

Проектно-рольова гра «Біотехнологія, генетична інженерія: фінансування наукових розробок»

Як користуватися книгою. Умовні позначки і пояснення	2
I. Вступ	4
1. Поняття і ключові ознаки гри. Гра як пізнавальна діяльність	4
2. Проектна діяльність учнів, використання проектної діяльності в навчальному процесі. Переваги і недоліки проектної діяльності	5
3. Рольова гра. Урочні і позаурочні рольові ігри, їхні переваги і недоліки з погляду навчального процесу	6
4. Проектно-рольова гра	8
II. Загальний опис проектно-рольової гри «Біотехнологія, генетична інженерія: фінансування наукових розробок»	10
1. Цілі гри, учасники, їхні ролі і розподіл на групи	10
2. Структура (етапи) гри, діяльність учасників гри на різних етапах	14
III. Докладний опис етапів гри, діяльності вчителя (-їв) і груп учнів на різних етапах гри	17
1. Підготовчий етап	17
2. Стартовий етап	17
3. Пошуково-дослідницький етап	18
А) Вчитель	18
Б) Члени Комісії з фінансування	19
В) Проектно-дослідницькі групи	19
Г) Представники природоохоронних організацій, «зелені»	21
Д) Представники релігійних і громадських організацій, експерти	21
Е) Представники широкої громадськості	22
Ж) Представники засобів масової інформації	22
4. Результуючий етап (засідання Комісії з фінансування наукових розробок)	23
А) Підготовка до засідання комісії	23
Б) Засідання Комісії з фінансування наукових розробок	23
5. Етап обговорення й оцінювання.	24
IV. Можливості ускладнення і спрощення гри	26
Додаток. Додаткові джерела для вчителів і груп учнів	28
1. Вчительський розділ	28
1.1. Правила проведення заняття «Біологічний Цар Гори»	28
1.2. Групова робота учнів на уроці і «Коефіцієнт особистої участі» учня в загальній роботі	29
2. Розділ для всіх учасників проектно-рольової гри	31
2.1. Принципи складання заявок на одержання грантів	31
2.2. Матеріал для членів науково-дослідницьких груп: загальні принципи, напрямки та результати генетично-інженерних досліджень	39
2.3. Матеріал для представників природоохоронних організацій: небажані наслідки біотехнології для навколишнього середовища	54
2.4. Матеріал для кореспондентів: зразки статей із різних типів видань	71
2.5. Позиція Православної Церкви с питань біоетики	75
2.6. Міжнародне, європейське та українське законодавство про ГМО	78
Література	83

Як користуватися книгою. Умовні позначки і пояснення

Книга складається з чотирьох розділів і двох блоків додатків.

Розділ I – «Вступ» - написаний для вчителів-методистів, методистів і вчителів, що цікавляться теорією використання різних форм організації навчальної діяльності учнів. Він сухий, майже академічний і при практичному інтересі читача до теми може бути безболісно прочитаний «по діагоналі» чи взагалі пропущений. Але зацікавлений читач знайде в ньому висловлювання класиків жанру про ключові ознаки гри, вказівки до проектної діяльності учнів, а також основні принципи проектно-рольової гри.

Розділ II - «Загальний опис проектно-рольової гри “Біотехнологія, генетична інженерія: фінансування наукових розробок”» адресований переважно вчителям, що наважаться на проведення гри. Основні відомості: мета гри, ролі учасників і розподіл на групи, структура гри і діяльність учасників гри на різних її етапах – доповнено корисною інформацією про оптимальні, на погляд автора, варіанти рішень і проілюстровані прикладами.

III розділ – «Докладний опис етапів гри, діяльності вчителя (-ів) і груп учнів на різних етапах гри» - схожий на знайомі багатьом учителям джерела армійської мудрості, наприклад, «Статут гарнізонної і вартової служби». У розділі докладно описано, що на якому етапі робить кожен з учасників проектно-рольової гри для того, щоб досягти успіху на засіданні Комісії з фінансування наукових розробок. Працювати з ним можуть і вчителі, і учні, але варто пам'ятати, що в розділі лише рекомендується деяка послідовність певних дій, у яку учасники можуть і повинні вносити свої зміни.

У IV розділі («Можливості ускладнення і спрощення гри») пропонуються варіанти адаптації базового, орієнтованого на біологію варіанта гри до конкретних місцевих умов навчального закладу, у якому може відбутися проектно-рольова гра.

Для полегшення роботи всіх учасників конкурсу науково-дослідних проектів підготовлені два блоки додатків. Перший - «Учительський розділ» - містить опис ряду методичних розробок і прийомів, корисних для викладачів, і не тільки в рамках проектно-рольової гри. Другий розділ загальний, він так і називається: «Розділ для всіх учасників проектно-рольової гри». У ньому приводяться матеріали, корисні для підготовки учасників, а також невелика добірка web-сторінок і список літератури.

Для ряду аспектів проектно-рольової гри введені позначення важливості і значимості окремих її складових (оцінки зроблені для базового, орієнтованого насамперед на біологію варіанта гри):



- безумовно необхідний компонент, що вимагає великої уваги, без його реалізації неможливе проведення гри (по п'ятибальній системі його значимість – **5** балів).



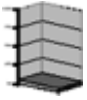
- важливий для успішного втілення мети і задач гри компонент, його наявність дуже бажана, значимість **4** бали.



- досить важливий аспект гри, але його відсутність не порушить повноцінного протікання заняття, значимість **3** бали.



- менш важливий компонент гри, його відсутність незначно позначиться на ефективності гри, значимість **2** бали.



- складний чи маловажний компонент гри, відсутність якого не вплине на ктивність гри, але реалізація якого за певних умов корисна; по п'ятибальній системі його значимість – 1 бал.

Умовні знаки розташовуються в тексті абзацу, значимість якого представляють, у правій верхній його частині. Завдяки їм працюючі з книгою можуть зорієнтуватися у виборі оптимального для себе варіанта дій.

У своє виправдання автор може сказати, що організовував і проводив власну проектно-рольову гру зазначеної теми (щоправда, у трохи спрощеному варіанті), а також сам випробував запропоновані в тексті методичні прийоми на власних учнях – і залишився цілий і неушкоджений. Якщо ж у когось виникнуть сумніви чи питання, їх можна вирішити, звернувшись до автора електронною поштою (kozlenkoa@narod.ru і eidos-ua@ukr.net) або залишивши запис в гостьовій книзі особистого web-сайта (<http://www.kozlenkoa.narod.ru/>).

I. Вступ

1. Поняття і ключові ознаки гри. Гра як пізнавальна діяльність

Ігри й ігрові методи використовують у своїй повсякденній практиці практично всі педагоги, оскільки гра дозволяє підвищити пізнавальний інтерес учнів, дає можливість піднести, застосувати і закріпити знання в більш яскравій формі й у невимушеній обстановці.

Гра як культурне явище старіше всіх наук і практично усіх форм мислення. Докладний аналіз гри як категорії культури, її походження на ранніх етапах становлення людства і значення для сучасної людини наведені відомим культурологом Й. Хейзингой у книзі «Homo Ludens» – «Людина Граюча» ([1], див. також [2], [3]). На основі першого розділу цієї книги, «Характер і значення гри як явища культури» назвемо основні, найбільш істотні ознаки гри:

- Гра являє собою не тільки біологічну, чисто фізичну діяльність організму – усяка гра щось значить, **має сенс**.
- «Усяка Гра є насамперед і в першу чергу **вільна дія**. Вимушена не може залишатися грою. Хіба що — змушеним відтворенням гри» ([1], с. 26). Як наслідок, гра обов'язково припускає власну активність її учасників.
- Гра є деякою **надмірністю**: «Для людини дорослої і наділеної почуттям відповідальності гра – те, без чого вона могла би й обійтися. Гра – по суті, надлишкова» ([1], с. 26).
- Гра – це визначена **якість діяльності, відмінна від "повсякденного" життя**, більш того, на час гри плин звичайного, повсякденного життя як би переривається, щоденність скасовується.
- Важлива ознака гри – **ізолюваність**: «Гра відокремлюється від повсякденного життя місцем і тривалістю. Її...характерна ознака – замкнутість. Вона “розігрується” у визначених границях місця і часу. Її плин і зміст укладені в ній самій» ([1], с. 28). Т.ч., гра протікає в обговорений час у чітко визначеному місці.
- Гра як **феномен культури**. «Гра відразу ж закріплюється як культурна форма. Один раз зіграна, вона залишається в пам'яті як деякий духовний витвір духовна цінність, передається від одних до інших і може бути повторена в будь-який час» ([1], с. 28).
- «Усяка гра протікає в заздальгедь позначеному ігровому просторі, матеріальному чи мислимому... Арена, гральний стіл, магічне коло, храм, сцена, кіноекран, судова присутність – усі вони, за формою і функцією, суть ігрові простори, тобто відчужена земля, відособлені, освячені території, де мають силу свої особливі правила» ([1], с. 28).
- Усередині ігрового простору панує власний, безумовний порядок: «Вона встановлює порядок, вона сама є порядок. Порядок, установлюваний грою, непорушний» ([1], с. 28). Це знаходить втілення в **правилах гри**, безумовно обов'язкових для всіх граючих : «У кожній грі – свої правила. Ними визначається, що саме повинно мати силу у виділеному грою тимчасовому світі. ...Стосовно правил гри всякий скептицизм недоречний» ([1], с. 29).
- Грі притаманний **елемент напруги**, що займає дуже важливе місце: «Напруга — свідчення непевності, але і наявності шансу. Щось “удається” при певному зусиллі... Саме елемент напруги надає ігровій діяльності, що сама по собі лежить поза областю добра і зла, той чи інший етичний зміст. Адже напруга гри піддає сили гравця випробуванню: його фізичні сили, завзятість, винахідливість, мужність і витривалість, але разом з тим і його духовні сили, оскільки він, маючи по-

лум'яне бажання виграти, змушений триматися в рамках дозволеного» ([1], с. 29). Якщо елемент напруги занадто великий, а виграш, вдала дія в грі для людини не значимі, то вона не грає. Гра – це значиме для її учасників дійство.

- Винятковість і відособленість гри виявляються в **таємничості**, якою гра любить себе оточувати, що здобуває іноді і зовнішнє вираження: «Інобуття і таємниця гри разом зримо виражаються в перевдяганні. “Незвичайність” гри досягає тут своєї вищої сили. Людина, що переодягається чи вдягає маску, “грає” іншу істоту. Але вона і “є” ця інша істота!» ([1], с. 31).

«Підсумовуючи, – пише Й.Хейзинга, – ми можемо назвати гру, з погляду форми, деякою вільною діяльністю, що усвідомлюється як “несправжня”, не зв'язана з повсякденним життям і проте здатна цілком захопити гравця; яка не обумовлюється ніякими найближчими матеріальними інтересами чи користю, що може бути отримана; яка протікає в особливо відведеному просторі і часі, впорядковано і відповідно до визначених правил і викликає до життя суспільні об'єднання, що прагнуть оточувати себе таємницею чи підкреслювати свою незвичайність стосовно іншого світу своєрідним одягом і виглядом» ([1], с. 31).

Такий докладний опис основних якостей, властивостей гри обумовлений тим, що про них важливо пам'ятати при організації розвиваючих і навчальних ігор у навчальному процесі, ефективно використовувати достоїнства ігрової діяльності в різних формах занять.

2. Проектна діяльність учнів, використання проектної діяльності в навчальному процесі. Переваги і недоліки проектної діяльності

Проектна діяльність широко використовується як форма навчальної роботи в технічних навчальних закладах. Вона являє собою своєрідну форму організації навчального процесу, що припускає доскональне, самостійне вивчення студентами якої-небудь проблеми з презентацією і наступним захистом результатів роботи. Однак її використання в загальноосвітній і профільній середній школі цілком виправдане, тому що вона дозволяє навчати школярів навичкам самостійної пошукової і дослідницької роботи, підвищує мотивацію до навчання, дозволяє адаптувати учня до реалій сучасного світу. «Проектна діяльність дає можливість вийти за межі уроку і представити досліджувану проблему «об'ємно», не тільки з позицій різних дисциплін, але з позицій етики і моралі» - пише Галина Ефименко, учитель біології з Москви [4].

Основні характеристики проекту як форми навчальної діяльності:

- являє собою самостійну індивідуальну чи групову роботу пошукового, дослідницького чи творчого характеру;
- проводиться по строго визначеній темі;
- вимагає залучення різноманітних джерел інформації;
- дозволяє розглянути тему з різних позицій, реалізує міжпредметні зв'язки;
- завершується презентацією результатів роботи;
- обов'язково включає оцінку і самооцінку роботи;
- проводиться в тісному контакті між учнями і вчителями;
- планується й організується командою вчителів.

Основною задачею проекту в школі є одержання знань (як по програмі, так і понад програмою) і здійснення міжпредметних зв'язків. На відміну від проектів вищих навчальних закладів, шкільний проект, як правило, являє собою колективну форму діяльності, у якій від організації взаємодії учнів між собою і з учителем залежить успіх усього проекту. «Складання переліку питань, визначення задач роботи, вибір методів вивчення обраної теми (соціологічне опитування, інтерв'ю, експеримент), вибір спо-

собу презентації проекту (відеофільм, газета, театральна постановка, дискусія, конкурс) здійснюються в процесі колективного обговорення. Там же намічається особиста роль кожного учасника проекту в рішенні загальної задачі.» (цит. за [4]).

У шкільному проекті дуже висока роль учителя. Він організує й уважно контролює кожен етап роботи, стежить за тим, щоб учасники проекту не відхилялися від поставленої теми, їхня пошукова діяльність була спрямована на досягнення визначеного результату, цікавого і посилюючого для учасників проекту. Крім того, вчитель у помітному ступені сприяє тому, щоб неформальне спілкування учнів між собою, що складає основу успіху даної форми пізнавальної діяльності учнів, було спрямоване на рішення навчальних задач. Також вчитель, що вирішив організувати проектну діяльність, повинний продумати взаємодію з колегами, чия допомога буде необхідна в реалізації міжпредметних зв'язків, а також в оформленні і захисті презентацій.

З прикладом шкільного проекту **"Складання шкільного меню"** (біологія – базовий предмет, хімія, література – допоміжні) можна ознайомитися на сайті газети «1 Вересня» (<http://www.1september.ru/ru/bio/public/pub1.htm>).

Відзначимо переваги і недоліки проекту як форми організації шкільної навчальної діяльності.

Переваги:

- Можливість поглибленого і багатобічного вивчення окремих тем;
- Дослідницький, пошуковий характер;
- Значна самостійність учнів у виборі форм і видів діяльності;
- Активна взаємодія між всіма учасниками проекту, комунікативний аспект;
- Можливість організації пізнавальної діяльності на основі внутрішньої мотивації до навчання.

«Неформальне спілкування з товаришами і вчителем, - пише Г. Ефименко, - розкриває творчий потенціал дитини і дозволяє їй успішно справитися з виконанням проекту. Крім того, колективна діяльність такого роду дає дитині можливість відчувати свою значимість у колективі, і, у той же час, навчитися цінувати внесок інших людей у загальну справу. Таким чином, проект має не тільки освітнє, але і соціальне значення.»

Недоліки:

- Деяка академічність проекту, здатна знизити пізнавальний інтерес, віджахнути учнів;
- Невисока ігрова складова цієї форми навчальної діяльності, що обмежує можливість досягнення успіху учнями з різними типами мислення, орієнтація на логічне, «лівопівкульове» мислення.

Новою формою проектної діяльності, усе ширше використовуваною педагогами, є підготовка дистанційних проектів, орієнтованих на Інтернет. Вони можуть здійснюватися в різних формах – від індивідуального чи групового пошуку інформації в Інтернет по заданій вчителем темі (з підготовкою повідомлення по ній) чи складання тематичного каталогу web-посилань до спільного створення web-проекту групами учнів, просторово віддаленими друг від друга і взаємодіючими між собою за допомогою сучасних телекомунікаційних технологій.

3. Рольова гра. Урочні і позаурочні рольові ігри, їхні переваги і недоліки з погляду навчального процесу

Поняття "рольова гра" інтерпретується не однозначно. Наприклад, досить часто (особливо в американській педагогіці) вважається, що в рольовій грі її учасник має заздалегідь заготовлені слова, є визначений сценарій, відомий кінцевий результат.

Приклади таких ігор – із прописаним, цілком чи частково, сценарієм для кожного учасника – досить численні¹.

Рольова гра є різновидом психодрами (соціодрами). Саме театральність, «вживання» учасників у визначений, заздалегідь обраний образ є головною специфічною рисою рольової гри. За рахунок виникнення сильних емоційних переживань, зв'язаних зі змістом самої ролі, з якістю її виконання всіма учасниками гри, з реалізацією загального сюжету, досвід гри може вплинути на розвиток особистості. Однак ситуація, що є основою гри, може бути не тільки вигаданою, але і цілком реальною; важливо, щоб у ході рольової гри учасники навчилися займати визначену позицію, відстоювати думку. Рольові ігри, що вписуються в рамки навчально-виховного процесу², можливі в самих різних формах: моделювання ситуації чи епохи міжособистісних, професійних, міжгрупових, міжетнічних відносин, навчального суду й ін.; але ефективність цієї форми навчальної діяльності підвищується, якщо здійснюється моделювання життєвих ситуацій, що мають особистісний зміст для учасників. У такому випадку застосування ігрових методів у навчанні дає унікальну можливість придбати досвід дії до зіткнення з «дійсною» практикою.

Рольові ігри мають великий виховний потенціал. Вони дозволяють педагогу ефективно використовувати активність учнів, не реалізовану в рамках уроку. Для учнів з «надлишковою активністю» (що часто попадають у категорію небажаних, «поганих учнів»), гра стає свого роду «простором активності», що дає можливість реалізувати не цілком затребуваний енергетичний потенціал. З іншого боку, негативна оцінка дій у грі (як з боку організаторів, так і з боку інших гравців) є одним з найсильніших засобів корекції поведінки.

Переваги рольових ігор (по [5], із зм.):

- Рольова гра дає можливість для одержання додаткових знань, для виявлення невисвітлених у навчальному курсі питань; учні можуть показати уміння застосовувати отримані знання в рішенні поставлених задач;
- Сприяє розвитку навичок участі в дискусії, співробітництва в досягненні поставленої мети; розвиваються творчі здібності при рішенні поставлених проблем;
- Учні намагаються займати різні позиції, знаходити аргументи і формулювати погляди в тій чи іншій ролі (що часто не співпадає з їх власними поглядами); формується толерантне ставлення до інших думок;
- Дозволяє направити в корисне русло надлишкову активність учнів, дає можливість самовираження, прояву емоцій у соціально прийнятних (і бажаних) формах для учнів з особливостями поведінки.

Недоліки:

- Заздалегідь передбачений результат (а найчастіше – і діяльність кожного з учасників), що знижує інтерес до гри.
- Зазвичай невисокий рівень науковості, пізнавальної спрямованості ігор, захоплення зовнішньою стороною ролі, уподібнення.

¹ Жаркова Г.С., УВК №1862, г. Москва: Урок - ролевая игра «Мир вокруг нас».

(<http://www.mioo.ru/podrazdinfpage.php?id=40&prjid=169&ctree=cccccccccc&onewnd=ecenter&list=tasks&taskid=2&pv=no>)

Руднева В. А., Московская гимназия № 1543 на Юго-Западе: Сюжетно-ролевая игра «Судебная хроника Химической страны» (<http://center.fio.ru/som/getblob.asp?id=10003307>)

Хваткова Г., г. Трехгорный: Сюжетно-ролевая игра для учащихся VI классов "Афины и Спарта" (http://www.1september.ru/ru/his/2001/21/no21_01.htm)

² Про позаурочні рольові ігри історико-культурного напрямку, їх організації та проведенні див. П. Шилов, Игра и игровые методы в обучении и образовании. <http://mspi.narod.ru/fan.html>

- Невисока мотивація до навчальної діяльності: потенційно важливий навчальний матеріал підноситься (часто - дуже в'яло) учасниками гри пасивним слухачам, не зацікавленим у його сприйнятті.
- Складність (якщо не неможливість) оцінювання діяльності учасників у стандартній оцінювальній системі.
- Важливі умови успішної рольової гри - доброзичливість групи, спонтанність поведінки учасників, імпровізація – можуть виявитися нереалізованими через напружену психологічну атмосферу в колективі, міжособистісні конфлікти, особливо в старших класах. Саме емоційна складова багато в чому визначає успіх рольової гри, що робить її непрогнозованою в неконструктивному, деструктивному напрямку.

4. Проектно-рольова гра

Об'єднати переваги проектної діяльності (високий рівень науковості, глибина освоєння навчального матеріалу, ефективна групова і міжособистісна взаємодія учасників, можливість організації пізнавальної діяльності на основі внутрішньої мотивації до навчання) з перевагами рольових ігор (високим емоційним рівнем, активністю й особистісним переживанням учасниками того, що відбувається), а також у міру сил скорегувати недоліки обох видів діяльності може **проектно-рольова гра**. У ній учасники, індивідуально чи в групах, виконують визначені проектні завдання, близькі за тематикою, і готують презентації власних проектів, захист яких здійснюється у вигляді рольової гри. При цьому забезпечується можливість використання різних якостей учасників - від уміння мислити, виконувати творчі і пошуково-дослідницькі завдання, зрозуміло довести свої думки і теорії, активно і коректно брати участь у дискусії до комунікативних (організувати роботу в групі, звертатися до аудиторії) і навіть чисто зовнішніх даних. Реалізується також міжпредметна спрямованість цього виду навчальної діяльності: як правило, проект припускає різнобічне вивчення питання з позицій різних фахівців (умовно – різних шкільних предметів). Підготовка презентації може вимагати як навичок володіння інформаційними технологіями (при підготовці електронних презентацій у форматах PowerPoint, PDF, HTML), так і художнього смаку, навичок промислового дизайну, прикладної психології і т.п. Але тому що діяльність груп і окремих учасників залежить від визначеної, логічно заданої мети, емоційна складова не є домінуючою, головною в долі гри. Разом з тим непередбачуваність результату (автори проектів до початку рольового фіналу не знають про роботи один одного, відношення до них інших учасників) дозволяє підтримати високий інтерес до гри. Використання актуальних, зв'язаних з реальними потребами учнів тем, також підвищує внутрішню мотивацію учасників до навчальної діяльності.

Проектно-рольова гра можлива й у дистанційному варіанті, вбираючи в себе окремі форми **мультипроектів**, описаних Ю.П. Господариком [6] стосовно до дистанційного викладання історії. Автор пропонує таку класифікацію мультипроектів:

А. Творчі. Такі проекти не мають заздалегідь визначеної і детально опрацьованої структури. У них викладач (координатор) задає лише загальні параметри і вказує оптимальні шляхи рішення задач, чітко формулюючи результат, що повинні досягти учні. «Специфіка проекту припускає інтенсивну роботу учнів з історичними першоджерелами, з документами і матеріалами, найчастіше суперечливими, які не дають готових відповідей. Творчі проекти припускають максимальну активізацію пізнавальної активності учнів, сприяють ефективному утворенню навичок і умінь роботи з документами, умінь аналізувати їх, робити висновки й узагальнення. Один з видів творчих проектів можна умовно назвати "Ми пишемо підручник з історії".»

Б. Дослідницькі. На відміну від попередніх, у цих проектах є конкретні, чітко поставлені цілі учасників, продумана структура, широке використання арсеналу методів наукового дослідження, використання наукових методів обробки й оформлення результатів. Тематика дослідницьких проектів містить найбільш актуальні для сучасної науки проблеми, важливо також враховувати їхню значимість для розвитку дослідницьких навичок учнів.

В. Ігрові. «У таких проектах...головним змістом стає рольова гра, коли учні-учасники приймають на себе визначені ролі (міністрів, банкірів, "китів" промисловості, членів Політбюро) для ділової імітації і вирішення вигаданих чи реально існуючих історичних ситуацій. *Ігрові проекти повинні проводитися після участі учнів у дослідницьких проектах з метою глибокого засвоєння фактичного матеріалу, що є основою для проведення рольових ігор.*» (курсив наш – О.К.)

М. Практико-орієнтовані. Особливість даного типу проектів складається в досягненні учнями результату, що має практичне значення, вираженого в матеріальній формі. Це може бути підготовка «друкованого видання» (журналу, газети, хрестоматії), відеофільму, комп'ютерної чи мультимедіа програми і т.д. Розробка і проведення таких проектів вимагає великої старанності в проробленні структури (аж до інструктивних карток кожному з учасників), чіткого розмежування функцій учасників, більш твердого контролю з боку координатора проекту.

Як бачимо, **проектно-рольова гра** поєднує в собі властивості як мінімум трьох (дослідницьких, ігрових і практико-орієнтованих) мультипроектів, реалізуючи їх як в очному (приклад такого втілення див. нижче), так і в дистанційному варіанті.

II. Загальний опис проектно-рольової гри «Біотехнологія, генетична інженерія: фінансування наукових розробок»

1. Цілі гри, учасники, їхні ролі і розподіл на групи

Проектно-рольова гра «Біотехнологія, генетична інженерія: фінансування наукових розробок» являє собою модель системи відносин державних, комерційних, громадських організацій і приватних осіб при фінансуванні наукових проектів в умовах ринкової економіки і відкритого, демократичного суспільства.

В основі гри лежить наступний сюжет. Комісія з фінансування наукових розробок (державна чи приватна) повідомляє про конкурс грантів³ на проведення наукових досліджень в області генної інженерії і біотехнології, що мають практичну, прикладну спрямованість. Колективи дослідників і окремих учених подають до встановленого Комісією терміну заявки з описом проектів досліджень і розробок, а також бюджетів проектів за встановленою Комісією формою. Для рішення питання про фінансування розробок проводиться засідання Комісії з фінансування, на якому автори заявок на гранти проводять презентацію проектів, відповідають на питання Комісії, а також присутніх представників громадськості (суспільних, у т.ч. природоохоронних організацій, релігійних конфесій, політичних партій, засобів масової інформації і т.п.). За результатами обговорення Комісія приймає рішення про повне чи часткове фінансування окремих проектів, одержання якого і є перемогою в грі.

Проектно-рольова гра розрахована на учнів 11 класів загальноосвітніх шкіл, ліцеїв, гімназій, коледжів різного профілю (детально адаптація гри до профілю навчального закладу буде розглянута нижче, див. Розділ IV. Можливості ускладнення і спрощення гри). У грі можуть брати участь учні одного чи декількох класів, у залежності від рівня підготовки, пізнавального інтересу й особливостей викладання біології в навчальному закладі. Загальна тривалість гри (від оголошення мети, задач і структури гри до підведення підсумків) – 2-3 тижня. Базовий предмет – біологія, здійснюється інтеграція з інформатикою, літературою, основами правознавства, основами економічних знань. Оптимальний час проведення гри – листопад-грудень, коли тема «Селекція і біотехнологія» уже вивчена, але активна підготовка випускників до обласних олімпіад і вступу до вищих навчальних закладів ще не почалася.

Вступна інформація. Вчитель біології, що проводить гру, визначає важливі стартові умови:

1. Країна, з якою відбуваються ігрові події. Це може бути Україна (що краще - легше моделюється суспільно-політична й економічна ситуація, правові, законодавчі основи, учасники краще уявляють релігійні погляди населення), країна з розвиненою економікою (США, Великобританія, Німеччина), країни що розвиваються.
2. Статус Комісії з фінансування: державна, приватна (особистий благодійний Фонд, вітчизняний чи іноземний), акціонерна (представництво великої корпорації, зацікавленої в розширенні сфер діяльності), суспільна (некомерційний Фонд партії, громадської організації, етнічної громади і т.п.). Від вибору цієї умови залежать пріоритети досліджень, а тому і сам зміст проектів (наприклад, не можна

³ **Грант** - кошти, безоплатно передані донором (фондом, корпорацією, урядовим чи закладом приватною особою) колективу (групі дослідників, некомерційній природоохоронній організації тощо) або приватній особі для виконання конкретної роботи. На відміну від позики, грант не потрібно повертати. Зазвичай грантодатель домовляється про умови надання і порядок фінансування, звітність, яку необхідно надати по закінченню проекту, авторські, майнові та інші права на результати виконання проекту (якщо такі передбачаються).

пропонувати проект виведення стійкої до витоптування і шкідників коноплі державній структурі чи виведення нової породи свиней з високим рівнем алкоголю в крові - мусульманському фонду). Оптимальний варіант – приватний благодійний Фонд, при наявності поглибленого навчання – корпорація відповідного профілю (медична чи фармацевтична фірма, сільськогосподарський концерн, підприємство харчової, легкої промисловості, ін.). Можна передбачити загальні обсяги фінансування, а також особливості документації Комісії (вимоги до проектів, бланки заявок на гранти, проектів бюджету – див. Додаток 2.1.).

3. Пріоритети й акценти гри: виключно на матеріалі біології (основна увага науковості і реалізованості проектів, а також визначенню їхніх наслідків для навколишнього середовища); біолого-економічна спрямованість (реальність проектів у сполученні зі співвідношенням витрат і прибутку); біологія з інформатикою (електронні презентації, розміщення проектів на сайтах Інтернет); біологія і суспільство (акцент на обговоренні проектів з різних позицій, висвітлення в ЗМІ), ін.
4. Контингент учасників (один чи два класи), тимчасові рамки всіх етапів гри, своє місце в рольовому етапі: особиста участь в одній з оголошених ролей, участь як консультанта («за всіх») чи опонента («проти всіх»), організаційна роль без посереднього втручання по ходу засідання Комісії.

Усі рішення вчитель біології приймає самостійно чи з колективом однодумців-колег, учасникам гри (учням) вони пред'являються як незмінні дані.

При необхідності і можливості вчитель може запросити як наукового консультанта співробітника НДІ відповідного профілю, викладача вищого навчального закладу, студента-старшокурсника (як для консультування на етапі підготовки проектів, так і для участі в засіданні Комісії з фінансування). З консультацією можна також звертатися (при наявності доступу і досвіду роботи в Інтернет) до фахівців, що працюють в інших містах, однак це вимагає ретельного попереднього узгодження і часу.

Ролі і проекти, види діяльності учасників гри.



Перші дві групи учасників є необхідними (без них гра просто неможлива), інші – бажаними для реалізації можливостей, закладених в ідеї цієї форми учбово-пізнавальної діяльності.

1. Комісія з фінансування наукових розробок. 2-3 учня (вчитель може входити в її склад, а може керувати грою тільки організаційно, не приймаючи участь безпосередньо). Учасники, що входять у цю групу, не готують самостійного проекту, їхня функція – оцінювання діяльності авторів (звичайно вимоги до проектів входять у стартові умови, тому в їхній розробці Комісія не бере участь). Час перед підсумковим етапом гри вони використовують для підвищення рівня знань з питання, тому бажано, щоб це були учні, здатні організувати власну роботу (або це повинен зробити вчитель, склавши визначений план консультаційних занять з цією групою). Необхідно, щоб члени Комісії були досить компетентні в обговорюваних питаннях, а не тільки зображували *членів Політбюро*, могли оцінити рівень проектів, їхню наукову несуперечність і принципову реалізованість, а також оригінальність ідей і пропонованих методів.
2. Наукові колективи, невеликі генно-інженерні фірми. **Основні учасники гри**. 3-4 команди учасників, звичайно по 3-5 чоловік, але можливо й індивідуальне виконання проектів. Групи, одержавши необхідні вказівки, приступають до розробки власних проектів досліджень: вибору тематики, об'єктів дослідження, пропонованих за допомогою методів генної інженерії і біотехнології змін у них, значення (користі, економічного ефекту, сприятливих наслідків) пропонованих змін, методик, за допомогою яких буде досягнутий результат, термінів здійснення і необхідного фінансування, форми презентації проекту на засіданні Комісії.


Безпосередньо в ході засідання представник (-и) авторського колективу презентують проект, відповідають на питання Комісії, представників інших груп, громадськості і засобів масової інформації; ціль – одержати фінансування для здійснення проекту.

3. Представники природоохоронних організацій, «зелені». Індивідуальна чи групова роль, зв'язана з оцінкою можливих наслідків пропонованих проектів для навколишнього середовища. Ці учасники не пишуть власної доповіді про потенційні наслідки біотехнології і генної інженерії для біосфери взагалі, а готуються оцінити конкретні, обговорювані в ході засідання Комісії проекти. Від них потрібна солідна теоретична підготовка й уміння достатньо швидко (за час заслуховування й обговорення проектів) оцінити потенційну небезпеку для природи при реалізації висунутих пропозицій. Крім питань під час обговорення проектів (з метою уточнення можливих наслідків і ступеня усвідомлення їх авторами проектів), «зеленим» обов'язково надається слово після заслуховування всіх проектів для загальної оцінки проектів (яка є значимою, але не обов'язковою для Комісії). «Зелені» також *можуть* подати заявку на грант на вивчення наслідків використання вже існуючих генно-інженерних чи біотехнологічних продуктів (тобто розробити власний проект у відповідності з усіма пропонованими вимогами), що повинний бути розглянутий Комісією. 
4. Представники релігійних і громадських організацій. Індивідуальні чи групові ролі, що здійснюють оцінку проектів з морально-етичних позицій. Бажано, щоб це були «представники» конфесій, розповсюджених у цьому регіоні, суспільних рухів, діяльність яких знайома і зрозуміла учасникам. Досить складні ролі, тому що вимагають гарного володіння обраною роллю і навичок ведення дискусії відповідно до неї. У Додатку 2.2. приводяться матеріали, що полегшують підготовку учасників по даному питанню, наприклад, відомості з «Соціальної концепції Російської Православної Церкви». У ході засідання Комісії тільки беруть участь у дискусії, обов'язковий виступ їм не надається. 
5. Представники широкої громадськості. Потенційні споживачі біотехнологічної і генно-інженерної продукції: фермери, яким вирощувати модифіковані рослини; хворі (і медики), які будуть застосовувати ліки, отримані за допомогою біотехнологій; громадяни, яким пропонують генетично трансформовані об'єкти як їжу т.п. Індивідуальні ролі, звичайно 4-5 чоловік. Досить цікаві ролі, тому що дозволяють вимагати від авторів проектів дохідливого роз'яснення методів і потенційних результатів, їхньої безпеки для рядового громадянина. З іншого боку, труднощі полягають в тому, що «споживачам» складно заздалегідь вибрати конкретну роль (навіщо, наприклад, бути фермером, що спеціалізується на вирощуванні авокадо і гуайяви, якщо всі проекти присвячені медицині?) – її проголошують безпосередньо в ході засідання, перед початком участі в дискусії, коли учасник представляється і вже з цих позицій задає своє питання. Ціль учасників – представити в обговоренні точку зору рядової людини, позицію «здорового глузду». Цим учасникам може бути надане право заявляти про власну фінансову підтримку одного з проектів (особисті чи корпоративні внески, покупка акцій фірми і т.п.), однак загальний обсяг такого фінансування незначний. 
6. Представники засобів масової інформації. Також індивідуальна чи групова роль, кількість учасників довільна, але не більше 5-6. Її функція – висвітлення в ЗМІ проектів досліджень (у різних стилях, що відповідають різним видам: науковий журнал, науково-популярна рубрика в газеті, web-сайт, «жовта преса»). Кореспонденти готують одне чи кілька друкованих видань (за змістом і за формою: стінна газета, друкований орган, сторінка в шкільній газеті), що вий- 

дуть за кілька днів до засідання Комісії з фінансування; у ньому можуть бути поміщені статті про проекти, замальовки про авторів. Безпосередньо в ході дання Комісії представники ЗМІ можуть тільки задавати питання в ході обговорення (утім, досить вагомі, тому що їм можуть бути відомі, на відміну від інших учасників, **усі** проекти).

7. Експерт-економіст. Індивідуальна, досить складна роль. Швидка, «з лету» оцінка економічних прорахунків у проектах. Має право ознайомитися з письмовими матеріалами груп-заявників, тому що оцінює в основному бюджет проектів. Експерту також може бути надане слово після заслуховування всіх проектів для загальної оцінки; його коментарі значимі, але не обов'язкові для Комісії. 
8. Представник юридичної фірми. Індивідуальна роль, задача якої – оцінити правову допустимість розглянутих проектів. Учасник повинний бути знайомий з існуючою законодавчою базою в даній області, готовий безпосередньо в ході засідання висловити свою думку. Дуже складна роль, навіть при наявності додаткової інформації (див. Додаток 2.2.). 

Учасники гри можуть вибирати не тільки задані сценарієм ролі, але і ввести на стартовому етапі власні (як у рамках зазначених напрямків, так і інші, не обговорені вище). Наприклад, учасники можуть створювати власні суспільні, політичні і релігійні організації⁴.

Крім того, корисні **позаігрові** ролі для забезпечення технічної сторони проектно-рольової гри (відеозйомки, настроювання презентаційного устаткування і т.п.). Особливо важлива якісна відеозйомка, що дозволить провести докладний розбір заняття і допоможе в оцінюванні (само-, взаємо- і оцінюванні вчителем) діяльності всіх учасників гри. 

Розподіл ролей.

Процес розподілу ролей дуже важливий для успішного проведення гри. Тому він повинний представляти деякий творчий компроміс між крайніми підходами – авторитарним розподілом за наказом вчителя і цілком неконтрольованим, стихійним розподілом за бажанням учнів. Тому звернемо увагу на деякі моменти.

Так як проектно-рольова гра проводиться практично по закінченню підтеми «Селекція і біотехнологія» теми «Спадковість і мінливість організмів», для визначення потенційних лідерів дослідницьких груп можна використовувати результати оцінювання знань учнів. Якщо учитель використовує рейтингову систему чи інші форми ранжирування учнів, йому простіше визначити тих, хто очолить групи (а також пояснити критерії цього вибору учням). Можна також спеціально провести самостійну роботу чи інший урок контролю знань (особливо ефективною і доцільною формою може стати заняття «Біологічний Цар Гори», див. Додаток 1.1.). Причому на початку цього заняття учням пропонуються правила проектно-рольової гри, її цілі і задачі, і з'являються умови вибору ролей, розподілу на групи, у т.ч. за результатами пропонованої роботи. Після цього проводиться контрольне заняття (учитель повинний бути морально готовий до того, що на перші ролі можуть вийти не дуже «зручні» учні, може бу-

⁴ Кілька прикладів (для розуміння, а не наслідування):

- «Бабусі Грінтауна – за онуків з головами!» - організація, що протестує проти досвідів над ембріонами без голів, потенційними донорами органів;
- «Голодні за їжу» - рух малозабезпечених у підтримку дешевої генно-інженерної їжі, лік і косметики;
- «Секта благословенного Гена» - релігійна громада, що підтримує геноміку як шлях створення ідеальної людини, відновлення генотипу Адама і його друге народження завдяки генно-інженерним методам.

ти, це навіть бажано), визначаються учні, які набрали більшу кількість балів. Серед перших по балах 4-5 чоловік визначається (за бажанням кращого чи рішенням учителя), хто очолить Комісію з фінансування, а хто – проектно-дослідницькі групи. Кількість лідерів залежить від кількості проектних груп (плюс керівник Комісії, можна також включити сюди і лідера «зелених», але це не обов'язково). Важливо, щоб ролі не суперечили психологічним особливостям учнів. Лідери виходять до дошки і по черзі викликають до себе в групу одного із сидячих у класі учнів. При цьому кожний знає, скільки чоловік може бути в його групі, і не перевищує цей ліміт. Бажано зробити паузу між оголошенням переможців за підсумками оцінювання знань, виявленням лідерів і набором команд, заповнивши її повторенням загального списку ролей, принципів і задач діяльності кожної ігрової групи. Необхідність цього моменту пояснюється наступним. Керівники колективів повинні відразу продумати розподіл обов'язків усередині «фірми», продумати, кого вони можуть запросити для допомоги в дослідницькій роботі, пошуку й обробці наукової інформації, підготовці самого проекту, кого – для допомоги в оформленні презентаційних матеріалів, а кого - на роль «відповідального по зв'язкам із громадськістю» для максимально ефектної презентації проекту і т.п. З іншого боку, інші учні мають право відмовитися від запрошення у фірму, якщо хочуть вибрати іншу роль (індивідуальну чи в малій групі). Таким чином, за час запропонованої вчителем паузи учасники «приміряють на себе» різні ролі, починають вживатися в них і планувати свою подальшу діяльність. Буде краще, якщо вчитель не забуде акцентувати на цьому увагу, починаючи повідомляти детальний список ролей.

Перевагою такого способу формування груп є відносна рівність дослідницьких колективів по силі, досить висока сумісність у групах; а також своєрідна психологічна підготовка до ринку праці. Уникнути основного недоліку цього способу розподілу на групи - психологічного преса на тих, кого вибирали останніми чи взагалі не хотіли вибирати – можна за рахунок того, що кількість учасників свідомо більша, ніж необхідно для комплектування зазначених груп. Залишається врахувати й оцінити різний внесок учнів у загальний проект, що можна зробити шляхом розрахунку **коефіцієнта особистої участі**, [7] (див. Додаток 1.2.).

Можливі й інші способи формування груп, наприклад, за стилем інтелектуальної діяльності (ерудит – критик – генератор ідей) чи по знаках Зодіаку (останнє рішення достатньо незвичайне, чим справляє враження, можливі несподівані угруповання учнів, однак не всі проекти можуть бути представлені однаково). Вибір остаточного варіанта – справа досвіду й інтуїції вчителя.

2. Структура (етапи) гри, діяльність учасників гри на різних етапах

Загальна структура гри, діяльність вчителя й учнів на різних її етапах представлені в Таблиці 1.

Етап	Зміст	Діяльність учителя	Діяльність учнів
1. Підготовчий	Рішення організаційних і педагогічних питань, необхідних для проведення гри.	Знайомиться з планом і структурою гри, видами діяльності учнів, визначає контингент, що бере участь у грі. Визначає терміни гри, узгоджує з адміністрацією навчального закладу її план і необхідні для проведення приміщення, устаткування, доступ в Інтернет. Організує взаємодію з колегами-предметниками, що приймають участь у реалізації міжпредметної складової. Запрошує (при необхідності) наукових консультантів чи знаходить можливості дистанційного консультування через Інтернет.	
2. Стартовий	Оголошення термінів, структури, мети і результатів гри учням. Розподіл учасників на групи, вибір ролей (видів діяльності) учасниками, визначення способів взаємодії і форм презентації результатів проектної діяльності для різних груп учасників.	Знайомить учнів з ідеєю гри, її структурою, результатом, видами діяльності (ролями) учасників. Пояснює принципи фінансування наукових досліджень через систему грантів, основні вимоги до заявок на гранти. Здійснює керування розподілом учнів на групи, пропонуючи принципи підбора членів груп керівниками, фіксує його результати. Обговорює докладно терміни підготовки проектів, види діяльності кожної з груп учнів. Знайомить учнів із графіком індивідуальних і групових консультацій, їхнім можливим змістом.	Формують чи групи вибирають індивідуальні ролі, розподіляють обов'язки усередині груп.
3. Пошуково-дослідницький	Підготовка проектів, робота з джерелами, консультування.	Консультує групи й окремих учасників за графіком, готується до проведення результуючого етапу. Координує взаємодію учасників гри з іншими викладачами (при необхідності).	Теоретична підготовка всіх учасників гри. Підготовка групових проектів і їхньої презентації, орієнтовних бюджетів проектів.
4. Результуючий	Засідання Комісії з фінансування наукових розробок: заслухову-	<u>Перед заняттям:</u> Організаційна нарада з учасниками гри, ознайомлення з планом проведення за-	<u>Перед заняттям:</u> Підготовка презентаційного матеріалу (буклети, презентації на комп'ютері, емблеми і

	вання проектів досліджень, експертних оцінок, коментарів різних зацікавлених сторін, прийняття Комісією рішення про надання грантів на наукові дослідження.	няття, регламентом, можливостями технічного забезпечення. Підготовка приміщення, устаткування (відеокамера, засоби ТСО, необхідні для презентації проектів: проектор, комп'ютер, мультимедійний проектор, екран). Запрошення колеґ-предметників, можливо, глядачів. <u>Під час заняття:</u> Керує ходом заняття («з боку» чи як один із членів Комісії з фінансування)	сувеніри учасникам засідання), роботи устаткування (проектор, комп'ютер, мультимедійний проектор, екран). <u>Під час заняття:</u> Автори проектів - виступають із презентаціями проектів, подають у Комісію заявки на гранти, відповідають на питання опонентів і авторів інших проектів. Опоненти («представники» релігійних, природоохоронних, ін. суспільно-політичних організацій, представники фермерів, працівників охорони здоров'я і т.п.) - виступають із критикою запропонованих проектів, указують на їхні переваги і недоліки. Члени Комісії з фінансування – беруть участь в обговоренні проектів, приймають остаточне рішення про фінансування проектів
5. Етап обговорення й оцінювання	Розбір підсумків засідання комісії, аналіз проектів, відеозйомки заняття, оцінка діяльності кожної з груп учасників.	Проводить «розбір польотів»: аналізує роботу всіх учасників проектів, дає докладний предметний аналіз кожного з проектів, його наукової обґрунтованості, реальності виконання. При перегляді відеозапису заняття (краще, якщо здійснене його редагування) звертає увагу на вдалі і невдалі дії сторін. Дає оцінку роботи Комісії з фінансування. Пропонує оцінити індивідуальний внесок учасників у груповий проект, здійснює оцінювання діяльності всіх учасників гри.	Беруть участь в обговоренні заняття, само- і взаємооцінюванні, визначенні індивідуального внеску в груповий проект.

III. Докладний опис етапів гри, діяльності вчителя (-їв) і груп учнів на різних етапах гри

1. Підготовчий етап

Рішення організаційних і педагогічних питань, необхідних для проведення гри.

На цьому етапі вчитель приймає основні рішення, зв'язані з організацією гри. Після загального знайомства з планом і структурою гри, її задачами, видами діяльності учнів визначаються:

- терміни гри, її тимчасові рамки;
- контингент, що бере участь у грі;
- форма проведення стартового і підсумкового занять (в урочний чи позаурочний час; ефективніше, якщо стартове заняття буде частиною уроку, а результуюче проведене в позаурочний час);
- основна спрямованість і пріоритети гри, реалізовані міжпредметні зв'язки і ступінь участі інших вчителів.

Далі необхідно **узгодити з адміністрацією навчального закладу** план проектно-рольової гри і можливість використання необхідних для її проведення приміщень, устаткування, доступу в Інтернет і ін. (наприклад, можливий призовий фонд у тих чи інших формах, хоча його наявність не є обов'язковою).

При успішному вирішенні організаційних питань вчитель організує **взаємодію з колективом однодумців-колег**, що приймають участь у реалізації міжпредметної складової.

Далі визначаються **стартові ігрові умови**, що будуть пред'явлені учням (країна, у якій відбуваються ігрові події, статус Комісії з фінансування, тимчасові рамки всіх етапів гри), місце вчителя в рольовому просторі. Приймається **рішення про способи формування груп**, при необхідності аналізується поточна успішність, готуються завдання для контролю знань з обліком майбутньої проектно-рольової гри. Визначаються критерії оцінювання діяльності учасників гри і форми заохочення (крім закладеного в самій грі – успіху проекту при його презентації і захисті).

При необхідності і можливості запрошується **науковий консультант** (співробітник НДІ відповідного профілю, викладач вищого навчального закладу, студент-старшокурсник, більш досвідчений колега з іншої школи). Науковий консультант може допомагати вчителю, що веде гру, на пошуково-дослідницькому етапі (для консультування авторів проектів, «зелених», представників інших громадських організацій) і/чи безпосередньо брати участь у результуючому етапі (засіданні Комісії з фінансування наукових розробок - як незалежний консультант чи як член Комісії). На пошуково-дослідницькому етапі за консультацією можна також звертатися (при наявності доступу і досвіду роботи в Інтернет) до фахівців, що працюють в інших містах. У цьому випадку вчитель попередньо узгоджує плани по електронній пошті з тими людьми, яких він хотів би запросити як консультантів, і при одержанні згоди обмовляє з ними можливі форми спілкування (адреси електронної пошти, номери ICQ для контактів, чати, форуми й інші варіанти онлайн-спілкування). Так як цей варіант консультування вимагає більшого часу, варто передбачити велику тривалість пошуково-дослідницького етапу.

2. Стартовий етап

Починається з оголошення учням про те, що проектно-рольова гра буде проводитися, і розповіді про те, що вона собою представляє.

Вчитель, що організує гру:

- Знайомить учнів з ідеєю гри, її структурою, результатом, видами діяльності (ролями) учасників.
- Пояснює принципи фінансування наукових досліджень через систему грантів, основні вимоги до заявок на гранти (вони будуть детально розглянуті нижче).
- Здійснює керування розподілом учнів на групи, пропонуючи принципи підбора членів груп керівниками, фіксує його результати.
- Обмовляє докладно терміни підготовки проектів, види діяльності кожної з груп учнів.
- Складає і знайомить учнів із графіком індивідуальних і групових консультацій, їх можливим змістом. При наявності наукових консультантів пояснює способи взаємодії з ними, а також повідомляє авторам проектів, що вони можуть самостійно шукати можливості одержання консультацій в Інтернет.
- Повідомляє, які викладачі інших предметів беруть участь у проектно-рольовій грі, на яку допомогу можуть розраховувати учасники, які способи взаємодії з ними.
- Пропонує список літератури, що рекомендується, (і саму літературу), веб-посилання на найбільш корисні ресурси Інтернет.
- Підтримує робочий азіотаж навколо гри, створює відповідний емоційний фон, необхідний для її успішної реалізації.

Учні визначають для себе ролі, у яких вони будуть виступати в проектно-рольовій грі, формують робочі групи для спільного виконання проектів і розподіляють обов'язки усередині них. Якщо вчитель надає можливість формування суспільно-політичних організацій і рухів самим учням, то обговорюється, хто буде в них входити і до якого терміну (і в якій формі) будуть оголошені назви і цілі громадських організацій. Керівники проектно-дослідницьких груп ще перед набором своїх колективів продумують оптимальні варіанти по розподілу ролей. Стартовий етап закінчується з формуванням груп і початком їхньої роботи над проектами.

3. Пошуково-дослідницький етап

А) Вчитель

Бажаним є складання графіка консультацій для всіх учасників проектно-рольової гри. Основні категорії учасників (керівники і співробітники наукових колективів, невеликих генно-інженерних фірм; представники природоохоронних організацій, «зелені») мають потребу як у фронтальній, загальній консультації, так і в обговореному, запланованому часі для групових консультацій по конкретних проектах. Для інших категорій учасників (представники релігійних і громадських організацій, широкої громадськості, співробітники засобів масової інформації) досить однієї загальної консультації про види ігрової діяльності, що доповнюється індивідуальними відповідями на актуальні питання.

Особливого підходу вимагає робота з експертами (членами Комісії з фінансування, а також – при наявності – економістом і юристом): на початку пошуково-дослідницького етапу досить намітити найбільш важливі, вузлові питання, на які варто звернути увагу при підготовці до експертної діяльності; перед засіданням Комісії важливо провести ретельну консультацію не тільки по наукових питаннях, але і по організації заняття, сполученню в ході його керівних і експертних функцій, підходам до прийняття рішень. На цій консультації обговорюються також критерії оцінювання проектів. Як приклад можна використовувати одну модельну розробку, що членам Комісії пропонується оцінити за основними критеріями, наприклад, таким: а) рівень опрацювання проекту (старанність опису, продуманість етапів дослідження, методики), б) наукова несуперечність, принципова можливість реалізації, в) оригінальність

ідей і пропонуванних методів, г) обґрунтованість бюджету, потенційна прибутковість використання продукту, д) надане Комісією фінансування (тобто оцінка проекту).

Діяльність організатора гри на цьому етапі дуже важлива. Так як тривалість пошуково-дослідницького етапу може бути досить великою (від 3-5 днів до двох тижнів), а сама діяльність – схованою, учителю необхідно підтримувати в учасників високий інтерес до гри і готувати їх до рольового захисту проектів. Уже на цьому етапі в ході консультацій має сенс звертатися до учасників гри не просто як до учнів, а як до керівників генно-інженерних фірм, кореспондентів, членів партій і організацій і т.п.

Б) Члени Комісії з фінансування

Так як учасники, що входять у цю групу, не готують самостійного проекту, вони використовують час цього етапу для підвищення рівня знань з дисципліни. Необхідно, щоб члени Комісії уявляли собі основні методи біотехнологічних і генно-інженерних досліджень, реальні сучасні досягнення і перспективні напрямки в рослинництві, тваринництві, медицині й ін.

Члени Комісії з фінансування готують документи, у які буде вноситися в ході засідання Комісії робоча інформація, обговорюють критерії оцінювання проектів і числові величини (бали) шкали оцінювання, проводять на консультації розбір і оцінювання модельного проекту, запропонованого організаторами гри.

Усередині Комісії можливий розподіл ролей як за посадовою ознакою (керівник Комісії, наукові експерти, зайняті оцінюванням проектів), так і по галузях досліджень (один вивчає детально задачі і методи ембріобіотехнології, інший – генетичної інженерії рослин, третій – тварин і людини і т.п.).

В) Проектно-дослідницькі групи

Саме вони - основні учасники гри, тому що на них лягає виконання проектів. Тому визначимо найбільш важливі питання, на які варто звернути увагу учасникам, що входять у створені для проектно-рольової гри наукові колективи, генно-інженерні чи біотехнологічні фірми.

Робота над проектом може бути розділена на два напрямки: внутрішній, «для себе», і зовнішній, «для інших». Внутрішній напрямок – це безпосередня робота над проектом усередині самої групи: обговорення ідей і ухвалення рішення про тему проекту, методик і очікувані результати; підготовка опису проекту, робота з джерелами інформації й ін. Зовнішній напрямок діяльності зв'язаний із представленням проекту іншим учасникам гри: оформлення заявки на фінансування, підготовка презентації, рекламно-ознайомлювальних матеріалів, виступ на засіданні комісії з фінансування. Представимо у виді тез ряд важливих питань, що треба буде розв'язати групам у рамках обох напрямків.

- Керівнику проектно-дослідницької групи насамперед потрібно організувати загальне творче обговорення самого проекту. Краще це зробити відразу, щоб було більше часу на роботу з деталями. На етапі генерації ідей доцільно використовувати прийоми і принципи «мозкового штурму» («brainstorming» за А.Осборном). У ході колективного обговорення метою є формулювання як можна більшої кількості різних тем досліджень і можливих результатів. Всі ідеї фіксуються керівником групи і позбавляються авторства. Варто віддавати перевагу кількості висловлених ідей, а не їхній якості, ідеї бажано висловлювати короткими пропозиціями. Під час висунування ідей заборонена їхня критика, несхвальні зауваження, іронічні репліки. Після невеликої перерви керівник зачитує всі ідеї, запропоновані групою, і відбувається добір найбільш оригінальних, творчих рішень, що оцінюються на

науковість і можливість реалізації і вибирається тема проектно-дослідницької роботи. Бажано нагадати, що ціль діяльності на цьому етапі – отримати фінансування для здійснення проекту.

- Потім необхідно чітко вирішити основні аспекти наукової сторони проекту: визначити точне формулювання:
 - 1) теми дослідження,
 - 2) об'єктів (організмів, що передбачається модифікувати),
 - 3) пропорованих за допомогою методів генної інженерії і біотехнології змін у них,
 - 4) методик, за допомогою яких буде досягнутий результат,
 - 5) термінів здійснення і необхідного фінансування,
 - 6) значення (користі, економічного ефекту, сприятливих наслідків) пропорованих змін.
- Далі відбувається ознайомлення з вимогами оформлення звіту по проекту і заявки на одержання фінансування (робота над заявкою докладно описана в Додатку 2.1.) і розподіл ролей у групі для виконання проекту і його оформлення. На цьому етапі роботи над проектом починається і рішення ряду «зовнішніх» питань:
 - 1) Група придумує собі назву. Це може бути як аббревіатура, наприклад, **ХарГенВГЛаз** (харківська лабораторія по вирощуванню генетично модифікованої роговиці для пересаджень хворим на катаракту, назва комерційного підрозділу - **ГЛазПром**); так і латинізовані, що наслідують назви американських і західноєвропейських фірм чи топоніми слова: **RubiGen** (генно-інженерна фірма з м. Рубіжне Луганської обл.), **OdessitCloning** (клонування великих одеситів) і т.п.
 - 2) Створюється ескіз логотипа фірми.
 - 3) Визначаються основні риси презентації проекту і необхідного ілюстративного матеріалу до неї (доповідь з таблицями й ілюстраціями, презентація з використанням комп'ютера, наприклад, у вигляді слайдшоу, серії web-сторінок чи презентації MS PowerPoint).
 - 4) Визначається також презентаційний комплект⁵ до засідання Комісії (табличка з назвою і логотипом фірми, буклети, вимпели чи значки з логотипом фірми, дискети чи компакт-диски з презентацією в електронному виді і т.п.), а також можливості його кількісного виконання (тільки для членів Комісії, для членів Комісії й інших фірм, для всіх учасників гри).
- Готується обґрунтування проекту, на його основі складаються заявка на фінансування і бюджет проекту.
- Група (керівник) вирішує, хто буде представляти проект на засіданні Комісії з фінансування, цей учасник готує текст виступу. Доцільне проведення репетиції доповіді.
- Підготовлюється необхідний презентаційний матеріал: оформляються логотип і табличка фірми (дослідницької групи); оформляються таблиці, діаграми і графіки, що демонструють потенційні переваги майбутніх об'єктів, зростання доходів потенційних споживачів продукції. При підготовці електронних презентацій, наприклад, у програмі MS PowerPoint, також можна використовувати графічний матеріал: наприклад, ефектно будуть виглядати підготовлені з використанням комп'ютерної графіки псевдофотографії генетично модифікованих організмів. Готу-

⁵ GiveAway – пакет матеріалів для безкоштовної роздачі в ході рекламних акцій і презентацій.

ється роздавальний рекламний матеріал. Організаторам гри повідомляють про необхідне для проведення презентації устаткування.

- У ході всього проектно-дослідницького етапу керівник групи (фірми) здійснює взаємодію з пресою, але обсяг і зміст наданої журналістам інформації визначається, виходячи зі стратегії захисту проектів. Можливо, керівник узагалі вирішить не розголошувати заздалегідь ідею проекту, розраховуючи справити враження на Комісію, чи, навпаки, заздалегідь викласти аргументи проти можливих заперечень опонентів, а то і ввести в оману конкурентів, запропонувавши декілька «потенційно перспективних» напрямків досліджень.

Г) Представники природоохоронних організацій, «зелені»

Учасники можуть як об'єднуватися в єдину групу (партію, організацію), так і діяти індивідуально. На цьому етапі їм необхідно ознайомитися з наявними публікаціями (паперовими й електронними) з оцінкою наслідків реалізації біотехнологічних і генно-інженерних розробок для навколишнього середовища, що (бажано) стосуються країни, обраної місцем проведення конкурсу проектів. Необхідність досить швидко (за час заслуховування й обговорення проектів) оцінити потенційну небезпеку для природи висунутих дослідницькими фірмами пропозицій вимагає ґрунтовної теоретичної підготовки, а також знань про екологічні наслідки реалізованих проектів, що мали широкий резонанс.

Після публікації в шкільних засобах масової інформації повідомлень про проекти «зелені» можуть більш ретельно підготуватися до обговорення пропонованих розробок, однак ліміт часу буде потребувати від них уміння швидко знаходити необхідну інформацію (наприклад, знання синтаксису запитів пошукових машин Інтернет). До засідання Комісії краще виходити з заздалегідь підготовленими питаннями, відповідей на які буде залежати підсумкова думка представників природоохоронних організацій про той чи інший проект.

Представники «зелених» також можуть подати заявку на грант на вивчення наслідків використання вже існуючих генно-інженерних чи біотехнологічних продуктів (тобто розробити власний проект у відповідності з усіма пропонованими вимогами), що повинний бути розглянутий Комісією. Однак його підготовка може перешкодити якісному аналізу проектів, підготовлених дослідницькими колективами, тобто головній задачі цієї групи учасників; тому оптимальним був би розподіл обов'язків, можливий лише при великій кількості людей у групі.

Д) Представники релігійних і громадських організацій, експерти

Так як ці учасники гри здійснюють у ході засідання Комісії оцінку проектів з різних точок зору (юридичної, економічної, суспільно-політичної, морально-етичної), на дослідному-проектно-дослідницькому етапі їм потрібно досконально ознайомитися з реальними позиціями модельованих у ході гри організацій. Поряд із пропонованими в Додатку 2 матеріалами варто скористатися іншими друкованими й електронними джерелами інформації. Уже відзначалося, що це досить складні для учасників ролі, тому що вимагають гарного володіння обраною роллю і навичок ведення дискусії відповідно до неї. Тому під час цього етапу гри бажано продумати детально позицію у відношенні різних аспектів застосування генетичної інженерії і біотехнології, визначити найбільш важливі наслідки, що можуть виникнути в результаті реалізації проектів, підготувати питання, з якими організація вийде на засідання Комісії з фінансування. Також корисним представляється проведення невеликих репетицій, підготовка символіки (значки, візитні картки, бейджи, елементи одягу), що відповідають ролі і роблять її пізнаваною. Якщо мова йде про «створювану» партію, нову організацію,

можна підготувати програмний документ, маніфест партії, продумати її символіку, помістити в ігрових засобах масової інформації статті з описом позиції партії і т.п.

Е) Представники широкої громадськості

Індивідуальні учасники, що тільки в ході засідання Комісії з фінансування виконують свою конкретну роль потенційних споживачів біотехнологічної і генно-інженерної продукції. Це можуть бути:

- фермери, які будуть вирощувати модифіковані рослини, розводити тварин;
- хворі, яким доведеться зустрітися з ліками, отриманими за допомогою біотехнологій;
- лікарі і фармацевти, що рекомендують пацієнтам (чи адміністрації установ охорони здоров'я) ліки біотехнологічного походження;
- громадяни, яким пропонують генетично трансформовані об'єкти як їжу т.п.

Як уже говорилося, труднощі полягають в тому, що «споживачам» складно заздалегідь вибрати конкретну роль, її проголошують безпосередньо в ході засідання, перед початком участі в дискусії, коли учасник представляється і вже з цих позицій задає своє питання. Мета учасників – представити в обговоренні точку зору рядової людини, позицію «здорового глузду»; кількість залежить від загального числа учасників, але не менше 3-4. Цим учасникам може бути надане право заявляти про власну фінансову підтримку одного з проектів (особисті чи корпоративні внески, покупка акцій фірми і т.п.), однак загальний обсяг такого фінансування незначний.

Ж) Представники засобів масової інформації

Функція цієї групи учасників – висвітлення в ЗМІ проектів досліджень. Кореспонденти готують одне чи кілька друкованих видань, що вийдуть за 1-2 дня до засідання Комісії з фінансування; у них можуть бути поміщені статті про проекти (як позитивні, «хвалебні», так і негативні, «лайливі»), замальовки про авторів. У них може розміщатися також інформація про громадські організації, їхні платформи і позиції стосовно біотехнології і генетичної інженерії, програмні документи і т.п.; інтерв'ю з рядовими громадянами, представниками «зелених», членами Комісії з фінансування, експертами; цитати з реальних (паперових чи електронних) періодичних видань.

Кореспонденти повинні пам'ятати, що надавати чи не надавати інформацію, і в якому обсязі – вирішують керівники наукових груп, виходячи зі стратегії захисту проектів. Можливо, вони вважають правильним не розголошувати заздалегідь ідею проекту. Але друковане видання може мати власну позицію, відповідно до якої буде визначатися точка зору редакції на проекти, коментарі до них. Варто пам'ятати про зоровий ряд видання: кореспондентам варто підготувати фотографії проектних груп, а також спробувати роздобути зображення, якими будуть прикрашати презентації автори проектів (логотипи, ілюстрації можливих об'єктів досліджень і передбачуваних результатів).

У групі можливий також розподіл обов'язків (редактор, кореспонденти текстові, фотографи, коректори і художники, що здійснюють оформлення друкованого видання). При великій кількості учасників чи гуманітарній спрямованості навчального закладу можливий випуск декількох друкованих видань різної спрямованості (науковий журнал, науково-популярна рубрика в газеті, web-сайт, «жовта преса»); при інтеграції з інформатикою бажане оформлення електронного документа в текстовому редакторі і/чи створення web-сайта гри.

Безпосередньо в ході засідання Комісії представники ЗМІ можуть тільки задавати питання в ході обговорення (утім, досить вагомим, тому що їм можуть бути відомі, на відміну від інших учасників, усі проекти), тому на цьому етапі представляється

корисним сформулювати деяку кількість найбільш важливих питань, що демонструють недоліки (чи підкреслюють переваги) пропонованих до захисту проектів.

4. Результуючий етап (засідання Комісії з фінансування наукових розробок)

А) Підготовка до засідання комісії

Необхідні організаційні заходи, пов'язані з проведенням основного етапу проектно-рольової гри, уже розглядалися вище. Тому зупинимось докладніше на діяльності вчителя й учнів, яка безпосередньо пов'язана із самою грою.

Напередодні проведення засідання Комісії з фінансування вчитель проводить організаційну нараду з учасниками гри, у ході якої знайомить їх із планом проведення заняття, регламентом (часом, що приділяється на презентацію проектів), можливостями технічного забезпечення (відомості про необхідність презентаційного устаткування для проектно-дослідницьких груп бажано зібрати попередньо, щоб на організаційному занятті розповісти про реальне положення справ з технічним забезпеченням). Обговорюється оформлення ігрового простору (таблички для Комісії і фірм, дослідницьких груп; візитні картки, бейджи учасників; розміщення друкованих і стінних видань, газет, електронних видань). Можна провести організаційну нараду з безпосередньою підготовкою приміщення й устаткування (засобів ТСО, необхідних для презентації проектів: проектор, комп'ютер, мультимедійний проектор, екран). По можливості нараду краще провести в тому приміщенні, де буде проходити засідання Комісії, з розміщенням учасників, технічних засобів, оформленням ігрового простору і т.п. Завдяки цьому учасники отримують можливість звикнути до приміщення, ввійти в ролі, освоїтися з розміщенням технічних засобів і їх використанням. Можна також після завершення наради дозволити групам учасників провести репетиції безпосередньо в аудиторії, де буде проходити гра.

Учитель, що проводить гру, запрошує на засідання Комісії адміністрацію навчального закладу, колег-вчителів, можливо, глядачів. Дуже важливим, бажаним моментом є відеозйомка ігрового процесу, що не тільки зафіксує «гру як феномен культури» ([1], с. 28), але і дозволить учителю зробити розбір заняття, оцінити діяльність всіх учасників. Бажано, щоб відеозйомкою займалася людина, що непогано володіє відеокамерою, і не входить у коло учасників гри (батько, спеціально запрошений професіонал і т.п.). Корисно ознайомити його зі зразковим сценарієм гри, найбільш важливими моментами.

Безпосередньо перед початком засідання учасники дослідних-проектно-дослідницьких груп, природоохоронних і інших організацій готують свої презентаційні матеріали (буклети, презентації на комп'ютері, емблеми і сувеніри учасникам засідання), ще раз перевіряють роботу устаткування. Остаточо оформляється ігровий простір, учасники використовують ігрову атрибутику (таблички з ролями, бейджи, символіку партій і рухів).

Б) Засідання Комісії з фінансування наукових розробок.

Заняття починається з того, що ведучий заняття (простіше, якщо це сам вчитель, але можливо і запрошення сторонньої людини) запрошує всіх учасників зайняти свої місця (нагадаємо: глядачі, навіть не підготовлені, також є учасниками засідання Комісії). Він і далі керує ходом заняття («з боку» чи як один із членів Комісії з фінансування).

На початку засідання керівники проектно-дослідницьких груп подають заявки на фінансування і бюджети проектів у Комісію, після чого починається заслуховування і захист самих проектів. По черзі слово надається кожній з дослідницьких груп, фірм; їхні представники (автори проектів) виступають із презентаціями проектів (тривалість виступу залежить від кількості груп і визначається вчителем, звичайно 5-7, не більш 10 хвилин). Після завершення презентації першої групи члени Комісії пропонують задати питання авторам проекту а) представникам інших фірм, б) представникам «зелених», в) членам суспільно-політичних організацій, г) представникам громадськості, а потім задають свої питання (послідовність надання права поставити запитання повинна бути саме такою, як зазначено; члени Комісії **повинні** задавати питання авторам проектів). Автори проектів самі відповідають на питання опонентів і авторів інших проектів. Після цього слово надається наступній групі, і процедура захисту проекту повторюється. Після завершення захисту всіх проектів проводиться підсумкове обговорення. **Обов'язково** надається слово «зеленим» для загальної оцінки екологічних наслідків пропонованих проектів (яка є значимою, але не обов'язковою для Комісії). Можуть також висловитися інші опоненти (представники релігійних, суспільно-політичних організацій, фермерів, працівників охорони здоров'я і т.п.), що вказують на переваги і недоліки обговорюваних проектів. Надається слово експертам (економістам і юристам), запрошеним науковим консультантам, їхня думка також значима для Комісії. Після цього Комісія приймає остаточне рішення про фінансування проектів і з короткою характеристикою кожного з проектів повідомляє про своє рішення (не фінансувати взагалі; фінансувати частково, із указівкою відсотка від запитуваної суми і напрямків діяльності, що підпадають під фінансування; фінансувати цілком). Рішення Комісії є остаточним, обговоренню і зміні не підлягає; з його оголошенням закінчується результуючий етап гри.

За матеріалами засідання Комісії кореспонденти ЗМІ можуть підготувати експрес-випуск свого друкованого чи іншого видання з репортажем про засідання Комісії з фінансування і його підсумками.

У ході засідання Комісії учитель фіксує в підготовленому бланку чи в довільній формі діяльність учасників гри, конспектує найбільш важливі і вдалі моменти, а також готується до оцінювання (у т.ч. і в балах) роботи учнів. По активності і компетентності в питаннях у сполученні з загальним підсумковим рішенням буде оцінюватися роботи членів Комісії, представників громадськості, природоохоронних і інших організацій, експерти також оцінюються по компетентності, що проявилася в питаннях і коментарях, і загальній корисній активності. Автори проектів одержують підсумкову оцінку, що складається з оцінки проекту і його захисту. Індивідуалізація оцінок, їхнє уточнення й оголошення проводиться наступного дня.

5. Етап обговорення й оцінювання.

Бажано, щоб під час засідання Комісії вчитель, що веде гру, (або запрошений для цієї мети колега-біолог) конспектував окремі елементи виступу всіх учасників у заздалегідь підготовлену форму. Ефективніше, якщо функції ведення ігри будуть передоручені ведучому (підготовленому учню, запрошеному фахівцю), а вчитель зможе зосередитися на аналізі діяльності учнів.

Якщо під час засідання Комісії велася відеозйомка, бажано перед підведенням підсумків переглянути запис, а якщо дозволяє час і досвід, відредагувати її. Готовий відеозапис бажано зберегти (а при можливості – записати на компакт-диск). Фрагменти її можна використовувати як у підсумковому відеофільмі про клас на випускному вечорі, так і для перегляду на зустрічах випускників у майбутньому.

Розбір заняття вчитель проводить у звичайному класі (чи класі зі стаціонарним відеомагнітофоном). Учні займають свої звичайні місця (не по групах). Починається заняття з перегляду фрагментів відеозапису, що вчитель коментує, вносячи свої оцінки і зауваження. Після цього може бути проведена підготовча робота з оцінки індивідуального внеску учасників групової діяльності в загальний результат (див. Додаток 1.2.): на невеликих листочках учні записують склад своєї групи, підкресливши прізвище керівника і відзначивши галочкою своє прізвище, а потім записують проти кожного прізвища внесок (у відсотках) кожного в загальний результат, і здають вчителю. До цього моменту робота кожного з індивідуальних учасників і загальна робота груп вже оцінені вчителем; перерахування індивідуальних балів у кожній із груп потребує деякого часу (хвилин 15-20), поки вчитель зайнятий цим, учні мають можливість ще раз подивитися найбільш цікаві моменти гри. Принципи розрахунку індивідуального коефіцієнта участі докладно розглянуті в Додатку 1.2.

Підводячи підсумки, вчитель повідомляє оцінки за роботу (можливе виставлення декількох оцінок одному учаснику, додавання призових балів за особливо вдалі питання, зауваження і коментарі й інші форми коректування «сирих» балів, важливо тільки, щоб вони були зрозумілі для учасників і добре мотивовані).

На цьому гра закінчується, але, як писав Й. Хейзинга, «вона залишається в пам'яті як деякий духовний витвір чи духовна цінність, передається від одних до інших і може бути повторена в будь-який час» ([1], с. 28).

IV. Можливості ускладнення і спрощення гри

У спрощеному, мінімальному варіанті гра може бути проведена протягом однієї пари (двох академічних годин) з одним класом (чи його половиною – при розподілі класу на групи для практичних занять). У цьому випадку створюються тільки Комісія з фінансування і проектно-дослідницькі групи (наукові колективи, невеликі генно-інженерні фірми), звичайно 3-5. Формування Комісії і груп здійснюється з максимальною економією часу (призначає вчитель, кидається жереб), але набір лідерами своїх команд бажано зберегти. Проекти готуються тільки на основі наявних знань, ціль дослідницьких груп – показати уміння оригінальне і нешаблонно мислити, залишаючись у рамках реалій наукового пошуку, запропонувати несуперечливі проекти, що потенційно окупаються. Однак процес подачі заявок спрощений: презентація проекту зводиться до короткого усного повідомлення, що описує об'єкт, методи досліджень, передбачуваний результат і його значення, практичне застосування (орієнтація на прикладні проекти зберігається). Бюджет складається групами приблизно, також як і рішення про фінансування Комісією: установлюваний нею відсоток (сума) фінансування є прихованою оцінкою за деякою багатобальною шкалою. Питання авторам проектів задаються обов'язково, як членами комісії, так і іншими групами, а також учнями, що не ввійшли в їхній склад, однак практично позбавлені рольового забарвлення (моделювання позицій природоохоронних, суспільно-політичних, релігійних організацій, громадськості). Пропадає елемент декоративного оформлення: назв і емблем фірм, ефектних презентацій. Вчитель у такому варіанті заняття, швидше за все, увійде до складу Комісії, тому адекватно оцінити роль її членів – учнів буде досить складно. Однак, не дивлячись на зазначені вище недоліки, навіть мінімальний варіант гри цілком можливий, функціональний і позитивно сприймається учасниками (особливо переможцями), хоча і підходить швидше для факультативної, чим звичайної форми занять.

Варіантів ускладнення гри досить багато, тому розглянемо лише деякі, пов'язані з профілем навчального закладу:

У класах хіміко-біологічного, екологічного профілю. Може бути акцентована увага на ретельному проробленні конкретних методик, за допомогою яких автори проектів планують досягти результату. У цьому випадку науковий консультант (і/або вчитель) виступає як незалежний експерт, що активно задає питання по суті проектів, на це ж орієнтуються й учасники, що представляють громадськість, пресу й ін. Необхідно також підсилити природоохоронну спрямованість гри – приділити більше уваги різноманітним екологічним наслідкам застосування розробок аж до самостійного проекту по моніторингу наслідків використання генно-інженерних продуктів, пропонованого Комісії з фінансування. Роль економічних консультантів, експертів-юристів може бути зведена до мінімуму.

У класах медичного, сільськогосподарського профілю. Крім зазначених вище міркувань, можна ввести обмеження на спрямованість проектів (охорона здоров'я, селекція тварин і рослин), а увагу «зелених» зосередити на відповідних медико-екологічних наслідках.

Навчальні заклади гуманітарного профілю. У цьому випадку більше уваги приділяється морально-етичним аспектам пропонованих проектів, їхньому сприйняттю різними верствами населення. Відкривається широке поле для створення самими учнями різноманітних партій і рухів. Вчитель має продумати (з колективом однодумців-колег), чи варто вводити заборону на організації з антигуманною, наприклад, профашистською ідеологією (чи, навпаки, спровокувати учасників на дискусію, «створивши» організацію з подібною ідеологією). Значно зростає роль представників

засобів масової інформації, тому що відкривається можливість представити обговорювані проекти в різних стилях (науковому, науково-популярному, художньому), підготувати репортаж, есе, протокол чи інший офіційний документ. Якщо гімназія має визначену країнознавчу спрямованість (наприклад, Японія, Франція, ін.), можна вибрати цю країну як ігрове поле і звернути увагу учасників на її суспільно-політичну, культурну, релігійну специфіку. При досить високому рівні володіння мовою цієї країни (у першу чергу – самим викладачем біології) гра взагалі може проводитися іноземною мовою.

Гімназії, коледжі правового й економічного напрямку. Може бути посилена економічна складова (складніші вимоги до бюджету проекту, встановлені жорсткі границі заробітної плати, розрахунку економічної ефективності проекту і т.п.), автори проектів повинні будуть продемонструвати знання законодавчої бази проведення досліджень і впровадження розробок у практику. Можуть бути розглянуті також правові аспекти діяльності громадських організацій (запропонована процедура реєстрації руху), можливі юридичні казуси, пов'язані з клонуванням людини, патентуванням нових форм життя і т.п.

Класи з поглибленим вивченням інформаційних і телекомунікаційних технологій. Можливість використання ресурсів Інтернет у ході гри як джерела інформації можлива в будь-якій освітній установі, а не тільки профільній, але можна пред'явити більш високі вимоги до:

- звітності (до складання анотованого каталогу web-посилань по темі проекту);
- оформленню ігрового простору (комп'ютерний набір і дизайн всіх ігрових атрибутів - візитних карток, бейджів, буклетів і т.п.);
- підготовці презентацій у різних форматах (аж до створення web-сайта гри і/чи web-сторінок окремих проектів).

Можливе використання комп'ютерної графіки при створенні об'ємних логотипів фірм, графіків і діаграм, псевдозображень об'єктів досліджень, моделювання одержуваних результатів.

В обговорюваному нами варіанті гри усе закінчується на самому цікавому етапі (початку реальних досліджень), але варто зазначити, що існує також можливість розвитку гри шляхом розгляду подальшої економічної моделі біологічних досліджень (у біолого-економічному напрямку)⁶. Устаткування, що мають фірми на момент початку гри, і отримане фінансування будуть використовуватися для підготовки фірмами необхідних досліджень, придбання додаткової техніки, культур організмів, векторів, і ін. Спеціально обговорені механізми гри будуть визначати імовірність досягнення фірмами успіху за цикли досліджень, можливість одержання прибутку за рахунок продажу непотрібних приладів і отриманих зразків; а також можливості придбання нового обладнання і культур. Можливий також вплив випадкових подій, як позитивних (додаткове фінансування), так і негативних (форс-мажорні обставини – пожежа, повінь). Такий варіант гри потребує від учасників досконального знання методики генно-інженерних і біотехнологічних досліджень і розробок, ретельного прорахунку можливих ризиків і вигравів, підготовки ігрових прайсів на необхідну техніку (а також знання її можливостей і технічних параметрів). Але це буде вже інша, не проектно-рольова (чи інакше проектно-рольова) гра...

⁶ У цьому випадку гра набуває рис настільних або комп'ютерних стратегічних ігор типу «Менеджер», «Монополія» чи «Sims City».

Додаток. Додаткові джерела для вчителів і груп учнів

1. Вчительський розділ

1.1. Правила проведення заняття «Біологічний Цар Гори»

Давним-давно була така рухлива дитяча народна гра - "Цар Гори". Зі снігу будували гору, поливали водою, і її вершину повинний був захищати один з учасників. Якщо хтось зіштовхував його зверху, то сам ставав Царем гори, і тепер уже його намагалися зіштовхнути інші...

"Біологічний Цар Гори" проходить так само весело, хоч і менш рухливо. Ведучий (вчитель біології) повідомляє тему семінару (тобто розділ навчального курсу, матеріал якого можна використовувати в ході заняття), ставить у центрі класу три стільці і пропонує першим бажаним їх зайняти. Це тимчасові Царі. Інші учасники задають питання, називаючи ім'я того з царів, якого хочуть "звалити". Відповідь Цар на питання - усидить, не відповідь - його місце займає учасник, що задав питання. Питання повинні бути побудовані таким чином, щоб відповідь на них не перевищувала трьох-чотирьох фраз. У тих випадках, коли Цар не зміг відповісти на якесь питання, ведучий може запропонувати тому, хто питає самому відповісти на нього; якщо відповідь отримана, цар змінюється новим, якщо немає – залишається на місці, але бал за відповідь йому, звичайно ж, не зараховується. Занадто складні питання, що вимагають дуже докладної і довгої відповіді, питання не по темі заняття відмітаються ведучим як протизаконні і зазіхають на честь і достоїнство Царя. У суперечливих випадках ведучий приймає вольове рішення й або повідомляє про переверт, що здійснився, або підтверджує право монарха на трон до наступного промаху. Царі між собою не радяться і один одному не допомагають (ведучий лише як виняток може надати іншому монарху можливість відповісти на запитання за колегу, рішення про династичні права в цій непростій ситуації приймати також ведучому).

Ведучий у підготовленому заздалегідь списку учасників семінару відзначає, хто скільки разів "зсадив" старого царя і скільки разів кожному з царів удалося "утриматися" на горі (на скільки питань відповісти). Для більшого динамізму гри можна, якщо учасник відповів на 7 (10) питань підряд, оголосити його Почесним Царем і з пошаною проводити на пенсію (пересадити до рядових однокласників), а його місце дати можливість зайняти новому Царю. Звичайно, Почесні Царі складають еліту монархічного співтовариства і заслуговують вищої оцінки.

Оптимальною тривалістю заняття в класі (25-30 учнів) є пара – дві академічні години, об'єднані в одне заняття. Якщо клас поділяється на групи для практичних занять (при профільному навчанні), то для групи з 12-15 учнів звичайно досить однієї академічної години.

Вчителю варто пам'ятати про два важливі моменти:

- Звичайно бажаних задати питання досить багато, і тому варто бути дуже уважним у виборі послідовності тих, хто буде задавати питання. З одного боку, щоб не було скривджених, з іншого боку – для підтримки оптимального рівня складності і динамізму гри.
- На цьому занятті оцінюється не тільки (іноді – не стільки) рівень знань учнів, але і рівень їхніх домагань, честолюбства і прагнення до успішної кар'єри. Успіхів усім - і вчителям, і кандидатам на трон, і Царям!

1.2. Групова робота учнів на уроці і «Коефіцієнт особистої участі» учня в загальній роботі

Застосування рейтингової системи оцінювання знань учнів на окремому уроці (а не тільки в тематичному, семестровому або річному підсумку роботи учнів), може допомогти в подоланні деяких недоліків групової роботи, у тому числі – такого складно коректованого показника, як внесок кожного з членів групи в загальний результат, і оцінка цього внеску. Одним із прийомів, який добре "працює" у системі **накопичувального рейтингу**⁷, є розрахунок "**Коефіцієнту особистої участі**". Великою перевагою цього методу є залучення самих учнів до оцінювання внеску окремої особистості в спільний результат. Метод було розроблено для використання при розподілі на малі групи **за бажанням лідерів**, але його можна використовувати й в інших випадках.

Пояснимо на конкретному прикладі. Припустимо, учням 11 класу хіміко-біологічного профілю належить виконати на спецкурсі "Основи молекулярної біології" складне велике групове завдання - показати, які зміни відбудуться у певного виду тварин на молекулярному, клітинному, тканинному та організменому рівнях організації у зв'язку з переходом до фотосинтезу. Максимальний бал за це завдання дорівнює 80. (Слід зазначити, що накопичувальний рейтинг цілком вільний від прив'язки до будь-якої системи оцінювання, окрім внутрішньої, у якій бали визначаються тільки в залежності від складності завдання; особливо добре він зарекомендував себе на факультативах і спецкурсах). Для виконання роботи перші по рейтингу учні набирають по черзі з інших однокласників групи й приступають до виконання завдання.

За декілька хвилин до закінчення заняття після здавання групових робіт учні розсаджуються по своїх звичайних місцях. На невеликих аркушах вони записують склад своєї групи, підкресливши прізвище керівника, відмічають "пташкою" власне прізвище, а потім наводять проти кожного прізвища особистий внесок (у відсотках) кожного в загальний результат, і здають учителю. Наприклад, це може виглядати так (учениця Груздо О., яка працювала у групі, створеній С. Угрюмом, висловлює свою думку):

Угрюм - 30%
Захаров - 35%
v Груздо - 20%
Кладченко - 15%

Щоб підсумувати всі думки, складається приблизно така таблиця:

Прізвище учня	Особистий внесок у відсотках за думкою:				Сума ма %%	Середній відсоток (: 5)	КОУ
	Угрюма	Захарова	Груздо	Кладченко			
<u>Угрюм</u>	20	30	30	30	130	26	1,04
<u>Захаров</u>	35	30	35	25	160	32	1,28
<u>Груздо</u>	25	20	20	20	110	22	0,88
<u>Кладченко</u>	20	20	15	25	100	20	0,80

Пояснення:

1. "Залитим" фоном позначено відсотки, які наведені в прикладі вище;

⁷ Мається на увазі такий тип рейтингу, у якому сумуються та накопичуються бали, які отримали учні за певні види робіт протягом деякого часу (уроку, теми, розділу програми або семестру).

2. **Сума %%** складається з відсотку за думкою керівника групи (того учня, що її набирав), помноженого на 2, і суми думок інших членів групи; така увага до думки лідера групи пояснюється тим, що він краще від усіх володіє матеріалом, бо посів одне з перших місць у рейтингу, і може більш точно оцінити внесок кожного члена групи;
3. При підрахунку **середнього відсотку** сума поділяється не на 4 (кількість учнів), а на 5 (кількість думок); для групи з n учнів сума ділиться на $(n + 1)$;
4. **Коефіцієнт особистої участі** знаходиться за формулою

$$KOU = \frac{\text{Середній \%}}{100 : n}, \text{ де } n - \text{кількість учнів у групі; для чотирьох учнів чи-}$$

сло у знаменнику = 25 %.

Тепер можна справедливо оцінити роботу учнів на уроці. Якщо групова робота оцінена в 72 бали (із 80 максимально можливих, див. вище), то «чистий» бал, який отримують учні за цю роботу, одержується шляхом перемноження групового бала на особистий рейтинговий коефіцієнт:

$$\text{Угрюм} - 72 * 1,04 = 74,88$$

$$\text{Захаров} - 72 * 1,28 = 92,16$$

$$\text{Груздо} - 72 * 0,88 = 63,36$$

$$\text{Кладченко} - 72 * 0,80 = 57,60$$

Хоча така методика має свої недоліки (вона потребує витрат деякого часу, втім, не дуже значних; не позбавлена повністю від суб'єктивності), вона дозволяє достатньо точно відобразити особистий внесок у спільну роботу в оцінці, в індивідуальному балі. За бажанням викладач може й за собою зарезервувати право на виставлення відсотків особистої участі учнів у груповій роботі⁸, бажано на рівні з думкою учнів (учитель може бути більш суб'єктивним, до того ж він не працював із групою і не уявляє «зсередики» внеску окремої дитини в загальний результат). При деякій витонченості можна застосовувати подібну методику й в інших видах рейтингу, або просто встановлювати межі оцінок у. Це можна зробити кількома способами. По-перше, вчитель може встановити певні межі, за якими набрані бали будуть перетворюватися у оцінку за 12-бальною шкалою (наприклад, більше за 80 - "12", 80 - 72 бали - "11", 71,9 - 64 - "10", 63,9 - 56 - "9", 55,9 - 48 - "8", 47,9 - 40 балів - "7" і т.д.). Таким чином, у Захарова О. з наведеного вище прикладу 12 балів, у Угрюма С. - 11, Груздо О. та Кладченко О. отримують по 9 балів. По-друге, можна обрати такий ділильний коефіцієнт, за допомогою якого можна перейти до стандартної системи оцінювання (в наведеному прикладі цей ділильний коефіцієнт може бути розрахований через пропорцію, у якій максимальний набраний бал дорівнюється 12, а отриманий певним учнем бал - x). Нарешті, можна відразу встановлювати максимальний бал за роботу 10-11 (а не 80, як у наведеному прикладі), тоді після помноження на **Коефіцієнт особистої участі** буде відразу отримано бал у прийнятій 12-бальній системі.

Застосування коефіцієнту особистої участі дозволяє підвищити ефективність групової роботи, додавши до неї істотний елемент індивідуалізації навчального процесу. Крім того, з'ясування учнями походження отриманої оцінки, способів її обчислення дозволяє розширити можливості корегуючої та стимулюючої функцій оцінювання.

⁸ Це має особливе значення під час проведення і оцінювання лабораторних і практичних робіт, під час яких учитель може оцінити опанування учнями певних практичних навичок.

2. Розділ для всіх учасників проектно-рольової гри

2.1. Принципи складання заявок на одержання грантів

У додатку запропоновано повний опис заявки на отримання гранта. У більшості варіантів гри дотримуватися наведеної нижче схеми не обов'язково, але найголовніші питання, на які потрібно звернути увагу при підготовці заявки на отримання фінансування для Вашого проекту, виділено достатньо чітко. При підготовці додатку використано матеріали посібника для некомерційних організацій «Как просить деньги» [8].

Словник основних термінів:

Грант - кошти, передані дарувальником (фондом, корпорацією, урядовим чи закладом приватною особою) організації чи приватній особі для виконання конкретної роботи. На відміну від позики, грант не потрібно повертати.

Донори (ті, що надають грант, спонсори) - приватні особи чи організації, що розглядають заявки на грант і надають гранти. У ролі донорів можуть виступати державні установи різних країн, міжнародні організації, приватні благодійні фонди, комерційні структури, релігійні, наукові й інші суспільні некомерційні організації, а також приватні особи.

1. **Державні донори** - держустанови, що одержують засоби з бюджету своєї держави. Наприклад - Агентство по міжнародному розвитку США (US AID), Національний інститут здоров'я США, Агентство по охороні навколишнього середовища (EPA) і ін. Це дуже бюрократичні і вимогливі донори. Їхньої програми допомоги завжди спрямовані на вузько визначене коло потенційних одержувачів, а вимоги до оформлення заявок і звітності найбільш строгі.
2. **"Напівприватні" донори** - громадські організації, що одержують засоби від державних донорів і розподіляють їх по організаціях-заявниках. Наприклад - Уорлд Лернинг (World Learning), Національний фонд захисту демократії, Фонд Євразія (Eurasia Fund) і інші. Сюди ж можна віднести і міжнародні організації, подібні до Всесвітнього банку (World Bank).
3. **Приватні донори** - це фонди, приватні некомерційні організації, що одержують кошти від приватних громадян (пожертвування), або корпорації (комерційні фонди), а також приватні особи:
 - **Незалежні фонди** (independent foundations) - як правило, організуються приватною особою, родиною чи декількома особами (фонд МакАртурів, фонд Рокфеллерів, фонд Сороса), а потім існують на дивіденди з вкладеного капіталу. Фонди формують ради, що розглядають заявки і виносять рішення про фінансування.
 - **Асоційовані фонди** - фінансуються з засобів компанії (комерційної організації), з яким вони асоційовані. Прикладами можуть бути Xerox Foundation, Apple, Hewlett-Packard і інші. Звичайно такі фонди надають гранти в області, що збігається зі сферою інтересів корпорації. Рішення про видачу грантів приймаються радою, що включає керівництво компанії.

Заявники (applicants) – приватні особи чи організації, що подають заявки на грант.

Заявка - письмове звертання з проханням про виділення гранта. Як комерційна фірма складає бізнес-план з метою переконати вкладників помістити гроші в справу, так заявка необхідна для того, щоб переконати донора (дарувальника) укласти гроші у Ваш проект. Для західних наукових фахівців це звичайна процедура: фонди повідомляють про конкурси, переможці конкурсів одержують гранти. **Заявка на фінансу-**

вання вашого проекту може розглядатися як пояснення того, яким чином різні витрати вашої організації зв'язані з кінцевим результатом її діяльності. І чим краще заявка це пояснює, тим більше Ваші шанси на успіх.

З чого складається заявка?

1. Титульний лист.

2. Коротка анотація. Містить ясний і короткий опис суті заявки. Займає півсторінки, максимум сторінку. Включає два-три речення, що відповідають на питання:

- хто буде виконувати проект;
- чому і кому потрібний цей проект;
- що вийде в результаті;
- як проект буде виконуватися (при наявності етапів виконання);
- скільки буде потрібно грошей.

3. Вступ містить короткі відомості про організацію-заявника.

4. Постановка проблеми описує, чому виникла необхідність у виконанні проекту.

5. Цілі і задачі дають уявлення, які будуть підсумки виконання проекту. Ціль – це те, в ім'я чого починається проект. Задачі - конкретний ефект, досягти якого потрібно в ході виконання проекту. З розділу повинно бути ясно, що вийде в результаті виконання проекту, які зміни відбудуться в існуючій ситуації.

6. Методи. Вказуються заходи, які необхідно провести для досягнення намічених результатів і для вирішення поставлених задач. З розділу повинно бути ясно, що буде зроблено, як, коли й у якій послідовності будуть здійснюватися необхідні дії, які ресурси будуть використані.

7. Оцінка і звітність. З цього розділу повинно бути ясно, як Ви плануєте визначити наприкінці, чи досяг проект мети, і як Ви будете контролювати процес виконання проекту.

8. Бюджет. Розділ містить список усіх ресурсів, необхідних для проведення запланованих заходів.

Титульний лист (Cover page)

Титульний лист служить візитною карткою Вашого проекту. Він повинен на одній сторінці містити всю необхідну для Комісії з фінансування інформацію. Титульний лист має запам'ятовуватися. Форма може містити, наприклад, такі пункти:

А) Назва проекту. Вона повинна бути помітною і короткою, але може бути досить загальною, наприклад "Майбутнє без голоду!", або містити підзаголовок, наприклад:

Майбутнє без голоду!

Створення нових, високопротеїнових сортів пшениці, жита і рису

Приклад менш вдалої назви:

Одержання за допомогою вектора $\phi X 147$

*трансгенних форм родів *Triticum*, *Secale* з генетично детермінованою стійкістю до *Anegrous epos*, *Musca domestica*, *Coccinela novemnotata* і *Componotus herculeanus* шляхом трансформації в гомеозисних генах блоку *PXC-17**

Б) Організація-виконавець. Назва організації, що виконує проект, її адреса, телефон і номер розрахункового рахунка (якщо є).

В) Керівник проекту. Указується П.І.Б., посада, адреса, телефон, адреса електронної пошти (E-mail) і т.д. Керівник відповідає за виконання проекту і несе відповідальність перед донором за ефективність використання коштів. Передбачається, що

проект складений керівником; якщо це не так, то потрібно окремим рядком указати всіх авторів проекту. Керівник має бути один.

Г) Термін виконання проекту. Обчислюється в місяцях, не більше ніж на один-два роки. Пам'ятайте: якщо проект не може бути виконаний за 2-3 роки, заявки на наступні стадії пишуться окремо і подаються пізніше.

Д) Вартість проекту. Указується необхідний обсяг фінансування (звичайно в доларах США).

Анотація заявки (Summary)

Анотація - короткий, 2-3 абзаци, виклад проекту, що повторює всі частини повної заявки. Це одна з найважливіших частин заявки, тому що члени Комісії з фінансування почнуть знайомство з Вашим проектом саме з неї. Тому **анотація повинна бути гранично ясною, стислою, конкретною і виразною**. Резюме в один-два абзаци на титульному листі буде достатньо.

З анотації повинно бути зрозуміло, хто Ви, який масштаб Вашого проекту, його цілі і задачі, методи, що Ви припускаєте використовувати, терміни виконання і вартість проекту. Нехай з кожного з наступних розділів заявки в анотацію потрапить по одній-дві пропозиції. Писати резюме чи анотацію краще в останню чергу, коли всі інші розділи вже написані. Це дозволить охарактеризувати в анотації Ваш проект із максимальною чіткістю.

Критерії оцінки анотації:

1. Включає принаймні одне речення про:
 - заявника (хто буде виконувати проект).
 - проблеми (чому потрібен проект).
 - цілі і задачі проекту (що вийде в результаті).
 - методи і ресурси (як буде виконуватися проект).
2. Указує повну вартість проекту, опис діяльності заявника і потрібну суму (скільки потрібно грошей).
3. Написана коротко (не більш 150-200 слів), ясно і цікаво - привертає увагу читача.

Обсяг, що рекомендується: 1 абзац (3-10 рядків - коротка заявка) - 1 сторінка.

Вступ (Introduction)

Цей розділ заявки повідомляє, хто подає заявку, хто буде виконувати проект і чому заявники/виконавці (у силу своєї кваліфікації, досвіду, переконань, репутації) щонайкраще виконають задачі проекту. Її задача - викликати довіру (credibility) до заявника. У цій частині заявки Ви розповідаєте про вашу організацію. Ваша задача - довести, що Ви дійсно в змозі з користю витратити засоби і справитися з проектом.

Використовуйте Вступ для обґрунтування зв'язку між своїми інтересами й інтересами донора (покажіть, як Ваш проект відповідає його інтересам).

Додайте сюди висловлювання великих політичних діячів чи видатних вчених у Вашій області, що залучають увагу громадськості до проектів, подібних Вашому. Наприклад, включивши в заявку цитату з урядового звіту (наукової статті, виступу лауреата Нобелівської премії) про те, що проекти, які нагадують Ваш, можуть найбільш ефективно вирішувати поставлені задачі, Ви використовуєте довіру до визнаних авторитетів для підтримки Ваших власних ідей.

Критерії оцінки Вступу:

1. Містить відомості про організацію-заявника і про рівень компетентності автора проекту і кваліфікації персоналу, свідчить про наявність достатнього рівня компетентності.
2. Логічно підводить до розділу "Постановка проблеми".
Обсяг, що рекомендується: 0.5 -1 стор.

Постановка проблеми (Problem statement)

У цьому розділі необхідно точно викласти конкретну проблему, яку Ви збираєтеся вирішити за допомогою Вашого проекту. У цьому розділі описується ситуація, що спонукала Вас приступити до розробки проекту. Ви повинні пояснити, навіщо потрібен Ваш проект. Описувана проблема повинна відбивати об'єктивну ситуацію, тобто проблеми з життя Ваших клієнтів, місцевих жителів, міста чи країни. **Формулювання проблем не повинне відбивати внутрішні потреби Вашої організації.** Зокрема, відсутність у Вас грошей - це не проблема. Це очевидно із самого факту звертання за фінансовою допомогою. Важливо відповісти на запитання, для рішення якої проблеми Вам потрібні гроші, на що Ви направите отримані засоби.

У розділі "Постановка проблеми" Ви повинні:

- чітко визначити все коло проблем, над яким Ви збираєтеся працювати;
- переконати читача в тому, що Ваша задача принципово здійсненна, тобто її можна вирішити в реальний термін з наявними ресурсами, витративши визначену суму;
- підтвердити насущність проблеми за допомогою додаткових матеріалів - статистичних даних, посилань на літературні джерела й ін. (Не захоплюйтеся цитатами - двох джерел у цьому розділі в більшості випадків досить. Найкраще привести ряд найбільш ефектних даних, що наочно ілюструють ситуацію.)
- бути реалістичним - не намагатися вирішити усі світові проблеми в найближчі півроку.

Критерії оцінки розділу "Постановка проблеми":

1. Описує, чому виникла необхідність у виконанні проекту.
2. Наскільки проблема виглядає важливою і значимою для читача.
3. Розумність масштабу робіт.
4. Підтримується статистикою, посиланнями на авторитети в даній області і ключові літературні джерела (1-3), радами експертів.
5. Сформульована з погляду тих, чийм нестаткам служить заявник, а не самого заявника.

Обсяг, що рекомендується: у більшості випадків 1 стор.

Цілі і задачі проекту (Program goals and objectives)

Цілі (goals) - це найбільш загальні твердження типу: поліпшити ситуацію з постачанням населення деякої країни харчуванням; створити службу моніторингу за наслідками впровадження генетично трансформованих організмів у природні популяції; забезпечити збереження унікального генотипу.

Твердження подібного роду не можуть бути оцінені кількісно. Їхнє головне призначення - **показати тип проблеми**, з яким має справа проект. Тим самим цілі відрізняються від задач.

Цілі можуть бути короткостроковими і довгостроковими. Досягнення довгострокової мети буде залежати від досягнення ряду короткострокових цілей. При двох і більше короткострокових цілях Ви повинні чітко вказати, як вони ув'язані одна з одною і з довгостроковими цілями.

Задачі (objectives) - конкретні і можливі зміни, що піддаються виміру, тієї ситуації, що Ви описували в розділі "Постановка проблеми". Ці зміни (поліпшення) відбудуться в результаті здійснення Вашого проекту. Наприклад, якщо проблема полягає в тому, що деякі хворі не можуть одержати якісний, але дорогий препарат, то задача може полягати в тому, що по закінченні проекту вартість препарату, отриманого в результаті його реалізації, складе 60% від сучасної, що зробить його доступним для 75% пацієнтів з числа тих, що не можуть купити його зараз.

Таким чином, задачі повинні бути максимально конкретизовані. В них повинні міститися кількісні дані про ступінь корисності проекту. Такі кількісні дані називаються показниками. Показники - інструмент, що дозволяє точніше визначити і роз'яснити цілі і задачі проекту й оцінити його ефект. Коли ми говоримо в проекті про "посилення", "поліпшення" і "збільшення" чого-небудь, те незрозуміло, який конкретно результат дозволить вважати задачі виконаними, проект здійсненим. Для того щоб не бути голосливим, і потрібні показники. Твердження, що ефект не можна вимірити, що Ви не можете підібрати потрібних показників, рівносильне визнанню, що проект не дасть помітного ефекту.

Критерії оцінки розділу "Цілі і задачі":

1. Описуються передбачувані підсумки виконання проекту, що піддаються оцінці.
 2. З розділу ясно, що вийде в результаті виконання проекту, які відбудуться зміни в існуючій ситуації, наскільки цілі і задачі логічно впливають з постановки проблеми.
 3. З кожної проблеми, сформульованої в попередньому розділі, наявна, принаймні, одна чітка задача.
 4. Імовірність того, що в результаті виконання проекту задачі будуть вирішені, цілі в принципі досяжні, і результати піддаються виміру.
 5. З розділу ясно, хто отримає користь від виконання проекту.
 6. Указується термін досягнення цілей.
 7. Постановку задач автори не плутають з методами їхнього рішення.
 8. Мова ясна і чітка.
- Обсяг, що рекомендується: 0.5 стор.

Методи (Methods)

У даному розділі Ви повинні досить докладно описати ті види діяльності, методи, що необхідні для одержання бажаних результатів за допомогою наявних і потрібних ресурсів. З цього розділу читаючому повинно стати ясно, **що буде зроблено, хто буде здійснювати дії, як вони будуть здійснюватися, коли й у якій послідовності, які ресурси** (виконавці, приміщення, устаткування й ін.) будуть використані.

Існують два головних питання, що повинні бути роз'яснені в цьому розділі:

1. Яка Ваша стратегія в досягненні бажаних результатів?
2. Чому Ви вибрали саме її з всіх інших можливих?

Відповідь на друге питання потребує від Вас знання проектів, аналогічних Вашому. Хто ще працював по Вашій проблемі? Які методи застосовувалися раніше і застосовуються зараз і з якими результатами? Іншими словами, Ви повинні обґрунтувати Ваш вибір методів і методик. Розгляд альтернатив - важливий аспект Вашої методології. Демонструючи Ваше знайомство з аналогічними роботами і пояснюючи Ваш вибір використовуваних засобів, Ви здобуваєте більше довіри в очах донора.

Критерії оцінки розділу "Методи":

1. З розділу ясно, що буде зроблено, хто буде здійснювати дії, як вони будуть здійснюватися, коли й у якій послідовності.

2. У розділі ясно описуються роботи в рамках програми, зрозумілі причини вибору методик і пропонована послідовність дій.
3. Природність логічного ланцюжка: проблема - ціль - задача - метод.
Обсяг, що рекомендується: 0.5 - 1 стор.

Оцінка і звітність (Evaluation)

По закінченні Вашого проекту в процесі оцінки результатів Ви повинні будете визначити, наскільки досягнуті мети проекту, наскільки по закінченні проекту змінилася ситуація, описана в розділі "Постановка проблеми", чи не мав Ваш проект якого-небудь важливого позитивного чи негативного ефекту, не врахованого раніше, чи добре були підібрані методи, які фактори сприяли успіху проекту і які заважали досягненню мети.

При написанні заявки важливо вказати, **хто і яким чином дасть відповідь на перераховані вище питання**. Чи буде проект оцінюватися тільки Вами чи передбачається проведення перевірок, інспекцій, експертиз з боку вищих чи сторонніх організацій? Як про Вашу оцінку довідається донор? Укажіть критерії, що Ви припускаєте використовувати для оцінки. Задачі, що піддаються виміру, готують ґрунт для ефективної оцінки.

Звітність. Письмові й усні звіти можуть бути призначені для донора, державних контрольних органів чи керівників Вашої організації. Зміст і порядок представлення звітів обговорюються в договорі, що укладається з донором при одержанні гранта.

Критерії оцінки розділу "Оцінка і звітність":

1. З розділу повинно бути ясно, як передбачається оцінити наприкінці, чи досяг проект мети, і як буде контролюватися процес виконання проекту; який план оцінки ступеня досягнення цілей (наскільки точно досягнуті цілі); який план оцінки і коректування методів у процесі виконання проекту (як буде контролюватися процес виконання проекту).
 2. Чіткість установлених критеріїв успіху проекту.
 3. Указується форма звітності.
- Обсяг, що рекомендується: до 0.5 стор.

Бюджет (Budget)

Бюджет звичайно складається з трьох розділів:

1. **Оплата праці (Personnel);**
2. **Основні прямі витрати (Non-Personnel Direct Costs);**
3. **Непрямі витрати (Indirect Costs).**

Плануючи бюджет, корисно заглянути в розділи "Цілі і задачі" і "Методи" для вироблення придатного плану. Необхідно врахувати все, на що Ви будете витрачати гроші (ресурси), а також основні фактори, що впливають на розміри витрат. Перш ніж Ви почнете розподіляти гроші по статтях бюджету, **уважно вивчіть податкове законодавство й особливості фінансової звітності**, прийняті у Вашій країні (районі і т.д.), щоб не виявитися в ситуації, коли половина отриманих Вами грошей піде на непередбачені податки і виплати.

Типовий перелік статей витрат і ресурсів, що вимагаються:

1. Оплата праці (Personnel)

А) Зарплата і гонорари (Salaries & Wages).

У цей розділ запишіть усіх працівників із указівкою посад.

Як це виглядає в готовому бюджеті? Пропонується така форма запису. Якщо Ви приймаєте на роботу координатора проекту з окладом 200 доларів на місяць, що працює на повну ставку (100 %), на весь період надання гранта (12 місяців) і просите фонд цілком оплатити його роботу (amount requested), то це буде виглядати так:

Кількість працівників	Посада	Повна місячна зарплата	% повного робочого часу, присвячений роботі з проектом	Тривалість роботи	Повна сума	Наявна сума	Сума, що вимагається
1	координатор проекту	\$200 / місяць	100%	12 місяців	\$ 2400	\$ 0	\$ 2400

Подібним чином Ви можете скласти список для всього персоналу проекту. Якщо хто-небудь зі співробітників одержує зарплату з іншого джерела, то впишіть оклад у стовпчик "**Наявна сума**" (amount donated, синоніми: in-kind, local share, applicant share). Усе, що потрібно від фонду, пишеться у стовпчик "**сума, що вимагається**," (amount requested).

Як визначити розмір окладу? У США федеральний уряд слідкує, щоб оклади були порівняні з такими в інших організаціях, аналогічних Вашій. Складаючи бюджет, поцікавтеся рівнем заробітної плати в інших організаціях, що виконують роботу, подібну з Вашою. На момент написання фонди спокійно ставилися до окладів у \$100-\$500.

Не забудьте, що з заробітної плати персоналу будуть утримані прибутковий податок (12 %) і відрахування в пенсійний фонд (1 %).

Б) Консультативні і контрактні послуги (Consultant and Contract Services).

Сюди включаються виплати консультантам, найнятим за договором. Укажіть кількість днів роботи і передбачувану суму оплати одного дня. Консультативні і контрактні послуги також можуть обкладатися податками.

В) Додаткові виплати і податки (Fringe Benefits).

Сюди входять витрати на додаткові виплати працівнику, включаючи медичне страхування, соціальне забезпечення і т.д. Обов'язкові виплати можуть включати, наприклад, оплату листків тимчасової непрацездатності, догляд за дитиною і т.п. Як і заробітна плата, ці виплати повинні відповідати середньому рівню в інших організаціях подібного типу. Варто також передбачити витрати, пов'язані з виплатою податків і інших обов'язкових відрахувань у держбюджет.

2. Основні прямі витрати (Non-Personnel Direct Costs)

А) Приміщення і комунальні послуги (Space Costs).

У цій частині другого розділу Ви вказуєте вартість усіх використовуваних приміщень, експлуатаційних витрат (вода, опалення, електрика) і т.д., включаючи орендовані Вами і передані Вам у постійне користування, приблизно в такій формі:

*Оренда приміщення під офіс 100 кв.м. * \$4 / м² / місяць * 12 місяців / \$4800*

Вартість вищенаведених витрат повинна відповідати середній для Вашої місцевості. Внесіть в цей розділ також у вартість страховки, ремонту і т.п., а також плату за телефон.

Б) Оренда і покупка устаткування (Rental, Lease or Purchase of Equipment).

Сюди запишіть усі витрати з придбання чи оренди устаткування, що Ви припускаєте використовувати в роботі. Сюди входить устаткування офісу, меблі, комп'ютери, лабораторні прилади, копіювальні машини, факс, автомобіль і т.д. Намагайтеся

просити устаткування в розумних межах. Цей розділ повинен також включати всі додаткові витрати по доставці устаткування, установці, страхуванню.

В) Видаткові матеріали (Supplies).

До них відносяться канцелярські принадлежности (desk top supplies), тобто папір, дискети, ручки, скріпки, папки й ін. Сюди відносяться також реактиви, культури організмів, предметні скельця, пінцети, і ін. предмети, необхідні для роботи в лабораторії.

Г) Командировочні і транспортні витрати (Travel).

Врахуйте сюди усі витрати, зв'язані з поїздками.

Д) Інші витрати (Other costs).

Сюди внесіть усе, що не ввійшло в попередні категорії. Наприклад, сюди можуть увійти витрати на оплату конференцій, нарад і робочих семінарів, друкування матеріалів і оголошень, вартість телефонних розмов і зв'язок і т.д.

3. Непрямі витрати (Indirect Costs)

Ми відносимо до непрямих витрати, що важко зв'язати з якоюсь конкретною діяльністю чи проектом, але проте необхідні для нормального функціонування організації й успішного виконання її задач. Пам'ятайте: будь-який проект, виконуваний в організації, коштує їй певних грошей. Вартість зносу основних фондів, амортизації («старіння») устаткування, оплата праці адміністративних працівників, загальні комунальні витрати (газ, електрика, ліфт, антена й ін.) можуть бути кваліфіковані як непрямі.

Критерії оцінки бюджету:

1. Сума достатня для забезпечення всіх робіт, зазначених в описовій частині заявки.
2. Докладний.
3. Відокремлює додаткові виплати і податки від заробітної плати.
4. Включає оплату консультантів і інших працівників за контрактом.
5. Відокремлює оплату праці від інших прямих витрат.
6. Включає всі непрямі витрати, якщо потрібно.
7. Враховує поточний рівень інфляції.

2.2. Матеріал для членів науково-дослідницьких груп: загальні принципи, напрямки та результати генетично-інженерних досліджень

Цей розділ Додатку підготовлено на основі наступних наукових джерел. Загальний опис методів, напрямків та результатів трансгенних досліджень, підготовлено на основі підручника «Основы современной генетики» С.М. Гершензона ([9], с. 520-540). Методи біотехнології рослин докладно розглянуто в статтях “Соросівського освітнього журналу”:

- Кулаева О.Н. Карликовые мутанты и их роль в "зеленой революции" [10].
- Глеба Ю.Ю. Биотехнология растений [11].

Перспективи генетичної інженерії людини обговорюють генетики з Німеччини та США Ф.Фогель і А.Мотульські [12]. Про деякі з напрямків роботи з тваринами можна прочитати в Додатку 2.5. – стаття “Жорстокий прогрес?”, яку наведено як приклад науково-популярної статті, присвячена цій темі.

Генетичною інженерією називають прикладну молекулярну і клітинну генетику, що розробляє прийоми експериментального втручання, що дозволяють за задалегідь наміченим планом перебудовувати геном організмів, змінюючи його генетичну інформацію.

При цьому в поняття генетичної інженерії не включають перебудову геномів звичайними генетичними методами, тобто штучним викликанням мутацій і одержанням рекомбінацій шляхом схрещування.

До генетичної інженерії прийнято відносити наступні операції:

- 1) *синтез генів поза організмом;*
- 2) *виділення з клітин окремих генів чи генетичних структур (фрагментів хромосом, цілих⁹ хромосом чи навіть цілих клітинних ядер);*
- 3) *спрямовану перебудову виділених структур;*
- 4) *копіювання і розмноження виділених чи синтезованих генів і генетичних структур;*
- 5) *перенос і включення таких генів чи генетичних структур у змінюваний геном;*
- 6) *експериментальне з'єднання різних геномів в одній клітині.*

Цілі і задачі генетичної інженерії.

У ході численних експериментальних робіт, проведених по цих розділах, отримані важливі нові відомості про структуру геномів, реплікацію генів і хромосом, механізми перебудови хромосом, перенос генетичної інформації. Таким чином, дослідження в області генетичної інженерії виявилися дуже плідними й у пізнавальному відношенні. Разом з тим результати цих досліджень дозволили створити обґрунтовані прогнози того, що може дати в майбутньому для людства подальший розвиток генетичної інженерії. Так, можна передбачати, що такі роботи в багато разів збільшать ефективність мікробіологічного виробництва кормових білків, вітамінів, антибіотиків і інших біологічно активних речовин; у хромосоми сільськогосподарських рослин будуть перенесені гени азотфіксуючих бактерій, унаслідок чого рослини отримають здатність засвоювати молекулярний азот атмосфери і відпаде потреба в азотних добривах; будуть знайдені способи радикального лікування спадкових хвороб людини. Передвіщаються й інші практичні результати, до яких повинна привести ге-

⁹ Тут і далі маються на увазі не тільки складно улаштовані хромосоми еукаріотів, але і голі молекул нуклеїнової кислоти хромосом прокаріотів, вірусів, плазмід, пластид, мітохондрій; тобто всі структури, що містять ланцюжки генів.

нетична інженерія. Одні з цих цілей можуть бути досягнуті у відносно близький термін, інші — у набагато більш віддаленому майбутньому, але здійсненність таких прогнозів представляється досить реальною у світі даних, вже отриманих генетичною інженерією до дійсного часу.

Запобіжні заходи в генетичних експериментах.

Не можна заплющувати очі на те, що генетична інженерія може привести і до результатів, небезпечних для людини. При об'єднанні різнорідних генів можуть виникнути молекули ДНК із непередбаченими властивостями. Особливо небезпечні досліди, що можуть привести до появи форм хвороботворних бактерій, стійких до антибіотиків і інших медикаментів, а також досліди з вірусами, що викликають злякисні пухлини. Тому в лабораторіях, що займаються генетичною інженерією, необхідне дотримання строгих мір, що запобігають одержанню небезпечних результатів і виключають виток у зовнішнє середовище шкідливих для людини нових форм мікробів і вірусів, що можуть випадково виникнути в ході дослідження. До числа таких мір, крім звичайно використовуваних у роботах із хвороботворними мікробами і вірусами, відноситься рекомендація експериментувати тільки з мікробами і вірусами, не здатними розмножуватися в організмі людини. Пропонується, наприклад, користуватися мутантними штамми кишкової палички, що потребують живильних середовищ, відсутніх в кишківнику людини, і мутантними вірусами, нездатними до реплікації при температурі людського тіла.

Приклади штучної зміни генетичної інформації.

Вірус тютюнової мозаїки (ВТМ)

За допомогою ферменту полінуклеотидфосфорилази до РНК ВТМ була приши-та поліаденілова кислота, тобто синтетичний полінуклеотид, що складається з багаторазових повторів аденіна. Відповідно до таблиці генетичного коду, триплети аденіна кодують амінокислоту лізин. Цією РНК заразили листки тютюну і там вона викликала синтез полілізіна. Цей досвід показав, що «синтетична генетична інформація», яку пришили до вірусної РНК, використовується клітиною.

Вірус папіломи Шоупа

Вірус папіломи Шоупа викликає в епітеліальних і печіночних клітинах кролика синтез аргінази – ферменту, що руйнує амінокислоту аргінін. У людини відомо рідке спадкове захворювання аргінінемія, що характеризується високою концентрацією аргініну в крові, різкою розумовою відсталістю, епілепсією, розладами обміну. Якби аргінінемію виявляли в дитини досить рано, імовірно, можна було б запобігти цим патологічним проявам введенням в організм нешкідливого для людини вірусу Шоупа.

Вірус герпеса

Мутантні мишачі клітини, що не виробляють тимідінкіназу, отримують здатність синтезувати фермент після зараження їх вірусом герпеса і непохитно передають цю здатність подальшим поколінням клітин, тому що геном вірусу герпеса міцно вбудовується в їхній генетичний апарат. Ці і подібні дослідження, у яких спадкові властивості клітини непередбачено змінюються внаслідок зараження її вірусом, можна, однак, лише з деякою натяжкою зарахувати до генетичної інженерії.

Трансгенез - експериментальний перенос виділених з генома чи штучно синтезованих генів в інший геном.

Трансгенез складається з трьох основних послідовно виконуваних операцій:

а) *виділяють чи синтезують ген чи гени, що підлягають переносу;*

б) цей ген чи гени включають у **вектор**, тобто в таку генетичну структуру, здатну до автономної реплікації, з допомогою якої цей ген чи гени можуть бути розмножені і введені в клітину-реципієнт, спадкові властивості якої бажають змінити;

в) створюють умови для проникнення вектора з генами, що включаються в нього, у клітину, де вони вбудовуються в її хромосомний апарат чи автономно реплікуються в складі вектора.

Штучний синтез генів.

У сучасній генетиці застосовуються два способи штучного синтезу генів поза організмом — хімічний і ферментативний.

Уперше синтез гена був здійснений *хімічним* шляхом у 1969 р. працюючим в Америці індійським ученим Хораной зі співробітниками. Цим рукотворним геном був ген аланінової тРНК дріжджів, послідовність нуклеотидів у якому була на той час цілком розшифрована. Керуючись цією послідовністю, група Хорани хімічно синтезувала дрібні фрагменти ДНК (від 4 до 13 пар нуклеотидів) і з'єднала їх у потрібному порядку за допомогою лігази (фермент, що зшиває окремі ділянки ДНК). Виготовлений у такий спосіб ген не мав регуляторних елементів і був функціонально неактивним.

Розвиваючи цей напрямок, Хорана зі своїми помічниками синтезували в 1976р. відрізок ДНК кишкової палички, що містить ген супресорної тирозинової тРНК довжиною 126 пар нуклеотидів, і пари, що примикають до нього - промотор (52 пари нуклеотидів) і термінатор (21 пара нуклеотидів), а також прикріплені до кінців відрізка тетрануклеотиди ААТТ і ТТАА. Цього разу штучно створений ген разом з цими додатковими елементами виявився цілком працездатним, що проявилось, коли синтезований відрізок був убудований у геном мутантного фага Т4.

Іншим прикладом штучного створення функціонально-активного гена служить хімічний синтез оператора лактозного оперона кишкової палички. Синтезований у пробірці оператор був убудований у плазмиду, за допомогою якої його удалось ввести в бактерію.

Ці блискучі результати, досягнуті тривалою кропіткою роботою, показали можливість створення в пробірці генів, цілком тотожних природним.

Вивчення зворотної транскрипції показало, що матрицею для утворення ДНК-вих копій може служити не тільки РНК онкогенних вірусів, у досліджах з якою це явище було відкрито, але і різні інші РНК, у тому числі навіть синтетичні полірибонуклеотиди. Зворотна транскриптаза будує на всіх таких матрицях їхні ДНК-копії. Це зробило принципово здійсненим *штучний ферментативний синтез* будь-яких індивідуальних генів (притому у необмеженому числі копій) шляхом транскрибування їх з відповідних матричних РНК. Цей спосіб менш трудомісткий і більш швидкий.

Для ферментативного синтезу в пробірку, що містить розчин усіх чотирьох дезоксирибонуклеотидтрифосфатів, іони магнію (іноді марганцю) і фермент — зворотну транскриптазу, виділену з якого-небудь онкогенного вірусу, вносять матричну РНК, кодовану тим природним геном, копію якого бажають створити. Крім того, у цю систему додають затравку, що прискорює хід реакції. Такою затравкою найчастіше служать невеликі молекули, що складаються з 8—10 повторів тиміна (при синтезі вірусних генів роль затравки можуть виконувати деякі тРНК).

На внесеній у систему мРНК зворотна транскриптаза синтезує комплементарну їй нитку ДНК, а потім на цій ДНК-нитці гібридної молекули той же фермент синтезує другу нитку ДНК, і виходить точна копія структурного гена, з якого була транскрибована використана мРНК. Проблема полягає в тому, щоб синтезувати не тільки стру-

ктурні гени, але і регуляторні ділянки; цього можна домогтися за допомогою промРНК.

Виділення генів і включення їх у вектор.

Хімічним шляхом поки що вдається синтезувати тільки дуже невеликі гени, типу генів транспортних РНК, а за допомогою зворотної транскрипції синтезуються, здебільшого, лише структурні гени без необхідних для їхнього функціонування регуляторних елементів. Це обмежує використання штучно синтезованих генів для цілей генетичної інженерії і трансгеноз частіше здійснюють природними генами, тим чи іншим способом виділені з генома.

Уперше гени удалося виділити в 1969 р. американському вченому Дж. Беквітсу зі співробітниками. Вони скористалися тим, що два різних трансдуцируючих фага при розмноженні в кишковій паличці можуть захоплювати і вбудовувати у свій геном лактозний оперон бактерії разом з пов'язаним з ним геном-регулятором, причому даний відрізок бактеріальної хромосоми вбудовується в геном цих двох фагов у протилежній орієнтації. Один фаг приєднував цей відрізок у положенні *a*, *u*, *m* (структурні гени), *pro* (оператор), *p* (промотор), *f* (регулятор), а другий фаг — у положенні *t*, *p*, *pro*, *m*, *u*, *a*. Щоб звільнитися від генів самих фагів, ДНК кожного фага руйнували і центрифугуванням відокремлювали важку нитку ДНК (багату Г-Ц-парами) від легкої нитки (багатої А-Т-парами), а потім змішували важкі нитки обох фагів, унаслідок чого комплементарні один одному убудовані гени бактеріальної хромосоми утворювали двухниткову ділянку, тим часом як лежачі праворуч і ліворуч відрізки фагових ДНК не спаровувалися і залишалися одонитковими. Потім ці одониткові відрізки руйнували ДНК-азою й у результаті зберігалася тільки двухниткова ділянка, що містить лактозний оперон бактерії і його ген-регулятор.

Розглянута робота мала велике принципове значення, тому що вона переконливо продемонструвала можливість виділення в чистому виді визначених генів, але метод, що застосовувався в ній, надзвичайно специфічний і придатний тільки для даного конкретного випадку. Тому в генетичній інженерії використовуються інші, більш універсальні прийоми.

Векторами найчастіше служать дрібні кільцеві бактеріальні плазмідні, що несуть гени стійкості до того чи іншого антибіотика чи до ультрафіолетового світла. Широко використовується також мутантний фаг лямбда, значна частина генома якого випала внаслідок делеції. Для переносу генів у клітини ссавців особливо придатний онкогенний мавпячий вірус ОВ40. Геном цього вірусу має здатність вбудовуватися в хромосоми клітин ссавців і крім того цей вірус іноді перетворюється в псевдовіріон, у якому усередині вірусного білкового капсида знаходиться не вірусна ДНК, а захоплений вірусом шматок ДНК хромосоми хазяйської клітини, де вірус реплікувався.

У дослідах з трансгенозу найбільш уживані методи, що дозволяють одержувати відрізки ДНК із "липкими кінцями", тобто ті, що мають на кінцях послідовності нуклеотидів, що утворюють комплементарні пари з тим відрізком ДНК, з яким їх хочуть з'єднати.

Найчастіше відрізки ДНК одержують за допомогою рестриктаз; це ендонуклеази, що розрізають нитку ДНК у строго визначених місцях - там, де нуклеотиди розташовані в порядку, що пізнається цією рестриктазою. Деякі рестриктази утворюють фрагменти ДНК із липкими кінцями. Наприклад, рестриктаза, що позначається символом EcoRI, розрізає нитку ДНК між аденіном і гуаніном, що знаходяться в послідовності нуклеотидів GAATT чи TTAAG, причому утворюються липкі кінці AA і TT, комплементарні один одному. При обробці цією рестриктазою різних ДНК виходять структури, липкі кінці яких унаслідок комплементарності А і Т з'єднані водневими

зв'язками. Розриви ниток, що залишаються в такій структурі ДНК, можна потім залікувати лігазою, що відновлює фосфорно-дифірні зв'язки між кінцями фрагментів.

Інший спосіб одержання відрізків ДНК із липкими кінцями полягає в тому, що виділені тим чи іншим способом або штучно синтезовані фрагменти ДНК обробляють ендонуклеазою, що укорочує нитки фрагментів з обох кінців, а потім за допомогою ферменту полінуклеотидтрансферази пристроюють до цих кінців послідовності аденінових і тиміділових нуклеотидів. Довжина цих липких поліА і поліТ послідовностей невелика (50—100 нуклеотидів), але достатня для утворення гібридних структур із фрагментів двох різних ДНК за умови, що до фрагментів однієї ДНК прибудовані кінці поліА, а до фрагментів іншої — кінці поліТ.

Для вбудовування генів у вектор, за допомогою якого вони можуть бути перенесені в клітину-реципієнт, обидва розглянуті методи часто використовуються спільно.

В обох цих випадках із самого початку було відомо, який ген чи які гени укладені в потрібному відрізку ДНК. Однак набагато частіше в роботах з трансгеноза приходиться мати справу з численними фрагментами ДНК, серед яких лише одиничні містять підлягаючий переносу ген. Тому в генетичній інженерії важлива роль належить прийомам, що дозволяють виявляти і виділяти фрагменти з потрібним геном.

В даний час найпоширеніший метод одержання фрагментів ДНК із підлягаючим переносу геном — це так називаний спосіб дробової рушниці (*shot-gun*), що полягає в тому, що ДНК механічно чи рестриктазами дроблять на численні дрібні фрагменти і потім їх наосліп гібридизують з молекулами ДНК вектора, обробленими рестриктазою для перетворення їх у лінійні і для додання їм липких кінців. Гібридні молекули, що утворилися, вводять у кишкову паличку і подальша задача полягає у відшуканні і виділенні тих бактерій, у які потрапив фрагмент ДНК із потрібним геном. Задачу цю можна вирішувати по-різному. Розглянемо випадок, якщо підлягаючий переносу ген дає клітині стійкість до якого-небудь антибіотика. Тоді бактерій, у які введені рекомбінантні молекули, висівають на середовище з цим антибіотиком і на ній виживають тільки ті, що одержали потрібний ген, всі інші гинуть. При наступному розмноженні бактерій, що вижили, введені в них рекомбінантні векторні молекули з потрібним геном реплікуються, тобто відбувається клонування цих молекул.

Трохи інакше проводили виділення і клонування фрагментів ДНК у деяких дослідках по переносу в кишкову паличку генів еукаріотів, наприклад генів, що кодують гістони в морського їжака. Суміш ДНК морського їжака і векторної плазміді, що містить ген стійкості до тетрацикліну, обробляли рестриктазою, розриви, що утворилися в рекомбінантних молекулах заліковували лігазою і вводили ці молекули в кишкову паличку, що висівали на середовище з тетрацикліном, так що виживали лише бактерії, що одержали плазміді. ДНК плазміді переводили в одонитковий стан і інкубували з радіоактивно міченою мРНК гістонових генів морського їжака. Двухниткові комплекси утворювалися тільки в тому випадку, якщо в плазміді були присутні гени гістонів, тому що тільки цим генам була комплементарна мічена мРНК. Знайти цей комплекс можна навіть прямо в клітині за допомогою авторадіографії.

Ще один спосіб виділення фрагментів ДНК, що містять потрібний ген. ДНК дроблять механічно чи ферментами. Отримані фрагменти обробляють розчином мРНК гена, що бажають виділити; молекули цієї мРНК приєднуються тільки до тих фрагментів ДНК, що містять даний ген, тому що вони комплементарні лише йому. Нагадаємо, що молекули мРНК звичайно мають на кінці ділянку поліА. Розчин пропускають через стовпчик, заповнений гранульованою речовиною (наприклад, сефарозою), на зернах якої адсорбовані молекули поліУ. Через те, що А і У комплементарні, в колонці затримуються і потім можуть бути витягнуті з неї фрагменти ДНК, що

містять потрібний ген, інші ж фрагменти безперешкодно вимиваються зі стовпчика рідиною.

Деякі результати дослідів з трансгеноза.

- Одержання кишкової палички, стійкої до антибіотиків, шляхом уведення відповідних плазмід.
- Перенос у кишкову паличку генів фіксації атмосферного азоту.
- Перенос бактерії плазміди з визначеними генами (наприклад, триптофану) з наступним посиленням їхньої транскрипції (якщо подіяти на такі бактерії хлорамфеніколом, що перешкоджає розділу хромосоми бактерії, але не реплікації плазміди, то число копій плазміди досягає 400—500 на клітину і така бактерія синтезує величезну кількість ферментів, що беруть участь у синтезі триптофану, що складає до 30% ваги всіх її білків.)
- Одержання вакцин проти вірусних хвороб (інфекційного гепатиту В, ящура, грипу) шляхом бактеріального синтезу білків вірусної оболонки.
- За допомогою фага лямбда перенесли ген галактозо-1-фосфатуридилтрансферази кишкової палички в культивовані поза організмом клітини людини, хворої на галактоземію, що забезпечило синтез цього ферменту клітинами.
- Перенос векторними молекулами генів еукаріотів у клітини бактерій, так, наприклад, був синтезований гормон соматостатин ссавців, інсулін, інтерферон, брадикінін, ангіотензин, гормон росту.
- Гени еукаріотів удається переносити векторами й у клітини інших еукаріотів. Наприклад, в ооцити шпорцевої жаби були введені гени овальбуміна курки, гістонів морського їжака і дрозодфілі, де вони транскрибувалися, хоча не ясно, чи вбудовувалися вони міцно в хромосоми хазяїна. За допомогою вірусу ОВ40 гени гемоглобіну миші і кролика були пересажені в клітини мавп, де вони активно транскрибувалися.

Генетична інженерія на рівні хромосом і геномів.

У ряді досліджень, проведених на культурах клітин тварин, встановлено, що виділені з клітини **метафазні хромосоми** можуть вбудовуватися в іншу клітину шляхом піноцитоза і, таким чином, передавати гени клітини-донора в клітину-реципієнт. Такий результат можливий навіть тоді, коли клітини і хромосоми, що вбудовуються в них, належать різним видам тварин.

Описано досліді, у яких на клітини діяли не хромосомами, а **ДНК**.

Були узяті мишачі клітини з лінії, маркірованої хромосомною перебудовою і чутливою до дигідрофтолатредуктази (ДГФР, сполуки, застосовуваної при лікуванні злоякісних пухлин). Ці клітки інкубували з ДНК, виділеною з іншої лінії мишачих клітин, не маркірованої хромосомною перебудовою, але несущої ген стійкості до ДГФР. У результаті в деякі клітини маркірованої чутливої лінії був перенесений ген стійкості до ДГФР, тобто відбулася їхня генетична трансформація. Такі клітини розмножили й у суміші з чутливими маркірованими клітинами тієї ж лінії були вприснуті в кістковий мозок мишей, у яких власні клітини кісткового мозку були попередньо убиті високою дозою радіації. Вприснуті клітини прижилися і розмножилися, а потім на цих мишей стали діяти ДГФР, у результаті чого чутливі клітини загинули, а стійкі до ДГФР нащадки трансформованих клітин множилися і заміщали загиблі (**клітинна селекція**). Доказом того, що клітини, що вижили, дійсно нащадки трансформантів, служила присутність у них маркерної хромосомної перебудови, що була відсутня в клітинах лінії-донора ДНК. Подібні досліді показують принципову можливість введення в організм ссавця і приживлення там бажаного гена.

Прикладом використання аналогічного підходу в медицині може служити робота, що мала метою лікування спадкоємного дефекту еритроцитів — хвороби, названої теласемією (вона викликається рецесивною генною мутацією). У хворого на теласемію взяли деяку кількість кровотворних клітин кісткового мозку, розмножили ці клітини в культурі і потім методами генетичної інженерії ввели в ці клітини повноцінний нормальний алель гена теласемії, що забезпечує розвиток здорових еритроцитів. Крім того, у ці ж клітини ввели ген стійкості до метатриксату — сполуки, несприйнятливості до якої давала надалі цим клітинам селективну перевагу. Такі клітини були повернуті в кістковий мозок того ж самого хворого, а потім йому якийсь час давали метатриксат, у результаті чого стійкі до цієї речовини клітини, що несуть ген, що кодує утворення нормальних еритроцитів, заміщали теласемічні. А оскільки стійкі клітини походили з організму цього хворого, вони не сприймалися, як чужі, тобто були імуносумісними і проти них не вироблялися антитіла.

До генетичної інженерії іноді відносять роботи з **пересадження клітинних ядер**. Розроблені до дійсного часу прийоми дозволяють брати незапліднені яйцеклітини ссавців, пересаджувати в енукейовані яйцеклітини диплоїдні ядра соматичних клітин і вводити зиготу в матку самки, гормонально підготовлену до імплантації. При тім удалося навіть **клонувати** особину, у якої брали ядра для пересадження, тобто одержати групу нащадків, генетично цілком тотожних цій особині.

Гібридизація соматичних клітин відкриває багатообіцяючу можливість розробки способів масового виробництва специфічних антитіл що дуже важливо для практичної медицини. Це показали дослідження, виконані на **гібридомах**. Гібридома — це клітина, отримана злиттям клітини, що виробляє антитіла, з раковою клітиною, що додає гібридомі здатність необмеженого розмноження при культивуванні в живильному середовищі поза організмом. За допомогою клонування, тобто вирощування потомства окремих клітин, можна одержувати лінії гібридом, що синтезують високоспецифічні **моноклональні антитіла**. Моноклональні антитіла можуть служити для поділу й очищення антигенів і ферментів. Зроблено перші спроби застосування моноклональних антитіл в онкологічній практиці. Використання моноклональних антитіл, мічених флуоресціюючими барвниками, дає можливість простежити розвиток злоякісної пухлини і виявити локалізацію злоякісних клітин у різних тканинах, куди вони могли проникнути. Допомагають моноклональні антитіла розпізнавати дві форми раку грудної залози в жінок: гормон-залежну і гормон-незалежну, потребуючі різного лікування; це здійснено тому, що моноклональними антитілами вдається знайти на поверхні клітин гормон-залежного раку рецептори естрогенних гормонів, а в клітин гормон-незалежного раку молочної залози немає таких рецепторів.

Розробка методів вирощування рослин з окремих клітин дозволяє сподіватися на те, що гібридизація соматичних клітин може бути дуже корисною для рішення ряду питань генетики рослин, а в майбутньому — і для цілей практичної селекції. Цим способом вже отримані гібридні рослини, що сполучають генотипи різних сортів тютюну.

Велике значення для майбутніх досліджень у різних областях генетики буде мати подальше удосконалювання методів генетичної інженерії, а також створення так званих **банків генів**, що виникли при проведенні генетико-інженерних робіт і постійно поповнюються. Такі банки генів — це колекції багатьох сотень генів, виділених з геномів найбільш зручних і вживаних генетичних об'єктів — вірусів, бактерій, дріжджів, дрозодів, шпорцевої жаби, миші й інших, а також з генома людини. Ці виділені гени убудовані в різні плазмиди й інші вектори, зберігаються там у замороженому

стані і при першій же потребі беруться для проведення тих чи інших генетичних дослідів.

Методи генетичної трансформації рослин

Усі вирощувані нині комерційні трансгенні сорти отримані за допомогою двох методів:

1. Використання здатності бактерії *Agrobacterium tumefaciens* генетично модифікувати рослини. Реконструйовані штами *Agrobacterium*, що містять неонкогенні варіанти Ті-плазмід і володіють підвищеною вірулентністю, стали основою одного з найбільш популярних методів трансформації. Метод застосовується як у генетичної інженерії дводольних, так і для кукурудзи, рису, пшениці.

2. Обстріл тканини мікрочастинками золота (або інших важких металів), покритими розчином ДНК.

Сучасний арсенал методів трансформації включає такі підходи, як уведення ДНК у голі клітини (протопласти), електропорація клітин, мікроін'єкції ДНК у клітини, проколювання клітин шляхом струшування їх у суспензії мікроголок, опосередкована вірусами інфекція і т.д.

Важливим питанням залишається доказ того, що перенесені гени працюють в клітинах нового хазяїна. Один з методів, що застосовується для цього, описано в наведеному нижче прикладі. А. Сільверстон й ін. створили генетичну конструкцію, що містить під сильним промотором вірусу кольорової капусти (35S) злиті гени зеленого флуоресцюючого білка медузи і RGA (один з білків, мутація яких викликала нечутливість до гібберелліну в арабідопсиса з подальшим утворенням низькорослих рослин). Ця конструкція була введена в експресуючий вектор (що забезпечує синтез РНК і білка на введений у клітину чужорідній ДНК) і нанесена на частки, якими бомбардували клітини епідерміса цибулі (покривна тканина). У результаті в клітинах цибулі синтезувався гібридний білок, що включає в себе білок медузи, що забезпечує зелену флуоресценцію, і білок арабідопсиса RGA, що завдяки спеціальній амінокислотній послідовності викликає надходження химерного білка в клітинні ядра. Введення в рослинні клітини генів, відповідальних за синтез флуорисцентних білків (від медузи і світлячків), дозволяє вирішувати важливу технічну задачу - виявлення і добір рослин, у які успішно перенесені генно-інженерні конструкції; проростки цих рослин світяться в темряві і самі про себе заявляють: "Ми несемо генно-інженерні продукти!"

Результати біотехнології рослин.

1) Стійкість до гербіцидів (речовин, що вибірково пригнічують життєдіяльність бур'янів)

Генетично змінені рослини зі стійкістю до різних класів гербіцидів у даний час є найбільш успішним біотехнологічним продуктом. Класична сільськогосподарська хімія прагнула до створення гербіцидів селективного типу, які б пригнічували ріст можливо більшого числа видів бур'янів, не придушуючи при цьому росту культурних сортів. Незважаючи на прогрес у 1960-1970-х роках у створенні надзвичайно ефективних гербіцидів (сульфоніл сечовини, імідазоліони й ін.), що використовуються в низьких концентраціях (менш 100 г/га і навіть 10 г/га), надзвичайно малотоксичні для тварин і людини і дуже селективні, за останні двадцять років якісно нових хімічних препаратів не з'явилося.

Біотехнологія дозволила зробити якісний стрибок, тому що виявилось можливим генетично змінювати стійкість рослин до тих чи інших гербіцидів або шляхом уведення генів, що кодують білки, нечутливі до даного класу гербіцидів, або за рахунок уведення генів, що забезпечують прискорений метаболізм гербіциду в рослині.

На теперішній час клоновані гени, що кодують нечутливі до дії гербіцидів ферменти-мішені, що дало можливість одержувати трансгенні рослини, стійкі до таких гербіцидів, як гліфосат (комерційна назва Roundup) і хлорсульфурунові і імідазолінонові гербіциди. Ізольовані також гени, що кодують ферменти деградації деяких гербіцидів, що дозволило одержувати трансгенні рослини, стійкі до фосфінотрицину (комерційна назва BASTA), 2,4 D, далапону. У 1997 році стійка до Roundup соя, розповсюджувана компанією "Asgrow", була визнана в США сільськогосподарським продуктом року.

2) Стійкість до комах

Цікавий підхід, що забезпечує стійкість рослин до комах, запропонувала генетична інженерія рослин. Уже досить давно відома бактерія *Bacillus thuringiensis*, що продукує білок, дуже токсичний для багатьох видів комах, у той же час безпечний для ссавців. Білок (дельта-ендотоксин, CRy-білок) продукується різними штамми *B. thuringiensis*. Він розщеплюється в кишківнику комах, утворюючи активізований токсин. Активізований білок специфічно зв'язується з рецепторами в середній кишці комах, що приводить до утворення отворів у мембрані клітин кишкового епітелію і лізису клітин. Взаємодія токсину з рецепторами дуже специфічна, що ускладнює підбір комбінації токсин-комаха. У природі знайдена велика кількість штамів *B. thuringiensis*, чиї токсини діють тільки на визначені види комах.

Безпека токсину і його складених білків для людини й інших ссавців цілком доведена. Виявилось, що вбудовування гена цього білка в геном рослин дає можливість одержати трансгенні рослини, що не поїдаються комахами. У той же час практичне застосування генноінженерних методів по створенню рослин, стійких до конкретних комах-шкідників, потребує великої роботи по підборі необхідних штамів *B. thuringiensis* і створенню генноінженерних конструкцій, що дають найбільший ефект для конкретних класів комах. В даний час так називані Bt-рослини (від *B. thuringiensis*) бавовника і кукурудзи займають основну частку в загальному обсязі генетично модифікованих рослин цих культур, що вирощують на полях США.

3) Білки

Рослини є безумовно найбільш дешевим продуцентом білків. Вартість білка, отриманого шляхом сільськогосподарського культивування сої чи кукурудзи, складає менш 1 дол./кг. Крім того, використання в даний час мікробних клітин у закритих системах (ферментерах) і особливо культивованих клітин тварин як продуцентів фармацевтичних білків обходиться в сотні і тисячі разів дорожче. Дослідження останніх років мали на меті показати можливість одержання біологічно еквівалентних форм того чи іншого білка в трансгенних рослинах і підвищити зміст білка, щоб полегшити його подальше очищення.

Вже доказано, що рослини можуть виробляти тваринні білки. Так, вбудовування в геном рослин *Arabidopsis thaliana* і *Brassica napus* химерного гена, що складається з частини гена запасного 2S-білка арабідопсиса і частини, що кодує нейропептид - енкефалін, приводило до синтезу химерного білка до 200 нг на 1 г насіння. Два структурних білкових домена (енкефалін і 2S-білок) були зв'язані послідовністю, пізнаваною трипсином (ферментом), що давало можливість надалі легко ізолювати чистий енкефалін. В іншому експерименті удалося після схрещування трансгенних рослин, в одній з яких був вбудований ген гамма-субодиниці, а в другому - ген каппа-субодиниці імуноглобуліну, одержати в потомстві експресію обох ланцюгів. У результаті рослина формувала антитіла, що складають до 1,3% сумарного білка листів. Також було показано, що в рослинах тютюну можуть збиратися цілком функціональні секреторні моноклональні (що походять від однієї клітини) імуноглобуліни (антитіла). Секреторні імуноглобуліни виділяються в ротову порожнину і шлунок лю-

дини і тварин і служать першим бар'єром на шляху кишкових інфекцій. У згаданій вище роботі одержали продукцію в рослинах моноклональних антитіл, що були специфічні для *Streptococcus mutans* - бактерій, що викликають зубний карієс. Передбачається, що на основі таких моноклональних антитіл, продукованих трансгенними рослинами, удасться створити дійсно протикарієсну зубну пасту.

Показана також продукція в рослинах людського b-інтерферону. Розроблено також підходи, що дозволяють одержувати бактеріальні антигени в рослинах і використовувати їх як вакцини. Отримано картоплю, що експресує олігомери нетоксичної субодиниці В-токсину холери. Ці трансгенні рослини можуть бути використані для одержання дешевої вакцини проти такого захворювання, як холера.

4) Жири

Генетична інженерія метаболізму жирів уже привела до нових комерційних продуктів. Найважливішою сировиною для одержання різного роду хімічних речовин є жирні кислоти - основний компонент рослинної олії. У 1995 році була закінчена експериментальна перевірка й отримано дозвіл від федеральної влади США на вирощування і комерційне використання трансгенних рослин рапсу зі зміненою сполукою рослинної олії, що включає разом зі звичайними 16- і 18-членними жирними кислотами також і до 45% 12-членної жирної кислоти - лаурата. Ця речовина широко використовується для виробництва пральних порошоків, шампунів, косметики. Експериментальна робота полягала в тім, що був клонований ген специфічної тіоестерази з рослини *Umbellularia californica*, де вміст лаурата в жирі насіння досягав 70%. Структурна частина гена цього ферменту (відповідального за синтез лаурата) під контролем промотора-термінатора гена білка, специфічного для ранньої стадії сім'яутворення, була вбудована в геном рапсу й арабідопсиса, що і привело до збільшення вмісту лаурата в олії цих рослин.

Подальше вивчення специфіки біохімічного синтезу жирних кислот, очевидно, приведе до можливості керувати цим синтезом з метою одержання жирних кислот різної довжини і різного ступеня насичення, що дозволить значно змінити виробництво детергентів, косметики, кондитерських виробів, мастильних матеріалів, ліків, полімерів, дизельного палива і багато чого іншого, що пов'язано з використанням вуглеводневої сировини.

5) Зміна властивостей сільськогосподарських і технічних рослин

Сучасна біотехнологія в стані маніпулювати багатьма важливими ознаками, які можна розділити на дві групи. Одні з них важливі для власне сільськогосподарського виробництва. До них можна віднести підвищення загальної продуктивності рослин за рахунок регулювання синтезу фітогормонів чи додаткового постачання киснем рослинних клітин, а також ознаки, що забезпечують стійкість до різного роду шкідників (комахи, гриби, бактерії, віруси, нематоди) чи ж до абиотичних факторів (посуха, засоленість, оксидативний стрес). До цієї ж групи можна віднести стійкість до різного роду гербіцидів, можливість набагато довше зберігати вирощений врожай.

До ознак, що впливають на якість одержуваної продукції, відноситься можливість маніпулювання молекулярною вагою жирних кислот. Рослини будуть робити біодеградуєчий пластик (який піддається швидкому руйнуванню мікроорганізмами), за ціною порівняною з поліетиленом, одержуваним з нафти. Відкрилася можливість одержання крохмалю з заданими фізико-хімічними властивостями. Амінокислотні сполуки в рослинних запасних білках стають більш збалансованими і легкозасвоюваними для ссавців. Рослини також стають продуцентами вакцин, фармакологічних білків і антитіл, що дозволить значно полегшити лікування різних захворювань, у тому числі й онкологічних. Отримані і випробуються трансгенні рослини бавовни з уже

пофарбованим волокном. У майбутньому натуральне бавовняне волокно буде міцніше, не буде ні м'ятися, ні сідати і буде мати різне фарбування без застосування хімічних барвників. Необхідно відзначити, що ринок для продуктів з новими якостями більш значний, чим ринок продуктів з поліпшеними чисто сільськогосподарськими ознаками, хоча в даний час саме ознаки першої групи, такі, як стійкість до гербіцидів і комах, отримали перший комерційний успіх на полях США.

Генетична інженерія і людина як біологічний вид

Змінюючи навколишнє середовище людини і впливаючи на захворювання, що мають генетичну природу, ми постійно і в усе більшій мері побічно впливаємо на генетичний фонд людини як виду. Лікування і профілактика захворювань впливають на генетичний пул людини, зберігаючи шкідливі гени, що під час відсутності таких мір були б еліміновані. Дуже імовірно, наприклад, що через широке застосування антибіотиків у двох останніх поколіннях частота генів, що беруть участь у формуванні схильності до різних інфекцій, зростає. За старих часів такі гени зникали разом зі смертю хворого. Інший приклад: при вільному виборі шлюбного партнера в шлюб вступають звичайно люди, подібні за інтелектуальним розвитком, тому розподіл генів, що впливають на розумові здібності, буде нерівномірним: велика частина генів, що визначають високий рівень інтелекту виявиться сконцентрованою серед нащадків обдарованих пар. Однак, якщо люди обговорюють питання про маніпуляцію генами, вони звичайно мають на увазі щось зовсім інше, наприклад створення людини по генетичній інструкції в лабораторних умовах або що-небудь не менш вигадливе. Такі припущення висловлювалися вже давно, однак з того моменту, як Уотсон і Крик розшифрували структуру ДНК, ці пророкування знайшли квазінаукову основу. Швидкий розвиток молекулярної біології за останні кілька років знову привів до численних дискусій щодо генної інженерії. Хоча ми ще далекі від можливості змінювати гени людини, громадськість сильно стурбована діяльністю «божевільних учених», «що втручаються» у генний пул людини для модифікації її властивостей. Оскільки генетична детермінація властивостей особистості, інтелекту, росту залишається малозрозумілою і здійснюється багатьма генами, такими ознаками поки неможливо маніпулювати. Можливо, однак, що у майбутньому ми будемо знати більше про генетику людини і розробимо технологію прямого впливу на деякі її ознаки. Тому важливо розглядати ці питання зараз.

Представляється корисним розділити методи маніпуляції генами на дві групи: більш консервативні, котрі використовують устояні біологічні принципи і потребують лише деяких технічних удосконалень, і більш революційні методи, зв'язані з великими досягненнями в області молекулярної біології.

«Консервативний» підхід: вибір гамет. Головним пропагандистом вибору гамет був Г. Дж. Меллер. Він неодноразово говорив про те, що майбутні батьки не повинні покладатися тільки на власні зародкові клітини, а повинні вільно вибирати між зародковими клітинами багатьох індивідів, відбираючи майбутній фенотип своїх дітей на основі знань про особистість і досягнення тих індивідів, від яких беруться зародкові клітини. На думку Меллера, «...дійсного вибору немає доти, поки немає багатьох можливостей; вибір проводиться при наявності максимуму знань про можливі наслідки, і наскільки це можливо, йому не повинні заважати причини ірраціонального характеру. .. Крім того, ... остаточне рішення щодо майбутнього вибору повинне бути прерогативою зацікавленої пари. Усі ці умови можуть бути дотримані тільки після створення багатого банку зародкового матеріалу, що представляє тих, хто виявився видатним у відношенні цінних характеристик розуму, душі і тіла. Варто вести каталоги, що містять дані про результати досліджень фізичних і психічних ха-

рактик усіх донорів, а також відповідні факти з їхнього життя і життя їхніх родичів... Краще використовувати зародковий матеріал, що зберігався принаймні 20 років... (очевидно, що досягнення донора остаточно можна оцінити тільки через такий час). Для пари таке вчинок приймав би характер високоморальної дії, акта служіння суспільству, що саме по собі є нагородою».

З технічної точки зору ця пропозиція здійсненна вже тепер; збереження людської сперми можливе. Штучне запліднення, спермою що зберігалася в спеціальних умовах, в широких масштабах використовується при розведенні великої рогатої худоби. У людей штучне запліднення (звичайно свіжою спермою, отриманою від здорових донорів) досить часто застосовується в тих випадках, коли жінка не може завагітніти через безплідність чоловіка. Лікарі, що здійснюють штучне запліднення, як правило, не проводять генетичного дослідження донора. З огляду на важливість проблеми, недавно були видані директиви, що стосуються генетичного скринінга серед донорів для штучного запліднення; їхнє виконання забезпечується в декількох центрах. Такий генетичний скринінг заснований значною мірою на ретельному зборі сімейного анамнезу шляхом опитування. Дослідження хромосом звичайно не проводиться. За результатами скринінга потенційний донор може виявитися непридатним з генетичних причин.

У деяких великих містах США організовані банки сперми, особливо для збереження сперми тих чоловіків, що піддалися вазектомії в зв'язку з небажанням мати дітей, але хочуть забезпечити собі таку можливість на випадок, якщо їхній погляд на цю проблему зміниться. Такі банки сперми можуть також допомогти мати потомство чоловікам, що страждають неопластичними захворюваннями і піддаються лікуванню високими дозами цитостатичних агентів чи опромінення, що приведе до безплідності чи ушкодження генетичного апарата. Банк сперми в Каліфорнії був заснований промисловцем-мільйонером, що зумів одержати зразки сперми від визнаних лідерів в області точних наук (наприклад, від лауреатів Нобелівської премії й інших знаменитостей) для штучного запліднення жінок, що виразили на це добровільну згоду. Банки сперми в США розсилають лікарям список потенційних донорів з їх соціальними і професійними характеристиками й етнічною приналежністю. Відповідно до вибору подружньої пари зразок сперми відправляється лікарю для проведення процедури штучного запліднення. Штучне запліднення можливе також і *in vitro*. Яйцеклітини витягають з яєчників за допомогою лапароскопії. Зазначимо, однак, що запліднення *in vitro* здійснюється важче. Правда, в останні роки в цій області досягнуті великі успіхи. Народилося багато дітей, зачатих таким способом. Після медикаментозної і гормональної стимуляції яєчника за допомогою лапароскопії збирають безліч яйцеклітин і запліднюють їх спермою *in vitro*. У матку поміщають кілька яйцеклітин, що пройшли кілька поділів, у надії на те, що принаймні одна з них імплантується і розв'ється в плід. У результаті такої методології часто народжується декілька дітей. Ряд клінік у різних частинах світу тепер пропонує цей метод подружнім парам, у яких жінка дотепер була безплідна через непрохідність фаллопієвих труб.

Описана методика дає можливість виношувати дитину не біологічній матері, а «підставній». З приводу такої практики і виникаючих у зв'язку з цим проблем було багато дискусій так само, як щодо правомочності заморожування і збереження запліднених яйцеклітин. Деякі дослідники критикували практику імплантації декількох зигот в одну матку, оскільки кожна окрема зигота при цьому піддається високому ризику ранньої загибелі. Отже, відтворення людини тепер може піддаватися маніпуляціям на різних рівнях. Важко пророчити, як це позначиться на майбутніх поколіннях.

Чи не доведеться нам зіштовхнутися з великомасштабними спробами розмноження людей такими методами? Важко уявити, щоб селективне розмноження

стало коли-небудь популярним у відкритому демократичному суспільстві. Воно обмежиться, імовірно, незначною меншістю населення.

Молекулярна біологія і майбутнє генної інженерії. Майбутнє генної інженерії ґрунтується на наступних досягненнях молекулярної біології:

а) мутагенну активність визначених хімічних сполук можна використовувати для того, щоб викликати специфічні мутації у визначених генних локусах;

б) у мікроорганізмів можливий перенос генетичної інформації нестатевим шляхом (трансформація чи трансдукція). Аналогічні спроби можна почати для еукаріот, включаючи людину;

в) дефектні гени можна замінити, використовуючи вірусні гени як переносники;

г) у геном людини можна включити штучно синтезовані гени.

Перспективи генної терапії в людині. Необхідно чітко розрізняти дві різні цілі генної терапії - корекцію генетичних дефектів у соматичних клітинах і корекцію в зародкових клітинах чи на самих ранніх стадіях розвитку зиготи. Дотепер перша мета практично не викликала сумнівів, тоді як другу більшість дослідників або відкидають, або відносяться до неї дуже скептично. Однак і соматичну генну терапію варто застосовувати тільки за певних умов. Вони не відрізняються від умов для будь-якого іншого лікування. Коротко їх обговоримо під трьома заголовками: доставка, експресія і міри безпеки.

Доставка й експресія. В даний час єдиними клітинами людини, які можна використовувати для переносу генів, є клітини кісткового мозку чи фібробласти. Ніякі інші клітки не можна витягти з тіла, виростити в культурі для того, щоб перенести ген і знову ввести пацієнту. Для переносу клонованих генів у такі клітини існують чотири методи: а) вірусний (за допомогою РНК-ретровірусів і Днк-вірусів); б) хімічний (за допомогою фосфату кальцію); в) метод злиття (за допомогою злиття клітин з навантаженими ДНК ліпосомами, тінями еритроцитів чи протопластами); г) фізичний (за допомогою мікроін'єкцій чи електропорації). Метод злиття розвинений у даний час недостатньо добре. Мікроін'єкції ДНК використовували в багатьох експериментах у біології розвитку хребетних, але при цьому, як правило, потрібно вводити дуже велику і важко контрольовану кількість матеріалу. В даний час найбільш перспективним представляється перенос, зв'язаний з використанням ретровірусів: одиничні копії можна включити в одну (хоча і випадкову) ділянку майже в 100% клітин-мішеней. Крім того, у цьому випадку відома структура послідовності, що вбудовується.

Ген стійкості до неоміцину вводили в кровотворні клітини дорослих мишей, і людський ген ферменту гіпоксантин-гуанін—фосфорибозилтрансферази (*HPRT*) переносили й активували в клітинах лінії з недостатністю цього ферменту. Експеримент дає надію на можливість генної терапії при синдромі Леша-Найхана. Всі інші способи лікування даної хвороби не ефективні. Чому саме в цьому випадку генна інженерія може принести успіх? Тому що ген *HPRT*, очевидно, працює за принципом «завжди включений»; навіть невелика кількість продукованого ферменту могла б дати поліпшення, а невелике надвиробництво не було б особливо шкідливим. З іншого боку, є сумніви в тому, що введенням генів *HPRT* у клітини кісткового мозку можна буде вплинути на важкі порушення поведінки при цьому синдромі, викликані недостатністю ферменту в клітинах головного мозку. Однак *in vitro* спостерігали метаболічні взаємодії: клітини, що продукують фермент, можуть «харчувати» їм чи його попередникам ті, у яких він відсутній. Це могло б відбуватися і *in vivo* і поліпшувати роботу нервових клітин. Ще кращим кандидатом для генної терапії є недостатність аденіндезамінази, що веде до дефектів імунної системи. У цьому випадку очевидно, що функціональний дефект локалізований переважно чи винятково в кістко-

вому мозку, і на нього, отже, можна впливати *in vitro*, а потім увести клітини назад у тканину.

Міри безпеки. Щоб застосовувати на практиці методи генної інженерії, потрібно бути упевненим у їхній безпеці. Наприклад, людські онкогени за структурою частково гомологічні ретровірусам. При зараженні таким вірусом, що може модифікуватися шляхом, наприклад, рекомбінації, необхідно мати гарантії, що це не відбудеться. Існує небезпека, зв'язана і з іншими системами переносу. Усунути її (наскільки це можливо) допоможуть експерименти, проведені на декількох рівнях - на клітинах кісткового мозку людини *in vitro* і на мишах і приматах *in vivo*. Для дуже важких і дотепер невиліковних хвороб вимоги до безпеки менш строгі, чим для більш легких захворювань чи захворювань, для яких існують інші види терапії. Ситуація, отже, не занадто відрізняється від тієї, з якою ми зіштовхуємося в інших, більш традиційних областях медичної терапії.

Перенос генів у яйцеклітини чи зиготи на ранніх стадіях. Громадськість стурбована не стільки переносом генів у соматичні клітини, скільки маніпуляцією ними в зародкових клітинах і зиготах з метою зміни генетичної конституції майбутніх поколінь. Безвідповідальні спекуляції деяких молекулярних біологів і журналістів викликали в суспільстві тривогу щодо мотивації і намірів учених. Багато людей побоюються, що честолюбство молекулярних біологів не зупинить їх перед жорстокими експериментами на людині.

Тим часом «генна терапія» на рівні зародкових клітин була здійснена в мишей: введення генів гормону росту пацюків у запліднені яйцеклітини мишей приводило до різкого росту деяких з тварин. З експериментальних яйцеклітин розвилася 21 миша; злиття генів відбулося в сімох випадках, з них у шести розмір тварин істотно перевищував розмір інших мишей. У наступних експериментах цієї групи використовувалися карликові миші лінії *little (lit)*. Причина карликовості в них складається в недостатності гормону росту. Ця лінія використовується як модель при вивченні аутосомно-рецесивної недостатності гормону росту (тип I) у людини. При введенні за допомогою мікроін'єкції генів гормону росту в яйцеклітини мишей карликової лінії удалося одержати 41 тварину, 7 мишей виявилися носіями чужорідних генів і 6 з них продемонстрували різке збільшення розмірів тіла; розмір не просто відновився - карликовий фенотип змінився на гігантський.

Терапія запліднених яйцеклітин у людей. З результатів досвідів на мишах випливає, що генна терапія увінчалася успіхом лише в деякій кількості тварин. У більшості випадків вона виявилася невдалою. Можна, однак, очікувати, що ефективність переносу генів згодом зросте. Більше турбує надмірний ефект впливу в тих тварин, у яких перенос удався. Уявіть собі людину, що у результаті такої терапії досягає росту, скажемо, у три метри! Очевидно, що убудовані гени не піддавалися нормальній регуляції. Можливо, використання регуляторних послідовностей допоможе вирішити ці проблеми. Однак дотепер не удавалося впровадити гени в місця їхньої звичайної локалізації в хромосомі. Вбудовування відбувається у випадковому порядку, у деяких випадках це викликало в мишей-реципієнтів серйозне порушення (у результаті мутації) роботи нормальних генів у ділянках вбудовування.

Небезпека занадто велика і довго залишиться такою. Крім того, існують інші способи досягнення тієї ж мети. Наприклад, карликовість гіпофізарного походження можна з успіхом лікувати гормоном росту людини. Ще важливіше те, що для генної терапії немає медичних показань: більшість метаболічних захворювань успадковується по рецесивному типу. Співвідношення між ураженими і неураженими дітьми гетерозиготної пари складає 1:3. Звичайно, яйцеклітину відразу після запліднення (яке повинно було б відбуватися *in vitro*) можна було б обробити. Але колись варто

було б установити гомозиготність мутантного алелю. Оскільки гени ще неактивні, це неможливо зробити на рівні продукту і потрібно виконати на рівні ДНК. Однак клітина не переживе діагностичної процедури, поки не розділиться на дві: тоді на одній проводиться діагностика, а інша зберігається для переносу гена. Дуже складна і небезпечна процедура! Якщо гомозиготний стан справді можна було б діагностувати на такій ранній стадії, чи не краще було б відмовитися від цієї зиготи і порадити парі спробувати ще раз?

Реакція суспільства на нові досягнення і перспективи молекулярної біології. Досягнення молекулярної біології в останнє десятиліття й у ще більшій мірі її перспективи викликали надзвичайно сильну реакцію громадськості й особливо тих кіл, що формують суспільну думку (теологи, філософи, журналісти). Генетики і лікарі піддалися лютим нападкам. Їхні благі наміри витлумачувалися багатьма зовсім неправильно. У масовій пресі був сформований образ честолюбного і жорстокого вченого, що незабаром, якщо не буде зупинений громадськістю, почне зі злим наміром робити маніпуляції над людським родом. Однак ми не повинні забувати про те, що саме вчені одними з перших «забили тривогу», коли виявилася небезпека експериментів з рекомбінованими ДНК. Правда, ця тривога виявилася даремною, небезпеки цілком можна уникнути при продуманих діях.

Молекулярні біологи, що брали участь у початкових етапах дослідження рестриктаз, були стурбовані потенційною небезпекою цих ферментів, що дозволяють випадковим образом розщеплювати і поєднувати гени від різних організмів і використовувати всюдищу *E. Coli* для їхньої передачі. Вони скликали конференцію для обговорення передбачуваної небезпеки неконтрольованих інфекцій і поширення раку в зв'язку з використанням рекомбінантних ДНК. Громадськість була сильно стривожена. У Сполучених Штатах були швидко прийняті закони, що регулюють роботу з новими методами. Незабаром, однак, з'ясувалося, що небезпека сильно перебільшена. Штами *E. coli*, що використовувалися в цих досвідах, мали настільки низьку життєздатність, що не могли викликати епідемії. Стало ясно й інше: перенос ДНК між видами в природі відбувався протягом тисячоріч. Дані лабораторних експериментів, а також столітній досвід клінічної мікробіології й епідеміології переконують нас у тім, що виражені раніше побоювання не виправдані. Проте ряд видних учених продовжують турбуватися з приводу можливих небезпек, зв'язаних з міжвидовим переносом ДНК.

Теорії подальшого застосування молекулярної біології та генної інженерії.

Зрозуміло, що можливість лікування дотепер невиліковних хвороб людини виглядає привабливою не лише для вчених. Генна терапія – одна з найприйнятніших для суспільства перспектив сьогоденної науки. Дехто мріє про створення безмежної кількості Ейнштейнів та Моцартів (хоча, може пересічний громадянин із задоволенням клонував би себе або своїх родичів?). Не слід, однак, забувати, про фактори зовнішнього середовища, які можуть бути несприятливі для розвитку клонів в ідеальні копії своїх “батьків”. До того ж популярністю користуються не лише науковці та діячі мистецтва, клонувати можна ідеальних солдатів, і навряд чи з гуманними цілями. Менш реальними здаються ідеї щодо створення людини, здатної до фотосинтезу, або людиноподібних мавп, які виконували б важку роботу замість людей. Але згадаємо, що десять років тому клонування людини вважалося химерною мрією. Науковий прогрес набирає нових обертів і, як показує досвід, громадськість лише виступає інертним фактором, але не зупиняє його. Найнереальніші мрії можуть в майбутньому втілитися в життя, варто лише зберегти людство до тих часів.

2.3. Матеріал для представників природоохоронних організацій: небажані наслідки біотехнології для навколишнього середовища

Нижче приведена основна інформація про проблеми, пов'язані з генною інженерією, необхідна для роботи з даною темою. Вона являє собою матеріал, підготовлений відомою європейською екологічною мережею A SEED "Cabbages and Kings", фрагменти добірки «О королях и капусте... Популярно о генной инженерии» [13], а також витримки з публікацій у пресі.

Запропоновані матеріали варто читати критично, тому що деякі дуже некоректні висловлення, зроблені в запалі полеміки, свідомо залишені в добірці без змін. Наприклад, читаємо: «Тобто, на відміну від випадку, коли ви ковтаєте пігулку, з'їдаючи Roundup Ready-сою, ви з кожною клітиною цієї рослини одержуєте ген стійкості до ампіциліну». Відомо, що присутні в їжі гени (усі, не тільки зазначений вище) розщеплюються в травному тракті на мономери (нуклеотиди) та їх складові. Автори [9] самі підкреслюють: «Ця книга написана не генетиками, а професійними журналістами, що одночасно є активістами зеленого руху».

Використовувані скорочення:

ГІ – генетична інженерія;

ГМ – генетично модифікований (наприклад, ГМО – генетично модифікований організм);

ВООЗ – Всесвітня організація охорони здоров'я ООН;

ЄС – Європейський Союз;

ТНК – транснаціональні корпорації.

У чому проблема генної інженерії?

ГІ - це наука з пробірки, вона в основному застосовується для виробництва продуктів харчування. Ген, досліджуваний у пробірці, може показати лише те, за що він відповідає і як поводить себе саме в цій пробірці. Він не розповість нам про свою роль і поведінку в організмі, з якого ми його витягли, чи про те, як він поведеться там, куди ми маємо намір його пересадити. Гени червоного кольору, переселені в клітини петунії, не просто викликали зміну кольору пелюсток, але викликали також зниження родючості і змінили ріст коренів і листів рослини. Лосось, якому перенесли ген гормону росту, не тільки виріс занадто великого розміру і занадто швидко, але і став зеленим, а також мав проблеми зі здоров'ям. Це непередбачені побічні ефекти, названі в науковій термінології плейотропними (тобто ефекти дії того самого гена на різні ознаки).

Як ми можемо бути упевнені в тому, що генетично модифікована рослина, уживана нами в їжу, не стане раптом виробляти нові токсини чи алергени і не підвищить рівень прихованих токсинів? А що ж з харчовою цінністю? І яким буде вплив на навколишнє середовище і дику природу? Усі ці питання украй важливі, але відповіді на них дотепер немає.

1. Корпорації, цифри, факти

Консолідація індустрії "наук про життя"

В дев'яності роки нашого століття фармакологічні і сільськогосподарські компанії злилися й об'єдналися в так названу промислову консолідацію. У результаті з'явилася "Індустрія життя", у якій ці величезні транснаціональні компанії мають найбільш великі обсяги продажів пестицидів, медичних препаратів, насіння, продуктів харчування.

Капітал, що утворився в результаті злиття і придбань цієї індустрії, у 1998 році склав два трильйони доларів, на 50% більше, ніж у 1997 році. Зараз транснаціона-

льні компанії володіють принаймні двома третинами світового ринку. За даними на 1995 рік, зі ста найбільш могутніх світових економічних систем 48 є транснаціональними корпораціями, 52 - національними економіками.

Хімічна історія

Більшість корпорацій, що займаються сьогодні біотехнологіями, споконвічно були великими хімічними компаніями. Наприклад, Monsanto була четвертою за величиною хімічною компанією в США. Hoechst (Німеччина) відкрила свою хімічну філію Celanese у 1998 році, оголосивши наприкінці того ж року про об'єднання з Rhone Poulenc. У результаті з'явилася компанія Aventis, найбільша компанія, що займається "наукою про життя". DuPont (США), до останнього часу найзначніший виробник хімічної продукції, об'єднався в 1998 році з Pioneer Hi-Breed (США), найбільшою в світі компанією з виробництва насіння.

Вибір не на користь хімії - це стратегічний крок, зроблений для того, щоб уникнути нестабільності. Транснаціональні компанії представляють цей свій крок як дії в порятунк навколишнього середовища, говорять про рішення проблеми голоду в країнах третього світу і захворюваності людей, що збільшується, використовуючи красивий термін "наука про життя". Однак, по суті, ці компанії продовжують створювати різну "хімію", включаючи рослини, що виробляють пестициди усередині власних клітин

Корпорації, переорієнтувавшись в 1990 році на роботу в сфері "наук про життя", не змінили схеми, за якою вони звикли працювати, зберегли колишню технологічну базу, продовжуючи працювати в тому ж виробничому секторі: із сільськогосподарськими і фармацевтичними підприємствами.

"Те, що відбувається, це не просто консолідація компаній з виробництва насіння, насправді, це об'єднання всього харчового ланцюга", - Роберт Фрейлі, Monsanto.

"У двадцятому столітті хімічні компанії випускали більшість своїх продуктів, використовуючи неживу природу. У наступному столітті наш товар буде робитися в основному з живої природи", - Джек Крол, голова ради директорів, DuPont.

"Найбільш розхожа назва бізнесу, яким ми займаємося - це біологія. Наші дослідження і технології спрямовані на розробку і продаж продукції, що впливає на біосистеми, будь то люди, рослини чи тварини", - Даніель Васелла, Novartis.

Генетичні зміни насіння

Індустрія "наук про життя" змінює генну структуру насіння для того, щоб наділити їх визначеними рисами. Стійкість до гербіцидів і пестицидів - це дві головних якості, які компанії прагнуть внести в рослини (в основному в кукурудзу і сою).

Ринок генетично зміненого насіння зараз поділений в основному між компаніями Monsanto, Aventis, DuPont, AstraZeneca. Площа земель, засаджених генетично зміненим насінням, швидко збільшується (на 60% у рік). Трансгенне зерно розглядалося до останнього часу як багатообіцяюча і швидко зростаюча частина ринку. Аналітики пророкували прибуток у цьому секторі до 3 мільярдів доларів у 2000 році, а в 2010-ому він склав би 25 мільярдів американських доларів.

Агрокомпанії представляють ситуацію в рожевому світлі і навіть продовжують дослідження і виробництво генетично модифікованої продукції, включаючи різні проекти з виробництва продуктів харчування, такі як, наприклад, соя компанії DuPont, що знижує рівень холестерину. Тим часом, інвестори вже не так оптимістичні, як раніше. Швейцарський банк Credit Suisse заявив, що не буде фінансувати трансгенну інженерію, а аналітики Duetsche Bank радять корпораціями ліквідувати свої відділення агробіотехнологій, а інвесторам - продати акції. "Ми припускаємо, що ор-

ганізації, які раніше сприймалися як флагман цієї галузі, тепер стали сьогоденним бичем... Ми б радили продаж усього цього сектора".

2. Области застосування і безпеки

Вплив на здоров'я, загальні характеристики

Проблеми здоров'я і безпеки їжі пов'язані з індустріальним веденням сільського господарства (об'єднання дрібних ферм у великі господарства, посилення використання антибіотиків у кормах, механізація). Вони стали виявлятися починаючи з 1960-х років, коли сільське господарство і виробництво харчових продуктів стало усе більш зв'язане з пестицидами, гербіцидами, інсектицидами і хімічними добривами. Були встановлені явні зв'язки між деякими хворобами й індустріальним тваринництвом - криза BSE (хвороба сказу корів) наприкінці 1980-х і 1990-х років стала найбільш явним прикладом із серії скандалів, зв'язаних з безпекою їжі. Сальмонельоз був практично невідомий у 1940-х роках, однак тепер це повсюдна проблема. Ріст числа харчових отруєнь за останні 10 років склав 400%. Усім пам'ятний скандал з діоксинами, виявленими в м'ясі і яйцях бельгійських курей. Використання пестицидів і гербіцидів, а також ГМ-культури - останні прояви індустріалізації сільського господарства.

Міф про рівноцінність харчових субстанцій

Концепція "еквівалентності харчових субстанцій" використовується в Європі, Північній Америці і всюди у світі як основа для системи регулювання. Вона була створена спеціально для полегшення комерціалізації ГМ-їжі. Наприклад, Правила ЄС про ГМ-продукти і інгредієнти використовують концепцію рівноцінності харчових субстанцій. При тестуванні чи маркіруванні ГМ-продукти класифікуються як рівноцінні звичайним, проходять прості, такі ж, як і для звичайних продуктів, а не посилені тести, на основі тези, що ГМ-продукти небезпечні не більше всіх інших. Рівноцінність має на увазі, що обидва типи продуктів однакові по всіх показниках, важливих для споживачів - безпеці, поживності, зовнішньому вигляду.

В даний час процедури тестування, прийняті в Європі, США й усьому світі, складаються практично винятково зі спеціальних хімічних і біохімічних процедур, покликаних якісно визначити специфічну живильну речовину, токсин чи алерген. Такі дослідження не можуть знайти небезпеку, що таїться в ГМ-продуктах, тому що вони можуть не виявити несподівані побічні ефекти.

Зважаючи на те, що генна інженерія може привнести в продукти раніше невідомі небезпечні властивості, кожен ГМ-продукт повинен бути обстежений, щоб виявляти самий широкий спектр можливих небезпек. Тільки клінічні іспити здатні виявити всі можливі небезпеки і непередбачені побічні ефекти, що можуть таїтися в продуктах генно-інженерного походження.

Алергія

Харчові алергії стали масово виявлятися з 1960-х років, коли в промисловості почали застосовувати штучні ферменти і пральні порошки. Промислові ферменти використовуються в різних харчових продуктах для поліпшення якості, товарного виду, смаку, технологічності виробництва й інших властивостей. Застосовують їх у таких продуктах, як борошно, крохмаль, газувана вода, фруктові соки, олії, пиво, вина, сири і м'ясо.

Ці ферменти не підлягають обов'язковій вказівці на етикетках, тому їхнього вживання важко уникнути. ГМ-організми, найчастіше гриби чи бактерії, виробляють ці ферменти тоннами. Як тільки зроблений фермент відділений від організму, який його виробляє, використання ГМО можна не декларувати. Однак виділення ферменту з виробляючих його організмів відбувається не повністю, тому залишки культур грибів і бактерій стають основною причиною алергії.

Промислові ферменти - найширший бізнес. Novo Nordisk, лідер датського ринку, заробляє за допомогою промислових ферментів приблизно 500 мільйонів доларів у рік. Прибутки харчової індустрії від використання таких ферментів і від ринку антиалергенів навіть ще більші - порядку мільярдів доларів. Харчові компанії і співпрацюючи з ними алергологи відмовляються від обміну інформацією і співробітництва з новим швейцарським Федеральним інститутом технології, співробітники якого довели, що ці ферменти - головна причина алергій і астми.

ГМ-соя: нова причина алергії

Нові побоювання з приводу безпеки ГМ-продуктів з'явилися в березні 1999 року після досліджень Йоркської лабораторії харчування (Великобританія), коли з'ясувалося, що число випадків харчової алергії, зв'язаних із соєю, збільшилося в 1998 році на 50%.

Відкриття, зроблене в Йорку, дає реальні відомості про те, що ГМ-продукти можуть мати явний негативний вплив на людину. Це перший випадок за 17 років, коли соя виявилася в першій десятці продуктів, здатних викликати алергію. Серед хронічних хвороб, що може викликати соя, розлад кишківника, хвороби шкіри, а також проблеми травлення. Люди можуть також страждати від хронічної втоми, неврологічних проблем, головного болю.

Одна з катастроф, зв'язаних із ГМ-їжою, уже була відвернена. Провідний генний інженер-дослідник для підвищення кількості білка ввів у сою ген бразильського горіха. При тестуванні на тваринах не було помічено ніяких ознак алергенності. По щастю, у вчених під рукою виявилася сироватка крові людей-алергіків на бразильський горіх. Коли ГМ-сою протестували за допомогою цієї сироватки, алергенність була виявлена. Це могло бути смертельно небезпечним для багатьох людей, що мають алергію на горіхи. У більшості випадків сироватки крові алергіків не застосовуються при тестуванні, тому що люди раніш ніколи не споживали більшість "чужих" білків, упроваджуваних тепер у харчові продукти. Британський учений, доктор Мей-Ван Хо помітила: "Немає ніяких відомих способів передбачити алергію на ГМ-їжу. Алергічна реакція виникає через деякий час після появи і розвитку чутливості до алергену".

З огляду на тести, що проводяться зараз на державному рівні, неадекватні через невиправдане застосування "принципу еквівалентності", охоронці безпеки покладаються на дослідження транснаціональних компаній, і подекуди існує тенденція приймати сумнівні результати цих тестів за науковий факт. Навряд чи варто очікувати від чиновників чогось кращого в плані захисту споживача на міжнародному рівні. Міжнародні чиновники не змінять цієї ситуації. Відповідно до правил ВТО обов'язок довести, що продукт небезпечний, лежить на країні, що імпортує. Однак, коли країни намагаються працювати відповідно до обов'язків і захищати своїх громадян, експортери ГМ-продукції використовують інше правило ВТО - про застосування санкцій, якщо імпортер перешкоджає "вільній торгівлі". "По усьому світі споживачі переконуються в тім, що торгові санкції застосовуються на шкоду безпеки і на користь корпорацій" - вважає Consumer International, найвідоміша у світі мережа споживачів.

Виникнення стійкості до антибіотиків

Антибіотики - це фармацевтичні продукти грибів, бактерій і інших організмів, що пригнічують ріст мікроорганізмів чи руйнують їх. Вони широко використовуються для запобігання чи лікування хвороб. Можливо, пеніцилін - найвідоміший препарат з цього класу і перший у довгому ряду ліків, проголошений "чудо-засобом". Звичайні антибіотики, наприклад, ампіцилін (із групи пеніциліну, використовується для лікування інфекцій дихальних шляхів, синуситів і інфекцій сечовивідних шляхів) і канаміцин (використовуваний для лікування туберкульозу, інфекцій верхніх і нижніх дихальних шляхів і при промиванні ран), усе більше використовуються у виробництві

їжі, що може привести до катастрофічних наслідків. Маркерні гени стійкості до антибіотиків використовуються при вирощуванні всіх комерційних ГМ-культур. Наприклад, компанія Calgene використовує канаміцин при вирощуванні томатів FlavrSavr. Присутність цих маркерів у культурах і продуктах викликало суспільну стурбованість. Можливість зростання стійкості до антибіотиків змусила деякі країни ЄС увести заборона на імпорт декількох ГМ-продуктів, як, наприклад, Bt-кукурудзи фірми Novartis.

Через те, що медики прописують нам антибіотики занадто часто, а також через величезну кількість антибіотиків у їжі, стійкість до антибіотиків породила страхи перед "супер-мікробами" і хворобами, які неможливо вилікувати. Вчені і лікарі стурбовані тим, що доводиться шукати нові ліки. Більшість старих препаратів тепер не допоможуть від чорної (легеневої) чуми. У 1995 р. хлопчик з Мадагаскару, що занедужав на бубонну чуму, виявився стійким до перших 8 антибіотиків, звичайно використовуваним для лікування, включаючи тетрациклін, стрептоміцин і спектроміцин. У період 1990-1994 було зареєстровано 19000 випадків бубонної чуми, з них 229 у США. "Це ще одне похмуре нагадування, що проявився в одному місці одночасно й інфекційна хвороба, і стійкість до антибіотиків, і проблеми можуть виникнути в усього людства", – сказали доктора Денніс і Х'югес з американського Центра з контролю і запобігання захворюванням.

Бактерії туберкульозу і стрептокока стають однаково стійкими до кращих наявних ліків. Антибіотики, використовувані для лікування людей, що заразилися від домашньої птиці (кампілобактеріальна інфекція уражає 70-90% курей у США, що є причиною 2-8 мільйонів випадків зараження людей щороку), теж втрачають ефективність. Стійкість до групи антибіотиків, що використовуються для лікування легневих хламідіозів й інфекцій сечовивідних шляхів в Іспанії, Нідерландах і Великобританії досягла 82%. Навіть ванкоміцин, "антибіотик останнього покоління", тепер неспроможний проти деяких мікробів.

Антибіотики також широко використовуються для запобігання і лікування хвороб тварин. Але, крім лікування хворих тварин, антибіотики згодують і здоровим - понад 50% з 50 мільйонів фунтів антибіотиків, використовуваних у США, застосовуються саме як харчова добавка для поліпшення росту! Відповідно до першої доповіді експертів Консультативного комітету з бактеріальної безпеки продуктів щодо 30-річного використання антибіотиків у британському сільському господарстві, "чотири головних джерела зараження їжі - сальмонела, кишкові палички, кампілобактерії і ентерококи - прямо зв'язані з надлишком антибіотиків у сільському господарстві". Доповідь "остаточно доводить, що антибіотики, які додаються в їжу тварин, можуть спровокувати зараження людини стійкими до них бактеріями". Для того, щоб забезпечити ефективність антибіотиків у майбутньому, їхнє використання повинне строго регулюватися і бути обмеженим; основний шлях рішення проблеми - розводити тварин у більш природних умовах.

Транснаціональні корпорації використовують гени стійкості до антибіотиків у генній інженерії як маркери для того, щоб можна було перевірити, чи відбувся насправді перенос гена в насіння. Ген-маркер присутній у кожній клітці організму. Тобто, на відміну від випадку, коли ви ковтаєте пігулку, з'їдаючи Roundup Ready-сою, ви з кожною кліткою цієї рослини одержуєте ген стійкості до ампіциліну. Таким чином, крім того, що люди вживають антибіотики відповідно до розпоряджень лікарів і одержують їх з м'ясом тварин, яких ними годували і кололи, вони ще поставлені в ситуацію (за допомогою більшості виробників насіння, хімічних і фармацевтичних компаній), коли вони змушені потребляти їжу, напхану спеціально убудованими генами стійкості до лік.

Дослідження 1994 року показали, що перенос генів може здійснюватися між рослинами і бактеріями і що він може включати і включає гени стійкості у всіх експериментах. Крім того, нідерландські дослідники в 1999 році знайшли, що "живі" і цілі гени стійкості можуть "перестрибувати" із ГМ-продукта в кишечник людини і виживати там до декількох хвилин. Виходить, що споживачі ГМ-продуктів "виховують" у себе стійкість до антибіотиків.

3. Вплив на навколишнє середовище: утрата біологічного і сільськогосподарського різноманіття.

Тільки 20 видів рослин (з 500 000) складають понад 90% раціону людства. За останні 80 років 97% усього різноманіття овочів у США (де такі процеси найбільш інтенсивні) зникло. З 7000 сортів яблук залишилося 900. Тепер існує 330 різновидів груш, тоді як було 2600. Навіть в Індії, де 50 років тому було 30000 сортів рису, тепер 75% культури представлено 10 сортами.

Поняття біорізноманіття охоплює всі живі організми, їхній генетичний матеріал і екосистеми, частиною яких вони є. Воно описується на трьох рівнях: генетичне, видове й екосистемне. Генетичне різноманіття - це генетичні варіації усередині виду і між видами. Це вся генетична інформація, що міститься у всіх рослинах, тваринах і мікроорганізмах на Землі. Генетичне різноманіття усередині виду допомагає пристосуватися до нових шкідників і хвороб, до змін середовища існування, клімату і сільськогосподарських методів. Видове різноманіття - загальне число видів, що живуть на даній території. Екосистемне різноманіття - загальне число екосистем і незалежних співтовариств. Екосистемами є такі природні співтовариства, як саванни та луки, мангри, коралові рифи, болота, тропічні ліси, а також сільськогосподарські екосистеми (агроценози), які залежать від людини і містять визначений, дуже вузький набір тварин і рослин.

Монокультури: чому це погано

Генна інженерія становить велику небезпеку для екосистем і біорізноманіття, у тому числі через збільшення ризику захворювань рослин і появу нових шкідників, супербур'янів, генетичне забруднення, перехресне запилення ГМ-культур зі звичайними, а також примушення фермерів до ведення хімічно інтенсивного сільського господарства. Це можна проілюструвати прикладом компанії McDonald`s, яка заявляє, що використовує у всіх країнах тільки один сорт картоплі. Але він у більшості районів поступається місцевим сортам у стійкості до хвороб і шкідників, тому вимагає багато хімії при вирощуванні. Якби ТНК не підтримували такі сорти, фермери їх би не вирощували.

Супербур'яни, супершкідники і негативний вплив на корисні види

Генетичне забруднення шляхом перехресного запилення полів із ГМ-культурами вже починає переростати в екологічну кризу. Бджоли й інші комахи-запильники, вітер, дощ, птахи переносять пилок модифікованих рослин на сусідні поля, заражають посіви в господарствах, де застосовуються класичні і "органічні" технології. Фермери по всій Північній Америці піддаються санкціям від Monsanto нібито за порушення контрактів на вирощування і продаж ГМ-насіння третім особам, у той час як фермери заявляють, що не займаються нічим подібним, просто пилок поширюється природним шляхом. Це може бути причиною появи супербур'янів, рослин, які не були мішенню генної інженерії, але шляхом перехресного запилення отримали стійкість до антибіотиків, гербіцидів (пестицидів) і "термінаторні" гени. Можливо, виникнуть пестицидо- і гербіцидостійкі види бур'янів і шкідників, і тоді знадобляться більш сильні хімікати для їхнього придушення. Перші такі бур'яни вже з'явилися. Гербіцидостійкий ГМ-ріпак поширив ген стійкості на споріднені види, такі, як дика гірчиця. Генетичне забруднення більш непередбачене, ніж хімічне, тому що во-

но переноситься живим матеріалом, який може плодитися, мігрувати і зазнавати мутацій.

Деякі ГМ-види, як тільки виявляються на волі, відразу виживають немодифікованих конкурентів, як, наприклад, недавно виведений екзотичний ГМ-карп, удвічі більший і подвійно ненажерливіший у порівнянні з диким видом, відразу встав на вершину харчового ланцюга, поставивши своїх конкурентів під погрозу вимирання.

Супершкідники теж незабаром з'являться, як видно з швидкого набуття стійкості коробковим (бавовняним) хробаком, що живе на Vt-варіантах кукурудзи і бавовни. Водночас росте кількість свідчень того, що ГМ-культури погано впливають на корисних комах, включаючи божих корівок і бджіл, а також корисних мікроорганізмів і, можливо, птахів. Так, у 1999 році дослідники університету Корнелл відкрили, що пилوک Vt-кукурудзи отрутний для метеликів-монархів.

Агрохімікати шкодять не тільки тим, кому вони призначені, але і тим, хто безпосередньо вносить їх на поля. Наприклад, гліфосат, головний компонент засобу Roundup, є однією з 13 найбільш шкідливих речовин, дії якого піддані робітники на полях Каліфорнії. У Європі води, що потрапляють у відкриті водойми з полів, містять залишкову кількість пестицидів, яка у багато разів перевищує припустимі межі для питної води. Дослідженнями Лундського університету була встановлена пряма залежність між рівнем пестицидів у їжі і розвитком деяких видів ракових захворювань. Було встановлене збільшення з 1973 року на 73% кількості випадків рака, що, можливо, зв'язано із широко застосовуваними нині пестицидами - MCPA (Target, препарат Novartis) і гліфосатом (Roundup, препарат Monsanto). Ці хімікати, коли потрапляють в їжу, послабляють імунну систему, при цьому ризик заразитися вірусом, наприклад, Епштейна-Барра, і занедужати раковим захворюванням зростає. Ушкодження нервової системи, дефекти розвитку і народження, дефекти поведінки і гіперактивність дітей, зміни гормональної діяльності щитовидної залози, рак молочної залози і простати, імпотенція перебувають у залежності від наявності і часу впливу пестицидів на організм. Діти також піддаються підвищеному ризику лейкемії. Уряд Великобританії навіть рекомендує очищати фрукти й овочі, тому що на їх поверхні можуть бути незмивні залишки пестицидів. Дитина з імовірністю 1 до 4 має шанси з'їсти персик, у якому перевищено припустимі норми вмісту шкідливих речовин. Це ще без урахування небезпечного набору шкідливих речовин, що міститься в питній воді й у будинках. При останніх дослідженнях Агентства з охорони навколишнього середовища США (EPA) було виявлено 23 виду пестицидів, присутніх у домашньому пилу. Агрохімікати присутні в нашій воді, землі, їжі. Однак усьому цьому є альтернатива.

Розвиток органічного землеробства у світі

При органічному методі господарювання у виробництві продукції не використовуються штучні пестициди, гербіциди, хімічні добрива, відходи, технічний бруд (мул з відстійників, стічні води і т.п.), ГМ-організми, опромінення радіацією, антибіотики. В кожній країні склалися свої власні стандарти і процедури сертифікації, однак існують також загальні стандарти на рівні ЄС і Кодексу Харчування (Codex Alimentarius). Як великі, так і маленькі ферми, що практикують органічне землеробство, успішно демонструють можливість існування альтернативи хімічному й індустріальному землеробству.

Багато хто підтримує органічне землеробство тому, що воно дозволяє уникнути вживання канцерогенів, які потрапляють у їжу разом з пестицидами. Органічне землеробство, на відміну від агрохімічного, не приносить шкоди людям і біологічному різноманіттю. Людям, що мають схильність до пухлинних захворювань, радять їсти продукти органічного землеробства.

30% сільськогосподарських земель у Європі до 2010 року будуть використовуватися під органічне землеробство. В даний час 10% австрійського сільського господарства - органічне, до 2005 р. держава має намір домогтися збільшення його частки до 20% (у деяких землях вона вже складає 50%). Данія задалася метою прийти до такого ж відсотка в 2010 році. Органічне сільське господарство – **єдиний** зростаючий сектор в економіці Великобританії, в якій вже існує 445 органічних ферм (в Англії й Уельсі). У швейцарському сільському господарстві частка органічного землеробства складає 7,8%. Світовий обсяг продажу продуктів органічного землеробства складає 11 мільярдів доларів на рік, в 2006 році ця цифра буде складати 100 мільярдів доларів. Побувавши в багатьох куточках світу, Жуль Прітті з Ессекського університету, Великобританія, зібрав документальні підтвердження того, що фермери, які дотримують органічних методів господарювання, подвоюють і потроюють врожаї за допомогою органічних технологій. "Їм потрібно багато робочих рук, не потрібно кредитів і допомоги від хижих корпорацій. Тільки в такий спосіб небагаті фермери можуть здійснювати контроль над тим, що вони вирощують, і захистити себе від ГІ-технологій", - відзначає Прітті.

Органічні системи землеробства можуть бути більш прибутковими за рахунок наступних факторів: менша частка відходів, більші врожаї, більша посухостійкість. Крім того, дослідження виявили, що споживачі по усьому світу готові платити більшу ціну за продукцію органічного землеробства. Наприклад, ціни на "органічну" кукурудзу в США в 1995 році були на 35% вище, ніж на звичайну, у 1996 - на 44%, у 1997 році - на 77% вище. Ціни на "органічну" чисту сою Clean Hilum (цей сорт сої використовується японцями для готування тофу - соєвого сиру) більш ніж у 2 рази перевищували вартість іншої сої в 1995 і 1997 році.

Органічне землеробство знаходиться під постійним тиском корпорацій і державних чиновників і є предметом суспільного занепокоєння. Коли Міністерство сільського господарства США спробувало змінити систему сертифікації органічного землеробства, для того, щоб дозволити використання опромінення, генної інженерії, промислового мулу і відходів, воно за місяць одержало більш 300000 листів протесту.

Генетично модифікована сільгосппродукція: Вt-бавовна, кукурудза і картопля

Токсин Bt, ендотоксин CryI(b) бактерії *Bacillus thuringiensis*, яка є нормальним мешканцем ґрунту, виявив себе як природний інсектицид, використовуваний фермерами, що займаються екологічним сільським господарством.

Транснаціональні корпорації, такі як Monsanto, Pioneer Hi-Breed вивели нові сорти картоплі, маїсу і бавовни, що містять цей пестицид у своїх насіннях (картопля "New Leaf", бавовна "Bollard"). Генними інженерами цих компаній пестицид включений у кожну клітку насіння, і, отже, є у всіх органах рослини, продукти з який потім споживаються людиною.

Хоча кілька тестів на безпеку Bt-кукурудзи були проведені технічно некоректно, Агентство з охорони навколишнього середовища США (EPA) схвалило продукцію з Bt-кукурудзи як безпечну для людини. Насправді, тести на споживання Bt-кукурудзи проводилися не на людях, а на пацюках, і не з Bt-токсином кукурудзи, а з Bt-токсином, вироблюваним кишковою паличкою. Дослідження, проведені в 1999 році в Голландії, показали, що можливо перенесення токсину через стінку кишківника. Це означає, що споживання Bt-кукурудзи може призвести до передачі цих генів тваринам і людям, які споживають кукурудзу. Проте у 1998 р. 46 % бавовняних посівів США були генетично модифікованими.

Уряд США і ТНК визнали, що комахи дуже швидко набувають стійкості до Bt. Тому цей пестицид потенційно вже утратив свою ефективність.

4. Генетична інженерія в лісівництві.

Поки загальна увага загострювалася на ГМ-їжі і зернових, генна інженерія звернулася до лісів і садів. Лісові інститути і біотехнологічні компанії створювали дерева і ліси для потреб і вигод промисловості. Співробітництво біотехнологів і паперових, деревообробних, харчових, фармацевтичних, нафтових і автомобільних компаній продовжує розвиватися.

Введення ГМ-дерев у відкриту культуру - це спекуляція на майбутньому наших лісів. Ліси - важлива частина екосистем суші; саме вони регулюють клімат на планеті. Велика частина різноманіття живих організмів у наземних екосистемах також зосереджена в лісах. Крім цього, ліси ще вирубуються і перемелюються на блискучі поштові листівки, підгузки і туалетний папір. Поки споживачів заспокоюють тим, що на місці кожного зрубаного дерева буде посаджене нове, виникають розплідники одноманітних дерев. Такі посадки екологічно хитливі і ніяк не можуть замінити нормальний ліс. Хоча збільшується вторинне використання паперу, це не дає зниження споживання. Промисловість намагається переконати людей, що ліс - це не більш ніж поновлюваний ресурс для виробництва споживчих товарів.

Лісова і біотехнологічна індустрія обіцяють:

ГМ-дерева, що швидко зростають, будуть вирощуватися на плантаціях, і, таким чином, одночасно відбуватиметься абсорбція надлишків вуглекислоти з атмосфери і будуть створені практично нескінченні ресурси для виробництва папера і целюлози. Це дозволить у майбутньому відмовитися від рубок у природних лісах. Дерева зі зміненою структурою волокон можуть бути легко і дешево перероблені у високоякісний папір без хімічних відходів, якими супроводжується сучасний процес виробництва целюлози.

Властивості дерев, які промисловість і біотехнологічні компанії мають намір змінити, щоб збільшити продуктивність і знизити собівартість продукції:

- Темпи росту – це дозволить знизити вік і оборот рубання дерев.
- Стійкість до пестицидів і хвороб для зменшення збитків.
- Стійкість до гербіцидів для збільшення врожаю.
- Солестійкість дозволить деревам (наприклад, евкаліптам) рости на ґрунтах, засолених при іригації плантацій.
- Хімічні композиції деревинних волокон, особливо лігніну, що дозволить знизити ціну і спростити технологію створення папера.
- Чутливість до довжини світлового дня. Це збільшить кількість регіонів, придатних для вирощування таких дерев.
- Озонова і стресова стійкість.

Однак рекламовані вигоди генетичної модифікації дерев варто розглядати з обережністю і не помилятися щодо їхньої дійсної необхідності, безпеки й інших можливостей.

ГМ-дерева - небезпека для навколишнього середовища

ГМ-дерева створюються для вирощування на плантаціях, а не в природних лісах. Однак їхнє потомство і гени можуть вислизнути в сусідні штучні та природні ліси, фруктові сади й інші рослинні співтовариства. Нікому точно невідомо, що при цьому може статися. Але існує дуже велика імовірність руйнувань і спустошення природних співтовариств. ГМ-дерева, що швидко зростають, здатні конкурувати зі звичайними видами в боротьбі за світло, що спричинить руйнування лісів. ГМ-дерева виснажують ґрунт, порушують його структуру. Вони украй вологолюбні і ви-

кликають швидко засолення ґрунтів. Це уже відбувається на плантаціях ГМ-звкаліптів.

Дерева можуть також модифікувати для боротьби з комахами, що годуються на них. Це порушить динаміку популяцій комах, включаючи хижаків, і викличе міграції у сусідні ліси. Завдається школа нейтральним і корисним комахам.

5. Генна інженерія на людях і клонування.

Клонування - це процес, у ході якого жива істота виробляється з єдиної клітини, узяті від іншої істоти. Відповідно до опитувань Time/CNN, 93% американців виступають проти клонування людей, і 66% - проти клонування тварин.

Етика клонування

Людина є тим, хто він є, і повинна сприйматися тільки так. Вона не може ставати об'єктом зміни ні з яких благих намірів; інакше пропаде основне розходження між людьми як суб'єктами і предметами для штучного маніпулювання. Соціальні наслідки такої зміни глибокі. Це буде нова ера людської історії, у якій генетична конституція людства в цілому стане предметом впливу ринкових стихій. Одним з можливих наслідків, виходячи з здороження технології, буде те, що багаті зможуть одержати додаткові переваги для своїх дітей, що ведуть до генетичного поліпшення правлячої еліти. Чі Сільвер, біолог із Принстонського університету, сказала, що еліта може стати практично окремим видом. З огляду на могутність технології і недавні приклади геноциду в ХХ сторіччі, є підстави побоюватися використання генної інженерії в євгенічних цілях. Тоді стане можливим створення інших істот, основним призначенням яких буде обслуговування домінуючої групи. Справедливе побоювання викликало створення безголового клону жаби в 1997 р. Цей досвід породив страх створення безголових людей як "фабрик органів" і "наукового фашизму".

Вчені досліджують можливість створення "наборів для ремонту тіла": в немовляти беруть клітини для клонування, що заморожуються в Національному банку тканин. Ці набори дозволять одержувати необмежені запаси людських тканин для трансплантації і лікування невиліковних хвороб. Проби тканин будуть зберігатися до виникнення потреби в них. Органи можуть бути клоновані з клітин тіла тієї ж людини. Таким чином, виключається ризик трансплантаційного відторгнення. Інститут Рослін (Великобританія) і Вісконсинський університет (США) працюють над цією концепцією.

Проте у цій області панує законодавчий вакуум. Управління патентів США ухвалило, що клініки можуть патентувати їхні власні лінії ембріонів, і в такий спосіб відкрило питання про "дизайн ембріонів" у дослідницьких цілях. З іншого боку, ВООЗ і Рада Європи призвали до заборони клонування людей. При забороні клонування деякі наукові питання буде складніше вирішити, але ускладнення одержання медичної інформації не може бути достатнім виправданням для досліджень, що вимагають використання людини як речі.

Зародкова терапія

ЗТ-процес, у якому генами маніпулюють на ранніх стадіях ембріонального розвитку чи в заплідненій яйцеклітині, розглядається як джерело великих комерційних можливостей. Ядро клітки дорослого індивідуума з відомими генетичними характеристиками може стати сировиною для включення додаткових або змінених генів. Після такого втручання з ембріона розвиватиметься істота, усі клітини якої змінені. Однак у цьому випадку одна помилка призведе до того, що всі наступні покоління матимуть той же дефект. Що ми будемо робити з цими помилками? Як ми будемо їх виправляти? Існує і ряд питань про "генетичне поліпшення" і дизайні дітей. "Так, Ваша дитина теж може мати руки Моцарта і виглядати як Н'ют Грінґріч усього за 29.95 доларів".

Дозволена один раз у медичних цілях, терапія не буде відкрита для контролю при її використанні для "удосконалювання" точно так само, як це було з хірургією і багатьма ліками. Хоча адвокати зародкової інженерії повторюють про її медичні переваги і користь, існує дуже небагато випадків, у яких уникнути народження генетично неповноцінних дітей іншими способами (такими як донорство гамет, преімплантаційна діагностика, усиновлення, стерилізація й ін.) неможливо. Ця терапія не може бути прийнятною через вищевказані етичні і соціальні наслідки, якими пропонується ризикувати в ім'я сподівань певної групи людей.

Клонування тварин

Ягничка Доллі, клонувана з клітин вимені іншої, мертвої особи, захопила газетні шпальта в 1997 р. Дослідники Університету Рослін (США) роздзвонили про успіхи, не акцентуючи увагу публіки на сотнях невдач. Доллі не була першим клоном тварини, але була самою знаменитою. У дійсності, у світі клонуванням тварин займаються вже все останнє десятиліття. У Росліні тримали успіх у секреті, поки їм не вдалося запатентувати не тільки Доллі, а й весь процес її створення. WIPO (Всесвітня організація по охороні інтелектуальної власності) видала Університету Рослін ексклюзивні патентні права на клонування всіх тварин, у тому числі людей, до 2017 року. Успіх Доллі надихнув учених зі всього світу гратися в Господа Бога, незважаючи на негативні наслідки для тварин і навколишнього середовища.

У Таїланді вчені намагаються клонувати білого слона короля Рами III, що вмер 100 років тому. З 50 тис. диких слонів, що жили в 60-х, у Таїланді залишилося тільки 2000. Тайці хочуть відродити стадо. Але разом з тим не враховують, що сучасні антропогенні порушення і порушення середовища існування призведуть до вимирання й клонів. Клонування, як і вся генна інженерія в цілому - це жалюгідна спроба вирішити проблеми, ігноруючи їхні корінні причини.

Музеї, натхненні фільмами про парк Юрського періоду, успіхами технології клонування, обстежують свої колекції в пошуках зразків ДНК вимерлих тварин. Існує план клонування мамонта, чиї тканини добре збереглися в арктичних льодах.

Ксенотрансплантація

Компанії й окремі особи історично "володіли" коровами і стадами тварин. Але ніколи - видом у цілому, і ніколи їм не було дано право забороняти вирощування цих тварин іншими. Явище, свідками якого ми є – перетворення тваринних організмів у корпоративну власність. Незважаючи на те, що в США з кінця XVIII в. живі організми виключені з патентування, сотні таких організмів і їхніх частин були запатентовані. Наведемо список деяких найбільш активних компаній, що працюють в галузі ксенотрансплантації. Це American Home Products (США), PPL (США/Великобританія), Novo Nordisk (Данія), Boehringer Ingelheim (Німеччина), Genzyme Transgenics і Advanced Cell Technology (США), Novartis (Швейцарія), а також вже згадуваний британський інститут Рослін. Клонування тварин для використання їх як фабрик гормонів для людей розвивається прискореними темпами. Ця технологія цікавить вчених і компанії через кількість органів, гормонів і фармацевтичних препаратів, що можуть бути отримані.

Незважаючи на ризик, до кінця 1997 року 20 чоловік одержали трансплантати свинячої печінки. Багато діабетиків були посаджені на свинячу печінку і нирки в апаратах тимчасового діалізу. Проект компанії PPL (США) включає створення стада корів, що виробляють людські білки, і кроликів з людським кальцитоніном, що допомагає заміщати кістки. Компанія Pharmino (Нідерланди) синтезує в організмах корів людський лактоферін, який активізує імунну систему. Корпорації Genzyme Transgenics і Advanced Cell Technology співпрацюють над створенням худоби, що

буде носієм людських протеїнів у крові і м'ясі, наприклад, таких як альбумінова сироватка, використовувана, щоб підтримувати рідинної баланс крові в жертв опіків.

Одна з головних проблем у міжвидовій трансплантації - фактор відторгнення. Але було відкрито, що в організмі свиней за це відповідає одна молекула цукру, і дослідники намагаються видалити її методами генної інженерії. З іншого боку, учені генетично модифікують свиней з людськими протеїнами, що служать ідентифікаційним сигналом для людської імунної системи. Завдяки цьому орган приймається системою захисту людського тіла і не відторгається.

Незалежно від вигод і ризику Рада Європи проголосувала за мораторій на клінічне тестування трансплантатів з органів тварин на людях у січні 1999 р. Назвемо деякі з небезпек ксенотрансплантації.

Патогени (наприклад, свинячі) можуть прижитися в людях. Кілька тваринних вірусів дуже схожі на людські: вірус коров'ячого сказу у формі CG, коров'яча лейкемія, псевдосказ свиней і коров'ячий вірус імунодефіциту, схожий на СНІД. Останній не існував раніше, а тепер заражає 10-20% корів.

Тварини можуть бути використані як запасні частини для людей. Які наслідки наявності свинячих кліток у вашому тілі? Нові види-раби можуть з'явитися для спеціальних цілей постачання органів чи медичних препаратів для людей. Те, що почалося як використання мавпячих і свинячих органів для створення людських трансплантатів, тепер стало справжнім театром абсурду.

Королівський жіночий госпіталь у Мельбурні (Австралія) створює мишу, яка продукує людську сперму через трансплантацію їй клітин людських яєчок. У Японії університет Тотторі досяг тих же результатів, і тепер вони хочуть спробувати запліднити людську яйцеклітину спермою, створену мишею. Грудне молоко людини виробляється в коровах і козах. Техаський університет А&М одержав 2,3 мільйони доларів на клонування здохлої собаки - улюблениці однієї пари.

Рекомбінантний бичачий гормон росту (RBGH/BST)

Рекомбінантний бичачий гормон росту (RBGH), також відомий як BST (бичачий соматотропін) і під торговою маркою Posilac - це генетично модифікований гормон, вироблений фірмою Monsanto (США). Гормон був створений у такий спосіб: ген BST був імплантований у кишкову паличку, у результаті чого відбулося об'єднання генетичного матеріалу корови і бактерії. Так була створена нова форма бактерії, що продукує гормон дешево й у великих кількостях. Коли вченим потрібно "зібрати врожай", вони просто беруть частину бактерій з пробірки і виділяють гормон. BST - це тільки один з гормонів росту, застосовуваних у м'ясомолочному комплексі США. Фермери використовують BST, оскільки цей гормон, "наслідуючи" гормонам, вироблюваним під час вагітності, може збільшувати обсяг удоїв на 30% у період лактації. Однак є докази того, що гормон шкідливий для здоров'я, навколишнього середовища, та й з моральної точки зору експерименти над коровами дуже сумнівні.

Використання гормону було заборонено в Європейському Союзі (ЄС). Він дозволений тільки в США, де влада наполягає на тому, що BST безпечний, і звинувачує ЄС у встановленні торгових бар'єрів через заборону BST.

Самим сумнівним доводом розроблювачів "гормональної технології" є те, що молочна промисловість має потребу в збільшенні надоїв, у той час як у цій галузі спостерігається надвиробництво. Промислові підприємства (у першу чергу Monsanto) стверджують, що застосування BST приведе до зниження цін на молочні продукти, тому що надої збільшаться на 30% від того ж поголів'я худоби, що і раніш. Але насправді з моменту схвалення BST ціни на молоко в США підвищилися.

Корови з гормоном BST ростуть набагато швидше, їм необхідно набагато більше корму, оскільки їхній організм хімічно простимульований. Додаткові витрати на

корм компенсуються добавками тваринної їжі з останками тварин, що перетворюють травоїдних у хижаків і канібалів із серйозним ризиком для здоров'я суспільства. Ці корми пов'язують із хворобою "скажених корів" (BSE) і новою формою подібного людського захворювання - хворобою Кройцфельда-Якоба. Через ризик поширення цих хвороб британську яловичину не допускають на ринок ЄС з 1997 року.

Для корів побічним ефектом застосування BST - за словами Monsanto - є здуття, діарея, захворювання колін і ніг, розлади шлунково-кишкового тракту, жар, знижений рівень гемоглобіну в крові, захворювання репродуктивних органів, зменшений термін вагітності, менше отелення і мастити - інфекції вимені. Лікування маститів у свою чергу може привести до появи в молоці антибіотиків, можливого прискоренню поширення стійкості до антибіотиків серед бактерій, що викликають різні захворювання в людей. 14 січня 1999 року Канадське управління охорони здоров'я оголосило, що воно не може дозволити продаж BST-продукції в Канаді. У заяві говорилося, що BST "несе неприйнятну погрозу для здоров'я дійних корів". І в той час як FDA США запевняє у відсутності побічних ефектів, канадські вчені описали кілька різних випадків виникнення рака, у тому числі раку товстої кишки і простати, викликаних використанням BST. "Крім людських і тваринних гормонів росту в молоці були виявлені сліди 52 антибіотиків, алергени, кров і кал. У 1 чайній ложці BST-молока міститься 3696691 гнійна клітка, у тому числі 60000 живих бактерій, що перевищує навіть американські норми. З 59 биоактивних гормонів, виявлених у молоці, можливо, найбільш небезпечним є IGF-1, який є інсуліноподібним фактором росту і має однакові параметри в корів і людей. IGF-1 був введений у грудну залозу і шлунково-кишкові ракові клітки, і був визнаний ключовим фактором стимуляції будь-якого виду рака в людини. У молоці корів, що зазнали дії BST, рівень IGF-1 неухильно росте. Підвищений рівень цього гормону цілком можна вважати "пальним" для ракових кліток. При пастеризації з IGF-1 нічого не відбувається."

Для одержання 0,5 кг сиру в середньому потрібно близько 5 кг молока. Для одержання 0,5 кг олії - більш 10 кг молока. Разом з чи BST-сиром олією ми споживаємо занадто велику кількість гормонів.

6. Зелений камуфляж підприємств і корпорацій: продаж ГМО Європі

Генетична інженерія вперше потрапила під пильну увагу громадськості Європейського союзу в 1996 році з першим увозом транснаціональною корпорацією Monsanto зі США генетично зміненої сої. Слідом за протестами активістів і зростаючим інтересом громадськості, що схилилася (так само, як і європейські уряди) на користь спеціальних позначок на етикетках і виділення трансгенів з інших видів продукції, індустрія ГІ зрозуміла, що не можна сидіти склавши руки.

Паблік рілэйшнз (PR) - це спосіб продати загальний імідж компанії. Як пише британський журнал "Економіст", корпорації розвивають служби PR через впевненість у тім, що добре оплачена реклама представить їхню корпорацію як багату і необхідну фірму. PR розглядається як зручний спосіб впливати відразу на усіх, хто формує думку про корпорацію (журналісти, політики, активісти, громадськість). Зокрема, механізм PR розроблений для того, щоб убезпечити компанії від обвинувачень у руйнуванні навколишнього середовища чи наданні негативного впливу на людину. Відстежити PR дуже складно, виявлятися він може у всіляких видах: від виділення коштів на благодійні акції до випуску безкоштовних брошур і буклетів для школярів на підтримку, наприклад, ГІ.

Зелений камуфляж (greenwash) - типова практика PR-компаній, чия діяльність згубно впливає на навколишнє середовище, але ці компанії намагаються виглядати дружніми стосовно природи за допомогою використання мови зеленого руху. Застосований уперше десять років тому, термін "зелений камуфляж" тепер поміщений в

Оксфордський словник зі значенням "дезінформація громадськості компаніями з метою створення іміджу відповідального відношення до навколишнього середовища". Камуфляж і схожі політичні технології покликані змінювати відношення до політики (корпорації, споживання і т.п.) шляхом утілення її в таку форму, яка близька і знайома громадськості.

Нагороди за досягнення в галузі охорони природи теж допомагають справі. У травні 1998 компанія Monsanto одержала за свої екологічні програми нагороду "Спащина Землі" від коледжу штату Коннектикут. Щорічна нагорода присуджується компаніям, що "з'єднують екологію з робочими місцями, продуктивністю і доходами". Monsanto одержала нагороду за свою програму досягнення великих врожаїв, що "дає можливість одержати необхідні продукти, зберігаючи при цьому природне різноманіття". Президент коледжу подякував Monsanto, сказавши: "Зусилля 22 тисяч співробітників цієї компанії показали залучення до проблем екологічного руху". "Подібні нагороди допомагають привернути увагу до того, куди ми йдемо", - сказав на церемонії Тобі Моффіт, віце-президент відділу Monsanto по роботі з закордонними країнами й урядовими структурами. "Ми боремося за те, щоб досягти якихось цінностей на вірному поприщі. Необхідно зробити людей самодостатніми, і досягти цього ми повинні шляхом дбайливого ставлення до навколишнього середовища".

DuPont, донедавна найбільша у світі хімічна компанія, розпочала на телебаченні акцію "Складемо список для планети" по рекламі продукції, створеної на основі генетично зміненої сої. Інша велика хімічна компанія Hoechst, у даний час частина корпорації Aventis, проводить політику захисту навколишнього середовища на своїх сайтах Інтернет. Novartis, заснована у Швейцарії, виступає за більш тонкий підхід паблік релейшнз до рекламування своєї діяльності, включаючи фінансову підтримку "Фонду стійкого розвитку" і широке висвітлення його діяльності.

Структури з розробки політики (наприклад, Європейська комісія) вкладають кошти в нові шкільні програми, що підтримують біотехнології, і в навчальні семінари з паблік релейшнз для ГІ-вчених (навчання найбільш зрозумілим і привабливим способам представлення інформації про ГІ).

У США починаються кроки по запобіганню самого початку дискусії навколо ГІ. Харчові і фармацевтичні компанії готують широкомасштабну PR-акцію, щоб представити всі "вигоди" ГІ ще до того, як "гримне можлива криза". Організація "Виробники Америки" (GMA), яка об'єднує 132 фірми, серед яких такі гіганти, як Heinz, Craft і Procter & Gamble, уже готують освітню програму на захист генетично змінених продуктів харчування (кукурудза, помідори, картопля і рапс). Фірми з паблік релейшнз, такі, як BSMG, Fleischmann-Hillard і Novelli брали участь у конкурсі на контракт в один мільйон доларів.

Викриття методів PR корпорацій залишається важливим напрямком діяльності активістів. Коли представника американської компанії Gerber, власником якої є Novartis, запитали, чи будуть у США так само, як і в Європі, підняті питання ГІ, він сказав: "Ми не можемо ворожити. Ми плануємо. Якщо це стане проблемою, ми будемо до неї готові".

Генетична інженерія, корпорації і проблема голоду

Близько 24 тисяч чоловік щодня умирають від голоду чи пов'язаних з ним причин. Три чверті з них - діти у віці до 5 років. Приблизно 800 мільйонів жителів Землі страждають від голоду і недоїдання. Зараз у віці до 5 років умирає 10% дитячого населення країн, що розвиваються. При цьому лише 10% голодних смертей приходить на смерть власне від голоду (викликаного, як правило, збройними конфліктами), решта - це смерть від хронічного недоїдання. За даними міжнародних агентств, люди голодують не через абсолютний нестаток продуктів харчування (їх у

світі виробляється більше, ніж необхідно), а через те, що ці продукти і засоби їхнього виробництва сконцентровані в руках багатих і могутніх монополій і непропорційно розподіляються по світу. Зараз корпорації за допомогою генетичної інженерії планують поставити під свій контроль весь харчовий ланцюжок, що грозить ще більшим погіршенням ситуації.

Декларації про благі наміри ТНК нагодувати бідних за допомогою генної інженерії сміховинні, коли ці ТНК патентують і ставлять під свій контроль продукти, що складають основу раціону жителів країн, що розвиваються (такі, як рис "басматі" чи кукурудза). Країни третього світу залежали від цих рослин тисячоріччями, і тепер вони змушені купувати їхнє насіння в західних корпорацій. Як указує співавтор книги "Межі зростання" Донелла Медоуз, "заяви про те, що генна інженерія необхідна, щоб нагодувати голодних, ґрунтуються на двох допущеннях: перше - що в підсумку голодуючі одержать більше їжі, друге - що генна інженерія є єдиним способом одержувати більш високі врожаї. Однак, на мою думку, зростання виробництва їжі навряд чи допоможе тому, хто не може дозволити собі купувати чи вирощувати її, особливо за допомогою дорогих запатентованих модифікованих насінь".

ТНК стверджують, що світовий голод і стрімке зростання населення планети, особливо в країнах третього світу, можуть бути істотно пом'якшені за допомогою чудес біотехнології і ГМ-їжі. У рекламній кампанії фірми Monsanto у Великобританії було висунуте гасло: "Занепокоєння про голодуючі майбутні покоління не нагодує їх. Біотехнологія зробить це". Звичайно, світовий голод у даний час є серйозною проблемою, більш того, це справжній злочин проти людства. Причина світового голоду - не в нестачі їжі та землі для її вирощування, а в консервативній (на національному і загальноєвропейському рівні) політиці і практиці, що тільки сприяє поширенню цього нещастя і продовженню людських страждань. Генна інженерія не нагодує і не врятує голодуючі маси - саме навпаки. На думку організації Christian Aid (Великобританія), "ГМ-культури створюють класичні передумови для виникнення голоду. Харчовий раціон, основу якого складають кілька патентованих рослин, створює загрозу продовольчої безпеці. Перед найбільш бідними шарами населення маячить перспектива посилення залежності і прискорення процесів маргіналізації".

Дослідження показали, що врожаї в Індії можуть бути збільшені на 50% за умови проведення земельної реформи й елементарних іригаційних заходів, у той час як використання ГМ-культур дозволяє підвищити врожаї максимум на 10%. Найчастіше потрібно не так багато для того, щоб найбільш бідні шари населення змогли вирощувати достатню для самозабезпечення кількість їжі. Їм необхідні якісне насіння, сільсько-господарська техніка і доступ до водяних ресурсів. Невеликі удосконалення технологій вирощування і збереження, що зводять до мінімуму втрати врожаю при зборі, транспортуванні і складуванні, припинення локальних і регіональних конфліктів також дозволять просунутися вперед у рішенні проблеми голоду. Жуль Прітті з Ессекського університету довів: в країнах, що розвиваються, уже відбувається тиха революція, коли фермери збільшують врожаї вдвічі й втричі, використовуючи сучасні техніки органічного землеробства. Умовами для розвитку і закріплення цих успіхів є напружена робота, рятування від боргових зобов'язань і невтручання транснаціональних корпорацій.

7. ГМО на Україні

Першим з біотехнологічних гігантів, увагу якого привернули плідні українські чорноземи, стала американська компанія Monsanto. У 1997 році нею був імпортований з Канади перший вантаж - картопля "Новий лист", стійка до колорадського жука. Три сорти цього заморського овоча - Atlantic, Superior і Russet Burbank - з убудованим геном ґрунтової бактерії *Bacillus thuringiensis* (Bt) з'явилися на декількох дослідниць-

ких площадках. Адже для того, щоб запустити трансгенний сорт у комерційний обіг, необхідно довести його привабливість різноманітним аграрним, науковим, екологічним і медичним відомствам. Для аграрної країни України, де 40% врожаю картоплі іде на годування колорадського жука, важко переоцінити значення чудо-картоплі, смертельної для ненависного паразита. Більш того, за результатами опитування, проведеного компанією Socis-Gallup, в Україні 81% опитаних дачників готові до експериментів з дивиною, але ж саме вони - основна ударна сила зі збору картопляних врожаїв.

Однак справа стала за відсутністю на Україні законодавчої бази, яка б регулювала біотехнології і їхній ввіз у країну. Навздогін неминучому трансгенному пришестью вийшла Постанова Кабінету Міністрів "Про тимчасовий порядок ввезення, державного випробування, реєстрації та використання трансгенних сортів рослин в Україні"¹⁰ (18 серпня 1998 р.). Цим документом Міністерство екобезпеки залишилося невдоволено, вважаючи, що в ньому недостатньо передбачена "екологічна експертиза". І не дивно, адже документ приймався без участі міністерства, що могло ускладнити його різними обережностями. А Bt-картопля тим часом перетворилася в "солодку пісню" багатьох шановних на Україні вчених. Міжвідомчі комісії з трансгенам були вже готові до її реєстрації. Але зненацька, у травні компанія Monsanto була сповіщена про призупинення цього процесу до введення в чинність Закону "Про використання трансгенних сортів рослин в Україні". Компанії було рекомендовано (!) направити вирощений врожай на технічну переробку. Отже, реєстрація - перший крок на шляху до комерційного використання - скасувалася: 1300 тонн картоплі були поховані в землю. Головною причиною відстрочки вважається лист із Міністерства охорони здоров'я, у якому нібито висловлювалися побоювання з приводу безпеки трансгенних рослин. Як не дивно, при наступних звертаннях членів міжвідомчої комісії в Мінздрав не вдалося з'ясувати його безпосередніх авторів.

Поховання картоплі стало одним із приводів для написання дослідницького звіту Грінпіс щодо діяльності Monsanto на Україні. Його автор пише, що на Україні компанія використовувала у своїх інтересах недостатню вивченість впливу трансгенного картоплі на навколишнє середовище, здоров'я і сільське господарство, а також слабкий державний контроль над продуктами генної інженерії. У звіті містяться посилання на проведені закордонними вченими дослідження про небезпеку рослин з убудованим геном Bt.

Історію з трансгенами не залишила без уваги преса, яка також зіграла свою роль у першому провалі Monsanto. Серед загальної розгубленості журналістів з'являлися цілком раціональні питання: наскільки вивчена продукція, яка реакція на неї в інших країнах, кому вигідно поширювати її на українському ринку. Правда, майже ніхто не згадував про значення культивування трансгенів для еволюції живого на планеті; не цікавився історією компанії, що першої запропонувала Україні скандальну продукцію. І вуж дуже далекі були журналісти від аналізу економічних і політичних ігор на біотехнологічному полі, наприклад, тиха війна між Всесвітньою торговою організацією і прихильниками підписання міжнародного Протоколу з біобезпеки, який Україна активно підтримує. Населенню України було надано мало інформації про те, які саме гербіциди пропонуються "у наборі" до трансгенів. Можливо, такий "уривчастий тип інформування" і став причиною того, що понад 80% городників у пориві першої радості висловилися за нову технологію. Якщо на Заході практично не проходить дня без дискусій із приводу обов'язкового маркірування продуктів харчуван-

¹⁰ Див. Додаток 2.6.

ня, що містять генетично модифіковані інгредієнти, то на Україні про це мова поки не йде.

Найбільш активну опозицію серед офіційних відомств виражає Міністерство екобезпеки, що наполягає чи не на десятирічній забороні на поширення трансгенних сортів на Україні - доти, поки не буде доведена повна безпека генно-інженерних продуктів для природи і людини. Тепер від численних зацікавлених учасників залежить, чи відбудеться "зелена революція" на українських полях.

2.4. Матеріал для кореспондентів: зразки статей із різних типів видань

Зразок статі з електронних засобів масової інформації (інформаційно-видавничий центр "Зелене досє" <http://www.dossier.kiev.ua/about/about.htm> [13], січень 2003 р.):

Бути чи не бути: ГМО в Україні.

На початку грудня минулого року Україна стала стороною Картахенського протоколу з біобезпеки до Конвенції ООН про біорізноманіття. Це єдина міжнародна угода, покликана регулювати торгівлю генетично модифікованими організмами (ГМО). За три роки існування протоколу до нього приєдналося 39 країн, але остаточної чинності документ набуде лише після того, як ця цифра зросте до 50. У Центральній та Східній Європі його сторонами, крім України, є Білорусь, Болгарія, Хорватія, Чеська Республіка та Словенія.

Картахенський протокол не випадково виник у рамках природоохоронної конвенції. Саме екологічні ризики від використання трансгенів вважаються найреальнішими. Ситуація з "генетичним забрудненням" аборигенних сортів кукурудзи їх модифікованими родичами, що сталася минулого року на батьківщині цієї культури - в Мексиці, підтвердила побоювання.

Тому Картахенський протокол, проголошуючи принцип перестороги в поширення ГМО, надає країнам право відмовлятися від їх імпорту на свою територію. 99% комерційних ГМО вирощуються в США, Аргентині, Канаді та Китаї.

Найпоширенішими серед них є стійкі до гербіцидів (62%) та до комах-паразитів (13%). Переважно це соя, ріпак, кукурудза, бавовна та картопля. Незважаючи на палкі дискусії щодо безпечності трансгенів, відведена під них площа щорічно збільшується. Минулого року вона "розтяглася" на 12% і зараз дорівнює двом з половиною Великобританіям. У 2001 р. ГМО вирощували в 13 країнах світу, а в 2002 р. - вже в 16. Новачками в генетично модифікованому сільському господарстві стали Індія, Колумбія і Гондурас. В Україні на сьогодні комерційне вирощування ГМ культур не дозволене. За даними Мінекоресурсів, їх польові випробування проводилися на території нашої держави західними біотехнологічними компаніями Монсанто, КВС та Авентіс.

Обговорювати ж присутність на українському ринку продуктів харчування зі вмістом ГМО досить важко, оскільки ні маркування, ні контроль над подібною продукцією в Україні не передбачені. Але серед популярних у нас в країні виробників харчових продуктів багато тих, які на Заході відомі використанням ГМ інгредієнтів (Грін-піс склав список компаній, що використовують чи можливо використовують ГМО в своїй продукції www.greenpeace.org/~geneng/).

Повноцінного законодавчого регулювання в галузі поширення ГМО в Україні теж поки немає. В жовтні 2002 р. Верховна Рада в першому читанні проголосувала за законопроект "Про державну систему біобезпеки при створенні, випробуванні та практичному використанні генетично модифікованих організмів". Цим документом залишились незадоволені неурядові екологічні організації – вони вимагають обмеження розповсюдження трансгенів різного ступеню суворості, аж до загальнонаціонального мораторію на них. Однак уряд України неодноразово підтверджував свою симпатію до культивування ГМО і до можливості набуття статусу біотехнологічної держави. З огляду на такі наміри важко говорити про принцип перестороги, проголошений в Картахенському протоколі. Хоча цей документ також не гарантує цілковитої біобезпеки - він, як і більшість пов'язаних з ГМО домовленостей, є компромісом між інтересами великого бізнесу й громадською відповідальністю політиків.

Зразок науково-популярної статті (переклад зі скороченням статті “Жестокий прогресс?” [15]).

Жорстокий прогрес?

Четвірка телят, що грають на ранчо біля Х'юстона (шт. Техас), виглядає і поводиться, як усі телята на світі. Але зовнішність оманна. Кожна з цих тварин несе чужорідні гени, задача яких — змусити організм швидше рости і не накопичувати надлишок жиру. Ці гени були введені в коров'ячі ембріони Б. О'Малли з колегами з Медичного коледжу Бейлора. Їхні дослідження фінансувалися фірмою Granada BioSciences, що займається розведенням худоби. Для цієї фірми й інших компаній, число яких усе збільшується, генетично модифіковані, чи, як їх називають, трансгенні тварини обіцяють у майбутньому велику вигоду.

Хоча подібні роботи знаходяться поки ще на ранньому своєму етапі і результати їхні суперечливі, ряд невеликих компаній починає спрямовувати зусилля в цьому напрямку: Trans-genic Sciences, DNX, GenPharm International, Embrex. Фірми Du Font, Merck, Genentech і Genzyme теж розробляють програми одержання трансгенних тварин.

Маніпуляції з генами мають широкі перспективи. Ті, хто займається розведенням худоби, сподіваються, що можливість уводити тварині нові гени дозволить швидше здійснювати традиційні селекційні програми, тобто створення порід, що володіють м'ясом поліпшеної якості і підвищеною стійкістю до захворювань. Людські гени вводять лабораторній тварині, щоб створити моделі захворювань людини. Трансгенні кози, кролики і миші служать також як живі фабрики, що виробляють в складі свого молока потрібні у фармації білки.

Найскоріший результат застосування трансгенних тварин дадуть, імовірно, медико-біологічні дослідження. Замість того, щоб шукати природну імітацію хвороб людини чи викликати такі стани в лабораторних тварин хірургічним або медикаментозним шляхом, можна створювати тварин, що є моделями того чи іншого захворювання, шляхом уведення їм тих генів, що обумовлюють його в людини. Так, на мишах вивчають багато ракових захворювань, а також вірусні інфекції, наприклад гепатит. Мишачі моделі розроблені для ряду уроджених генетично обумовлених розладів, зокрема м'язової дистрофії Дюшенна і розсіяного склерозу.

Найближчим часом будуть створені удосконалені моделі захворювань, причиною яких (чи принаймні головним фактором) є один-єдиний ген — таких, як рак молочної залози і рак кишечника. Медики дуже зацікавлені в моделях хвороби Альцгеймера і синдрому набутого імунodefіциту, але в цих захворюваннях мають значення багато взаємодіючих генів. Такі випадки поки виходять за межі реальних можливостей. Як помітив один із провідних співробітників фірми Trans-genic Sciences у Вустері (шт. Массачусетс) Дж. Шерблом, не можна настроїти ген, немов радіоприймач.

З метою одержання трансгенних лабораторних тварин для медичних досліджень Національні інститути здоров'я в травні 1990 року уклали контракт із фірмою DNX у Принстоні (шт. Нью-Джерсі), відповідно до якого створюється і починає діяти Національна організація по розвитку трансгенних розробок. Це підприємство, володіючи патентом на найбільш широко застосовувані методи введення генів в ембріони тварин, допоможе одержувати трансгенних мишей для дослідницьких цілей.

Приблизно сотня дослідників у рік буде платити DNX по 750 дол. за створення трансгенних мишей, що несуть потрібний ген. Іншу частину дійсної вартості таких моделей, що складає 7-10 тис. дол. у розрахунку на 1 ген, мають намір оплачувати Національні інститути здоров'я. "Дотепер учені покладалися на друзів і колег з інших

установ, що мають необхідні засоби й устаткування, - говорить Дж. Шиндлер з Національного інституту здоров'я і розвитку дітей. - Було б добре, якби громадськість фінансово підтримала необхідне екіпірування цього проекту, у якому зацікавлені дуже багато людей".

Уряд теж бере участь у забезпеченні використання трансгенних тварин в онкологічних дослідженнях. У Національному інституті екологічної охорони здоров'я в Ресерч-Трайенгл-Парк (шт. Північна Кароліна) ведуться іспити мишей, що несуть різні гени, що вважаються пов'язаними з певними раковими захворюваннями. Ціль цих робіт - з'ясувати, більш чутливі такі тварини до канцерогенів у порівнянні з нормальними чи ні. "Ми робимо велику мішень для хімічних агентів", - пояснює Р. Теннант, що керує в цьому інституті дослідженнями з клітинної і генетичної токсикології.

Миші, що несуть "гени раку", отримані в лабораторії Ф. Ледера в Гарвардському університеті; у квітні 1988 р. на них був виданий перший у США патент на трансгенних вищих тварин. Якщо перевірочні дослідження дадуть гарні результати, фірма Du Pont, що має ліцензію на тварин, отриманих Ледером, розраховує продавати їх за ціною 50 дол. за особину.

Деякі біотехнологічні компанії використовують трансгенних тварин, щоб одержувати людські білки для лікарських препаратів. Тут зусилля зосереджені в основному на тому, щоб потрібні гени включилися в клітини молочної залози, і тоді бажані речовини будуть виділятися з молоком. Зміст ідеї перетворювати великих тварин у фармацевтичні "фабрики" не в тім, щоб одержати ту чи іншу речовину в принципі, а в тім, щоб одержати її дешевше, ніж це вдається за допомогою бактерій чи культур клітин. У фірмі Pharmaceutical Proteins в Единбурзі (Шотландія) намагаються за допомогою овець робити фактори згортання крові, необхідні хворим на гемофілію. Компанія Genzyme у Бостоні планує використовувати кіз для одержання гормону росту й інтерферону. У Transgenic Sciences займаються кроликами - частково тому, що чиновники Управління по контролю якості харчових продуктів, медикаментів і косметичних засобів США (FDA) "знайомі" з цими тваринами як з лабораторними.

Мабуть, найбільш віддалена перспектива - генетична модифікація сільськогосподарських тварин. З цим напрямком зв'язані і самі серйозні етичні проблеми. У ранніх експериментах по введенню чужорідних генів, здійснених у Пенсильванському університеті, були створені найвищою мірою жалюгідні живі істоти. На науково-дослідній станції міністерства сільського господарства США в Белтсвіллі (шт. Мадисон) живуть народжені шість років тому нащадки перших свиней, що несуть ген, що обумовлює надлишковий синтез гормону росту; зараз вони ледве вміщаються у свої стійла. М'ясо цих тварин, як і очікувалося, пісне, але вони страждають від артриту, летаргії і зниженої статевої потенції.

Як заявляє Шерблом з фірми Transgenic Sciences, ця проблема вирішується, якщо ген гормону регулюється, а не постійно знаходиться в активному стані, так що його продукт утворюється безупинно. За його словами, результати експериментів, що ведуться у фірмі, на мишах свідчать про те, що механізм синтезу гормону можна контролювати. Ці експерименти будуть повторені на свинях. "Людство напевно не перестане вживати в їжу м'ясо, і треба постаратися, щоб це м'ясо було гарним", - сказав Шерблом. Попри все те експерименти, що збилися зі шляху щирого, породили важливі етичні питання. Чи можна вважати терпимим якість життя миші, що постійно смикається через паркінсонізм? Чи правомочно обтяжити тварину пухлинами? "Отут багато неясного і не можна розділити усе на чорне і біле, - міркує декан Ветеринарної школи Університету Тафта Ф. Лоу. - Якщо ви сильно змінили мишу чи свиню, чи не значить це, що вони тим самим позбавилися своєї сутності? Утім - принаймні, поки - немає реальної можливості змінити стільки генів, щоб варто було го-

ворити про втрату піддослідною твариною своєї сутності". На останнє зауваження циніки резонно заперечують, що довго чекати не доведеться.

Етика і захист прав тварин - не єдині плацдарми критики переносу генів. Сімейні ферми стурбовані тим, що витрати на генетично модифікованих тварин виб'ють у них ґрунт з-під ніг. Фахівці з дикої природи передбачають ускладнення, зв'язані з тим, що трансгенні тварини можуть тікати і потрапляти в дику природу. Фізіолог В. Парсел, що вивчає "суперсвиню", що належить міністерству сільського господарства США, охарактеризував нинішній стан розробок по трансгенним тваринам так: "Роки три як винайдений ще тільки аероплан, але нам уже хочеться з наявними знаннями спорудити "Боїнг"".

Фірма Granada BioSciences розглядає створення вищезгаданих телят як крок по вірному шляху. Якщо ці тварини залишаться здоровими і м'ясо їх виявиться високої якості, то років за десять з'ясується, які вигоди і недоліки має розведення трансгенних тварин.

2.5. Позиція Православної Церкви с питань біоетики

Позицію Руської Православної Церкви з питань наукових досліджень в галузі біотехнології, генетичної інженерії викладено в документі "Основы социальной концепции Русской Православной Церкви". (Служба коммуникации ОВЦС МП, [15]). Цей документ, прийнятий Освяченим Архієрейським Собором Руської Православної Церкви (13 - 16 серпня 2000 р.), викладає базові положення її навчання з питань церковно-державних відносин і по ряду сучасних суспільно значимих проблем. Він також відбиває офіційну позицію Московського Патріархату в сфері взаємин з державою і світським суспільством. Питанням біоетики присвячений XII розділ документу, який наводиться з незначними скороченнями й в українському перекладі.

XII. Проблеми біоетики

XII.1. Бурхливий розвиток біомедичних технологій, що активно вторгаються в життя сучасної людини від народження до смерті, а також неможливість отримати відповідь на виникаючі при цьому моральні проблеми в рамках традиційної медичної етики - викликають серйозну заклопотаність суспільства. Спроби людей поставити себе на місце Бога, по своїй сваволі змінюючи і "поліпшуючи" Його творіння, можуть принести людству нові тяготи і страждання. Розвиток біомедичних технологій значно випереджає осмислення можливих духовно-моральних і соціальних наслідків їхнього безконтрольного застосування, що не може не викликати в Церкві глибокої пастирської заклопотаності. Формуючи ставлення до широко обговорюваних в сучасному світі проблем біоетики, у першу чергу до тих з них, що зв'язані з безпосереднім впливом на людину, Церква виходить із заснованих на Божественному Одкровенні представлень про життя як безцінний дарунок Божий, про невід'ємну волю і богоподібне достоїнство людської особистості.

XII.4. Застосування нових біомедичних методів у багатьох випадках дозволяє перебороти недугу безплідності. У той же час технологічне втручання, що розширюється, у процес зародження людського життя являє загрозу для духовної цілісності і фізичного здоров'я особистості. Під погрозою виявляються і відносини між людьми, що здавна лежать в основі суспільства. З розвитком згаданих технологій зв'язане також поширення ідеології так званих репродуктивних прав, що пропагандується нині на національному і міжнародному рівнях. Дана система поглядів припускає пріоритет статевої і соціальної реалізації особистості над турботою про майбутнє дитини, про духовне і фізичне здоров'я суспільства, про його моральну стійкість. У світі поступово виробляється відношення до людського життя як до продукту, який можна вибирати відповідно до власних схильностей і яким можна розпоряджатися нарівні з матеріальними цінностями. У молитвах чина вінчання Православна Церква виражає віру в те, що народження дитини є бажаний плід законного шлюбу, але разом з тим не єдина його ціль. Поряд з "плодом чрева на користь" подружжю дані дарунки неминущої взаємної любові, цнотливості, "однотунності душ і тіл". Тому шляхи до народження, не згодні з задумом Творця життя, Церква не може вважати морально виправданими. Якщо чоловік чи дружина нездатні до зачаття дитини, а терапевтичні і хірургічні методи лікування безплідності не допомагають, їм потрібно зі смиренністю прийняти своє безпліддя як особливе життєве покликання. Пастирські рекомендації в подібних випадках повинні враховувати можливість усиновлення дитини по взаємній згоді. До припустимих засобів медичної допомоги може бути віднесене штучне запліднення статевими клітинами чоловіка, оскільки воно не порушує цілісності шлюбного союзу, не відрізняється принциповим образом від природного зачаття і відбувається в контексті подружніх відносин.

Маніпуляції ж, зв'язані з донорством статевих клітин, порушують цілісність особистості і винятковість шлюбних відносин, допускаючи вторгнення в них третьої сторони. Крім того, така практика заохочує безвідповідальне батьківство чи материнство, свідомо звільнене від усяких зобов'язань стосовно тих, хто є "плоттю від плоті" анонімних донорів. Використання донорського матеріалу підриває основи сімейних взаємозв'язків, оскільки припускає наявність у дитини, крім "соціальних", ще і так званих біологічних батьків. "Сурогатне материнство", тобто виношування заплідненої яйцеклітини жінкою, що після пологів повертає дитину "замовникам", проти-природно і морально неприпустимо навіть у тих випадках, коли здійснюється на некомерційній основі. Ця методика припускає руйнування глибокої емоційної і духовної близькості, між матір'ю і дитиною вже під час вагітності. "Сурогатне материнство" травмує як виношуючу жінку, материнські почуття якої зневажаються, так і дитя, що згодом може терпіти кризу самосвідомості. Морально неприпустимими з православної точки зору є також усі різновиди екстракорпорального (внетілесного) запліднення, що припускають заготовляння, консервацію і навмисне руйнування "надлишкових" ембріонів. Саме на визнанні людського достоїнства навіть за ембріоном заснована моральна оцінка абортів, засуджуваного Церквою.

Запліднення самотніх жінок з використанням донорських статевих клітин чи реалізація "репродуктивних прав" самотніх чоловіків, а також осіб з так названою нестандартною сексуальною орієнтацією, позбавляє майбутньої дитини права мати матір і батька. Уживання репродуктивних методів поза контекстом благословенної Богом родини стає формою богоборства, здійснюваного під прикриттям захисту автономії людини і волі особистості.

XII.5. Значну частину загального числа недугів людини складають спадкові захворювання. Розвиток медико-генетичних методів діагностики і лікування може сприяти запобіганню таких хвороб і полегшенню страждань багатьох людей. Однак важливо пам'ятати, що генетичні порушення нерідко стають наслідком забуття моральних основ, підсумком порочного способу життя, у результаті якого страждають і нащадки. Гріхове пошкодження людської природи перемагаються духовним зусиллям; якщо ж з покоління в покоління пороки панують у житті нащадків з наростаючою силою, збуваються слова Священного Писання: "Жахливий кінець несправедливого роду". І навпаки: "Блаженний чоловік, що боїться Господа і міцно люблячий заповіді Його. Сильним буде на землі сімя його; рід правих благословиться". Таким чином, дослідження в області генетики лише підтверджують духовні закономірності, багато століть назад відкриті людству в слові Божому.

Залучаючи увагу людей до моральних причин недугів, Церква разом з тим вітає зусилля медиків, спрямовані на лікування спадкових хвороб. Однак, метою генетичного втручання не повинне бути штучне "удосконалення" людського роду і вторгнення в Божий план про людину. Тому генна терапія може здійснюватися тільки за згодою пацієнта чи його законних представників і винятково за медичними показаннями. Генна терапія статевих клітин є вкрай небезпечною, тому що зв'язана зі зміною генома (сукупності спадкових особливостей) у ряді поколінь, що може спричинити непередбачені наслідки у виді нових мутацій і дестабілізації рівноваги між людським співтовариством і навколишнім середовищем.

Успіхи в розшифровці генетичного коду створюють реальні передумови для широкого генетичного тестування з метою виявлення інформації про природну унікальність кожної людини, а також її схильності до певних захворювань. Створення "генетичного паспорта" при розумному використанні отриманих відомостей допомогло б вчасно коректувати розвиток можливих для конкретної людини захворювань. Однак є реальна небезпека зловживання генетичними відомостями, при якому вони

можуть послужити різним формам дискримінації. Крім того, володіння інформацією про спадкову схильність до тяжких захворювань може стати непосильним щиросердечним вантажем. Тому генетична ідентифікація і генетичне тестування можуть здійснюватися лише на основі поваги свободи особистості.

Двоїстий характер мають також методи пренатальної (дородової) діагностики, що дозволяють визначити спадкоємні недуги на ранніх стадіях внутрішньоутробного розвитку. Деякі з цих методів можуть являти загрозу для життя і цілісності тестованого ембріона чи плоду. Виявлення невиліковного генетичного захворювання нерідко стає спонуканням до переривання ненародженого життя; відомі випадки, коли на батьків виявлявся відповідний тиск. Пренатальна діагностика може вважатися морально виправданою, якщо вона націлена на лікування виявлених недугів на можливо ранніх стадіях, а також на підготовку батьків до особливого піклування про хвору дитину. Право на життя, любов і турботу має кожна людина, незалежно від наявності в неї тих чи інших захворювань. Відповідно до Священного Писання, Сам Бог є "заступником немічних". Апостол Павло учить "підтримувати слабких"; уподібнюючи Церкву людському тілу, він указує, що "члени... які здаються слабкішими, набагато потрібніші", а менш досконалі мають потребу в "більшому піклуванні". Зовсім неприпустиме застосування методів пренатальної діагностики з метою вибору бажаної для батьків статі майбутньої дитини.

XII.6. Здійснене вченими клонування (одержання генетичних копій) тварин порушує питання про допустимість і можливі наслідки клонування людини. Реалізація цієї ідеї, що зустрічає протест із боку безлічі людей в усьому світі, здатна стати руйнівною для суспільства. Клонування в ще більшому ступені, чим інші репродуктивні технології, відкриває можливість маніпуляції з генетичною складовою особистості і сприяє її подальшому знецінюванню. Людина не вправі претендувати на роль творця собі подібних істот чи підбирати для них генетичні прототипи, визначаючи їхні особистісні характеристики за своїм розсудом. Задум клонування є безсумнівним викликом самій природі людини, закладеному у ній образу Божию, невід'ємною частиною якого є воля й унікальність особистості. "Тиражування" людей із заданими параметрами може представлятися бажаним лише для прихильників тоталітарних ідеологій.

Клонування людини здатне зіпсувати природні основи дітородіння, кровного споріднення, материнства і батьківства. Дитина може стати сестрою своєї матері, братом батька чи дочкою діда. Украй небезпечними є і психологічні наслідки клонування. Людина, що з'явилася на світ в результаті такої процедури, може відчувати себе не самотійною особистістю, а всього лише "копією" когось з людей. Необхідно також враховувати, що "побічними результатами" експериментів із клонуванням людини неминуче стали б численні життя, що не відбулися, і, імовірноше всього, народження великої кількості нежиттєздатного потомства. Разом з тим, клонування ізольованих клітин і тканин організму не є зазіханням на достоїнство особистості й у ряді випадків виявляється корисним у біологічній і медичній практиці.

2.6. Міжнародне, європейське та українське законодавство про ГМО

«Конвенція ООН з біологічного різноманіття».

Ст. 1 "Цілями Конвенції є: збереження біологічної розмаїтості, стійке використання його компонентів і справедливий і рівний поділ вигод, що виникають у результаті використання генетичних ресурсів, і, відповідно, передачу необхідних технологій, приймаючи в увагу усі права у відношенні цих ресурсів, технологій і їхнього фінансового їхнього забезпечення". У статті 3 визначено, що "держави мають суверенне право експлуатувати свої природні ресурси відповідно до власної природоохоронної політики". У статті 15, параграф 1 говориться, що "право регулювати доступ до генетичних ресурсів є прерогативою національних урядів і регулюється національними законодавствами".

Протокол з біобезпеки

З 19 по 29 січня 2000 року в Монреалі (Канада) під егідою ООН проходила зустріч сторін Конвенції по збереженню біорізноманіття, присвячена доробці і прийняттю **Протоколу з біобезпеки**. Цей природоохоронний документ покликаний регулювати транскордонне переміщення генетично модифікованих організмів, установлюючи права та обов'язки сторін імпорту й експорту з цього питання.

Остаточний варіант протоколу містить статті, що дозволяють на державному рівні вводити заборону на ввіз у ту чи іншу країну живих ГМ-організмів, призначених для інтродукції в навколишнє середовище (бактерії, насіння рослин, тварин і т.д.), на основі так названого "принципу обережності", тобто доти, поки не буде з всією очевидністю доведена їхня безпека. Протокол також вимагає від експортерів ГМ-організмів попередньо повідомляти про всі транскордонні переміщення їхньої продукції і не починати таких переміщень доти, поки не буде отримана згода приймаючої сторони.

У сферу дії протоколу попадають **живі модифіковані організми**¹¹ - тобто культури, призначені до чи посадки дослідженням, чи культури, призначені в чи їжу переробку, але потенційно здатні до передачі генетичного матеріалу - тобто до виживання, проростання і виробництву потомства.

Сам факт прийняття Протоколу руйнує міф біотехнологічної індустрії про те, що транс генні організми нічим не відрізняються від своїх побратимів, виведених методами традиційної селекції. Протокол встановлює особливі процедури експорту й імпорту ГМО - наприклад, країна може заборонити імпорт ГМО, вважаючи, що наданих наукових доказів безпеки даного організму стороною експорту недостатньо. Країна також має право заборонити ввіз ГМО з соціально-економічних міркувань. І, найважливіше - Протокол не нижчий за статусом, ніж інші міжнародні угоди. У тому числі - він дорівнює за статусом угодам Всесвітньої торгової організації.

Саме в цьому криється причина, чому так гальмувалося прийняття Протоколу США, що домінує держава ВТО. Відповідно до правил ВТО, будь-яка заборона чи обмеження торгівлі повинні мати під собою наукове обґрунтування. В іншому випадку це обмеження вважається нетарифним бар'єром, що порушує свободу торгівлі.

¹¹ Визначення модифікованого організму за **Федеральним законом Російської Федерації "Про державне регулювання в області генно-інженерної діяльності"**:

«Генно-інженерно-модифікований організм - організм чи кілька організмів, будь-яке неклітинне, одноклітинне чи багатоклітинне утворення, здатні до відтворення чи до передачі спадкоємного генетичного матеріалу, відмінні від природних організмів, отримані з застосуванням методів генної інженерії й містять генно-інженерний матеріал, у тому числі гени, їхні фрагменти або комбінації генів».

Угода про використання права на інтелектуальну власність у сфері торгівлі (TRIPS)

TRIPS було запропоновано Всесвітньою торговою організацією (ВТО). Відповідно до нього, уряди повинні гарантувати патентний захист використання мікроорганізмів, біологічних процесів за участю мікроорганізмів, методів генетичної інженерії, ГМ-рослин і тварин і сортів рослин.

TRIPS базується на Паризькій конвенції 1883 року про патенти і торгові марки, Бернській конвенції 1886 року про авторське право й американське патентне законодавство. Стаття 102 закону про патенти США, що визначає поняття "відомих методів", не визнає в якості такі технології і методи, використовувані в звичайній практиці інших країн. З тих пір як патенти стали видаватися на винаходи, чи заперечення невизнання відомої практики, що існує за межами США, дозволяє патентувати технології, уже використовувані в інших країнах. Один раз запатентовані, знання захищаються потім як "інтелектуальна власність". Це і є основа біопіратства, яке, через використання в TRIPS принципів американського патентного законодавства, уже стало застосовуватися на глобальному рівні.

Опоненти TRIPS заявляють, що цей документ приведе до приватизації знання, яким уже володіють народи Півдня, що розвивається. До того ж те, що TRIPS має на увазі патентування живих організмів (рослин, тварин) з метою їхньої комерціалізації і монополізації, породжує безліч етичних і екологічних питань. "Складається враження, що західні держави дотепер спонукувані колонізаторським прагненням захоплювати, завойовувати, привласнювати і заволодівати усім - будь-якими суспільствами, будь-якою культурою. Сучасні колонії розширилися і проникли усередину генетичних кодів живих форм, від мікробів і рослин до тварин і людей" (Вандана Шива).

З метою привести TRIPS у відповідність з довгостроковими документами про охорону навколишнього середовища, такими, як **«Конвенція ООН з біологічного різноманіття»**, і зробити його в більшому ступені таким, що відповідає цілям розвитку, Індія внесла пропозицію про перегляд угоди на сесії ВТО в Сіетлі. За підтримкою інших країн, що розвиваються, таких як Бразилія, Коста-Рика, Єгипет, Гондурас, Індонезія, Пакистан і Філіппіни, Індія призвала до перегляду статті 27.3 (b) угоди. Стаття 27.3 (b) покликана установити правила, що дозволяють учасникам угоди вивести рослини і тварин, за винятком мікроорганізмів і біологічних процесів для виробництва рослин і тварин, зі сфери патентування. Вона також вимагає додаткового захисту для місць походження біологічних видів, що дозволяє уникнути патентування таких товарів, як рис "басматі", певні сорти чаю, деякі види тканин, продукти кустарних промислів - тобто головні статті експорту країн, що розвиваються. Пропонується надалі здійснювати передачу таких технологій тільки на дозвільній основі. Позиція Індії полягає в тім, що TRIPS - це не документ, покликаний гармонізувати чи закони регулювати конкурентні взаємини, а документ, що встановлює мінімальні стандарти законодавства про інтелектуальну власність. Щоб угода не вступала в протиріччя з «Конвенцією з біорізноманіття», Індія призвала внести виправлення, що вимагає ясної вказівки на біологічне походження матеріалу і країну його вирощування чи проживання при подачі заявок на патенти у відповідності зі статтею 29. Це приведе до того, що такі заявки будуть відкриті для комерційного контролю відразу після подачі, і дозволить країнам, що мають до заявника які-небудь претензії, заявити про їх вчасно.

Європейське законодавство і ГМ-культури

Процедура реєстрації ГМ-культур передбачає прийняття на розгляд відповідної заявки, що надійшла від однієї з країн-членів ЄС. Наприклад, Великобританія від свого імені подає документи на сою фірми Monsanto на розгляд Єврокомісії. Комісія вивчає ці документи (цей етап містить у собі також експертизу наукового комітету). Якщо документ схвалений Єврокомісією, він представляється на розгляд усіх 15 країн-членів, що голосують за чи проти видачі дозволу. Тільки несхвалення всіх членів ЄС може послужити підставою для відмовлення в реєстрації, однак така ситуація практично неможлива, тому що щонайменше одна країна, від імені якої представляється документ, зацікавлена в його успішному проходженні. Наприклад, Вt-кукурудза фірми Novartis була схвалена, незважаючи на те, що 13 з 15 членів ЄС проголосували проти такого рішення чи утрималися.

Директива 90/220/ЕЕС. У 1996 році комерційне виробництво ГМ-культур і їхні випробування в Європі регулювалися постановою 90/220/ЕЕС. Існувала також постанова 90/129/ЕЕС, що регулювала дослідження трансгенних організмів у лабораторіях. Постанова 90/220 не давала відповіді на багато питань, зокрема, не сприяло зниженню ризиків для здоров'я і навколишнього середовища і наданню споживачу можливості вибору. Воно не влаштовувало також і представників індустрії через занадто велику тривалість передбачених у ньому процедур. У результаті постанова була переглянута після початку імпорту перших ГМ-культур.

У 1997 році на додаток до вищезгаданої директиви вступило в дію положення 258/97 "Про нові продукти харчування", під якими малася на увазі їжа, виготовлена з компонентів, що відрізняються від натуральних. Воно скасовувало частину статей 90/220/ЕЕС, що відносяться до допуску на ринок ГМ-продуктів, і вводило їхнє маркування. Положення передбачає ряд процедур безпеки у відношенні ГМ-культур, у тому числі довгостроковий моніторинг, оцінку "істотної еквівалентності", алергійного потенціалу, впливу генів-маркерів, визначення припустимого відсотка вмісту ГМ-компонентів у звичайній їжі і т.д. Хоча нове положення є безсумнівним кроком уперед на шляху зменшення ризику для здоров'я і навколишнього середовища, що походить від ГМ-організмів, припустимий рівень вмісту ГМ-компонентів у звичайних продуктах ще знаходиться в процесі обговорення. У 1998 році ЄС видав спеціальне положення 1139/98, що зобов'язує маркувати ГМ-сою і ГМ-кукурудзу.

Положення ЄС про маркування є важливими, але недостатніми. Зокрема, вони не стосуються отриманих з цих культур ГМ-продуктів, у яких ДНК неможливо знайти: олій, жирів, крохмалю і кормів для худоби. З-під дії цих положень також виведені продукти, у яких ГМ-компоненти заявлені як добавки: наприклад, шоколад і інші продукти, що містять лецитин. На практиці це означає, що не маркуються продукти, вміст ГМ-компонентів у яких менший від 10%.

Таким чином, випробування і комерційне виробництво ГМ-культур у даний час регулюється документами ЄС 90/220, 258/97 і 1139/98.

**ТИМЧАСОВИЙ ПОРЯДОК
ввезення, державного випробування, реєстрації та використання транс-
генних сортів рослин в Україні**

ЗАТВЕРДЖЕНО

постановою Кабінету Міністрів України
від 17 серпня 1998 р. N 1304

1. Цей Тимчасовий порядок встановлює механізми ввезення, державного випробування, реєстрації та використання в Україні генетично модифікованих (трансгенних) сортів рослин, що відповідають вимогам біобезпеки.

Тимчасовий порядок не поширюється на сферу наукових досліджень та використання продукції, виробленої з сировини трансгенних сортів рослин.

2. До ввезення, державного випробування, реєстрації та використання в Україні допускаються лише трансгенні сорти рослин, визнані біологічно безпечними, офіційно зареєстровані та допущені до використання в будь-якій країні, яка є членом Міжнародного союзу по охороні нових сортів рослин.

3. Ввезення в Україну трансгенних сортів рослин здійснюється за дозволом Мінагропрому.

Підставою для отримання дозволу на ввезення трансгенних сортів рослин є позитивний висновок Міжвідомчої комісії з питань біобезпеки, яка створюється при Міннауки, про біобезпеку генетичної конструкції, включеної до геному цих сортів.

4. Для отримання дозволу на ввезення дослідних зразків трансгенних сортів рослин для державного випробування заявники - юридичні та фізичні особи подають Державній комісії по випробуванню та охороні сортів рослин Мінагропрому (далі - Комісія) заявку, в якій містяться відомості про походження сорту та його характеристика.

5. Комісія з метою проведення експертизи передає заявку Інституту агроєкології та біотехнології Української академії аграрних наук.

6. За наявності позитивного експертного висновку Комісія за погодженням з Міжвідомчою радою з питань регламентації випробування, реєстрації та використання трансгенних сортів рослин (далі - Рада) подає пропозиції Мінагропрому щодо ввезення дослідних зразків трансгенних сортів рослин для державного випробування.

7. Мінагропром розглядає заявку та відповідні документи протягом 30 днів з дня їх одержання.

8. Передача заявником виданого Мінагропромом дозволу на ввезення трансгенних сортів рослин іншим юридичним і фізичним особам забороняється.

9. Ввезення трансгенних сортів рослин в Україну дозволяється за умови наявності на тарі (коробках, упаковках, розфасовках) позначки "ТГ!", а на внутрішній етикетці - відомостей про вид рослин, назву сорту, масу, найменування і адресу відправника. Відомості зазначаються українською мовою.

10. Ввезення та митне оформлення трансгенних сортів рослин, що надходять для державного випробування, здійснюється відповідно до законодавства.

11. Після одержання дозволу на ввезення трансгенних сортів рослин Комісія включає їх до державного випробування в порядку, встановленому для інших сортів рослин.

12. Державне випробування трансгенних сортів рослин здійснюється за Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур під контролем експертів Комісії, а також робочих груп Ради.

13. Інститут агроєкології та біотехнології Української академії аграрних наук розробляє і погоджує з Радою регламент випробування трансгенних сортів рослин, який затверджується Комісією, та здійснює методичне забезпечення державного випробування.

14. З метою здійснення державної санітарно-гігієнічної експертизи Комісія під час державного випробування надає Інституту харчування МОЗ у погоджені терміни та в необхідній кількості рослинні зразки.

15. Умови зберігання дослідних зразків трансгенних сортів рослин повинні включати будь-який контакт з насінням та садивним матеріалом інших культур. У місцях зберігання дослідних зразків трансгенних сортів рослин і на дослідних ділянках встановлюються таблички з позначкою "ТГ!".

16. У разі виявлення під час державного випробування не зазначеної в описі вади трансгенного сорту рослин, небезпечної для здоров'я людини або екології, такий сорт знімається з державного випробування, а насіння, бульби, рослинні рештки (солома, бадилля тощо) цього сорту та сортів-еталонів знищуються у порядку, встановленому законодавством.

17. Трансгенні сорти рослин, що пройшли державне випробування і одержали позитивний висновок державної санітарно-гігієнічної експертизи, за погодженням з Радою заносяться до спеціального розділу Реєстру сортів рослин України в порядку, встановленому для інших сортів рослин.

18. Після занесення трансгенного сорту до Реєстру сортів рослин України Комісія разом з Радою готують пропозиції Мінагропрому щодо можливих сфер використання цього сорту та надання заявникам дозволів на ввезення товарних партій його насіння для розмноження.

19. Мінагропром організовує контроль за надходженням і використанням дослідних зразків і товарних партій трансгенних сортів рослин в польових умовах і в закритому ґрунті та веде реєстр їх виробників.

ЗАКОН УКРАЇНИ **Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки**

11 липня 2001 року

N 2623-III

Стаття 7. Визначити такі пріоритетні напрями розвитку науки і техніки на період до 2006 року: <...>

4) новітні біотехнології; діагностика і методи лікування найпоширеніших захворювань...

Література

1. Хейзинга Й. Homo Ludens; Статьи по истории культуры. / Пер., сост. и вступ. ст. Д.В. Сильвестрова; Коммент. Д. Э. Харитоновича -М.: Прогресс - Традиция, 1997. - 416 с.
2. <http://studentdream.narod.ru/hezinga.htm>
3. Шилов П. Игра и игровые методы в обучении и образовании (<http://mspi.narod.ru/fan.html>)
4. Ефименко Г. Проектная деятельность на уроках биологии // «1 сентября», <http://www.1september.ru/ru/bio/public/pub1.htm>
5. http://www.citytlt.ru/~d&w/archive/2000_4/7.shtml
6. Господарик Ю.П. Дистанционное обучение истории (<http://www.ioso.ru/ts/s010419/gospodarik.htm>)
7. Козленко О.Г. Коефіцієнт особистої участі як вимірник результатів групової навчальної діяльності учнів // Біологія і хімія в школі" 2001, №6, с.14-15.
8. Как просить деньги. Пособие для некоммерческих организаций. <http://www.ecoline.ru/books/>
9. Гершензон С.М. Основы современной генетики – К.: Наукова думка, 1983 - 560 стр.
10. Кулаева О.Н. Карликовые мутанты и их роль в "зеленой революции" // Соросовский образовательный журнал, 2000, №8, с. 18 – 23. http://www.issep.rssi.ru/pdf/0008_018.pdf
11. Глеба Ю.Ю. Биотехнология растений // Соросовский образовательный журнал, 1998, №6, с. 3 – 9. http://www.issep.rssi.ru/pdf/9806_003.pdf
12. Фогель Ф., Мотульски А. Генетика человека: В 3-х т. Т.3: Пер. с англ. - М.: Мир, 1990.- 366 с.
13. О королях и капусте... Популярно о генной инженерии // <http://www.ecoline.ru/library/INDEX.HTM>
14. Інформаційно-видавничий центр "Зелене досє" // <http://www.dossier.kiev.ua/about/about.htm>
15. Жестокий прогресс? // "В мире науки", 1990, № 10.- С. 78-79.
16. Основы социальной концепции Русской Православной Церкви Служба коммуникации ОБЦС МП, Москва, <http://www.russian-orthodox-church.org.ru/sd00r.htm>; Розділ XII. Основы биоэтики <http://www.russian-orthodox-church.org.ru/sd12r.htm>