування використовується у селекції для об’єднання цінних спадкових властивостей різних ліній, сортів або порід і для пригнічення інбредної депресії. Ця система схрещувань в тваринництві служить методом промислового розведення з метою отримання гібридних нащадків, які відзначаються високою продуктивністю, але не можуть бути використані для племінних цілей.

Неспоріднене схрещування порівняно із близькоспорідненим призводить до протилежних наслідків: підвищення гетерозиготності нащадків; пригнічення шкідливих рецесивних генів, які були в батьківських форм у гомозиготному стані. В результаті схрещування неспоріднених особин гібриди першого покоління мають більші розміри, підвищену життєздатність та продуктивність, стійкість до хвороб тощо (явище *гетерозису*).

***Віддалена гібридизація*** — це схрещування представників різних видів (міжвидова) або навіть родів (міжродова) із одержанням міжвидових і міжродових гібридів з метою поєднання в генотипі гібридних нащадків цінних спадкових ознак різних видів або родів. Як правило, у природі віддалена гібридизація неможлива, однак існує ряд винятків. Для зубатих китів (*Odontoceti*) відомі випадки міжродових гібридів. Вже за 2 тис. років до н.е. існували мули – міжвидові гібриди осла (*Equus asinus asinus*) і кобили (*Equus ferus caballus*), які володіють цінними для людини характеристиками – висока витривалість, фізична сила та подовжена тривалість життя порівняно з батьківськими формами.

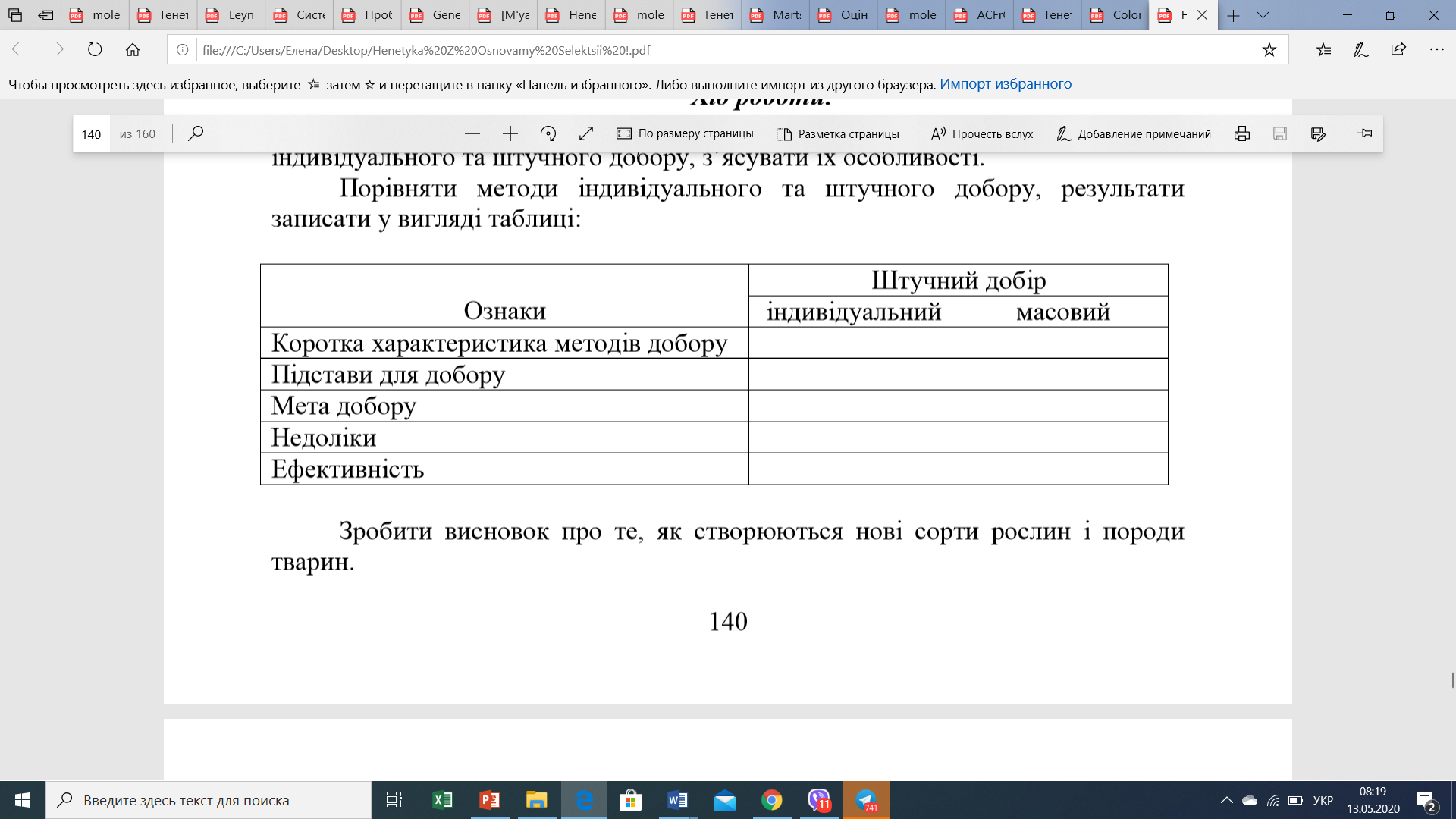
Міжвидовий гетерозис проявляється і практично використовується в селекції рослин і тварин. Однак, віддалена гібридизація домашніх тварин менш ефективна, ніж рослин. Міжвидові гібриди тварин часто бувають безплідними, оскільки порушено мейоз і утворення гамет (батьківські негомологічні хромосоми під час мейозу не здатні кон’югувати). Але в деяких випадках віддалена гібридизація супроводжується нормальним злиттям гамет, звичайним мейозом і подальшим розвитком зародка, що дозволило отримати деякі породи, що поєднують цінні ознаки обох використаних у гібридизації видів. Наприклад, м’ясна порода ВРХ Санта-гертруда, стійка проти захворювань і невибаглива до пасовищ, створена шляхом схрещування зебу (*Bos taurus indicus*) з шортгорнами (порода ВРХ) в США.

**Завдання 1.** Дайте порівняльну характеристику природного і штучного добору.



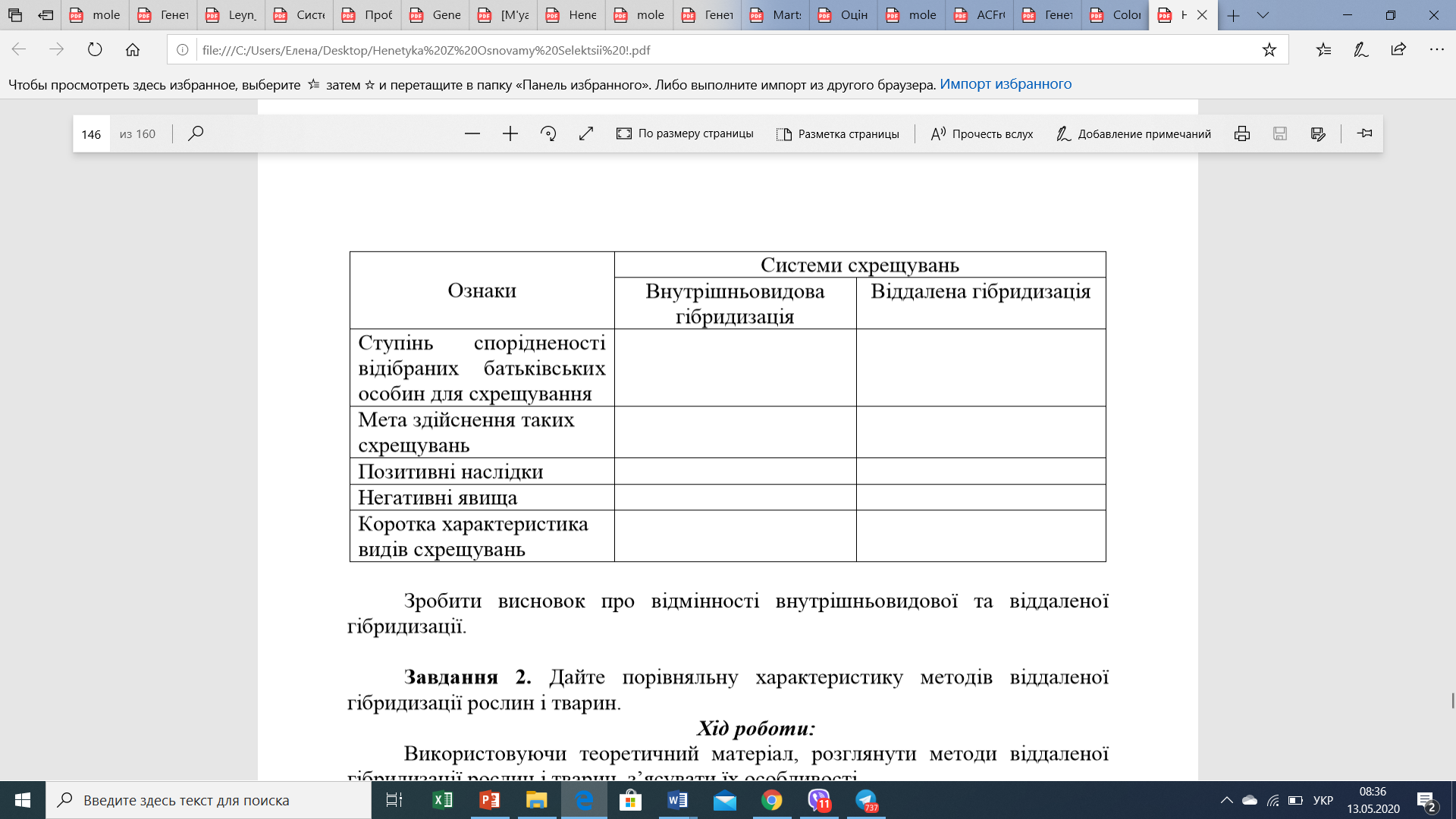
Зробити висновок про те, як утворюються нові види живих організмів.

**Завдання 2**. Дайте порівняльну характеристику методів індивідуального і масового штучного добору.



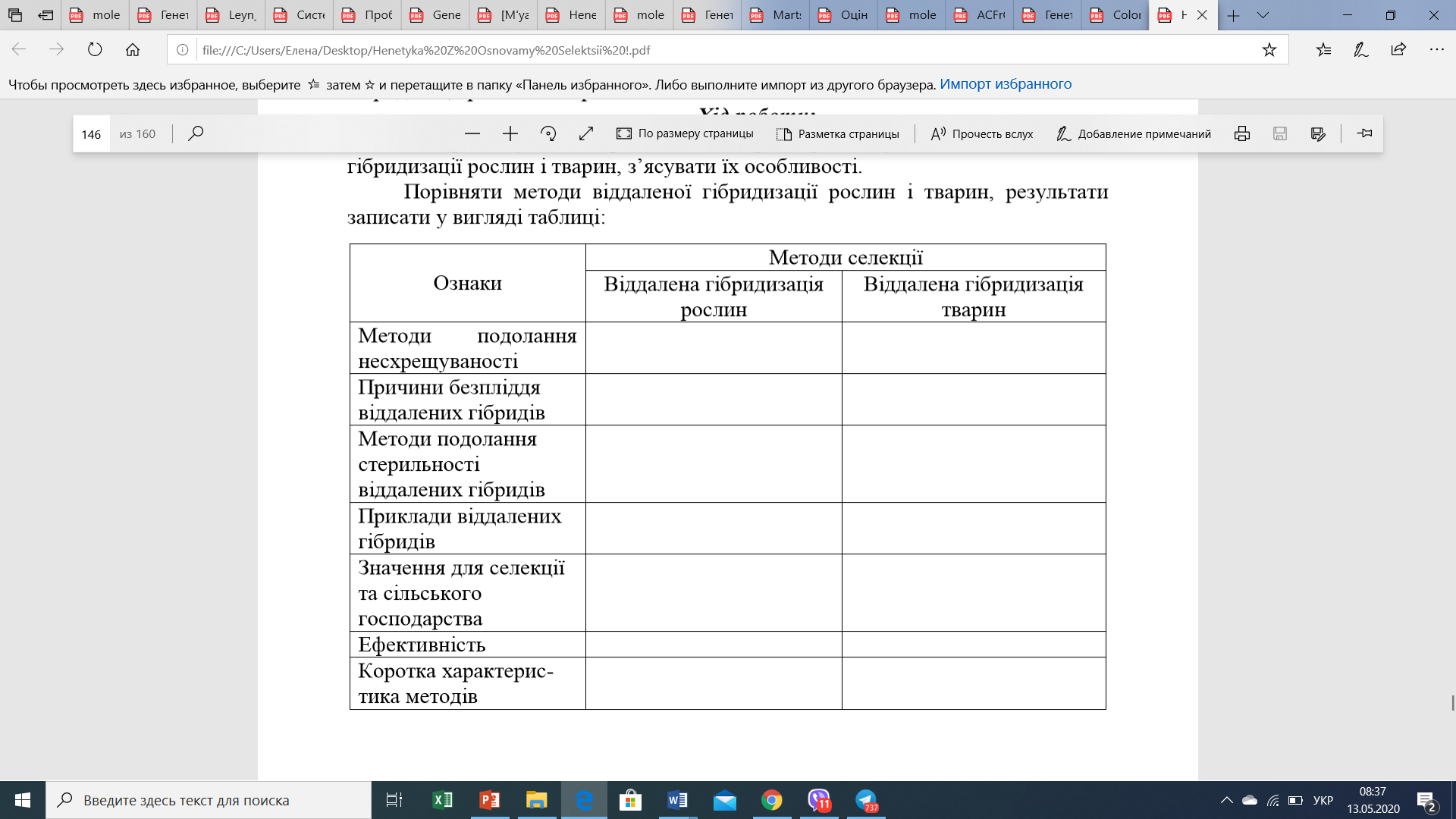
Зробити висновок про те, як створюються нові сорти рослин і породи тварин.

**Завдання 3.** Дайте порівняльну характеристику методів внутрішньовидової та віддаленої гібридизації.



Зробити висновок про відмінності внутрішньовидової та віддаленої гібридизації.

**Завдання 4.** Дайте порівняльну характеристику методів віддаленої гібридизації рослин і тварин.



Зробити висновок про особливості віддаленої гібридизації у рослин і тварин.