Прилог бр.3	Предметна програма од прв циклус на студии				
1.	Наслов на наставниот предмет	**ГЕНЕТСКИ МОДИФИЦИРАНИ ОРГАНИЗМИ (ГМО)**			
2.	Код	**ФЗНХ 28**			
3.	Студиска програма	**Анимално производство**			
4.	Организатор на студиската програма (единица, односно институт, катедра, оддел)	**Факултет за земјоделски науки и храна-Скопје**			
5.	Степен (прв, втор, трет циклус)	**Прв циклус студии**			
6.	Академска година/семестар	**Втора година; III семестар**	7.	Број на ЕКТС кредити	**6**
8.	Наставник	**Проф. д-р Зоран Т. Поповски**			
9.	Предуслови за запишување на предметот	Пожелни се претходни општи предзнаења од биохемија и генетика.			

10. **Цели на предметната програма (компетенции):**

Преку наставната дисциплина Генетски модифицирани организми (ГМО) студентите ќе се запознаат со примената на генетското инженерство во унапредувањето на земјоделското производство преку создавање култури со толерантност кон пестициди, отпорност кон штетници, со подобрени нутритивни и агротехнички карактеристики. Понатаму студентите ќе треба да ги разберат потенцијалните ризици од примената на ГМ земјоделски култури и животни врз животната средина, здравјето на луѓето и животните и врз економските тековите во производството на храна. Во практичен смисол, студентите ќе стекнат вештини за изолација и анализа на гени и нивно внесување во други организми. На крај, студентите ќе треба да стекнат вештини во откривањето и квантифицирањето на ГМО во храна, во семе и друг репродуктивен материјал и во сточна храна.

11. **Содржина на предметната програма:**

Теоретска настава: Потсетување на молекуларна биологија – клетки, органели, молекуларна архитектура на клетките, прокариоти и еукариоти; Потсетување на поими од молекуларна биологија и генетика; Вовед – што е генетско инженерство, историски развој, примена во производството на храна; Структура и функција на нуклински киселини – состав на нуклеотиди (азотни база, пентози и фосфорна киселина), Организација на геноми; Вектори – плазмиди, козмиди, бактерифаги, фагемиди, квасочни вектори; Клетки – домаќини (компетентни клетки); Стратегии за клонирање гени; Експресија на клонирани гени; CRISPR – Cas9 технологија (едитирање на гени); Клонирање на гени versus Клонирање на организми; Ракување со нуклеински киселини – теоретски основи на: ДНК и РНК изолација, квантификација и прочистеност на ДНК и РНК (дензитометриски и спектрофотометриски), умножување на секвенци на ДНК со PCR и видови PCR, реверзна транскрипција на РНК во ДНК, дигестија на ДНК, обележување и хибридизација на нуклеински киселини, секвенционирање на ДНК; Етички аспекти на генетското инженерство; Примена на генетските модификации кај земјоделските култури – ГМЗК толерантни на хербициди, ГМЗК отпорни на инсекти, вируси и бактерии, ГМЗК адаптирани на неповолни надворешни влијанија, ГМЗК со подобрени нутритивни карактеристики, ГМЗК со продолжено време на зреење, ГМЗК со други агротехнички предности; Производство на рекомбинантни протеини со примена на ГМО; Легислатива за ГМО; Обележување на ГМО; Авторизација на ГМО – национални авторитети, EFSA, ЕК и ЕП; Анализа и контрола на ГМО – ENGL; Ризици од примена на ГМЗК врз здравјето, животната средина и економијата; Етика во генетското инженерство.

Практична настава: Вовед во лабораториска работа (организација на лабораторија, реагенси, подготовка на раствори, запознавање со потрошен материјал, стаклариј, апарати и инструменти, опасности и мерки за заштита во лабораторија за генетско инженерство), Изолација на ДНК од суров и процесиран материјал со примена на китови и со т.н in house техники, Proficiency testing (ring trial) при анализа на ГМО, Електрофореза на ДНК и протеини, Амплификација (умножување) на ДНК секвенци со Полимеразно верижна реакција (Polymerase Chain Reaction – PCR), Мултиплекс PCR за откривње на housekeeping ген и клонираните гени, Real Time PCR – подготовка на примероци, програмирање и анализа на добиени резултати, Квалитативна анализа за присуство на ГМО преку анализа на промоторни и терминаторни секвенци со китови за RT PCR, Секвенционирање на ампликони со ДНК анализатор заради идентификација на инсертирани ДНК фрагменти, Користење на платформата NCBI за потребите на генетските модификации и контролата на ГМО ,Примена на софтвери во анализа на податоци во генетското инженерство

12. Методи на учење:

Предавањата ќе се реализираат со примена на Power Point презентации, линкови од видео клипови, постери, наставни филмови (Blueprint of life, Manipulating DNA, Clone и др.) и 10-ина видео клипови со дел од експериментите предвидени со вежбите кои ќе се емитуваат во текот на предавањата како подготовка за практичната настава. Во текот на наставата ќе се применува интерактивниот пристап (дијалошката метода) со активно учество и на студентите.

Во текот на наставата е предвидено и изработување на индивидуални семинарски работи кои на крајот од

	семестарот ќе бидат презентирани од страна на студентите. Практичната работа ќе се реализира во научно-истражувачките лаборатории на Катедрата за биохемија и генетско инженерство. Според можностите, некои од експериментите ќе се реализираат прек индивидуална работа, а некои вежби ќе имаат групен или демонстрационен карактер. Во текот на наставата како наставни и нагледни средства ќе се користат печатени и во електронски форми на учебник и практикум, наставни филмови, постери од објавени трудови, клипови од сопствена продукција и материјали кои се користат во реализација на научно-истражувачки проекти на Катедрата за биохемија и генетско инженерство при ФЗНХ.				
13.	Вкупен расположлив фонд на време			**6 ЕКТС x 30 часови = 180 часови**	
14.	Распределба на расположливото време			**45+30+105 = 180 часови (15.1+15.2+16.1+16.2+16.3)**	
15.	Форми на наставните Активности	15.1	Предавања – теоретска настава	**45**	Часови
		15.2	Вежби - лабораториски тимска работа	**30**	Часови
16.	Други форми на активности	16.1	Семинари	**20**	Часови
		16.2	Посета на други лаборатории	**10**	Часови
		16.3	Домашно учење	**75**	Часови
17.	Начин на оценување				
	17.1	Тестови		**0**	Бодови
	17.2	Семинарска работа/проект (презентација: писмена и усна)		**0**	Бодови
	17.3	Активност и учество		**0**	Бодови
18.	Критериуми за оценување (бодови/оценка)		**до 50 бода**	**5**	**(пет) (F)**
			од 51 бода до 60 бода	**6**	**(шест) (E)**
			од 61 бода до 70 бода	**7**	**(седум) (D)**
			од 71 бода до 80 бода	**8**	**(осум) (C)**
			од 81 бода до 90 бода	**9**	**(девет) (B)**
			од 91 бода до 100 бода	**10**	**(десет) (A)**
19.	Услов за потпис и полагање на завршен испит	Присуство на најмалку 75% од термините за предавања и вежби			
20.	Јазик на кој се изведува наставата	**Македонски**			
21.	Метод на следење на квалитетот на наставата	**Анонимна анкета на студентите**			
22.	Литература				

22.1 Задолжителна литература

Ред. број	**Автор**	**Наслов**	**Издавач**	**Година**
1.	Зоран Т. Поповски Благица Танасковска	Генетски модификации – скрипта	ФЗНХ	2022
2.	К. Бајровиќ	Увод у генетско инжењерство и биотехнологију	Универзитет у Сарајеву	2005
3.	D. Nicholl	An introduction in genetic engineering	Oxford press	1995
4.	Editor in Chief Munis Dündar Contributors: Dijana Plaseska – Karanfilska, Zoran T. Popovski, Bratislav Stankovic	Current applications of biotechnology. Chapter 16: Recombinant DNA technology and genetic engineering	EBTNA	2013

22.2 Дополнителна литература

Ред. број	Автор	Наслов	Издавач	Година
1.	Зоран Т. Поповски Благица Танасковска Елизабета Мискоска	Прирачник за методи базирани на PCR	ФЗНХ	2013

			Милевска			
		2.	Група автори	ENGL Guide for GMO control	JRC - EU	2002…
		3.	Ж. Е. Сералини	ГМО кои го менуваат светот	Магор – Скопје	2009
		4.	Зоран Т. Поповски и сор.	Трудови за примена на генетското инженерство, производството и контролата на ГМО	Разни списанија	2006 -