

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК
Державна установа Інститут зернових культур

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до самостійної роботи з дисципліни

Клітинно-інженерні та молекулярно-генетичні біотехнології
сільськогосподарських рослин

*(за освітньо-науковим рівнем «Доктор філософії»
для аспірантів спеціальності 201 – Агрономія)*

Дніпро
2019

Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Клітинно-інженерні та молекулярно-генетичні біотехнології сільськогосподарських рослин» для аспірантів освітньо-наукового рівня «Доктор філософії» спеціальності 201 – Агрономія / Укл.: Т.М. Сатарова, Денисюк К.В. Дніпро: ДУ ІЗК НААН, 2019. 15 с.

Укладачі: Сатарова Т.М., доктор біологічних наук, професор, Денисюк К.В., кандидат біологічних наук

Затверджено на засіданні Науково-методичної ради з питань селекції і насінництва ДУ ІЗК НААН України, протокол № 3 від 14 серпня 2019 р.

Передмова

Курс «Клітинно-інженерні та молекулярно-генетичні біотехнології сільськогосподарських рослин» є вибірковою для аспірантів, які навчаються за спеціальністю 201 «Агрономія». До даного методичного посібника увійшли навчальна програма, тематичний план дисципліни, методичні рекомендації до практичних занять, контрольні запитання до тем, винесених для самостійного опрацювання та список рекомендованої літератури, методичні рекомендації до самостійного опрацювання окремих тем питань курсу.

Навчальна програма дисципліни «Клітинно-інженерні та молекулярно-генетичні біотехнології сільськогосподарських рослин»

1. Вступ

Предметом дисципліни є теоретичні знання та практичні вміння з наукового аналізу клітинно-інженерних та молекулярно-генетичних процесів і явищ у рослин, їхнє значення у сучасному біотехнологічному процесі, а також застосування у селекції, насінництві та рослинництві сільськогосподарських рослин.

Навчальна дисципліна «Клітинно-інженерні та молекулярно-генетичні біотехнології сільськогосподарських рослин» базується на знаннях, отриманих студентами при вивченні генетики, біохімії, ботаніки, біології клітини, рослинництва та селекції рослин.

Дисципліна «Клітинно-інженерні та молекулярно-генетичні біотехнології сільськогосподарських рослин» є вибірковою для аспірантів, які навчаються за спеціальністю 201 «Агрономія».

Мета дисципліни – надати майбутнім докторам філософії за спеціальністю 201 «Агрономія» теоретичні знання та практичні вміння з наукового аналізу клітинно-інженерних та молекулярно-генетичних процесів і явищ у рослин та розкрити їхнє значення у сучасному біотехнологічному процесі, селекції, насінництві, рослинництві.

2. Завдання вивчення дисципліни

В результаті вивчення дисципліни студент повинен

1. Знати:

1.1. – наукові основи дослідження тотипотентності клітин, тканин і органів сільськогосподарських рослин в культурі *in vitro*;

1.2. – методичні основи та закономірності культивування ізольованих клітин, тканин та органів, основи клітинної селекції, парасексуальної гібридизації, шляхи отримання гаплоїдів в культурі *in vitro*, отримання вторинних метаболітів в культурі *in vitro*;

1.3. – технології мікроклонального розмноження рослин, отримання

безвірусного садивного матеріалу в культурі меристем, запилення та запліднення *in vitro*, ембріокультури, кріоконсервації;

1.4. – загальні принципи організації генетичного матеріалу рослин та генетичної інженерії рослин;

1.5. – наукові принципи маркер-асоційованої селекції сільськогосподарських рослин;

1.6. – наукові цілі та принципи використання молекулярно-генетичних технологій в насінництві.

2. Вміст:

2.1. – проводити науково-дослідні роботи в умовах *in vitro*;

2.2. – застосовувати регламенти клітинно-інженерних та молекулярно-генетичних біотехнологій сільськогосподарських рослин у практичній науковій діяльності;

2.3. – обирати тип молекулярних маркерів для використання в маркер-асоційованій селекції сільськогосподарських рослин;

2.4. – аналізувати електрофореограми продуктів ампліфікації;

2.5. – встановлювати причинно-наслідкові зв'язки алельного стану функціонального маркера і фенотипового прояву ознаки;

2.6. – правильно спланувати біотехнологічний експеримент та сформулювати робочу гіпотезу для пояснення отриманих результатів;

2.7. – в процесі комунікації з науковою спільнотою та суспільством доносити та пояснювати цілі, досягнення та перспективи наукових досліджень з клітинно-інженерних та молекулярно-генетичних біотехнологій.

3. Зміст розділів та тем дисципліни

МОДУЛЬ I. КЛІТИННО-ІНЖЕНЕРНІ ТА МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧНІ БІОТЕХНОЛОГІЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РОСЛИН

Змістовний модуль 1. КЛІТИННО-ІНЖЕНЕРНІ БІОТЕХНОЛОГІЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РОСЛИН

Тема 1.1. Структура, вимоги і принципи роботи науково-дослідної лабораторії біотехнології сільськогосподарських рослин

Цілі і задачі наукових досліджень з клітинної інженерії сільськогосподарських рослин. Особливості роботи наукової лабораторії біотехнології рослин. Організація наукового експерименту з клітинної інженерії сільськогосподарських рослин. Техніка безпеки при роботі в науковій лабораторії.

Тема 1.2. Клітинна інженерія рослин

Світові напрямки наукових досліджень з біотехнології сільськогосподарських рослин. Клітинні культури та клітинна селекція. Культура ізольованих протопластів та парасексуальна гібридизація.

Отримання гаплоїдів в культурі *in vitro*. Мікроклональне розмноження рослин. Отримання безвірусного садивного матеріалу в культурі меристем. Отримання вторинних метаболітів в культурі *in vitro*. Запилення та запліднення *in vitro*. Ембріокультура. Зберігання рослинного матеріалу в культурі *in vitro*. Кріоконсервація. Біозахист і біобезпека при виконанні клітинно-інженерних досліджень. Аналіз світового біотехнологічного ринку та використання інновацій з біотехнології сільськогосподарських рослин у селекції і рослинництві.

Змістовний модуль 2. МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧНІ БІОТЕХНОЛОГІЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РОСЛИН

Тема 2.1. Загальні принципи структурної організації геномів рослин

Геном еукаріот. Надлишковість геному еукаріот. Типи нуклеотидних послідовностей в геномі еукаріот. Тандемні повтори послідовностей ДНК. Паліндроми. Теломераза. Міні- та мікросателіти, їхній поліморфізм. Сателітна ДНК. Кластери генів, псевдогени. Внутрішня будова генів прокариотів та еукаріотів. Регуляторні послідовності. Спейсери. Мозаїчність структури еукаріотичних генів. Особливості структурної організації геному злакових культур на прикладі кукурудзи.

Різноманітність молекулярних механізмів регуляції дії генів. Регуляція на рівні транскрипції, роль промотора. Порівняння принципів регуляції дії генів у прокариотів і еукаріотів. Особливості організації регуляторних областей генома у еукаріотів. Посттранскрипційні рівні регуляції синтезу білків. Роль мігруючих генетичних елементів у регуляції дії генів. Особливості механізмів регуляції дії генів у злакових культур на прикладі кукурудзи.

Тема 2.2. Генетична інженерія рослин

Техніка отримання та клонування рекомбінантних ДНК. Вибір та отримання фрагменту донорної ДНК. Вибір та підготовка векторної ДНК для клонування. Поєднання донорної та векторної ДНК з утворенням рекомбінантної ДНК. Клонування сегменту донорної ДНК шляхом ампліфікації усередині бактеріальної клітини. Виділення ампліфікованих рекомбінантних молекул ДНК. Добір клонів рекомбінантних ДНК. Селекція генетично модифікованих клітин. Генетична трансформація рослин. Використання транспозонів як векторів в генетичній інженерії. CRISPER/Cas9-технологія редагування геномів. Особливості генетичної трансформації рослин. Досягнення та перспективи генетичної інженерії рослин. Законодавче регулювання генетично-інженерної діяльності. Біозахист і біобезпека при виконанні генетично-інженерних досліджень. Виховання та засвоєння Softskills при викладанні дисципліни «Клітинно-інженерні та молекулярно-генетичні біотехнології сільськогосподарських рослин».

Тема 2.3. Маркер-асоційована селекція у рослин

Маркер-асоційована селекція у рослин. Принципи характеристики генетичного поліморфізму селекційного матеріалу у рослин. Однонуклеотидний поліморфізм. Типи молекулярних маркерів. RFLP-, SSR-, SNP-маркери. Генетичний поліморфізм. Вимоги до молекулярних маркерів, які використовуються для характеристики генетичного поліморфізму. Полімеразна ланцюгова реакція. Генотипування, паспортизація, сертифікація та кластеризація сортів сільськогосподарських культур за молекулярно-генетичними маркерами. Функціональні маркери. Широкогеномна селекція за функціональними молекулярно-генетичними маркерами. Досягнення та перспективи використання молекулярно-генетичних маркерів в селекції рослин. Специфіка використання різних типів молекулярно-генетичних маркерів у злакових культур. Використання молекулярно-генетичних маркерів в селекції і біотехнології кукурудзи.

Список рекомендованої літератури

1. Божков А. И. Биотехнология. Фундаментальные и промышленные аспекты. Харьков: Федорко, 2008. 364 с.
2. Бутенко Р. Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнология на их основе. Москва: ФБК-Пресс, 1999. 160 с.
3. Волкова Н. Е. Молекулярно-генетичні дослідження ядерного геному кукурудзи: монографія. Одеса : Астропринт, 2015. – 120 с.
4. Игнатова С. А. Клеточные технологии в растениеводстве, генетике и селекции возделываемых растений: задачи, возможности, разработки систем *in vitro*: монография. Одесса: Астропринт, 2011. 224 с.
5. Калинин Ф. Л., Кушнир Г. П., Сарнацкая В. В. Технология микрклонального размножения растений. Киев: Наукова думка, 1992. 230 с.
6. Карпов О. В. Біоінженерія. Конспекти лекцій. Київ: НУХТ, 2005. 110 с.
7. Клітинні технології створення вихідного селекційного матеріалу основних овочевих рослин в культурі *in vitro*: методичні рекомендації. Івченко Т. В., Корнієнко С. І., Віценя Т. І. та ін. Харків: Плеяда, 2013. 48 с.
8. Кунах В. А. Біотехнологія лікарських рослин. Генетичні та фізіолого-біохімічні основи. Київ: Логос, 2005. 730 с.
9. Кучук Н. В. Генетическая инженерия высших растений. Киев: Наукова думка, 1997. 152 с.
10. Мельничук М. Д., Новак Т. В., Кунах В. А. Біотехнологія рослин. Київ: Поліграф консалтинг, 2003. 520 с.
11. От микроспоры к сорту / Т. Б. Батыгина и др. Москва: Наука, 2010. 174 с.
12. Про державну систему біобезпеки при створенні, випробуванні, транспортуванні та використанні генетично модифікованих організмів: Закон України від 04.10.2018 р. № 1103-V. *Відомості Верховної Ради України*. 2007. № 35. С. 484.

13. Рейвн П., Эверт Р., Айкхорн С. Современная ботаника: в 2 т. Москва: Мир, 1990. Т. 2. 344 с.
14. Сатарова Т. М. Молекулярно-генетичні та біохімічні методи контролю за сортовими якостями насіння кукурудзи. Насінництво кукурудзи: навчальний посібник. Київ: Аграрна наука, 2019. С. 150–175.
15. Сатарова Т. М., Абраїмова О. Є., Вінніков А. І., Черенков А. В. Біотехнологія рослин: навчальний посібник. Дніпропетровськ: Адверта, 2016. 136 с.
16. Сатарова Т. Н. Семейство *Asparagaceae*. Сравнительная эмбриология цветковых растений. Т. 5. Однодольные. Ленинград: Наука, 1990. С. 114–124.
17. Сатарова Т. Н., Черчель В. Ю., Черенков А. В. Кукуруза: биотехнологические и селекционные аспектыг аploидии: монография. Днепропетровск: Новая идеология, 2013. 552 с.
18. Сиволап Ю. М., Кожухова Н. Э., Календар Р. Н. Вариабельность и специфичность геномов сельскохозяйственных растений. Одесса: Астропринт, 2011. 336 с.
19. Тимофеева О. А., Румянцева Н. И. Культура клеток и тканей растений: учебное пособие. Казань, 2012. 92 с.
20. Черевченко Т. М., Лаврентьева А. Н., Иванников Р. В. Биотехнология тропических и субтропических растений *in vitro*. Киев: Наукова думка, 2008. 560 с.
21. A large maize (*Zea mays* L.) SNP genotyping array: development and germplasm genotyping, and genetic mapping to compare with the B73 reference genome. Ganai M.W., Durstewitz G., Polley A. et al. *PLoS ONE*. 2011. Vol. 6, No 12: e28334.
22. A novel class of helitron-related transposable elements in maize contain portions of multiple pseudogenes. Gupta S., Gallavotti A., Stryker G.A. et al. *Plant Mol. Biol.* 2005. Vol. 57. P. 115–127.
23. Allelic genome structural variations in maize detected by array comparative genome hybridization. Belo A., Beatty M.K., Hondred D.S. et al. *Theor. Appl. Genet.* 2010. Vol. 120, No 2. P. 355–367.
24. Bennetzen J.L., Hake S.C. Handbook of maize: genetics and genomics. Springer, 2009. 800 p.
25. Buckler E. S., Gaut B. S., McMullen M. D. Molecular and functional diversity of maize. *Cur. Opin. Plant Biol.* 2006. Vol. 9, No 2. P. 172–176.
26. Evolution of DNA sequence nonhomologies among maize inbreds. S. Brunner, K. Fengler, M. Morgante et al. *Plant Cell*. 2005. Vol. 17. P. 343–360.
27. Fedoroff N. V. Transposons and genome evolution in plants. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2000. Vol. 97, No 13. P. 7002–7007.
28. Frascaroli E., Schrag T. A., Melchinger A. E. Genetic diversity analysis of elite European maize (*Zea mays* L.) inbred lines using AFLP, SSR, and SNP markers reveals ascertainment bias for a subset of SNPs. *Theor. Appl. Genet.* 2013. Vol. 126, No 1. P.133–141.

29. Gene duplication and exon shuffling by helitron like transposons generate intraspecies diversity in maize. Morgante M., Brunner S., Rea G. et al. *Nat. Genet.* 2005. Vol. 37, No 9. P. 997–1002.
30. Genetic characterization and linkage disequilibrium estimation of a global maize collection using SNP markers. Yan J., Shah T., Warburton M. L. et al. *PLoS ONE.* 2009. Vol. 4, Is. 12. P. 1–13.
31. Genome-wide genetic changes during modern breeding of maize. Jiao Y., Zhao H., Ren L. et al. *Nat. Genet.* 2012. Vol. 44, No 7. P. 812–815. 23.
32. Introduction to genetic analysis. 8th edition. Griffiths A. J. F., Wessler S. R., Lewontin R. C. et al. NewYork: W. H. Freeman and Company, 2005. 782 p.
33. Meyers B. C., Tingey S. V., Morgante M. Abundance, distribution and transcriptional activity of repetitive elements in the maize genome. *Genome Res.* 2001. Vol. 11, No 10. P. 1660–1676.
34. Molecular characterization of global maize breeding germplasm based on genome-wide single nucleotide polymorphisms. Lu Y., Yan J., Guimaräeset C.T. al. *Theor. Appl. Genet.* 2009. Vol. 120. P. 93–115.
35. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plantarum.* 1962. Vol. 15. P. 473–497.
36. Nosov A. M. Application of cell technologies for production of planta derived bioactive substances of plant origin. *Applied biochemistry and microbiology.* 2012. Vol. 48, No 7. P. 609–624.
37. Pervasive gene content variation and copy number variation in maize and its undomesticated progenitor. Swanson-Wagner R.A., Eichten S.R., Kumari S. et al. *Genome Res.* 2010. Vol. 20, No 12. P. 1689–1699.
38. Qu J., Liu J. A genome-wide analysis of simple sequence repeats in maize and the development of polymorphism markers from next-generation sequence data. *MC Res. Notes.* 2013. Vol. 6:403.
39. Saxena R.K., Edwards D., Varshney R.V. Structural variations in plant genomes. *Brief. Funct. Genomics.* 2014. Vol. 13, No 4. P. 296–307.
40. Sequence composition and genome organization of maize. Messing J., Bharti A. K., Karlowski W. M. et al. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 2004. Vol. 101. P. 14349–14354.
41. Slotkin R. K., Martienssen R. Transposable elements and the epigenetic regulation of the genome. *Nature reviews. Genetics.* 2007. Vol. 8, No 4. P. 272–285.
42. Structure and architecture of the maize genome. Haberer G., Young S., Bharti A.K. al. *Plant Physiol.* 2005. Vol. 139, No 4. P. 1612–1624.
43. Интернет ресурси (сайти):
<http://www.whfreeman.com/ige8e>
<http://www.biotechnology.com>
<http://www.ncbi.proteome>
<http://www.ncbi.blast>
<http://www.ncbi.pubmed>
<https://www.maizegdb.org>

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ОКРЕМИХ ВИДІВ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ АСПІРАНТІВ

Для самостійної роботи студентів з дисципліни «Клітинно-інженерні та молекулярно-генетичні біотехнології сільськогосподарських рослин» передбачені наступні види роботи та відповідні види діяльності аспірантів:

Вид самостійної роботи	Діяльність аспірантів
1. Підготовка до лекцій	Самостійне опрацювання матеріалу, який викладається в лекціях, за допомогою конспекту лекцій та спеціальної літератури.
2. Підготовка до практичних занять	Самостійна підготовка до практичних занять за допомогою конспекту лекцій та спеціальної літератури.
3. Опрацювання тем та питань, які не викладаються на лекціях	Самостійне опрацювання тем та питань, які не викладаються в лекціях, за допомогою спеціальної літератури.
4. Підготовка до заліку	На основі лекційного матеріалу та спеціальної літератури самостійна підготовка до заліку.

Нижче наводяться методичні рекомендації до кожного виду самостійної роботи студентів.

1. ПІДГОТОВКА ДО ЛЕКЦІЙ

При підготовці до лекцій рекомендується самостійно опрацювати викладений в лекціях матеріал за допомогою конспекту лекцій, підручників, навчальних посібників, фахової літератури, наведеної в списку рекомендованої літератури до курсу «Клітинно-інженерні та молекулярно-генетичні біотехнології сільськогосподарських рослин».

Теми лекційного курсу

МОДУЛЬ 1. КЛІТИННО-ІНЖЕНЕРНІ ТА МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧНІ БІОТЕХНОЛОГІЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РОСЛИН

Змістовний модуль 1. КЛІТИННО-ІНЖЕНЕРНІ БІОТЕХНОЛОГІЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РОСЛИН

Тема 1.1. Структура, вимоги і принципи роботи науково-дослідної лабораторії біотехнології сільськогосподарських рослин

Тема 1.2. Клітинна інженерія рослин

МОДУЛЬ 2. МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧНІ БІОТЕХНОЛОГІЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РОСЛИН

Тема 2.1. Загальні принципи структурної організації геномів рослин

Тема 2.2. Генетична інженерія рослин

Тема 2.3. Маркер-асоційована селекція у рослин

2. ПІДГОТОВКА ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

При підготовці до практичних занять необхідно самостійно опрацювати теоретичний матеріал, що складає основу тематики практичної роботи. За допомогою конспекту лекцій, навчальних посібників, фахової літератури, розглянути основні теоретичні положення даної теми.

Теми практичних занять

Практичне заняття 1. Організація наукового експерименту з клітинної інженерії сільськогосподарських рослин. Статистичний аналіз результатів експериментів в культурі *in vitro*.

Практичне заняття 2. Досягнення та перспективи генетичної інженерії рослин. Біозахист і біобезпека при виконанні генетично-інженерних досліджень.

Практичне заняття 3. Методи виділення ДНК. Принципи ампліфікації. Електрофоретичне розділення продуктів ампліфікації.

Практичне заняття 4. Електронні бази даних MaizeGDB (www.maizegdb.org), NCBI (www.ncbi.nlm.nih.gov). Програми статистичного аналізу даних Structure, Tassel для опрацювання експериментальних даних з молекулярно-генетичних досліджень сільськогосподарських культур.

Практичне заняття 5. Основні показники репрезентативності та інформативності SSR- та SNP-маркерів. Параметри для характеристики генотипів за SSR- та SNP-маркерами.

Для самоконтролю підготовки до практичних занять рекомендується відповісти на контрольні запитання, наведені у відповідних виданнях методичних вказівок.

3. ОПРАЦЮВАННЯ ТЕМ ТА ПИТАНЬ, ЯКІ НЕ ВИКЛАДАЮТЬСЯ В ЛЕКЦІЯХ

На самостійне опрацювання аспірантами виносяться питання та теми, які не викладаються в лекціях. Нижче наводиться перелік питань та тем самостійного опрацювання, список літератури по кожній темі. При опрацюванні тем та питань, які не викладаються в лекціях, рекомендується скласти план-конспект кожного питання, в якому в скороченій формі, з використанням схем, рисунків законспектувати опрацьований матеріал. Для самоперевірки засвоєння матеріалу рекомендується відповісти на контрольні запитання.

Тема 2.1. Загальні принципи структурної організації геномів рослин:

Питання. Біоінформатика у дослідженні геному сільськогосподарських рослин

Література:

1. Волкова Н. Е. Молекулярно-генетичні дослідження ядерного геному кукурудзи: монографія. Одеса : Астропринт, 2015. – 120 с.
2. Сатарова Т. М. Молекулярно-генетичні та біохімічні методи контролю за сортовими якостями насіння кукурудзи. Насінництво кукурудзи: навчальний посібник. Київ: Аграрна наука, 2019. С. 150–175.
3. Allelic genome structural variations in maize detected by array comparative genome hybridization. Belo A., Beatty M.K., Hondred D.S. et al. *Theor. Appl. Genet.* 2010. Vol. 120, No 2. P. 355–367.
4. Bennetzen J.L., Hake S.C. Handbook of maize: genetics and genomics. Springer, 2009. 800 p.
5. A large maize (*Zea mays* L.) SNP genotyping array: development and germplasm genotyping, and genetic mapping to compare with the B73 reference genome. Ganai M.W., Durstewitz G., Polley A. et al. *PLoS ONE*. 2011. Vol. 6, No 12: e28334.
6. Structure and architecture of the maize genome. Haberer G., Young S., Bharti A.K. al. *Plant Physiol.* 2005. Vol. 139, No 4. P. 1612–1624.
7. Genome-wide genetic changes during modern breeding of maize. Jiao Y., Zhao H., Ren L. et al. *Nat. Genet.* 2012. Vol. 44, No 7. P. 812–815. 23.
8. Saxena R.K., Edwards D., Varshney R.V. Structural variations in plant genomes. *Brief. Funct. Genomics.* 2014. Vol. 13, No 4. P. 296–307.
9. Сиволап Ю. М., Кожухова Н. Э., Календар Р. Н. Вариабельность и специфичность геномов сельскохозяйственных растений. Одесса: Астропринт, 2011. 336 с.
10. <http://www.ncbi.proteome>
11. <http://www.ncbi.blast>
12. <http://www.ncbi.pubmed>
13. <https://www.maizegdb.org>

Контрольні запитання:

1. Яка мета застосування біоінформатики у дослідженні геному сільськогосподарських рослин?
2. Наведіть наукові біоінформативні бази даних для дослідження геному сільськогосподарських рослин.
3. Що можна дізнатися з біоінформативних баз даних про геном рослин?
4. Охарактеризуйте геном деяких сільськогосподарських рослин (кукурудзи, пшениці, рису тощо) за допомогою біоінформативних баз даних про геном рослин.

Тема 2.2. Генетична інженерія рослин:

Питання. *Світова історія генетичної інженерії сільськогосподарських рослин*

Література:

1. Беззадіна С. О. Генна інженерія в сільському господарстві. *Вісник СНТ ННІ бізнесу і менеджменту ХНТУСГ*. 2019. № 1. С. 87-90.
2. Кучук Н. В. Генетическая инженерия высших растений. Киев: Наукова думка, 1997. 152 с.
3. Мельничук М. Д., Новак Т. В., Кунах В. А. Біотехнологія рослин. Київ: Поліграф консалтинг, 2003. 520 с.
4. Притульська Н. В., Пономарьов П. Х., Донцова І. В. Стан і перспективи виробництва генетично модифікованих сільськогосподарських культур. *Вісник Львівської комерційної академії. Серія товаровознавча*. 2013. Вип. 13. С. 28-31.
5. Про державну систему біобезпеки при створенні, випробуванні, транспортуванні та використанні генетично модифікованих організмів: Закон України від 04.10.2018 р. № 1103-V. *Відомості Верховної Ради України*. 2007. № 35. С. 484.
6. Сатарова Т. Н., Черчель В. Ю., Черенков А. В. Кукуруза: биотехнологические и селекционные аспектыг аплоидии: монография. Днепропетровск: Новая идеология, 2013. 552 с.
7. Сатарова Т. М., Абраїмова О. Є., Вінніков А. І., Черенков А. В. Біотехнологія рослин: навчальний посібник. Дніпропетровськ: Адверта, 2016. 136 с.
8. Лутова Л. А. Генетическая инженерия растений: свершения и надежды. *Соросовский образовательный журнал*. 2000. № 10. С. 10–17.
9. Agricultural biotechnology: A Catholic Rural Life Perspective, June 2002.
10. Paine J.A., Shipton C.A., Chaggar S., Howells R.M., Kennedy M.J., Vernon G., Wright S.Y., Hinchliffe E., Adams J.L., Silverstone A.L., Drake R. A new version of Golden Rice with increased pro-vitamin A content. *Nature Biotechnology*. 2005. №и 23. P. 482-487.
11. <http://www.biotechnology.com>
12. <http://www.ncbi.proteome>
13. <http://www.ncbi.blast>

14. <http://www.ncbi.pubmed>
15. <https://www.maizegdb.org>

Контрольні запитання:

1. В які роки починається розвиток генетичної інженерії сільськогосподарських рослин у різних країнах світу?
2. Які основні напрямки генетичної інженерії сільськогосподарських рослин сформувалися і формуються у різних країнах світу?
3. Яке ставлення суспільства до генетичної інженерії сільськогосподарських рослин у різних країнах світу?
4. Назвіть видатних вчених, які ввійшли до світової історії генетичної інженерії сільськогосподарських рослин у різних країнах світу.

Тема 2.3. Маркер-асоційована селекція у рослин:

Питання. *Стан та перспективи використання паспортизації та сертифікації генотипів сільськогосподарських рослин у світовій практиці*

Література:

1. Волкова Н. Е. Молекулярно-генетичні дослідження ядерного геному кукурудзи: монографія. Одеса : Астропринт, 2015. – 120 с.
2. Сатарова Т. М. Молекулярно-генетичні та біохімічні методи контролю за сортовими якостями насіння кукурудзи. Насінництво кукурудзи: навчальний посібник. Київ: Аграрна наука, 2019. С. 150–175.
3. Сиволап Ю. М., Кожухова Н. Э., Календар Р. Н. Вариабельность и специфичность геномов сельскохозяйственных растений. Одесса: Астропринт, 2011. 336 с.
4. Allelic genome structural variations in maize detected by array comparative genome hybridization. Belo A., Beatty M.K., Hondred D.S. et al. *Theor. Appl. Genet.* 2010. Vol. 120, No 2. P. 355–367.
5. Bennetzen J.L., Hake S.C. Handbook of maize: genetics and genomics. Springer, 2009. 800 p.
6. Genome-wide genetic changes during modern breeding of maize. Jiao Y., Zhao H., Ren L. et al. *Nat. Genet.* 2012. Vol. 44, No 7. P. 812–815. 23.
7. Qu J., Liu J. A genome-wide analysis of simple sequence repeats in maize and the development of polymorphism markers from next-generation sequence data. *MC Res. Notes.* 2013. Vol. 6:403.
8. Buckler E. S., Gaut B. S., McMullen M. D. Molecular and functional diversity of maize. *Cur. Opin. Plant Biol.* 2006. Vol. 9, No 2. P. 172–176.
9. Frascaroli E., Schrag T. A., Melchinger A. E. Genetic diversity analysis of elite European maize (*Zea mays* L.) inbred lines using AFLP, SSR, and SNP markers reveals ascertainment bias for a subset of SNPs. *Theor. Appl. Genet.* 2013. Vol. 126, No 1. P.133–141.
10. Molecular characterization of global maize breeding germplasm based on genome-wide single nucleotide polymorphisms. Lu Y., Yan J., Guimaräeset C.T. al. *Theor. Appl. Genet.* 2009. Vol. 120. P. 93–115.

11. Genetic characterization and linkage disequilibrium estimation of a global maize collection using SNP markers. Yan J., Shah T., Warburton M. L. et al. *PLoS ONE*. 2009. Vol. 4, Is. 12. P. 1–13.
12. <http://www.biotechnology.com>
13. <http://www.ncbi.proteome>
14. <http://www.ncbi.blast>
15. <http://www.ncbi.pubmed>
16. <https://www.maizegdb.org>

Контрольні запитання:

1. Який наявний досвід використання паспортизації та сертифікації генотипів сільськогосподарських рослин у світовій практиці?
2. Які перспективи використання паспортизації та сертифікації генотипів сільськогосподарських рослин у світовій практиці?
3. Який стан використання паспортизації та сертифікації генотипів сільськогосподарських рослин в Україні?
4. Які фактори лімітують/стимулюють використання паспортизації та сертифікації генотипів сільськогосподарських рослин у світовій практиці?

4. ПІДГОТОВКА ДО ЗАЛІКУ

На залік як узагальнений контрольний захід виноситься весь матеріал, викладений у навчальній програмі дисципліни «Клітинно-інженерні та молекулярно-генетичні біотехнології сільськогосподарських рослин».

При підготовці до заліку необхідно користуватися конспектом лекцій та фаховою літературою, викладеною в основному та додатковому списку.

Список використаної літератури

1. Волкова Н. Е. Молекулярно-генетичні дослідження ядерного геному кукурудзи: монографія. Одеса : Астропринт, 2015. 120 с.
2. Калинин Ф. Л., Кушнир Г. П., Сарнацкая В. В. Технология микрклонального размножения растений. Киев: Наукова думка, 1992. 230 с.
3. Кунах В. А. Біотехнологія лікарських рослин. Генетичні та фізіолого-біохімічні основи. Київ: Логос, 2005. 730 с.
4. Кучук Н. В. Генетическая инженерия высших растений. Киев: Наукова думка, 1997. 152 с.
5. Мельничук М. Д., Новак Т. В., Кунах В. А. Біотехнологія рослин. Київ: Поліграф консалтинг, 2003. 520 с.
6. Сатарова Т. М. Молекулярно-генетичні та біохімічні методи контролю за сортовими якостями насіння кукурудзи. Насінництво кукурудзи: навчальний посібник. Київ: Аграрна наука, 2019. С. 150–175.
7. Сатарова Т. М., Абраїмова О. Є., Вінніков А. І., Черенков А. В. Біотехнологія рослин: навчальний посібник. Дніпропетровськ: Адверта, 2016. 136 с.

8. Сатарова Т. Н., Черчель В. Ю., Черенков А. В. Кукуруза: биотехнологические и селекционные аспектыг аплоидии: монография. Днепропетровск: Новая идеология, 2013. 552 с.

9. Сиволап Ю. М., Кожухова Н. Э., Календар Р. Н. Вариабельность и специфичность геномов сельскохозяйственных растений. Одесса: Астропринт, 2011. 336 с.

10. Черевченко Т. М., Лаврентьева А. Н., Иванников Р. В. Биотехнология тропических и субтропических растений *in vitro*. Киев: Наукова думка, 2008. 560 с.

11. Bennetzen J.L., Hake S.C. Handbook of maize: genetics and genomics. Springer, 2009. 800 p.

ЗМІСТ

	стор.
Передмова	3
Навчальна програма дисципліни «Клітинно-інженерні та молекулярно-генетичні біотехнології сільськогосподарських рослин».....	3
Список рекомендованої літератури	6
Методичні рекомендації до окремих видів самостійної роботи аспірантів	9
Підготовка до лекцій	9
Підготовка до практичних занять	10
Опрацювання тем та питань, які не викладаються в лекціях	11
Підготовка до заліку	14
Список використаної літератури	14