

**Ольга Литвин**

# **ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР**

**( багаторічні трав'янисті та деревні культури )**

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**  
для студентів вищих аграрних закладів  
освіти I-IV рівнів акредитації  
спеціальності 201 "Агрономія"

**Львів 2020**

Рекомендовано до друку методичною комісією факультету агротехнологій і екології Львівського національного аграрного університету (протокол №1 від 01.09. 2020 р.)

Р е ц е н з е н т и: Шувар І.А. – доктор сільськогосподарських наук, професор;

**Литвин О.Ф**

Технології вирощування енергетичних культур. (багаторічні трав'янисті та деревні культури). Конспект лекцій. Львів.2020. 115 с

Розглянуто питання біологічних особливостей та технології виощування основних біоенергетичних рослин для зони Західного Лісостепу України.

Наведено вимоги до підготовки ґрунту, строків сівби, садіння, догляду за посівами, збирання та зберігання біомаси.

Конспект лекцій розрахована на студентів вищих аграрних закладів освіти I-IV рівнів акредитації спеціальності 201 "Агрономія" .

© **О.Ф. Литвин, 2020**

© **Львівський національний аграрний університет, 2020**

**Зміст**

Вступна лекція.....	4
Лекція 2. Верба енергетична.....	37
Лекція 3. Міскантус.....	45
Лекція 4. Просо прутоподібне (світчграс).....	55
Лекція 5. Сорго багаторічне (трава Колумба).....	64
Лекція 6. Елевсіна (просо пальчасте).....	67
Лекція 7. Мальва пенсільванська (сіда).....	70
Лекція 8. Лаватера тюрінгська (хатьма тюрінгська).....	78
Лекція 9. Щавнат (щавель Утеуша).....	81
Лекція 10. Топінамбур (земляна груша).....	86
Лекція 11. Сильфія пронизанолиста.....	93
Лекція 12. Амарант.....	96
Лекція 13. Козлятник східний.....	101
Лекція 14. Свербига східна (горлюна).....	105

## ВСТУПНА ЛЕКЦІЯ

### Альтернативні джерела енергії

Сьогодні енергетика світу базується на невідновлюваних джерелах енергії. В якості головних енергоносіїв виступають нафта, газ і вугілля. Найближчі перспективи розвитку енергетики пов'язані з пошуками кращого співвідношення енергоносіїв і, перш за все з тим, щоб спробувати зменшити частку рідкого палива. Але можна сказати, що людство вже сьогодні вступило в перехідний період - від енергетики, що базується на органічних природних ресурсах, які обмежені до енергетики на практично невичерпної основі.

Швидкий розвиток промисловості призводить до все більшого забруднення навколишнього середовища. Забрудненню піддається повітря, вода та ґрунт. Відбувається деградація ґрунту. Дуже небезпечним для людей та тварин є забруднення важкими металами, токсинами такими як: олово (Pb), кадмій (Cd), цинк (Zn), мідь (Cu), хром (Cr). В Україні є території екологічного лиха, на яких природне середовище забруднене різними елементами. Забруднення ґрунту там є різним. На забруднених територіях неможливе вирощування культур, призначених до безпосереднього вжитку, і обмежене вирощування пасовищних культур. Ці території потребують рекультивації. В цьому може допомогти вирощування рослин на промислові або енергетичні цілі. Цей спосіб рекультивації призведе до систематичного зниження рівня забруднення території і обмеження вживання продуктів, які з них походять.

Іншою загрозою зі сторони промисловості, головним чином паливно-енергетичної, є викидання в атмосферу великої кількості вуглекислого газу  $\text{CO}_2$ . Ця промисловість використовує паливо (газ, нафту, вугілля кам'яне і буре, торф), спалювання яких порушує натуральний обіг і баланс  $\text{CO}_2$ . Наслідком цього є поглиблення парникового ефекту. В масштабі світу головним абсорбентом  $\text{CO}_2$  є рослини. Запровадження до вирощування нових рослин, які інтенсивно зв'язують вуглекислий газ і утворюють високий врожай біомаси, який можна було б використати на енергетичні цілі, дозволило б значно зменшити емісію  $\text{CO}_2$ .

Великі надії у світі покладаються на так звані альтернативні джерела енергії, перевага яких полягає в їх відновлюванні і в тому, що це екологічно чисті джерела енергії.

Виснаження ресурсів змушує виробляти ресурсозберігаючу політику, широко використовувати вторинну сировину. У багатьох країнах додаються величезні зусилля для економії енергії та сировини. Сьогодні вже близько 1/3 всієї маси використовуваних в світі металів - алюмінію, міді, цинку, свинцю і олова - добувається з відходів та вторинної сировини. У ряді країн прийняті державні програми економії енергії.

Все більшу популярність у світі набувають альтернативні джерела енергії. Їх перевага полягає в відновлюваних енергетичних ресурсів. До таких джерел можна віднести:

- енергію сонця,
- енергію вітру,
- енергію припливів,
- глибинне тепло Землі,
- паливо з біомаси.

Швидкі зміни глобального клімату, а також обмеження кількості опалювальної сировини, використання якої має свою межу, а ціни будуть зростати, стимулюють в останні роки пошук нових джерел енергії, так званих CO<sub>2</sub>-нейтральних джерел. З цією метою беруться під увагу сонце, вітер, енергія води, а також спалювання біомаси. Згідно експертам, які працюють над зниженням впливу на середовище викопних палив, а також обмеженням емісії газів, що призводять до парникового ефекту, вуглекислий газ, що звільняється під час спалювання біомаси, не перевищує кількості раніше заабсорбованої рослинами під час фотосинтезу і тому не буде сприяти парниковому ефекту (утворюється замкнутий обіг).

Сьогодні біоенергетика складає приблизно десяту частину загального обсягу первинної енергії у світі. Сучасна біоенергетика становила понад дві третини світового споживання відновлюваного тепла у 2018 році, переважно у промисловоті та житловому секторі. Очікується, що біоенергетика збільшить

обсяг відновлюваного тепла: його використання зросте на 12% протягом 2019–2024 років, з яких майже дві третини у промисловості.

Світове виробництво біопалива в 2018 році збільшилось на 10 млрд літрів, досягнувши рекордних 154 млрд літрів або 7%/рік. Це удвічі більше, ніж у 2017 році та найвищий приріст за п'ять років. Очікується, що виробництво збільшиться на 25% до 2024 року, за рахунок росту ринків біопалива в Бразилії, США та особливо Китаї.

Створенням палива з біомаси активно займаються практично в усьому світі і навіть є країни, які вже перейшли на цей вид палива в певній мірі (у Фінляндії потреби в пальному вже на 20% задовольняються за рахунок біопалива, а лідирує в ЄС щодо використання біомаси у якості джерела енергії Німеччина). Звичайно, треба розуміти, що на те, щоб повністю замінити ту саму нафту (застосування) біопаливом повинен пройти певний термін. А поки необхідно проводити подальші дослідження в цій галузі. Але вже зараз можна побачити основні переваги біодизельного палива:

- у вихлопі набагато менше токсичних відходів, сажі (на 50%) і викидів CO і CO<sub>2</sub>;
- воно дешевше від нафтопродуктів;
- може використовуватися як в чистому вигляді, так і в суміші зі звичним паливом;
- в суміші придатне для будь-якого дизельного двигуна практично без переробки;
- саме по собі значно безпечніше для навколишнього середовища, ніж звичайне паливо (менше токсичне, ніж звичайна кухонна сіль);
- легко розкладається мікроорганізмами (на 90% за 3 тижні);
- подовжує життя двигуна (не утворюється нагар в циліндрах);
- не має неприємного запаху.

До відтворюваних джерел відносяться енергетичні рослини

Вагомим аргументом впровадження до вирощування рослин на енергетичні та промислові цілі є залучення виключених з використання сільськогосподарських ґрунтів. На таких ґрунтах можна висадити ліс, а також



вирощувати вище названі рослини. Такі рослини повинні відрізнятись низькими вимогами до ґрунтів, живлення і добрив. Також від них вимагається утворення високого врожаю, який можна було б використовувати у промисловості. Вирощування рослин такого роду могла б становити додаткове джерело доходів для селян.

Біомаса в енергетиці може бути використана безпосередньо через спалювання, або як паливо, після попередньої переробки на дизельне паливо, етанол або газ. Передбачається, що за 10-15 років настане зміна двигунів внутрішнього згорання на водневі палива. Як паливо буде використовуватись головним чином етанол, з якого буде отримуватись водень. З вище описаних причин, розпочато в останні роки дослідження над продукуванням біомаси не призначеної на споживання. Великі надії покладаються на нові рослини, які дозволять використовувати їх цілу біомасу, а не тільки як є у випадку ріпаку, тільки насіння, чи так само зерна злакових культур.

Джерелом енергетичної сировини сільськогосподарського походження можуть бути культури, призначені на інші цілі, як продукт побічний, наприклад, солома, або рослини спеціально для цього призначені (однорічні або багаторічні). Важливо, щоб рослини, які вирощуються на енергетичні цілі, характеризувались би високим вмістом лігніну і целюлози, а також як найвищою продукцією біомаси. Рослинами з високим вмістом лігніну і целюлози, які утворюють пагони відповідної якості, є тополя і верба, солома та трави. Найбільш перспективними, з погляду на продукцію біомаси, в помірному кліматі Європи є верба (*Salix sp.*) і тополя (*Populus sp.*), а також рослини типу  $C_4$ : багаторічні трави, наприклад, міскантус (*Miscanthus sp.*), амарант (*Amaranthus sp.*), мальва пенсильванська, а також просо (*Panicum virgatum*).

Рослини  $C_3$  (наприклад, верба і тополя) мають більшу потребу у воді при продукуванні тієї самої кількості біомаси, ніж рослини  $C_4$ . Річна кількість води, яка транспірується вербою і тополею, є на 40-100мм води більша, ніж у міскантуса. В багатьох регіонах чинником, який буде обмежувати вирощування верби та тополі, стане їх велика потреба у воді. Врожаї, які отримуються з них в

помірному кліматі Європи, можуть досягати 10-12 т сухої маси на рік. Натомість, рослини типу  $C_4$ , як міскантус і однорічні трави, показують відносно більшу здатність утворювати врожай біомаси.

### **Нетрадиційні поновлювані енергоджерела України**

За свідченням Світової енергетичної конференції (ради), розвіданих запасів енергоносіїв для забезпечення потреб в енергії вистачить на такий час: нафти — на 25-30 років; природного газу — 50–60 років; вугілля — 500–600 років; урану для АЕС на повільних (теплових) нейтронах — 20-30 років; плутонію для АЕС на швидких нейтронах — 1000—3000 років.

Україна щорічно споживає біля 200 млн.т умовних одиниць паливно-енергетичних ресурсів та відноситься до енерго-дефіцитних країн, бо покриває свої потреби в енергоспоживанні лише приблизно на 53 % (імпортує 75 % необхідного обсягу природного газу та 85 % сирової нафти і нафтопродуктів).

Сучасна структура паливно-енергетичного комплексу України породжує залежність України від країн-експортерів нафти і газу і є загрозовою для її енергетичної і національної безпеки.

Серйозною перешкодою розвитку українського суспільства тепер є несприятлива ситуація з енергією. Саме рівень забезпечення енергією (енергоресурсами) загрожує подальшому нарощуванню обсягів виробництва додаткової вартості і прогресу цивілізації. Це зв'язано з переважно екстенсивним розвитком паливно-енергетичного комплексу, що наближає настання «енергетичного голоду», тому що вимагає безперервного нарощування обсягів використання традиційних паливно-енергетичних ресурсів, запаси яких близькі до виснаження. Інша загроза — глобальна екологічна катастрофа, зв'язана з викидами в навколишнє середовище шкідливих інгредієнтів, насамперед парникових газів, що загрожує зникненням усього живого на Землі. Багато учених вважають, що необоротна глобальна екологічна катастрофа вже почалася і розвивається з прискоренням.

Результати системних досліджень, виконаних за замовленням Програми розвитку ООН (ПРООН), свідчать: щоб зупинити ці руйнівні тенденції (або



хоча б призупинити їхній розвиток), необхідно змінити пріоритети розвитку паливно-енергетичного комплексу (ПЕК). Насамперед варто відмовитися від екстенсивної моделі його розвитку, тобто забезпечити повномасштабне підвищення енергоефективності. (В Україні це називають енергозбереженням, але це не зовсім точно.) Однак винятково заходами енергозбереження вирішити проблему енергозабезпечення неможливо: досвід індустриально розвинутих країн свідчить, що ці міри лише сповільнюють підвищення потужностей паливно-енергетичного комплексу (ПЕК).

Яка ж повинна бути стратегія розвитку ПЕК? Відповідь дають результати тих же системних досліджень, замовлених ООН. Якщо коротко, то це широкомасштабне впровадження техніки і технологій використання нових (нетрадиційних) і поновлюваних джерел енергії (НПДЕ). Адже ресурси НПДЕ невичерпні; технології використання НПДЕ екологічно чисті; техніка і технології використання багатьох видів НПДЕ уже відпрацьовані настільки, що енергооб'єкти на їхній базі можуть бути не тільки промисловими, але і комерційними, тобто конкурувати з об'єктами традиційної енергетики, отже, можуть поступово їх витіснити.

Самі економічні й екологічно чисті первинні енергоносії — нафта і природний газ — є дефіцитними в Україні; їх споживають прискореними темпами, тому орієнтувати перспективу розвитку ПЕК України на їхній основі не можна. Використання плутонію для української економіки фінансово неможливо, і оскільки ці технології небезпечніше, ніж технології використання енергії теплових нейтронів, то, на перший погляд напрошується висновок, що Україні доцільніше розвивати енергетику на вугіллі та урані, запасів якого в Україні більш ніж на 100 років. Але Чорнобиль показав, що експлуатація АЕС небезпечна й економічно нерентабельна. Це, утім, не може бути основою для негайної зупинки всіх діючих АЕС. З погляду стратегії довгострокового розвитку ПЕК серйозні заперечення викликає і пріоритетне будівництво ТЕС (на вугіллі): витрати, зв'язані насамперед із забрудненням навколишнього середовища, можуть багаторазово перевищити доход від виробництва електроенергії. До того ж Україні не вистачає інвестиційних засобів на

розвиток вугільної промисловості і на модернізацію вугільних ТЕС для того, щоб вони відповідали вимогам по охороні навколишнього середовища. Різке і неухильне зменшення обсягів видобутку газу в Росії, її політична нестабільність і усе більша недовіра до України не дозволяють розраховувати на широке застосування ПГУ і ГТУ.

В усьому світі використання різноманітних палив з відновлюваної сировини неухильно зростає.

Виробництво енергії на основі відновлюваних джерел енергії виросло в світі на 4% в 2018 році, склавши майже чверть зростання споживання первинної енергії. Виробництво електроенергії на основі відновлюваних джерел енергії також зросло найвищими темпами за останнє десятиліття, забезпечивши майже 45% загального зростання електроенергії в світі в 2018 році.

Реалії життя змушують Україну орієнтуватися на широкомасштабне використання НПДЕ. Загалом, робота в цьому напрямку в Україні почате. Розроблено і реалізується ряд мір, що передбачають впровадження техніки і технологій використання НПДЕ, їхнє використання передбачене в державних програмах.

Державними програмами передбачене використання наступних НПДЕ: енергії вітра (будівництво ЄЕС); гідроенергії (переважно шляхом будівництва маленьких і міні-гес); енергії сонячного випромінювання; геотермальної енергії, тобто глибинного тепла Землі; тепла навколишнього середовища, тобто поверхневих шарів Землі, ґрунтових вод, води, озер, рік, морів за допомогою теплових насосів; вторинного тепла промислового виробництва; біомаси, біогазу, палива з твердих побутових і промислових відходів і деяких інших альтернативних видів палива.

Але через незадовільне фінансування практична реалізація цих державних програм дуже незначна. Це стосується навіть вітроенергетики, що має більш-менш стабільне фінансування: у середньому задачі цієї програми виконуються на 3%. Що стосується інших НПДЕ, то темпи і масштаби їхнього впровадження ще менше, тому і техніка, і технології НПДЕ поки маловідомі

масовому споживачеві й істотно не впливають на економію паливно-енергетичних ресурсів.

Варто звернути увагу які можливості України в рішенні проблеми фінансового забезпечення розвитку і впровадження техніки і технологій використання НПДЕ. В першу чергу це створення консолідованого фонду розвитку і упровадження всіх НПДЕ, з виділенням на конкурсній основі коштів на нові розробки, будівництво пілотних об'єктів і субсидії для спорудження енергооб'єктів, що будуть використовувати НПДЕ для енергопостачання фермерів, сільських підприємств, муніципальних громад. Інший напрямок — залучення іноземних інвестицій, значні можливості для чого відкриваються у випадку налагодження торгівлі квотами на парникові гази.

Тим часом Мінпаливенерго, з огляду на реальні досягнення, тобто практична відсутність внеску НПДЕ в економіку, самоусунулося від керівництва розвитком і впровадженням НПДЕ, залишивши це на відкуп «аматорам», які не несуть ніякої відповідальності за розвиток ПЕК. Від цього страждають інтереси держави, оскільки лише компетентне керування з єдиного центра розвитком і впровадженням НПДЕ принесе бажані результати, адже ресурси НПДЕ в Україні досить великі. По оцінках ІЕК НАН України, ресурси енергії вітру технічно доступні для освоєння на континентальній частині нашої території, приблизно в 200 разів перевищують нинішні обсяги генерування електроенергії в Україні.

За даними Енергетичного балансу України, частка біопалива у загальному постачанні первинної енергії (ЗППЕ) у 2018 році склала 3,2 млн т н.е., що складає 3,4% від ЗППЕ.

За оцінкою Біоенергетичної асоціації України, станом на 2018 р. потенціал енергії з біомаси складає 23 млн т н.е. Основними складовими цього потенціалу є побічні продукти рослинництва (загалом 10 млн т н.е. або 44% від загального потенціалу біомаси) та енергетичні культури (загалом 7,5 млн т н.е. або 32% від загального потенціалу).

Світова енергетична рада (конференція) відзначає, що саме використання НПДЕ, як засобу підвищення рівня децентралізації електропостачання,

забезпечить найбільший економічний ефект і буде сприяти прискоренню розвитку і упровадження відповідної техніки і технологій. З урахуванням сказаного очевидна неправильність здійснюваної в Україні концепції розвитку вітроенергетики тільки шляхом будівництва промислових ВЕС. Дійсно, промислові ВЕС потужністю більш 50 Мвт можуть виступати як комерційні і паралельно як засіб зменшення перетікання струму на регіональному або субрегіональному рівні. Вітроенергетичні об'єкти меншої потужності (до 20 квт і менше), підключені до мережі, також будуть сприяти зменшенню втрат електроенергії на будь-якому локальному рівні (район, місто, селище, село, хутір, ферма).

Перспективним напрямком розвитку вітроенергетики в Україні може бути його інтеграція з гідроенергетикою, наприклад, у формі загального використання інфраструктури ГЕС або створення вітро-гідроаккумуляуючих електростанцій, що зможуть поставляти мережм електроенергією за графіком.

В Україні поступово розвертаються роботи з розвитку маленької гідроенергетики. Це потенціал, що в Україні оцінюють по-різному. Є думка, що він у три-чотири рази перевищує потенціал каскаду ГЕС на Дніпрі, тобто маленька гідроенергетика може забезпечити генерування близько 30-40 млрд. Квт\*г/рік. З урахуванням можливості гідроенергетики підтримувати графік навантаження енергосистеми, а також кращих економічних показників, цей напрямок удосконалювання ПЕК України надзвичайно актуальний і перспективний.

В Україні є в наявності близько 63000 маленьких рік, сумарною довжиною до 13600 км. Якщо з потенційні можливості водних ресурсів України використовувати тільки на 20%, то щорічна вироблена електроенергії може замінити десятки атомних реакторів типу Чорнобильської АЕС. До того ж система маленьких ГЕС не викликає негативних наслідків на екологічну ситуацію. Впровадження нетрадиційної технології маленьких ГЕС, не потребує створення величезних водоймищ.

Україна має великі ресурси для створення об'єктів геотермальної енергетики. Зокрема, значні геотермальні енергоресурси є в Криму,

Закарпатській, Чернігівській, Сумській, Полтавській, Харківській, Львівській, Херсонській, Івано-Франківській областях. За винятком невеликих експериментальних геотермальних об'єктів теплопостачання, цей напрямок практично не розвивається. Повільно йде розробка і впровадження теплонасосної техніки, хоча в цій сфері є підприємства, що можуть її виробляти і вже частково виробляють (АТ «Рефма», Мелітополь).

На наш погляд, необхідно звернути увагу на біо і геліоенергетику. Щорічно земна поверхня поглинає  $5,2 \cdot 10^{23}$  Дж сонячної енергії. Усі створені людиною енергосистеми світу виробляють незначну частину цієї енергії. Першість по засвоєнню і нагромадженню енергії Сонця по праву належить рослинам. У складі біомаси суші рослини складають 2400 млрд. тонн, тоді як загальна маса усіх тварин і мікроорганізмів - 23 млрд. тонн.

Ще знаходячись на «корені», зелена біомаса приносить величезну користь. Рослини нормалізують хімічний склад повітря, регулюють просування атмосферної і ґрунтової вологи, сприяють збагаченню ґрунту і перешкоджають її ерозії. Уже давно виявлений прямий зв'язок кількості опадів у регіонах з кількістю рослин, особливо дерев. Над позбавленими зелені ділянками суші дощі майже не випадають. І навпаки, найбільша кількість опадів спостерігається над великими лісами, особливо, якщо ці ліси розташовані в горах. Жителі Півдня і Сходу України вже давно б'ють тривогу з приводу збільшення площі степів і зародження пустель унаслідок вітрової ерозії.

Для того щоб збільшити площу і якість лісових насаджень, їх треба більше використовувати, у тому числі для енергетики. Адже збільшилася кількість і селекційна якість пшениці після того, як люди навчилися її використовувати. Так само буде і з лісами. Треба тільки, щоб цією серйозною справою займалися дійсні хазяї своєї землі, а не прагнучі швидко розбагатіти комерсанти. Звичайно радять використовувати швидкоростучі види рослин (бамбук, верба, тополя), але сушити і перевозити таку біомасу - одні збитки.

Для опалення житла, нагрівання води, виготовлення електроенергії сьогодні застосовують піролизні казани. У таких казанах спалювання біомаси відбувається в 3 етапи й у 3 окремих зонах казана. На 1 -м етапі паливо

сушитися і перетворюється в газ, 2-й етап - спалювання газу у форсунках з подачею підігрітого вторинного повітря, 3-й етап - догорання продуктів горіння в теплоізольованій камері.

Генератори на біомасі для безпосереднього обігріву приміщень уже продаються в Україні.

Розвиток біоенергетичних технологій зменшить залежність України від імпортованих енергоносіїв, підвищить її енергетичну безпеку за рахунок організації енергопостачання на базі місцевих поновлюваних ресурсів, створить значна кількість нових робочих місць (переважно в сільських районах), внесе великий вклад у поліпшення екологічної ситуації.

Спроби стимулювати розвиток альтернативної енергетики (у тому числі й виробництва біопалив) в Україні розпочалися практично з моменту здобуття нею незалежності.

У 2000 р. в Україні прийнято Закон „Про альтернативні види рідкого і газового палива” (№ 391-XIV), де визначалися основні принципи державної політики у сфері використання альтернативних видів палива, а також передбачалося надання підтримки проектам використання біогенераторного газу й рідкого палива з біомаси, однак конкретні фінансові механізми такої підтримки розроблено не було. У 2003 р. Верховна Рада ухвалила Закон № 555-IV „Про альтернативні джерела енергії”. У 2006 р. була затверджена „Державна програма розвитку виробництва біодизеля на період до 2010 року”. Планувалося побудувати майже 20 заводів з виробництва біодизеля потужністю від 5 до 100 тис. т на рік. Це дало б змогу щороку виробляти не менше 623 тис. т біодизеля.

Також були прийняті: Розпорядження КМУ № 145 від 15.03.2006 р. „Про затвердження „Енергетичної стратегії України на період до 2030 року”; Закон України від 16.03.2007 р. № 760-V „Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо стимулювання заходів з енергозбереження”; Закон України від 25.09.2008 р. № 601-VI „Про внесення змін до деяких законів України щодо встановлення „зеленого” тарифу”; Закон України від 1.04.2009 р. № 1220-VI

„Про внесення змін до Закону України „Про електроенергетику” щодо стимулювання використання альтернативних джерел енергії”.

Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 12.02.2009 р. № 276-р була схвалена „Концепція Державної цільової науково-технічної програми розвитку виробництва та використання біологічних видів палива”.

І, нарешті, Закон України від 21.05.2009 р. № 1114 „Про внесення змін до деяких законів України щодо сприяння виробництву та використанню біологічних видів палива” відкриває шлях „зеленому” пальному, здатному частково замінити традиційні нафтопродукти. Він запроваджує цілу низку стимулів та переваг для виробників біопалива. Зокрема, з січня 2010 р. на 10 років звільняються від сплати податку на прибуток продавці біопалива і обладнання для його виробництва. Окрім того, для моторного біопалива запроваджується нульова ставка акцизного збору та скасовується ввізне мито на обладнання для виробництва біопалива. Головна перевага нового закону – скасування державної монополії на виробництво біоетанолу та розширення можливостей для приватної ініціативи. На думку фахівців, у найближчі 5 років Україна може замінити як мінімум 30 % імпорту традиційного палива біопаливом власного виробництва.

Внесено відповідні зміни та доповнення до законів „Про альтернативні види рідкого та газового палива”, „Про підприємництво”, „Про Єдиний митний тариф”, „Про митний тариф України”, „Про оподаткування прибутку підприємств”, „Про державне регулювання виробництва і обігу спирту етилового, коньячного і плодового, алкогольних напоїв та тютюнових виробів”, „Про ставки акцизного збору і ввізного мита на деякі товари (продукцію)” та „Про ставки акцизного збору на спирт етиловий та алкогольні напої”.

В жовтні 2014 року прийнятий Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року, згідно з яким споживання біомаси в системах опалення і охолодження має становити 5 млн т н.е. у 2020 році.

В серпні 2017 року ухвалена Енергетична стратегія України на період до 2035 року «безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» - згідно з



документом внесок біопалива та відходів у загальне постачання первинної енергії (ЗППЕ) має становити 11 млн т н.е., що складає 11,5% від ЗППЕ.

Таким чином, в Україні прийнято достатньо велику кількість документів, які спрямовані на розв'язання проблеми розвитку біопаливного сегменту, але, за оцінкою багатьох фахівців, на даний час нормативно-законодавча база є недосконалою, не підкріпленою відповідними програмами, комплексом заходів та фінансами. Головною проблемою залишається те, що навіть існуючі закони, програми та прийняті рішення систематично не виконуються, у першу чергу, з боку органів влади.

1 квітня 2009 року Верховною Радою були внесені зміни в Закон «Про альтернативні джерела енергії» і введено так званий «зелений тариф» («зелений тариф» – спеціальний тариф, за яким купується електроенергія, вироблена на об'єктах електроенергетики, що використовують альтернативні джерела енергії, – Т.Г.).

Згідно з нововведенням, коефіцієнт від продажу електроенергії, виробленої за допомогою вітростанції потужністю понад 2МВт, становитиме 11,31 євроцентів за кВт/год. Це досить високий коефіцієнт, в Німеччині аналогічний показник становить 9-9,5 євроцентів за кВт/год.

В Україні, виходячи з ґрунтово-кліматичних умов, джерела для біопалива можна розташовувати в такій послідовності: кукурудза, тритикале, пшениця, різні види сорго та проса, цукровий буряк, соняшник, ріпак, відходи сільського і лісового господарства, а також міскант, тополя, стебла і лузга соняшника.

Для України з її великим потенціалом сільськогосподарських земель дуже перспективним є організація спеціальних енергетичних плантацій швидкого обороту (верба, тополя, міскантус і ін.). Залучення біомаси, спеціально вирощеної на землях, що зараз не використовуються (землі, які піддалися радіоактивному забрудненню - 15Ки/км (555 кбк/м)) яка на даний час використовуються неефективно в Україні, приведе до підвищення частки біомаси в енергетичному балансі країни до 20-25%.

Реалії життя змушують Україну орієнтуватися на широкомасштабне використання НПДЕ. У загальному робота в цьому напрямку в Україні почата.

Розроблено і реалізується ряд мір, що передбачають упровадження техніки і технологій використання НПДЕ, їхнє використання передбачене вдержавних програмах.

Але цього недостатньо. Можливості НПДЕ конкурувати з об'єктами традиційної енергетики, їхню рентабельність можна продемонструвати на прикладі динаміки зміни собівартості (тарифів) електроенергії, генерованої на ВЕС: на початку експлуатації її вартість вища, ніж на об'єктах традиційної енергетики, але через деякий час вона значно зменшиться.

### **Види біопалива**

**Біопаливо або біологічне паливо** – (англ. biofuels) – органічні матеріали, такі як деревина, відходи та спирти, що використовуються для виробництва енергії. Це – поновлюване джерело енергії, на відміну від інших природних ресурсів, таких як нафта, вугілля і ядерне паливо. Офіційне визначення біопалива – будь-яке паливо мінімум з 80 % вмістом (за об'ємом) матеріалів, отриманих від живих організмів, зібраних в межах десяти років перед виробництвом.

Подібно до вугілля і нафти, біомаса – це форма збереженої сонячної енергії. Енергія сонця «захоплюється» через процес фотосинтезу при рості рослин. Одна з переваг біологічного палива в порівнянні з іншими типами палива – те, що воно повністю розкладається мікроорганізмами, і тому відносно безпечно для навколишнього середовища.

Сільськогосподарська продукція, яку вирощують для використання як біопаливо, включає кукурудзу і сою (перш за все в США), льон та ріпак (перш за все в Європі), цукровий очерет в Бразилії і пальмова олія в Південно-східній Азії. Розкладена мікроорганізмами продукція промисловості, сільського господарства, лісівництва та побутові відходи також можуть використовуватися для отримання біоенергії, наприклад солону, лісоматеріал, рисове лушпиння, стічні води і залишки продуктів харчування. Ці продукти перетворюються на біогаз через анаеробне живлення. Біомаса, що

використовується як паливо також часто складається з недовикористаної продукції, такої як солома і відходи тваринництва.

В світі виробництво біопалива на добу становить в 2010 р – 1,822 млн. барилів, в 2011 р. -1,819 млн. барилів. (1 бариль = 42 галонам, або 158,988 л)

*Біопаливо в Україні.* Біопаливо сьогодні розглядається в Україні як вагома альтернатива традиційному пальному. Вважається, що його виготовлення в найближчі роки буде максимально вигідним для української економіки. Виготовлення готового продукту є набагато вигіднішим для України ніж експорт сировини, в основному в Польщу та Німеччину. Станом на 2007 рік згідно розрахунків Інституту цукрового буряка УААН і НТЦ «Біомаса» (м. Київ), собівартість біодизеля у нашій країні складає 0,42 євро/л, біоетанолу — 0,67 євро/л. Проте виробництво біопалива в промислових об'ємах ще не налагоджене так як приміром у Німеччині, яка займає лідируючі позиції по виробництву біодизеля в ЄС. За різними оцінками, у 2006 р. в Україні міні-заводи чи дослідницькі установки по виробництву біодизеля працювали в 12 областях, виробивши 20 тис. т продукції, яка, як правило, використовувалася у сільському господарстві.

У червні 2006 року було створено асоціацію «Укрбіоенерго». Її завданням було популяризувати біопаливо в Україні. До неї ввійшли близько 30 виробників біоенергетичної сировини, технологічного устаткування, біопалива, а також ряд вчених. У грудні 2006 року Кабмін затвердив Програму розвитку виробництва дизельного біопалива на 2007—2010 роки. Відповідно до цієї програми, Україна планувала до 2010 року побудувати щонайменше 20 заводів із виробництва біодизелю продуктивністю від 5 до 100 тис. тонн на рік загальною потужністю не менш ніж 623 тис. тонн на рік. Замовником програми визначено Міністерство агрополітики. Нажаль фінансова криза минулих років не дозволила втілити ці плани в життя.

Для виробництва біопалива введені спеціальні податкові пільги.

Існуючі незавантажені потужності спиртових, цукрових, дріжджових заводів і цехів, за умови науково обґрунтованої і грамотно побудованої

державної економічної політики розвитку виробництва біопалива могли б перетворити Україну на одного зі значних його виробників.

*Автомобільне пальне.* У 2003 р. Інститут харчової хімії та технології вперше розробив технічні умови на «Оксигенат моторного палива — альтернативний». У 2004 р. спеціалісти компанії «Енергетичні стратегії та біотехнології» здійснили спільно з галузевим Інститутом нафтопереробної та нафтохімічної промисловості «МАСМА» успішне випробовування сумішевих палив із використанням оксигенату (низькомолекулярні спирти).

Згодом були розроблені технічні умови «Паливо моторне „БІО-100“ ТУ У 24.6-33616799-001:2006». Новий вид моторного палива назвали «БІО-100» завдяки високому показнику октанового числа (паливо складається на 60 % із відновлювальної сировини, 30 % – із мінеральних вуглеводнів та стабілізуючих речовин).

У 2006 р. виробництво БІО-100 було налагоджено на Лохвицькому спиртзаводі. Новий вид палива визнаний Національною агенцією з питань забезпечення ефективного використання енергоресурсів України (НАЕР) першим українським біологічним паливом. Відповідний висновок НАЕР за номером 1 видали у 2007 р.

Реалізація нового палива розпочалась на понад 30-ти українських автозаправних станціях, у тому числі у київській мережі компанії «Лукойл».

Проте через супротив українського спиртового монополіста — концерну «Укрспирт», – у квітні 2007 р. виробництво БІО-100 на Лохвицькому спиртзаводі припинили та перенесли до Молдови.

25 квітня 2008 р. у Чернівцях розпочала роботу перша в Україні та країнах Східної Європи спеціалізована біопаливна автозаправна станція. На АЗС реалізується два види моторного палива, виготовленого з біологічної сировини: аналог високооктанового бензину — паливо «БІО-100» та дизельного палива — біодизель.

24 лютого 2008 року відбувся перший комерційний політ літака на біопаливі. Боїнг-747 британської авіакомпанії Virgin Atlantic здійснив політ з

лондонського міжнародного аеропорту Хітроу до Амстердама. У перший екологічно-чистий політ пасажирів не взяли.

Фахівцями розрізняються наступні види біопалива:

- *рідке біопаливо* – біоетанол, біодизель, біометанол, біобутанол;
- *газоподібне* – біогаз, біоводень, диметилловий ефір;
- *тверде біопаливо* – паливні гранули або паливні пеллети.

**Біоетанол** — це етанол, який отримують в процесі переробки рослинної сировини для використання як біопалива. Це - продукт, який отриманий шляхом переброджування крохмальної сировини (зерно, цукровий буряк, тощо).

Світове виробництво біоетанолу як пального для транспорту зросло з 17 млрд. літрів у 2000 до 52 млрд. літрів у 2007.

Сьогодні в усіх країнах нараховується 575 заводів з виробництва етанолу загальною продуктивністю 80,6 мільйона тонн. Основна сировина - цукрова тростина, кукурудза, цукрові буряки, пшениця. Найбільшими виробниками етанолу є США - 54,3%, Бразилія - 33,7%, ЄС - 5%, Китай - 2,8% і Канада - 1,8%.

Біоетанол використовується переважно у Бразилії та Сполучених Штатах, і разом ці країни забезпечили у 2008 році 89% світового виробництва біоетанолу. Більшість автомобілів США можуть працювати на суміші 10% біоетанолу та бензину, це законодавчо закріплено у деяких штатах та містах. З 1976 року бразильський уряд зробив обов'язковою суміш біоетанолу з бензином, а з 2007 року обов'язковою є суміш 25% етанолу та 75% бензину (суміш E25). Етанол в Бразилії виробляється переважно з цукрової тростини, а в США - з кукурудзи.

Виробництво кукурудзяного етанолу в США в 1979 році становило 189 млн. л, а в 2010 році зросло до 49 млрд. л. В 2010 році США державні субсидії становили 5,68 млрд. дол.

В Бразилії щорічно виробляється близько 26,5 млрд. л біоетанолу з цукрової тростини.

Біоетанол, на відміну від нафти, є однією з форм використання поновлюваних джерел енергії, які можуть бути отримані з сільськогосподарської сировини. Він може бути виготовлений з цукрової тростини, картоплі, кукурудзи. Проте дискусійним є питання користі заміни бензину біоетанолом. Занепокоєння з приводу його виробництва і використання викликає велика кількість орних земель, необхідних для сільськогосподарських культур, а також витрати енергії та забруднення навколишнього середовища. Останні події у виробництві целюлозного етанолу і комерціалізація цього процесу можуть розв'язати деякі з цих проблем.

Важливою зерновою культурою в Україні для виробництва біоетанолу є кукурудза. Зерно кукурудзи є високоенергетичною конкурентоспроможною сировиною для виробництва біоетанолу.

Україна щороку експортує 10 млн тонн фуражного зерна, причому за найнижчими цінами. Якщо ці 10 млн тонн переробити в Україні на біоетанол, то можна одержати 3,5 млн тонн добавки до бензину.

Найдешевший біоетанол – із патоки, яка виробляється при переробці цукрового буряка. Із зібраного з одного гектару цукрового буряку можна виробити 4 тис. літрів біоетанолу.

Сьогодні в Україні працює близько 90 спиртових заводів, внутрішні потреби в спирті для виготовлення лікєро-горілочаних виробів повністю задовольняються, хоча слід зазначити, що працюють вони лише на 30%) своїх загальних потужностей. У той же час, реконструкцію для випуску біоетанолу здійснюють лише 11 заводів загальною потужністю близько 30 тис. т.

За розрахунками Г. Калетніка, внутрішній ринок біоетанолу може сягати 800 - 1200 тис. т на рік, якщо він замінить 10-15% бензинів, що споживаються в Україні, та 623 тис. т на рік біодизельного палива.

**Біоді́зель** — тип біопалива, тобто пального, виготовленого з біологічної сировини (наприклад рослинної олії). Це біопаливо, вироблене на основі

рослинної олії чи жиру та призначене для використання у дизельних двигунах. Використовується як заміник звичайного дизельного пального виготовленого з нафти.

Звичайні, не модифіковані, дизельні двигуни можуть працювати на біодизелі. Однак існує дискусія щодо ступеня безпечності використання біодизелю для таких двигунів. Оскільки біодизель кращий розчинник ніж звичайне дизельне пальне — він «прочищає» двигун, видаляє наліт з паливних трубок, і отже може призвести до засмічення інжектора.

Багато автовиробників дуже позитивно налаштовані щодо використання біодизелю, наводячи нижчий рівень зношення двигуна, як одну з переваг цього пального. Однак при переході від звичайного дизельного пального до біодизелю можливо знадобиться заміна паливного фільтру. Більшість виробників оприлюднюють перелік автомобілів, котрі працюватимуть на 100 % біодизелі.

Деякі автовиробники залишаються обережними у питанні використання біодизелю. Багато виробників у Великобританії надають гарантійну підтримку на двигуни лише за умови використання не більш як 5 % біодизелю змішаного з 95 % стандартного дизельного пального — проте, ця позиція вважається занадто обережною. Згідно норм Пежо та Сітроен дизельні двигуни можуть працювати на 30 % біодизелю. Сканіа та Фольксваген мають інші норми, які дозволяють використовувати 100 % біодизель для більшості їхніх двигунів.

Обсяги виробництва біодизелю у світі стрімко зростають. Загалом дизельне пальне виготовлене з нафти дешевше ніж біодизель, проте різниця у ціні змінюється на користь останнього відповідно до «ефекту масштабу», а також внаслідок постійного зростання цін на нафту та завдяки урядовим субсидіям для виробників біодизелю.

Біодизель це рідина жовтого кольору (може бути різних відтінків). Майже не змішується з водою, має високу температуру кипіння та низьку пружність пари. Відносно висока температура займання біодизелю 150 °C робить паливо досить безпечним у питанні протипожежної безпеки. Густина біодизелю 0.86

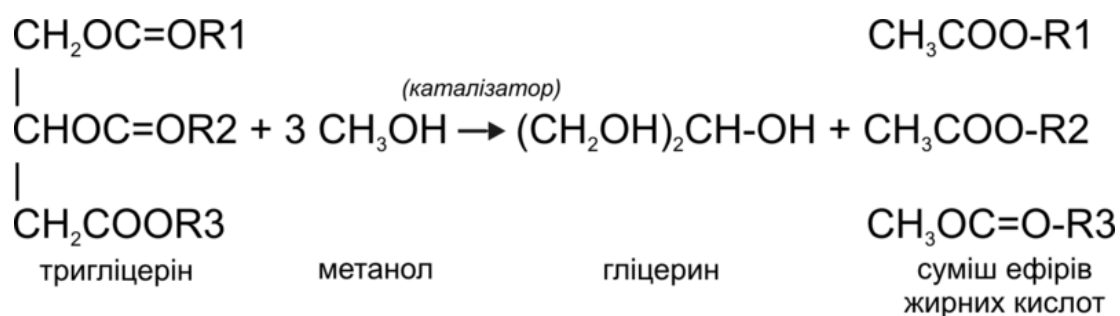


г/см<sup>3</sup>. Виготовлений з незабрудненої сировини біодизель є нетоксичним. В'язкість біодизелю та звичайного дизельного пального однакова.

Для позначення палива що містить біодизель застосовується літера «В». В100 — 100 % біодизелю. В20 — 20 % біодизелю, 80 % звичайного дизельного пального.

Найпоширеніший спосіб отримання біодизелю — переестерифікація рослинної олії.

Тригліцерид олія (100л) + метанол (10л) → гліцерин (10л) + суміш ефірів жирних кислот біодизель (100л)



де, R1, R2, R3 довгі ланцюги атомів вуглецю та водню

Як каталізатор найчастіше використовується гідроксид натрію або калію. Час необхідний для реакції від 1 до 8 годин. Найшвидше протікає при 70 °С – температурі кипіння спирту. Зі зменшенням температури на 10 °С швидкість реакції уповільнюється вдвічі. Однак існує думка, що безпечніше реакцію здійснювати при температурі в діапазоні: кімнатна температура – 55 °С.

Хімічно, переестерифікований біодизель це суміш моно-алкілових ефірів жирних кислот. Найпоширенішим для виробництва метилових ефірів є використання метанолу так, як він є найдешевшим зі спиртів, хоча етанол теж може використовуватись для виробництва етилових ефірів біодизелю. Так само можуть використовуватись вищі спирти ізопропанол та бутанол. Побічний продукт переестерифікації гліцерин.

*Історія розвитку.* Переестерифікація рослинних жирів була здійснена 1853 року вченими E. Duffy та J. Patrick, задовго до запуску першого дизельного двигуна. 10 червня 1893 року у місті Аугсбург, Німеччина Рудольф Дизель випробував свій перший одноциліндровий двигун, який був завдовжки 3м та важив 4,5 тони. Двигун вибухнув та ледь не вбив винахідника. На згадку

про подію, 10 червня проголошено «Міжнародним днем біодизелю». У 1900 році на всесвітній виставці в Парижі Дизель продемонструвавши свій двигун отримав головну нагороду .

Дизель вірив, що майбутнє для його двигунів за використанням біопалива. У 1912 році він сказав «використання рослинних жирів для виробництва палива може видаватись несуттєвим зараз, але з плином часу такі жири можуть стати настільки ж важливими, як продукти з нафти та вугільної смоли в наш час».

Протягом 1920-х, виробники дизельних двигунів переорієнтували свої двигуни на використання дизельного палива виготовленого з нафти, що має меншу в'язкість порівняно з рослинними жирами. Нафтова промисловість спромоглася здійснити вторгнення на паливний ринок оскільки виробництво палива з нафти було значно дешевшим ніж з біологічної сировини. Як наслідок багаторічний занепад виробництва біопалива. Лише нещодавно на тлі занепокоєння станом довкілля та зменшення різниці у вартості, біопаливо таке як біодизель стало реальною альтернативою.

Дослідження в галузі використання переетерифікованої соняшникової олії та підвищення її якості до стандартів звичайного дизельного палива почалися в Південноафриканській республіці (ПАР) у 1979. До 1983 результати досліджень були опубліковані. Технологічний процес дозволяв виготовляти біодизель, якість якого відповідала нормам звичайного дизельного пального. Австралійська компанія Gaskoks, отримала технологію від південноафриканських дослідників, та спорудила перший пілотний завод для виробництва біодизеля в листопаді 1987, а перший завод для масового виробництва в квітні 1989 (з здатністю переробляти 30 000 тон ріпаку на рік).

Протягом 1990-х, заводи були спорудженні у багатьох Європейських країнах, зокрема Чехії, Німеччині та Швеції. Франція розпочала власне виробництво біодизелю з ріпакової олії: у звичайне дизельне паливо додається 5 % біодизелю, а у дизельне паливо що використовується громадським транспортом 30 %. Тривають експерименти з використанням 50 % біодизелю. Тим часом, країни у всьому світі розпочинають розвивати власне виробництво:

в 1998 Австрійський Біодизельний Інститут визначив 21 країну де є комерційні проекти з виробництва біодизелю.

В вересні 2005 Мінесота стала першим штатом у США в якому законодавчо встановлена норма відповідно до якої дозволено продаж лише дизельного палива вміст біодизелю в якому не менший 2 %.

*Використання.* Мільйони автомобілів в Європі працюють на біодизелі. Він використовується в чистому виді (B100) або, як суміш з нафтовим дизельним паливом. Чистий, без домішок біодизель може заливатись до баку будь-якого дизельного транспорту.

*Переваги та недоліки.* Біодизель роз'їдає прокладки та трубки з натуральної гуми (переважно використовуються в двигунах виготовлених до 1992), хоча найвірогідніше, що ці деталі вже замінені на вироби з синтетичної гуми, котра не роз'їдається біодизелем. Вищий показник змащувальної здатності біодизелю порівняно зі звичайним дизельним паливом — перевага, що сприяє тривалішому «життю» форсунок.

При використанні звичайного дизельного палива у двигуні та паливних трубках утворюється наліт. При переході на використання біодизелю цей наліт руйнується (так, як біодизель кращий розчинник ніж звичайне дизельне паливо) і засмічує паливні фільтри та інжектори. Тому при пробігу 1000—1500 км з моменту переходу на біодизель рекомендується заміна паливних фільтрів.

Фінансовані виробниками нафтопродуктів дослідження доводять, що для двигунів, звичайне дизельне паливо є кращим ніж біодизель. Але це заперечують незалежні організації, які помітили що біодизель зменшує спрацювання двигуна. Для багатьох стандартних моделей автомобілів атестоване використання біодизелю.

*Український біодизель.* В Україні створення власної біодизельної галузі промисловості лише починається. Попри стрімке зростання, протягом останніх років, обсягів вирощеного ріпаку (основної сировини для виробництва біодизелю в Україні), лєвова його частина експортується в країни Європи, зважаючи на відсутність переробних потужностей в Україні.

Біодизель переважно виготовляють на нечисельних міні-заводах для власних потреб. Відповідно до заяв урядовців та іноземних інвесторів існують плани щодо будівництва масштабних підприємств, зокрема у Полтавській, Житомирській, Сумській, Хмельницькій та Івано-Франківській областях.

Зараз, як ніколи раніш, гостро постало питання: що чекає на людство - енергетичне голодування чи енергетичний достаток? Очевидно, що зараз людство переживає енергетичну кризу: бажані потреби людства у електричній енергії у декілька разів перевищують виготовлення! І це при тому, що остання цифра є майже фантастичною - 27-30 трлн. кіловат-годин щороку.

В Україні, за даними Міністерства аграрної політики, побудовано 42 біодизельні установки й заводи, які за повного завантаження можуть виробляти мінімум 500 тис. тонн біодизельного палива на рік (тільки в м. Калуші Івано-Франківської області побудовано завод на 170 тис. тонн). У фермерських господарствах України виробляється від 50 до 70 тис. тонн біодизеля на рік. Одержану при виробництві біодизеля гліцеринову фазу, а це 10 % від вихідної олії, фермери спалюють у спеціалізованих котлах, використовуючи тепло для виробничих потреб.

Рівень матеріальної, а відповідно і духовної культури людства прямо залежить від кількості енергії, що воно має. Для того щоб виготовити будь-яку річ нам потрібна енергія. Матеріальні потреби людства як і популяція людей постійно збільшуються, тому потреба у енергії збільшується геометрично.

**Біометанол** - вид рідкого біопалива на основі метилового (деревного) спирту, одержуваного шляхом сухої перегонки відходів деревини і конверсією метану з біогазу. Виробництво біомаси може здійснюватися шляхом культивування фітопланктону в штучних водоймах, створюваних на морському узбережжі. Вторинні процеси являють собою метанове бродіння біомаси і подальше гідроксилювання метану з отриманням метанолу.

Незважаючи на високе октанове число - більше ніж 100, теплотворна здатність метанолу вдвічі менша, ніж у бензину. Це, а також недостатня летючість чистого спирту, пояснює необхідність змішування метанолу з

бензином. Стандартом є біометанол М85 (літера «М» від англ. Methanol), що містить 85% метилового спирту і 15% бензину.

Біометанол М85 не отримав поширення як внаслідок низького енерговмісту, так і через виключну корозійну активність метанолу, яка вимагає застосування спеціальних матеріалів.

З точки зору отримання енергії дана біосистема має істотні економічні переваги в порівнянні з іншими способами перетворення сонячної енергії.

**Біобутанол** –  $C_4H_{10}O$  – бутиловий спирт. Безбарвна рідина з характерним запахом. Широко використовується у промисловості. Виробництво бутанолу почалося на початку ХХ століття. У 50-х роках через падіння цін на нафту бутанол почали виробляти з нафтопродуктів.

Бутанол не володіє корозійними властивостями, може передаватися існуючою інфраструктурою. Може, але не обов'язково повинен, змішуватися з традиційним паливом. Енергоємність бутанолу близька до енергоємності бензину. Бутанол може використовуватися в паливних елементах, а також як сировина для виробництва водню.

Сировиною для виробництва біобутанолу можуть бути цукрова тростина, буряк, кукурудза, пшениця, а в майбутньому і целюлоза.

**Біогаз** — різновид газоподібного біопалива. Добувають із відходів сільськогосподарської продукції: солома злакових культур (якщо не використовують на корм великій рогатій худобі, або як підстилку в тваринництві), відходи переробного виробництва сільськогосподарської продукції — лушпиння соняшника, гречки, рису (хоча інколи застосовують на виробництві як місцеве паливо), відходів тваринництва, лісопереробки, стічних вод та твердих побутових відходів (відсортованих, без неорганічних домішок, та домішок неприродного походження). Тобто застосовувати можна будь-які місцеві природні ресурси.

Сам процес утворення газу це так зване метанове бродіння. Його суть полягає в анаеробному бродінні (без доступу повітря), яке відбувається

внаслідок життєдіяльності мікроорганізмів і супроводжується рядом біохімічних реакцій. Власне сам процес утворення газу (біогазу) складається з двох етапів: перший — розщеплення мікроорганізмами біополімерів до мономерів, другий — переробка мономерних біомолекул мікроорганізмами.

Перша стадія досить енергетично не вигідний процес, в її результаті вивільняється замало вільної енергії, якою могли б житися мікроорганізми, тому для успішного проходження даного етапу потрібно підтримувати умови для успішного розвитку мікрофлори.

Другий етап — процес окиснення утворених мономерних молекул, звичайний природний окисно-відновний процес. Але за умов відсутності стандартного окисника даного процесу (кисню повітря) відбувається диспропорціонування за ступенями окиснення присутніх в молекулах атомів (сірка, азот та карбон). В результаті чого ми отримуємо бажаний метан ( $\text{CH}_4$ ), та гази-домішки, які вважаються не корисними, і навіть шкідливими:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{SH}_2$ .

Біогаз, одержаний з відходів життєдіяльності тварин і птахів, може замінити в Україні 6 млрд.  $\text{m}^3$  природного газу, однак для його одержання необхідні значні інвестиції, строк окупності яких складає 4-5 років. Китай планує через кілька років довести виробництво біогазу до 100—120 млрд.  $\text{m}^3$ . Щорічні потреби споживання в Україні становлять 70 млрд  $\text{m}^3$  природного газу (2008 рік).

Виробництво біогазу дозволяє скоротити кількість викидів метану в атмосферу. Метан вносить серйозні корективи до стану атмосфери Землі. Формується так звана «лінза» зі всіляких газів і особливо з'єднань вуглецю, яка перешкоджає виходу тепла в космічний простір. Таким чином, тепло концентрується в самій атмосфері, і на планеті стає все спекотніше і спекотніше. В цьому процесі метан має в 21 раз сильніший негативний вплив, ніж двоокис вуглецю. Таким чином виробництво біогазу і подальше його використання для виробництва тепла і електроенергії є найбільш ефективним засобом боротьби з глобальним потеплінням. Біомаса, яка залишається після переробки відходів може використовуватись в сільському господарстві як

добриво. Причому такі добрива значно краще і ефективніше впливають на ґрунт, на розвиток рослин та на ґрунтові води, на відміну від штучних добрив.

В Китаї функціонує біогазових установок понад 10 млн, в Німеччині – 7,5 тисяч. Декілька подібних установок є й в Україні – хтось їх зробив власноруч, хтось замовив у виробників. Правду кажучи, цей напрям, хоча і перспективний, потребує значних капіталовкладень. Завод з виробництва біогазу має високу вартість будівництва (близько 5 млн грн) та тривалий, від 5 років, термін окупності.

**Біоводень** (англ. biohydrogen) – газоподібний різновид біопалива, одержуваний разом із біобутанолом шляхом бутилового або ацетонобутилового збродження сільськогосподарських рослин.

Методом бутилового бродіння сахарози або крохмалю з 1 тонни меляси можна одержати до 140 м<sup>3</sup> водню, 1 т стебел солодкого сорго — 50 м<sup>3</sup>, 1 т картоплі — 42 м<sup>3</sup>. При ацетонбутиловому бродінні з 1 т картоплі одержують 25 м<sup>3</sup> водню, тоді як 1 т стебел солодкого сорго дає 30 м<sup>3</sup>.

Біоводень можна одержувати термомеханічним способом з відходів деревини, однак собівартість даного методу поки занадто висока.

Застосування водню на транспорті й в енергетиці в даний час обмежено відсутністю розвинутої інфраструктури, тому поки що створюються лише концептуальні моделі водневих автомобілів і техніки, що працює на паливних водневих елементах.

Ускладнюють можливість використання водню як палива також проблеми безпеки: водень може створювати з повітрям вибухонебезпечну суміш – гримучий газ; зріджений водень має виняткові проникаючі властивості, вимагаючи застосування особливих матеріалів.

Однак, за екологічними параметрами безпеки, водню немає рівних. Реакція розкладання водню –  $\text{H}_2 + 0,5\text{O}_2 = \text{H}_2\text{O}$  — супроводжується виділенням великої кількості енергії (285,8 кДж/моль). При цьому не відбувається ніякого



забруднення атмосфери, тому що в результаті реакції утворюються тільки пари води.

**Диметиловий ефір (ДМЕ) -  $C_2H_6O$**  - може вироблятися як з вугілля, природного газу, так і з біомаси. Велика кількість диметилового ефіру виробляється з відходів целюлозно-паперового виробництва. Скраплюється при невеликому тиску.

Диметиловий ефір - екологічно чисте пальне без вмісту сірки, вміст оксидів азоту у вихлопних газах на 90% менший, ніж у бензині. Застосування диметилового ефіру не вимагає спеціальних фільтрів, але необхідна переробка систем живлення (установка газобалонного обладнання, коректування сумішоутворення) та запалювання двигуна. Без переробки можливе застосування на автомобілях з LPG-двигунами при 30% вмісті в паливі.

**Тверде біопаливо.** Тверде біопаливо - тверда біомаса, що використовується як котельно-пічне паливо, у тому числі дрова, торф, тирса, тріска, солома, інші сільськогосподарські відходи, гранули та брикети, вироблені з біомаси, деревне вугілля та вуглиста речовина.

В Україні є різноманітні джерела твердого біопалива, включаючи сільськогосподарські відходи, цільове вирощування енергетичних культур, деревину та відходи деревини. Щорічні відходи сільського господарства (солома, стебло, качани кукурудзи, стебло та лущиння соняшника) становлять 49 млн тонн, з яких на власні потреби сільських господарств використовується приблизно 34 млн тонн. Решта потенційно може бути використана для виробництва енергії. За оцінками українських фахівців для енергетичних цілей в Україні щорічно можна використовувати до 1,4 млн м<sup>3</sup> відходів лісовирубки, 1,1 млн м<sup>3</sup> відходів деревообробки, та 3,8 млн м<sup>3</sup> дров. На сьогодні виробництво енергії з біомаси в Україні становить близько 38 МДж/рік (або 10,6 МВт·год/рік, тільки теплова енергія) що відповідає 0,65 % загального споживання первинної енергії. Більша частина енергії виробляється за рахунок спалення відходів з деревини.

Аналіз виробництва твердого біопалива за 2009-2010 рр. показує, що обсяг виробництва гранул та брикетів в Україну за 2010 р. становив 290,0 тис. т внутрішній ринок спожив у 2010 р. 28,4 тис. т твердого біопалива, що становив 9,7 % від усього виробленого обсягу. Як бачимо, галузь виробництва твердого біопалива є експортноорієнтованою, зокрема більше ніж 90 % всього виробництва гранул і брикетів були експортовані до країн ЄС. Передусім, це викликано вигідною ціновою кон'юнктурою і відсутністю внутрішнього ринку споживання.

Потенційним сировинним ресурсом для вироблення твердого біопалива є пелети з лушпиння соняшнику. Україна має потужності з перероблення 7,9 млн т соняшника, що становить близько 1,0 млн т на рік лушпиння, тобто 15 % з обсягу ринку сировини (лушпиння).

З впевненістю можна вважати, що цей ринок твердого біопалива найбільш динамічно розвивається. За даними компанії "Fuel Alternative", низка великих виробників-експортерів соняшnikової олії завершують будівництво ліній з випуску пелет з лузги в Південному регіоні України. Зокрема, компанія ADM (потужністю 5 т/год), BUNGE (6 т/год), Glencore (5 т/год), "Кернел" (4 т/год).

Технологічний процес виробництва пелетів включає наступні логічно поєднані складові. Рослинна сировина поступає в дробарку, де подрібнюються до стану борошна. Отримана маса поступає в сушарку, а з неї в прес, де масу пресують в гранули. Стиснення під час пресування підвищує температуру матеріалу, який розм'якшується і склеює частинки в щільні циліндрики. Готові гранули охолоджують, пакують в стандартну упаковку 12-40 кг або доставляють споживачеві розсипом.

Паливні гранули – екологічно чисте паливо із вмістом золи не більше 3%. Гранули відрізняються від звичайної деревини високою сухістю (8-12% вміст вологи порівняно із 30-50 % у дровах) і більшою в півтора рази щільністю. Ці якості забезпечують високу теплотворну здатність в порівнянні з щепою або дровами: при згоранні тонни гранул виділяється приблизно 5 тис. кВт·год. тепла, що у півтора рази більше, чим у звичайних дров. Одна з найважливіших

переваг гранул – висока і постійна насипна щільність, що дозволяє відносно легко транспортувати цей сипкий продукт на великі відстані. Завдяки правильній формі, невеликому розміру і однорідній консистенції продукту, гранули можна пересипати через спеціальні рукави, що дозволяє автоматизувати процеси завантаження-розвантаження і також спалювання цього виду палива

Всі гранули, незалежно з якої сировини вони виготовлені, повинні мати рівну, гладку, глянцеvu поверхню, без видимих на них тріщин і здуття, що свідчить про їх міцність (щільність), мати мінімальне стирання, відносно розмірів, стандартна довжина складає 10-50 мм, діаметр може бути 4; 6; 7; 8; 10, 12 мм.

Окрім того, при спалюванні 1 т гранул виділяється стільки теплової енергії, як при спалюванні: 1600 кг деревини, 475 м<sup>3</sup> газу, 500 л дизельного палива, або 685 л мазуту.

Перспективним напрямом ефективних технологій переробки рослинної сировини на біопалива є торефікація (спікання при високих температурах за відсутності кисню) з метою збільшення теплотворної здатності, а також використання інноваційних підходів в гранулюванні. Енергетична цінність біопалива, отриманого методом торефікації, не поступається кам'яному вугіллю і складає близько 25 МДж/кг.

### **Стан використання біопалива в країнах світу**

Єдина сільськогосподарська політика ЄС зобов'язує фермерів, які володіють понад 15 га орних земель, виділяти не менше 5% площ – такі, як буферні смуги, ландшафтні елементи, землі для лісонасаджень та інші, щоб вирощувати багаторічні енергетичні культури, не застосовуючи пестициди та хімічні добрива, або звести їх використання до мінімуму. У 2017 році частка земель, призначених для екологічних потреб, може зрости до 7%. Прогнозується, що до 2020 року площа земель, доступних для вирощування енергетичних культур, може вирости до 20,5 млн га, а до 2030-го – до 26,2 млн га.+

В ЄС передбачено інвестиційну підтримку для створення плантацій енергетичних культур. Окрім загальноєвропейських механізмів регулювання, у багатьох країнах ЄС існують свої інструменти для стимулювання аграріїв – субсидії на вирощування та на створення швидкозростаючих лісових плантацій, високі ціни на біомасу, розвинений ринок біопалива тощо.

Біопаливо як вид енергії має великі переваги перед іншими видами, оскільки воно відносно дешеве і практично нешкідливе для навколишнього середовища. Природно, що це не могло залишитися непоміченим і багато країн вже активно займаються дослідженнями у цій галузі:

#### Кіпр.

У зв'язку з безперервним зростанням цін на нафту, на Кіпрі все активніше обговорювалася можливість використання в якості альтернативи нафти біодизельне або інші різновиди палива, отримані з біомаси. Вже до кінця 2005р. був підготовлений план поставок такого палива і частковий переїзд на нього автомобілів з дизельним двигуном. Його почнуть отримувати з кукурудзи, сої, бавовни, макухи, що залишається після віджимання масла з оливок. Крім того, в країні розробляється програма, спрямована на впровадження електромобілів і "гібридів". Одним із заходів має стати надання значних субсидій (1700 євро-> 2000 \$) всім громадянам, що бажають придбати такий автомобіль.

#### Японія.

У Токійському технологічному інституті недавно запатентований метод перетворення рослинної олії в біодизельне паливо з використанням каталізаторів, в десятки разів набагато більш дешевих, ніж застосовувані нині. Будь-яке рослинне масло може служити автомобільним паливом, але для цього жирні кислоти які входять до його складу треба перетворити в ефіри. До цих пір необхідні для цього каталізатори залишалися дуже дорогими.

Японські вчені отримали придатний для багато кратного використання каталізатор - тверду кислоту зі звичайного цукру. Тепер, на думку авторів відкриття, налагодивши промисловий випуск каталізатора, можна буде приступати до масового виробництва дизельного палива з відновлюваної сировини.

## США.

На конкурсі екологічно чистих транспортних засобів "Сонячний тур", що пройшов влітку 2005р. У штаті Нью-Джерсі, серед машин на альтернативному паливі переміг автомобіль "Вегетаріанець", що працює на відходах шкільної їдальні. Цей автомобіль створили студенти Центральної школи з містечка Трентон (штат Нью-Джерсі). Точніше вони переобладнали старенький "Фольксваген Гольф" 1985р. випуску, пристосували його двигун до роботи на біодизельному паливі власного рецепту і виготовлення. Як з'ясувалося, технологія виробництва біопалива, розроблена студентами, безпечна для навколишнього середовища і безвідходна. Навіть для перемішування використаної кукурудзяної олії з студентської їдальні з лугом, метанолом і етанолом вони пристосували змішувач на сонячній енергії. А з виділеного в процесі виробництва палива гліцерину одержували мило, яке знайшло застосування тут же, в студентському гаражі. Як запевняють розробники, на створення альтернативного авто вони витратили менше 1000 \$, включаючи купівлю старого "Гольфа". "Апетит" ж у "вегетаріанця" скромний - близько 5,5 л. на 100 км, що крім цілком невинного вихлопу дозволяє розраховувати і на швидку окупність витрат.

Все більше американців вважають за краще наслідувати приклад цих студентів. Невеликі компанії вже продають приблизно за 800 \$ конверсійні комплекти, що дозволяють автомобілі з дизельним двигуном заправляти звичайною рослинною олією. Багато американців домовляються з розташованими поблизу кафе або ресторанами і забирають у них використану олію. У багатьох ресторанах використану олію охоче віддають безкоштовно, вважаючи цей "симбіоз" вельми вигідним (інакше довелося б платити приблизно 50 \$ на місяць на утилізацію). Правда необхідно лише зрідка заправлятися стандартним дизпаливом (воно потрібно для запуску холодного двигуна і перших декількох кілометрів пробігу).

З 2005р. У країні стрімко формується ринок альтернативного автомобільного палива, і в США вже з'явилися компанії, які оптом скуповують

в ресторанах відпрацьовану олію і продають його автомобілістам, за ціною 20-25 центів за літр, що, втім, у два з гаком рази дешевше звичайного палива.

Масштабна програма заміни бензину етанолом, одержуваних при переробці надлишків кукурудзи та інших зернових культур, здійснюється і у США. На частку так званого газохолу (суміші бензину з етанолом) вже припадає близько 10% паливного ринку країни. Причому, як склали американські експерти, якщо спирту в бензин додавати не більше 8%, то немає потреби навіть в перенастроюванні карбюраторів або інжекторів.

Росія.

У Белгородській області навесні 2005р. пройшли перші випробування тепловоза з дизельним двигуном, який працює на ріпаковій олії. Вже в 2006р., всі тепловози, приписані до місцевої залізниці, розраховують перевести на паливо з ріпаку.

Великі надії за кордоном покладають на отримання енергії з біомаси, яка містить різні цукри, шляхом її бродіння з отриманням спирту (етанолу). У Бразилії розроблена національна програма використання етанолу, отриманого з цукрового очерету, для заміни майже чверті споживаного в країні бензину. Вже сьогодні близько 10% продаваного там бензину містить 10%-ву добавку етанолу, що помітно знижує вміст шкідливих речовин у вихлопних газах.

### **Групування енергетичних культур**

Рослинництво є однією із галузей сільського господарства, яка за рахунок вирощування енергетичних рослин може стати додатковим джерелом поповнення енергетичних запасів. За рахунок впровадження біодизеля, біогазу, біоетанолу та інших видів палива в найближчі 20-30 років біопаливо стане безальтернативним джерелом енергії для людства.

Залежно від виду біопалива, яке виробляється з них рослини поділяють на три групи:

- рослини як джерело для виробництва твердого біопалива є – кукурудза, сорго, міскантус, тополя, верба, щавнат, сіда;

- рослини як джерело для виробництва рідкого біопалива – ріпак, льон, соняшник, соя, ріжій, гірчиця (біодизель), цукровий буряк, картопля, сорго цукрове, топінамбур, зернові культури (біоетанол),
- рослини як джерело для виробництва газоподібного біопалива – кукурудза, злакові, багаторічні культури, кормові буряки.

Поняття "енергетичні культури" охоплює багато різних видів рослин, які можуть давати великі прирости біомаси за відносно короткий період часу.

У 2008 році під виробництво енергокультур було зайнято близько 2% від загального світового фонду орних земель, що складає приблизно 36 млн. га. На цих землях вирощувалися культури для виробництва біопалива першого покоління: етанолу з цукрової тростини і кукурудзи; біодизелю з ріпаку, сої або пальмової олії.

Енергетичні культури залежно від біологічних особливостей поділяють на три групи.

- Традиційні польові культури (ріпак, цукрові буряки, кукурудза, гірчиця, сорго та інші), які можуть бути легко введені в сівозміну. З погляду вирощування та збору вони дуже близьки до традиційних культур, а ще можуть бути початковою сировиною як волокон, так і палива.
- Багаторічні рослини (міскантус, свічграс, мальва пенсільванська та інші) істотно відрізняються від звичайних сільськогосподарських культур. Зміна їх посівів складає цілих 10—15 років, і вони практично не вимагають підготовки ґрунту. Урожай збирають кожен весну з використанням звичайної сільгосптехніки. Такі трави використовуються в основному як паливо, а також як сировина для волокон невисокої якості.
- Енергетичні плантації швидкорослих культур (верба, тополя, акція) також істотно відрізняються від традиційних сільгоспкультур. Такі рослини висаджуються приблизно на 25—30 років. «Урожай» з них збирають кожні 3—6 років.

Вибір конкретної енергетичної культури залежить від цілого ряду чинників. Враховуються тип ґрунтів, доступ до води, транспортні розв'язки, місцезнаходження потенційного споживача (котельної або електростанції), конкуренція з іншими культурами. Як правило, відстань, на яку доцільно транспортувати біомасу, не перевищує 50 км. Транспортні витрати зазвичай несе постачальник.

## ЛЕКЦІЯ 2

### ВЕРБА ЕНЕРГЕТИЧНА

#### Біологічні особливості

Швидкоростуча верба (*Salix viminalis* Sp) росте по берегах річок, озер, переважно на Поліссі. Світлолюбна рослина. Цвіте у березні - квітні. Рослина має надзвичайний приріст маси деревини у річному циклі – приблизно у 14 раз вищий, ніж ліс у природному стані. Середній щорічний збір з одного гектара становить від 15 до 30 тон.

Вербу прутоподібну можна вирощувати на різних типах ґрунтів. Для її вирощування ідеально підходять перелоги, території, що заливаються, і деградовані землі. Цей вид відрізняється великою пластичністю і переносить ґрунти з реакцією рН від 4,5 до 7,6. При цьому бажаніші легкі ґрунти, що забезпечують хороше водопостачання. Для вирощування енергетичних дерев підійдуть площі з достатніми опадами — 500 мм на рік — або з відповідними запасами води в ґрунті, оскільки забезпечення вологою є лімітуючим фактором для отримання високого врожаю. Легкі ґрунти без зрошення можуть призвести до нестабільної заготівлі, де коріння верби може блокувати дренажні системи.

Проектуючи закладання плантації верби прутоподібної, необхідно підібрати відповідний різновид, який дасть максимальний урожай за короткий час. Вибір саджанців енергетичної верби не повинен бути випадковим. Якість живців верби тісно пов'язана з пізнішим укоріненням і ростом рослин.



## Технологія вирощування

*Закладання енергетичних плантацій.* Вербу енергетичну розмножують вегетативно за допомогою живців від пагонів продуктивних форм верби. Правильно підготовлений живець має бути 20-25 см завдовжки та 0,7-1,5 см завтовшки. Пагони для живців заготовляють від другої половини листопада до першої березня. Черенки повинні мати принаймні 5 сплячих бруньок, бути чистими, здоровими і мати відповідну вологість. Залежно від ґрунту на якому висаджується верба довжина саджанців може бути підібрана індивідуально, наприклад коли ґрунт більш сухий чи запізнений термін посадки, треба використовувати довший саджанець, напр. 25 см. або навіть 30 см.



Верхівку живців слід обробити фарбою з додаванням протигрибкових засобів. Таким чином посадковий матеріал буде попереджено від хвороб. Крім цього, позначення кожного різновиду верби своїм кольором полегшить роботу на плантації.

Висаджують вербу навесні. Роботу слід розпочати якомога раніше, аби кінцевим терміном висаджування були останні дні квітня. Висадка у пізнішу пору дає менші прирости у перший рік.



Кількість саджанців потрібних на 1 гектар плантації може вагатись, в залежності від призначення плантації, від 15 до 50 тисяч саджанців. У випадку плантації, що призначена для опалювальних цілей, кількість може бути меншою: 15-30 тис./га, плантацію призначена для вирощування кущів на розсаду можна робити більш густою: 30-50 тис./га. Потрібно звернути увагу на

те що застосування найбільшої густини насаджень не означає автоматичного збільшення врожаю. В ґрунті є обмежена кількість поживних речовин та води. У висновку може статись так, що при дуже густій посадці верба буде нижча і тонша, а кінцевий врожай таким ж як і при більш рідкому насажденні. У випадку плантацій для опалення, в наших кліматичних умовах, найбільш оптимальна кількість саджанців на 1 гектар є в межах 20-25 тис./га.

Відстань між саджанцями має бути 35-40 см (30 см кущів на розсаду). Відстань між рядками в основному залежить від техніки, якою обробляють і збирають виріб, і становить від 70 см до 150 см (50-70 см для кущів на розсаду). Від цих відстаней залежить реальна кількість саджанців потрібних для посадки на плантації.

Саджанці довжиною приблизно 22 см висаджуються на підготовлені площі плантації. Глибина садіння приблизно 20 см - так, щоб вони виступали понад поверхнею ґрунту на 2-3 см. Відстань між саджанцями - 33 см, відстань між рядами - 75 см. При закладанні плантації на великих територіях через кожні 2 ряди робиться відступ на 1,5 м для можливості проїзду і зрізання гілок спеціальним комбайном. Зрізання тоді здійснюється у 2-3 річних циклах.



Також існує новий метод посадки шляхом горизонтального розподілу матеріалу, порізаного на прутики довжиною 20 см, і після цього внесення його в канавки в ґрунті. Новий метод показав, що таким шляхом витрати на посадку можуть бути зменшені на 50%.

Рядки треба розміщувати перпендикулярно до під'їзної дороги, щоби попередити механічні пошкодження рослин машинами. Недоцільно висаджувати вербу під лініями електропередачі, оскільки вони переростають до 6 м і збирання ускладнюється.

*Зберігання саджанців.* Підготовлені живці слід зберігати в контрольованих умовах, аби вони не висохли і збереглися здоровими — в погребях, холодильних камерах, спеціально обладнаних сховищах тощо.

Оптимальні умови для зберігання це помірна вологість і температура в межах 0-4°C. Для цих цілей можна використати приміщення, що не опалюються. Ці приміщення повинні мати хорошу вентиляцію, щоб не допустити плісені та грибку. З іншого боку досвід показує, що навіть саджанці, що лежали на землі під снігом, були на 100% придатними до використання. Коли температура наближається до позначки 8°C і тримається довший час, для рослини це є знаком проснутись і розпочати процес вегетації. Тож потрібно уникати таких ситуацій під час зберігання саджанців, бо це може значно знизити вегетаційні можливості. Коли саджанці зберігались кілька місяців то перед посадкою необхідно на кілька днів замочити їх у воді, що дозволить поповнити запаси води втраченої за час такого зберігання.

*Підготовка ґрунту та догляд за посівами.*

Велику загрозу для насаджень енергетичної верби становлять багаторічні бур'яни та личинки шкідників, що живуть у ґрунті. Тому, приступаючи до підготовки ґрунту, особливу увагу належить звернути на боротьбу з бур'янами, яка може відбуватися хімічним способом — за допомогою обробки ділянки гербіцидами. Механічні ж заходи не лише сприятимуть зменшенню забур'яненості, але й значно зменшать популяцію шкідливих організмів в орному шарі ґрунту.

Особливо важливим є добре розрихлити ґрунт. Найкраще ґрунт до посадки верби готувати з осені. Для цього проводять глибоку зяблеву оранку на глибину орного шару. Безпосередньо перед висаджуванням живців слід провести боронування або валкування, а також обприскування поля гербіцидами.

Перед висадженням живців проводять удобрення ділянки мінеральними добривами в дозі  $N_{20}P_{18}K_{20}$ .

Механізований догляд за рослинами полегшують технологічні колії на плантації. Під час виконання цих робіт слід пам'ятати, що посаджена верба прутувидна повинна добре вкорінитися. Характерною рисою цього періоду є швидкий



і динамічний ріст бур'янів та повільний ріст верби. Експансія швидкоростучих бур'янів призводить до сповільнення розвитку енергетичної верби і, як наслідок, до набагато нижчих врожаїв біомаси. Тому треба обмежити приріст непотрібних рослин на плантації за допомогою механічних заходів або хімічним обприскуванням. Однак тут слід бути особливо обережним, оскільки гербіциди можуть завдати шкоди і самій вербі. Тому слід вибирати препарати селективної дії.

У разі догляду за рослинами другого та третього років вирощування бур'янів уже не так багато. У цей час більшу увагу слід звертати на удобрення насаджень. Так, на другому році вегетації дозу добрив збільшують до  $N_{90}P_{30}K_{80}$  на гектар. На третьому році схема удобрення така —  $N_{80}P_{30}K_{80}$ . Для отримання 10 тонн сухої біомаси з верби необхідно 60 кг/га азоту, 8 кг/га фосфору і 43 кг/га калію.

Густа і дуже глибока коренева система верби придатна для поглинання поживних речовин та важких металів, що містяться в осаді стічних вод. Таким чином, порівняно з деревинною тріскою паливо міститиме відносно більше азоту та кадмію. За ідеальних умов спалювання основна частина азоту вивільнюватиметься у вигляді  $N_2$ , а важкі метали залишаться в попелі. Це є важливою попередньою умовою для підтвердження того, що використання осаду стічних вод для вирощування енергетичної верби буде сприятливим.

Саджанці пускають коріння дуже швидко. Щорічне обрізання пагонів спричиняє розвиток кореневої системи рослини. Через 3 роки з 1-го куща проростає приблизно 30 пагонів. Діаметр одного пагона становить від 2 до 4 см.

Що ж до хвороб, то найбільш частими на плантація швидкоростучої верби є грибкові захворювання: іржастість листя верби, бактерицидне в'янення паростків, пархи верби та антракноз. Однак ці хвороби не заподіюють великої шкоди плантаціям. Їх можна ліквідувати тими ж засобами, що й хвороби на плодкових насадженнях.

Найбільшими шкідниками верби є листоїди *Phyllodecta vittelinae* та *Melasoma saliceti*, довгоносики *Phyllobius oblongus* та *Chlorophanus viridis*, а також різні види попелиць. У разі необхідності більшість із цих шкідників знищується дуже легко за допомогою інсектицидів.

*Збирання біомаси.* Біомасу верби чагарникової збирають після закінчення періоду вегетації, що в умовах північної України настає близько 15 листопада і триває до другої половини березня.

Перший збір біомаси з вербової плантації роблять у перший рік від її закладання. У цей час отримують найкращий посадковий матеріал. Процедура зрізання в першому році є конче необхідною, оскільки вона викликає розростання вербового куща й збільшення кількості пагонів. Пагони першого року зрізують на висоті 5-10 см вручну або за допомогою механічних засобів. Для збирання можна використовувати кукурудзяні жатки. У деяких виробників сільгосптехніки є свої розробки для збирання дерева. Фірма "Клаас" розробила спеціальну жатку для силосозбирального комбайна "Ягуар", яка може зрізати стебла завтовшки до 7 см. Ці збиральні пристрої успішно пройшли випробування на дослідних ділянках у Бранденбурзі (Німеччина).

У першому році з саджанця виростає 1-3 пагонів, які досягають заввишки 1-2,5 м і завтовшки 7-13 мм. Тобто з 1 га плантації отримуємо матеріал для засадження 5-7 га.

У другому році кількість пагонів збільшується до десятка і більше, причому заввишки вони досягають 3 метри, а завтовшки – 13-15 мм. У ці роки збирання верби виконується за допомогою секаторів та пил.



У третьому році рослини стають вже 4,5 м заввишки і 20 мм завтовшки, а в четвертому – висота пагонів доходить до 6 метрів, а товщина – до 30 мм.

Наступний збір біомаси можна проводити чи то кожного року, чи через два-три роки. Однак найбільш вигідно зрізати вербу кожні два-три роки, що пояснюється тим фактом, що верба на третьому році своєї вегетації має найбільший приріст біомаси. Найбільший урожай виходить у разі збору що три роки і становить близько 22 т/га на рік.

Слід пам'ятати, що на одній ділянці можна вирощувати вербу протягом 25-30 років і не більше.



Ручне збирання вербової біомаси полягає у скошуванні вербових пагонів за допомогою механічної коси або ланцюгової пилки. Натомість механічне збирання проводиться з

використанням спеціальних комбайнів, які під час збирання біомаси подрібнюють її. Зібрану вручну біомасу також подрібнюють і використовують як паливо для котелень.

Протягом всього періоду (20-30 років) існує можливість 5-7 заготівель без зменшення продуктивності насаджень.

Вирощування швидко зростаючих плантацій енергетичних культур неможливо порівнювати з традиційним лісовим чи сільським господарством. Культури виявляються достатньо новими і відповідно вносять нові проблеми. Питання про збір врожаю піднімалося ще 15 років тому, коли випробовувалися ручні системи, традиційне лісозаготівельне обладнання та модифіковані сільськогосподарські машини, однак ці експерименти не мали великого успіху.

Для виробництва енергії із біомаси швидкозростаючих культур використовуються різні збиральні системи. Як правило така система складається з п'яти основних вузлів: рубка, первинне транспортування,

обрізання гілок та кори, подрібнення, вторинне транспортування трісок. Деякі з цих операцій можуть бути поєднані в одну групу, роблячи тим самим систему компактнішою, а затрати нижчими.

### **Зберігання та використання біомаси.**

Досліди показали, що довготривале зберігання трісок верби має певні труднощі. Це відбувається тому, що їх вологість сягає 50-55%. Тривале зберігання краще всього організувати, якщо верба не подрібнена, а зберігається у вигляді цілих паростків. Проте такий спосіб є більш дорогим. Інший метод полягає в зберіганні деревинної тріски в повітронепроникній ізоляції, де без доступу кисню розщеплення не відбувається.

Урожай з енергетичних плантацій може використовуватися у спеціальних котлах для спалювання біомаси. Для цього деревинну біомасу спочатку подрібнюють, а потім спресовують у брикети, чи роблять гранули. Такий продукт можна автоматично подавати в котел і переробляти з вищою тепловіддачею та мінімальним виходом відходів.

Рекомендується спалювати дерево, висушене на повітрі. Тобто це деревинна біомаса, висушена під навісами протягом 3-4 місяців. Такий продукт має 23-28 % вологості з енергетичною цінністю 16-18 ГДж/т. Дерево, підготовлене таким чином, легко подрібнюється і зручно транспортується. Цей спосіб широко застосовується в Австрії.

Біомасу як опалювальний матеріал можна використовувати централізовано, тобто весь район або невелике місто опалювати від однієї котельні, що працює на біомасі. Крім цього можливо використовувати спеціальні котли для опалювання окремих приватних будинків.

Однак для отримання відновлюваного палива дерево не лише спалюють. Існують методи спеціальної обробки деревинної біомаси, за допомогою яких можна отримати всі продукти нафтохімічного синтезу. Наприклад, застосовуючи технологію піролізу — нагрівання дерева до 500 — 800 °С — можна виділити з неї горючі гази, які можна потім спалювати для отримання енергії із ще більшим ККД.

## ЛЕКЦІЯ 3

### МІСКАНТУС

#### Біологічні особливості

Кліматичні умови батьківщини міскантуса характеризуються високою температурою та інтенсивним сонячним освітленням. У нашому кліматі ріст рослин типу  $C_4$  обмежений низькими температурами. В Європі *Miscanthus* розпочинає ріст у квітні, коли температура ґрунту сягає 10-12°C, а закінчує під впливом приморозків у листопаді. Температура, потрібна для початку розвитку рослин коливається між +5 і +10°C залежно від генотипу. Але міскантус одна з небагатьох рослин із механізмом фотосинтезу  $C_4$ , яку можна вирощувати в умовах Центральної та Східної Європи.

Із фотосинтезом типу  $C_4$  пов'язане інтенсивне наростання врожаю за зростання температури та інтенсивності освітлення. Оптимальна температура для росту *M. giganteus* складає +28–30°C. Незважаючи на це, суми добових температур для Центральної Європи є достатніми для отримання високих врожаїв біомаси. У наших кліматичних умовах рослини *Miscanthus giganteus* піддаються впливу низьких від'ємних температур. Це найбільше ускладнює закладання і утримання плантації. У рослин типу  $C_4$  вразливість від холоду є вищою при світлі, ніж у темноті. У таких умовах настає фотоінгібіція. Рослина абсорбує більше світла, ніж потрібно до виснаження процесу фотосинтезу. Це може призвести до ушкодження у фотосинтезі II, а внаслідок до зменшення темпу вбирання вуглекислого газу. В умовах Європи висока концентрація сонячного опромінення буває досить рідко.

Найвища чутливість рослин до морозів виявляється під час першої зими після садіння. Доходить навіть до вимерзання 90% рослин. Це можна пояснити наявністю холодних зим без снігового покриву. Помічено збільшення витривалості рослин до низьких температур під час зими, якщо одразу після садіння настав спад температури нижче за 0°C. Якщо провести мульчування соломною зернових або соломною міскантуса, рівень перезимівлі рослин зростає з 79% до 92%. Весняні приморозки також призводять до втрат, але є не такими шкідливими з огляду на високу регенераційну здатність рослин.



У літературних джерелах не висвітлені проблеми із перезимівлею рослин у наступні роки. Після другого року вирощування рослини переносять температури, нижчі за  $-20^{\circ}\text{C}$ , навіть без снігового покриву.

*Miscanthus giganteus* як рослина типу  $\text{C}_4$  ощадливо використовує воду. На продукування 1кг сухої маси потребує 250-300 кг води. Це вимагає близько 700 мм опадів на рік. Вимоги міскантус до води набагато перевищують середньорічні опади в Україні. Такі великі вимоги до води, незважаючи на мале використання її на створення 1кг сухої маси (близько 250 л), спричинені значним врожаєм біомаси, який отримують з одиниці площі.

Також спосіб розмноження має вплив на перезимівлю в перший рік. Рослини, розмножені поділом кореневищ, зимують краще, ніж розмножені з культур *in vitro*. Серед них краще перезимовували рослини великі (більше ніж 5 бруньок), ніж малі (менше ніж 5 бруньок). Кожна дія, яка призводить до посилення росту рослин у рік закладання плантації, підвищує рівень виживання. Основними чинниками є контроль забур'яненості, який в поєднанні зі зрошенням та азотно-фосфорним удобренням може поліпшити ріст рослин у рік закладання плантації. Іншим чинником, який посилює ріст, є мала глибина садіння кореневищ. Помічено кращий ріст рослин, коли кореневища були посаджені на глибину 2 – 6 см, ніж на 10 см.

Дослідження рівня ушкодження весняними морозами показали, що рослини у фазі сходів були вразливі вже за температури  $-2^{\circ}\text{C}$ . Спостерігали до 40% ушкоджених рослин. У фазі другого і четвертого листка рослини переносили приморозки до  $-4^{\circ}\text{C}$  включно. За зниження температури до  $-8^{\circ}\text{C}$  зареєстровано 83% ушкоджених рослин, які були у фазі другого листка, вони на 90% були здатні до регенерації, і 75% ушкоджених рослин, які були у фазі четвертого листка зі значно меншою здатністю до регенерації, що складала 20%. У рослин, які не показали жодних помітних ушкоджень одразу після появи морозу, спостерігали зниження темпу росту до 45 днів після його настання. Головним чином загальмувався елонгаційний ріст стебла. Перші обстеження перезимівлі показали, що існує залежність між пошкодженнями, спричиненими пізніми морозами, та стійкістю до морозів у наступній зимі.

Вимоги міскантуса до якості ґрунту невисокі. З огляду на добре розвинену кореневу систему рослини можуть рости на середньозв'язаних піщаних ґрунтах з низьким рівнем ґрунтових вод. Ґрунти з регульованим водним режимом і більшим вмістом гумусу дають врожаї на 20-30% більші. Міскантус ставить дуже низькі вимоги до поживного режиму ґрунту – має високу ефективність використання азоту, а отже, може рости і на бідних землях. Високий рівень ефективності використання азоту є головним чином результатом переміщення його до стебел навесні і до ризоїв під кінець вегетації. У деяких дослідях показано, що 38% із внесених 60 кг/га  $\text{NH}_4$  і  $\text{NO}_3$  було поглинуто рослинами, з яких понад половина опиналася в ризомах. Більша частина азоту, знайденого в рослинах, надходила з мінералізації поживних речовин у ґрунті, а не з удобрення, що засвідчує малу потребу рослин в азоті.

Кращими ґрунтами для міскантуса є добре аеровані родючі ґрунти, він може рости також на важких ґрунтах і на ґрунтах, які періодично затоплює. Плантація може бути закладена на ґрунтах, які не придатні для інших сільськогосподарських культур. Ґрунти не повинні бути кислими (рН 6,5), особливо впродовж перших двох років вирощування, з рівнем ґрунтових вод нижче за 1м.

### **Розмноження міскантуса**

*Miscanthus giganteus* не утворює насіння, бо є триплоїдом і має стерильний пилок. Тому його розмножують вегетативним способом. Відомі три способи вегетативного розмноження:

- саджанцями, отриманими з культур *in vitro*;
- поділом кореневищ;
- укоріненням міжвузлів.

*Розмноження саджанцями з культур in vitro.* Вихідним матеріалом для отримання цього типу саджанців є недозрілі суцвіття, з яких беруть експлантати і викладають на відповідну поживну речовину. Найчастіше це поживне середовище Марамиче і Скуча або Джонса. Регенерація рослин –через соматичний ембріогенез.

Ріст калюсу і регенерація рослин є кращими на рідкому поживному середовищі. Встановлено, що протягом п'яти місяців з одного суцвіття можна отримати 1830 рослин. Окрім суцвіть відбирають експлантати з листя, а також верхівкових меристем стебел і коріння. Однак результати регенерації рослин з таких експлантатів не були такими добрими, як отримані з недозрілих суцвіть.

Незважаючи на те, що метод є дуже продуктивним, він має дві вади. Одна з них – це висока вартість, яка робить вирощування *M. giganteus* нерентабельним. У 1993 році вартість закладання 1 га плантації складала 4600 євро за умови, що на 1 м<sup>2</sup> висаджували одну рослину. У 1992 році в Німеччині одна рослина коштувала 0,8 марки, в перерахунку на 1 га це складає 8000 марок (близько 4000 євро). Висока вартість саджанців, отриманих із культур *in vitro*, спричинена необхідністю вирощування в початковий період в тепличних умовах. Термін цей може складати три місяці, під час якого рослини гартують. У 1994 році Йоргенсен провів дослід, в якому жодна рослина не перенесла першої зими. Друга вада рослин, які розмножують методом культур *in vitro*, – низький відсоток перзимівлі першого року. Часто рослини випадають настільки, що подальше вирощування стає неможливим.

*Розмноження саджанцями, отриманими через поділ кореневищ.* У 1990 році на дослідній станції в Данії зауважили, що за спроби усунути плантацію *M. giganteus* із застосуванням ґрунтообробних машин, отримано зворотний результат і швидке відростання рослин. Це стало підставою нового методу закладання плантацій.



Рис. 3.1 Садивний матеріал *Miscanthus giganteus* (частини кореневищ).

Розмноження поділом кореневищ можна виконувати кількома способами. Найчастіше як маточники використовують трирічні плантації міскантуса, які ще не розрослись дуже сильно.

Одним зі способів отримання саджанців є подрібнення надземних і підземних решток після збору за допомогою ротаційної машини, викопування фрагментів рослин копачкою для квіткових цибулин або машиною для збору картоплі. Можна також виорювати цілі купини, а потім ділити їх на фрагменти довжиною близько 10 см. За такої довжини кореневищ найкращі результати отримано у разі садіння їх масою 0,1-0,2 кг на 1 м<sup>2</sup>.

Дуже важливим у цій методиці є недопущення пересушування зібраного матеріалу – максимальне скорочення часу зберігання саджанців. Основною перевагою саджанців, отриманих таким способом, є їх вища витривалість за низьких температур під час першої зими, а також швидкий розвиток на початку росту.

Упродовж досліджень маточні рослини ділили за допомогою культиватора з активними робочими частинами у три терміни: 21 квітня, за висоти сходів від 0 до 0,5 см; 28 квітня, коли сходи були від 5 до 7 см; 16 травня, коли рослини досягли 30 см. Третій термін виявився найменш придатним для цієї мети з огляду на слабший ріст рослин. Після поділу кореневища вибирали, вантажили і транспортували на нове місце, де розкладали по 0,1 і 0,2 кг на 1 м<sup>2</sup>. Потім одразу їх приорювали на глибину 15-20 см і коткували, щоб забезпечити добрий контакт між ґрунтом і кореневищами.

Найкращими виявилися кореневища довжиною щонайменше 10 см. У своєму експерименті Джонс показав, що рослини, які вирости з малих кореневищ (менше 10 г свіжої маси), проявили зредуковану швидкість росту порівняно з рослинами, які вирости з кореневищ масою 25-40 г.

Основною проблемою цього методу є висихання кореневищ під час транспортування і розкладання в полі. Щоб отримати добрі результати, не можна цього допускати, тому всю операцію треба проводити якнайшвидше. Вартість закладання 1 га плантації цим методом, за ступеня розмноження 15, у

1993 р. складала близько 900 євро, що становило 20% вартості закладання плантації із використанням саджанців з культур *in vitro*.

У Німеччині досліді за цим методом почали раніше. У 1989 році вартість однієї рослини складала 1,5 марки, а в 1993 р. зменшилася до 0,5 марки. До зменшення вартості призвело впровадження продуктивніших машин. Передбачається подальше зниження вартості отримання саджанців з технічним розвитком і удосконаленням вирощування.

*Розмноження саджанцями з укорінених міжвузлів.* В 1997 році на кафедрі фізіології рослин Національного Аграрного університету заклали дослід з укорінення міжвузля рослин. Найкращі саджанці отримано із найстарших міжвузлів. Саджанців не вдалося отримати з вузлів 7-го порядку (рахуючи від низу рослини) і молодших. Отримані таким чином рослини не перезимували через брак часу на пристосування до спокою.

### **Технологія вирощування.**

З огляду на багаторічність вирощування, треба звернути увагу на якісну підготовку ґрунту перед садінням рослин. Восени необхідна поглиблена оранка, під яку застосовують великі дози органічних добрив. У разі низького рН ґрунту (нижче за 5,5), необхідно провести вапнування. Навесні, перед садінням, необхідно провести боротьбу з бур'янами (з огляду на пізній термін садіння) механічним або хімічним методом. Ґрунт необхідно розпушити на 15-20 сантиметрів.

Механізація процесу садіння значно знижує витрати на вирощування. Саджанці, отримані з мікророзмноження, можна садити, використовуючи саджалку для розсади, саджанці, отримані з поділу кореневища – картоплесаджалкою. Процес розмноження поділом купин коштує близько 350 євро/га, згодом його вдасться здешевити до 200 євро/га.

Саджанці з кореневищ приорюють на глибину 15-20 см. Після садіння треба застосувати коткування гладкими котками а в разі необхідності – зрошення. Найкращі результати отримано за садіння кореневищ масою 0,1-0,2 кг/м<sup>2</sup> і довжини близько 10 см.

Проводили також дослідження, з порівняння здатності перезимівлі кореневищ різної маси. Використовували різони довжиною 4, 8 і 12 см. Найкраще перезимували найдовші кореневища. Мінімальна рекомендована глибина садіння близько 15 см (з огляду на можливість промерзання). Невеликі кореневища (менше 10 см), посаджені дуже глибоко, можуть не подолати відстань, необхідну для випускання нових стебел на поверхню ґрунту.

Визначали вплив розміру різомів, які висаджували, й терміну закладання плантації (весняний, зимовий) на відростання рослин. Спостерігали майже стовідсоткове відростання рослин із великих кореневищ (довжина різом близько 10-15 см). Менші саджанці дали гірші результати.



Рис. 3.2 Сходи міскантуса через 5 тижнів після садіння

У цьому досліді саджанці, висаджені навесні на глибину 10 см, показали майже дворазово вищий рівень поновного відростання, ніж висаджені восени на глибину 15 см. Саджанці з довших кореневищ показали значно більшу кількість стебел і швидший ріст. Найчастіше застосовують густоту садіння: 1 рослина на  $1 \text{ м}^2$ , або 10000 рослин на гектар. В інших дослідях добрі результати отримані за густоти 4 рослини на  $1 \text{ м}^2$ . Така густота відповідає відстані між рядами 1 м і відстані між рослинами в рядах 0,5 м. З огляду на швидкий ріст, утворення рослиною великих купин більшість дослідників схиляються до висаджування однієї рослини на  $1 \text{ м}^2$ .



Термін садіння є порівняно пізній і припадає, з огляду на можливість ушкодження рослин пізніми приморозками, на кінець квітня – першу половину травня, або середину травня.

Вимоги до удобрення у *Miscanthus giganteus* є відносно малими. Азоту він потребує менше, ніж інші трави – однорічні та багаторічні.

Із врожаєм 20 т сухої маси на 1 га, міскантус виносить близько 60 кг N, 16 кг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 80 кг K<sub>2</sub>O за невисокого рівня удобрення. У дослідах з удобренням доведено позитивний вплив азоту на формування біомаси за норми цього елемента до 90 кг/га. Коли застосовували більші дози, продуктивність не зростала, а навіть зменшувалася. Загальні потреби в поживних речовинах – азоті (N), фосфорі (P), кальцію (Ca) – складає відповідно близько 2-5; 0,3-1,1; 0,8-1,0 кг/т сухої маси.

Пропоновані дози добрив і терміни їх застосування:

- азот 60-90 кг N/га навесні після появи сходів;
- фосфор 30-40 кг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/га;
- калій 120-150 кг K<sub>2</sub>O/га;
- магній 20-25 кг MgO/га рано навесні або восени.

З огляду на багаторічний характер плантації можна використовувати органічне добриво. Максимальна доза – 30 т/га, що відповідає 180 кг азоту, 75 кг фосфору, 150 кг калію і 30 кг магнію. Ця доза практично може замінити мінеральні добрива.



Рис. 3.3 Однорічні посадки міскантуса

У перший та другий роки необхідно проводити боротьбу з бур'янами механічним способом, використовуючи для цієї мети традиційні машини для міжрядного обробітку або, у разі сильного забур'янення, хімічним способом. Хороші результати дає передпосівне внесення Стомп 330, к.е і Примекстра Голд 720 SC, к.с. при необхідності повторного застосування. Непогані результати забезпечує використання гербіцидів Фацет КС та Алахлор. Можна застосовувати також і 2,4-Д. Практично немає потреби в застосуванні гербіцидів на третій рік після садіння. Середня вартість річної боротьби з бур'янами на площі 1 га складає приблизно 100 грн і є в 10 разів нижчою від вартості боротьби з бур'янами на плантації верби чи тополі. У наступні роки боротьба з бур'янами не є необхідною з огляду на інтенсивний ріст рослин, а також сильне затінення ґрунту. В європейських умовах міскантус показує велику стійкість до хвороб і шкідників, тому не потрібно вживати заходи із хімічного захисту, що зменшує затрати і запобігає забрудненню середовища. Немає відомостей про хвороби, які значно б зменшували продуктивність рослин. Однак з розповсюдженням міскантуса певні хвороби і шкідники, вочевидь, завдаватимуть шкоду рослинам.

### **Збирання та заготівля**

Міскантус можна збирати за допомогою техніки, призначеної для збирання звичайного сіна або силосу. Щоб повністю залучити в кругообіг поживні речовини при старінні, рослини повинні повністю висохнути до збору врожаю. Термін збирання врожаю міскантуса – після настання морозів і до появи нових пагонів навесні. Вміст вологи в рослинах у дослідях, проведених в Іллінойсі, варіював від 50% у жовтні до менш ніж 10% у лютому (Heaton, 2006).

Урожай збирають один раз на рік. Збирання можна проводити восени наприкінці вегетаційного періоду або від січня до березня. Слід зазначити, що збирання в зимово-весняний період призводить до підвищення якості сировини, але спричинює значні втрати врожаю. Наукові дослідження, проведені в Європі та США показали, що у разі затримки із збиранням врожаю з осені до пізньої



зимі дохідність культури зменшується від 30 до 50 відсотків. Скошування міскантуса під час вегетації негативно позначається на відростанні рослин.

Орієнтовна врожайність міскантуса за роками вирощування така:

1-й рік – скошуємо рано навесні і використовуємо для компосту;

2-й рік – скошуємо рано навесні – 5 т/га;

3-й рік – 10 т/га;

4-й рік – 16 т/га;

Від 5 до 20 року використання – 20 т/га.



Рис. 3.4 Збирання та пресування соломи.

Зінченко В. рекомендує збирати міскантус у лютому – березні: тоді він містить найменше вологи, що полегшує збір (який проводять звичайними комбайнами) та зберігання.



Рис. 3.5 Переробка соломи міскантуса в брикети.

Після збирання стебла подрібнюють на 10-15 см. та пресують в тюки (рис.4). Згодом ще одне подрібнення, пресування в брикети (рис.5) – і застосування як палива в звичайних котлах.

## ЛЕКЦІЯ 4

### ПРОСО ПРУТОПОДІБНЕ (СВІТЧГРАС)

#### Біологічні особливості

Температурний режим суттєво впливає як на збереження сходів злаків, так і на їх перехід від кущіння до наступних фаз розвитку. Насіння проса прутіподібного починає проростати за температури не нижче  $+6 - 8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , але дружне проростання спостерігається при прогріванні ґрунту до  $+15 - 16\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Якщо в період проростання температура знижується до  $+8 - 9\text{ }^{\circ}\text{C}$ , сходи з'являються тільки через 15 - 18 днів. Сходи витримують незначні заморозки до  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а за температури  $-3 - 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  здебільшого гинуть або сильно пошкоджуються. Дуже шкідливою для сходів проса прутіподібного є тривала одночасна дія низьких позитивних температур ( $+6 - 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) та хмарної погоди. У рослин при цьому значно знижується фотосинтез, що може стати причиною їх загибелі.

Насіннева продуктивність проса прутіподібного залежить від водяно-повітряного, світлового і температурного режимів. В оптимальних умовах зволоження кущіння злаків різко підвищується. Глибина залягання вузла кущіння залежить від температури, фізичних властивостей ґрунту, інтенсивності освітлення посівів, особливостей сорту тощо. Її можна регулювати застосуванням відповідної агротехніки, при підгортанні рослин, як правило, збільшується глибина залягання вузла кущіння. Невимогливі до аерації ґрунту і добре розвиваються на сильно ущільнених або перезволожених ґрунтах. Кореневищні злаки краще розвиваються на розпушених з високими повітря- і водопроникаючими властивостями ґрунтах. Завдяки розгалуженій кореневій системі рослини також можна вирощувати на піщаних та супіщаних ґрунтах з низьким рівнем ґрунтових вод. Просо прутіподібне добре адаптоване до несприятливих умов вирощування, зокрема бідних ущільнених ґрунтів, тому його можна вирощувати як на піщаних ґрунтах, так і на ґрунтах з підвищеним вмістом органічних речовин. Рослини можна вирощувати на ґрунтах з рН 5...7, однак рекомендована кислотність ґрунту становить рН 6,5, особливо впродовж перших двох років вирощування.

Оптимальні умови для культури можна створити різними агротехнічними заходами до й після сівби, підбираючи відповідні сорти, сільськогосподарські знаряддя й оптимальні строки сівби, враховуючи агротехнічні особливості регіону й погодні умови року. Повітряний режим регулюється розпушенням ґрунту в міжряддях, щілюванням і поверхневим осушенням перезволожених ділянок. Умови освітлення визначають перехід злаків до фази плодоношення. Режим освітлення можна покращувати, регулюючи густоту стояння рослин в посіві, напрямком рядків і шириною міжрядь.

Залежно від морфологічної характеристики та місця вирощування виділяють два основних екотипи: *низовинні та висотні*. Низовинні типи в основному ростуть в заплавах, вони вищі, товстіші, кущисті і ростуть швидше, ніж висотні. Висотні типи ростуть в більш сухих вищих місцях, мають тонше, з широкою основою і часто на півнагнуте стебло. Низовинні типи мають більш кущисту форму з надземною частиною, що може призводити до більших пошкоджень взимку.

За основними факторами, які визначають територію пристосування сорту, є реакція на довжину світлового дня, кількість опадів та вологість. Збільшення тривалості світлового дня призведе до фази цвітіння на початку літа. Коли на одному місці вирощуються різні сорти, північні екотипи виростають нижчими, в них раніше настає фаза цвітіння та дозрівання, ніж у південних. Також значно менше буде отримано біомаси, порівняно з південними екотипами. Екотипи, які вирощуються на півночі, часто не встигають дозрівати (і продукувати насіння) до закінчення вегетаційного періоду. Це шкодить зимовому загартовуванню, що може призвести до низької зимостійкості. Зважаючи здебільшого на м'які зими, це не повинно бути великою проблемою. І все таки, слабе зимове загартовування молодих рослин у перший рік може спричинити проблеми. Якість зібраної сировини сортів із пізніми строками дозрівання також може погіршитися у зв'язку з підвищеною вологістю та високим вмістом поживних речовин у біомасі під час збирання врожаю, оскільки вони не переміщуються до нижньої частини рослин. Це зменшує шанс повторного проростання навесні та збільшує вміст золи в надземній частині

рослин, що небажано при використанні їх для виробництва енергії, виготовлення целюлози та інших волокон. Для цього виду злаків характерна висока здатність до вегетативного розмноження.

Якість сортів пізніх строків дозрівання також може погіршитися у зв'язку з підвищеною вологістю та високим вмістом поживних речовин у біомасі під час збирання врожаю, які не перемістилися до нижньої частини рослин. Це зменшує шанс повторного проростання навесні та збільшує вміст золи в надземній частині рослин, що небажано при використанні їх для виробництва енергії, виготовлення целюлози та інших волокон.

### **Технологія вирощування**

**Вибір ділянки.** Рослини проса прутоподібного невимогливі до якості ґрунту, їх можна рекомендувати вирощувати на деградованих, малопродуктивних землях та на полях зі схилами, що не використовуються для вирощування основних сільськогосподарських культур і в майбутньому будуть використані для сівби на них проса лозовидного.

При виборі ділянки під посів проса прутоподібного слід враховувати призначення біомаси. Для спалювання вона повинна бути з низьким вмістом мінеральних речовин, у тому числі діоксиду кремнію, такий вміст в сухій біомасі проса прутоподібного, вирощеного на піщаних ґрунтах, нижчий, ніж у вирощеного на глинистих ґрунтах. Звідси випливає висновок, що піщані ґрунти більше підходять для вирощування біомаси, ніж глинисті ґрунти.

Для проса прутоподібного бажані попередники, які рано звільняють поля, що дає змогу завсачно і якісно підготувати ґрунт, здійснити ряд заходів по зменшенню кількості бур'янів.

**Обробіток ґрунту.** Якщо на полі, відведеному під посів проса прутоподібного є велика кількість бур'янів, з осені перед оранкою їх необхідно знищити шляхом внесення гліфосату ("Раундап").

Система обробітку ґрунту для вирощування проса прутоподібного, як і під інші сільськогосподарські культури складається з основного, ранньовесняного, передпосівного і міжрядного обробітків.

Для вирощування проса прутоподібного обробіток ґрунту потрібно спрямовувати на створення таких умов, які б забезпечили повні дружні сходи, добрий ріст і розвиток рослин протягом усього вегетаційного періоду.

*Основний обробіток ґрунту.* Агрозахід луцення стерні являється обов'язковою складовою основного обробітку ґрунту під просо прутоподібне. Перше луцення проводиться одночасно із збиранням попередника із загальною тривалістю не більше двох днів. Якщо поле сильно забур'янене з великою кількістю рослинних решток на поверхні, луцення краще провести двічі. В перший слід дисковими луцильниками, через 10-12 днів лемішними на глибину 12-14 см з одночасним боронуванням або коткуванням кільчасто шпоровими котками. В інших випадках луцення стерні проводиться дисковими луцильниками на глибину 6-12 см в два-три сліди з інтервалом 10-12 днів після кожного.

Кращим способом основного обробітку ґрунту під просо прутоподібне на окультурених, малородючих або еродованих ґрунтах являється *напівпаровий*, тобто після збирання попередника і луцення стерні в кінці липня – на початку серпня проводиться оранка на задану глибину плугами з передплужником, краще обертовими, які агрегуються з боронами, в засушливих умовах кільчасто – шпоровими котками. По мірі появи сходів бур'янів поле один – два рази боронують середніми або важкими боронами при необхідності культивують. Перед настанням морозів проводять глибоке плоскорізне розпушування ґрунту.

*Ранньовесняний обробіток ґрунту.* До ранньовесняного обробітку ґрунту приступають коли ґрунт досягає фізичної зрілості. Необхідно провести ранньовесняне розпушування ґрунту широкозахватними двохслідними агрегатами в першому ряду, залежно від типу ґрунту і його ущільнення, застосовують важкі (ЗБСТ-1,0), або середні (ЗБСС-1,0) борони, в другому легкі (З-ОР-0,7), або посівні (ЗБП-0,6).

Весною в проміжку між ранньовесняним розпушуванням ґрунту до настання оптимальних погодних умов для сівби проса прутоподібного проростає велика кількість бур'янів для знищення яких бажано використовувати знову ж таки широкозахватні двохслідні агрегати, в першому ряду борони-культиватори ВНС-Р, в другому легкі З-ОР-0,7, або посівні ЗБП-0,6 райборінки. Хорошу якість на даній технологічній операції забезпечують також культиватори УСМК-5,4 обладнані лапами бритвами і відрегульовані на глибину розпушування 3-4 см з шлейфами і прутковими котками.

*Передпосівний обробіток ґрунту.* Передпосівний обробіток ґрунту проводять одночасно з сівбою світчґрасу.

Для передпосівного обробітку використовують лише комбіновані агрегати - Фармет; Комбі 3900; АГ-6; АПБ-6, Європак, ЛК-4 та ін., які забезпечують ущільнення верхнього шару ґрунту і створюють його дрібногрудчувату структуру. Глибина ходу розпушувальних лап повинна відповідати глибині сівби і становити не більше 3-4 см.

*Удобрення.* В перший рік не рекомендується використовувати добрива (особливо азот), оскільки це активізує ріст бур'янів. На легких ґрунтах і в південних регіонах можна внести незначну кількість азоту під час вегетаційного періоду першого року вирощування культури. В наступні роки удобрювати необхідно пізніше, коли бур'яни менше конкурують із світчґрасом. Якщо азотне добриво не використане повністю до кінця вегетаційного періоду його залишок може збільшити забур'яненість наступної весни. Просо прутоподібне добре вбирає органічний азот, оскільки найвищі коефіцієнти приросту рослин проявляються за найвищої мінералізації органічного азоту. Високий рівень мінералізації і споживання проса прутоподібного.

Потреба проса прутоподібного в азоті становить лише 50 кг на гектар. Для укорінених посівів світчґрасу найкращим принципом для внесення азотних добрив є внесення в нормі, еквівалентній коефіцієнту отриманню урожаю, який рівний близько 6–10 кг на тону сухої речовини для осіннього збору урожаю і 4–8 кг – для весняного.

**Підготовка насіння та сівба.** Свіжозібране насіння проса прутоподібного має надзвичайно низьку схожість, що пояснюється пристосуванням дикоростучих рослин до можливих несприятливих ґрунтових і погодних умов, тому значна частина насіння від загальної маси знаходиться в стані спокою, який для кожної окремої групи в партії насіння може тривати один, два, три і більше років. У виробничих умовах виникає необхідність скоротити терміни такого стану насіння з допомогою різних методів впливу на нього, застосовуючи легке заморожування, тобто проводячи яровизацію, або обробляючи його розчином сірчаної кислоти і іншими хімічними розчинами, або зберігати його тривалий час, до 4-х років при постійній температурі 18-20°C. Підвищує схожість насіння також механічне порушення лусочок шляхом шліфування і інші.

Залежно від маси насіння, його якості рекомендована *норма висіву* проса лозовидного може знаходитися в межах 2,4-10,0 кг схожого насіння /га, кількісна 200-800 схожих насінин на квадратний метр.

**Сівба.** Просо лозовидне, висівають коли температура ґрунту на глибині 10 см перевищить 10°C. Обираючи строки сівби необхідно врахувати, що сходи проса лозовидного гинуть за найменших заморозків, які часто спостерігаються навіть в другій декаді травня.

В умовах України культуру можна сіяти до кінця червня місяця. Проте, найбільший урожай біомаси проса прутоподібного отримують, коли сівбу проводять в другій, третій декадах квітня, або на початку травня.

Оптимальним строком сівби проса прутоподібного є ранньовесняний - у другій декаді квітня, а оптимальною *глибиною загортання* насіння в ґрунт 1-2 см.

Просо прутоподібне залежно від стану окультуреності поля, потенційної його засміченості можна вирощувати з різною шириною міжрядь 15, 30, 45 см.

За звичайної ширини міжрядь в 15 см, догляд за посівами в перший рік вегетації культури ускладнюється, тому найбільш раціональним способом

його висіву являється широкорядний, і якщо забур'яненість поля висока, краще на 45 см.

Для широкорядної сівби найкраще застосовувати сівалки точного висіву типу «Містраль», «Клен - 6» з електронною системою контролювання норми висіву (ВСС), можливо також використовувати овочеві сівалки СО-4,2, переобладнані бурякові ССТ-12Б, пневматичні СУПН-8А та інші. Звичайний рядковий посів можна здійснювати сівалками СЛТ-3,5; СУТ-7,7; СЗТ-3,6; СЗТ-3,6А; СТС-2,1; СКК-12 та ін.

На полях з високою потенційною засміченістю, для прискорення термінів першого міжрядного обробітку задовго до появи сходів проса прутоподібного, застосовують маячну культуру, краще олійну редьку або гірчицю, можливо і інші, що сходять раніше основної культури. Насіння таких культур домішують у невеликих кількостях - 1-2 кг/га і засипають у всі посівні секції, або в додатково встановлені бункери над висівними апаратами сівалок, або лише в крайні секції сівалок.

Маячна культура дає можливість провести перший міжрядний обробіток до появи сходів проса прутоподібного. Рослини маячної культури після отримання сходів проса лозовидного знищуються внесенням гербіцидів проти дводольних рослин (атразин, бентазон, бромоксиніл та ін.).

Одночасно з посівом світчграсу проводять коткування.

**Догляд за посівами.** Найбільш слабкою ланкою в технології вирощування проса лозовидного є сильна забур'яненість посівів на період сходів культури в перший рік вегетації. Вирішення даної проблеми протягом першого року в подальшому знімає проблему забур'яненості.

Повітряний режим ґрунту регулюється розпушенням його в міжряддях (за широкорядної сівби насіння), щілюванням і поверхневим осушенням перезвожених ділянок.

Догляд за посівами проводиться впродовж першого року і навесні другого року вирощування, адже саме в цей період бур'яни завдають значної шкоди рослинам проса. Після розростання посівів, коли створюється стійкий густий



рослинний покрив, проводити заходи, спрямовані на зменшення забур'яненості, не потрібні.

Механізований догляд за посівами, полягає у міжрядних культиваціях. Їх проводять протягом усієї вегетації до змикання надземної частини рослин. Робочі органи культиватора у вигляді лап-брить, долотоподібні лапи, ротаційні голчасті диски підрізають бур'яни, знищують сходи, розпушують ґрунт і руйнують ґрунтову кірку.

Середня ширина захисної зони після проходу культиватора становить 5-6 см. В умовах достатнього зволоження ґрунту підрізані бритвами бур'яни швидко приживаються. У цьому випадку є ефективною повторна культивація. На широкорядних безпокровних посівах у рік посіву проводять два рихлення міжрядь. Перше рихлення - після означення рядків на глибину 3-5 см, друге - у фазі кущіння (5-7 см). Проводячи міжрядний обробіток проса лозовидного, необхідно звертати увагу на режим зволоження. В засушливі роки міжряддя розпушують на меншу глибину.

Одночасно з міжрядним обробітком проводять весняне підживлення рослин нормою азоту 30-45 кг/га д.р.

Використання гербіцидів та скошування в основному будуть ефективними заходами для забезпечення, в решті-решт, конкурентоспроможності посівів проса лозовидного, оскільки формується якісний травостій.

Гербіциди загальної дії використовуються зазвичай за декілька тижнів до та безпосередньо перед висіванням. Часто використовують гліфосат. Повторне використання гербіциду безпосередньо перед висіванням проводиться за нижчими нормами.

Найоптимальнішим варіантом гербіцидного захисту посівів проса лозовидного з погляду ефективності контролювання сходів бур'янів та формування його продуктивності є застосування у фазі кущіння рослин культури препарату МайсТер Пауер, о.д. у нормі витрати 1,5 л/га. Проти сходів дводольних бур'янів можна застосовувати гербіциди ДіаленСупер 464 SL, в.р.к., Пріма, с.е, Естерон 60, к.е., Калібр 75, в.г. і Магнум, в.д.г., Пріма та інші .

Просо може уражуватись багатьма видами грибних захворювань, у тому числі іржею, плямистостями листя, кореневими гнилями тощо.

Більшість із цих захворювань не завдають значного збитку посівам. Але у разі значного поширення хвороб необхідно застосовувати фунгіциди або висівати стійкі проти хвороб сорти. Вдаються також і до знезараження насіння фунгіцидами.

Просо є рослиною, яку мало «турбують» комахи. На посівах виявлено попелиць, цикадок, різноманітних жуків, клопа-черепашку, коників, дротяників, але значної шкоди культурі вони не завдають.

**Збирання.** Період збирання біомаси проса лозовидного може починатися із пізньої осені та продовжуватися впродовж усієї зими (за умови невеликого снігового покриву або його відсутності) і рано навесні до появи нових паростків. Біомасу із проса можна збирати як першого, так і другого року вирощування культури, але промислове використання настає на третій рік вегетації. Зазвичай просо лозовидне дає до 30% свого потенціалу біомаси у перший рік вегетації, до 70 - на другий рік і 100% потенціалу - починаючи із третього року використання посіву. Скошування та збирання проса лозовидного проводять із використанням звичайного обладнання, традиційного для сінокосіння, тобто валкоукладачами і прес-підбирачами, переважно один раз на рік. Дуже рідко - двічі, коли виникає потреба використати рослини на корм. Час збирання проса впливає на вихід біомаси і якість сировини, що, своєю чергою, має вплив на виробництво біопалива і пов'язану з ним економіку. Так, наприклад, якщо збирання врожаю біомаси відкладається до лютого - березня наступного року, вихід біомаси через втрати від вивітрювання, осипання листя, обламування стебел упродовж зимового періоду може знижуватися до 40%, збільшуються також втрати біомаси і в процесі збирання. Але водночас за зимовий період із біомаси вилуговується частина калію і хлору, що обумовлює зниження викидів шкідливих часток під час її спалювання. Висота зрізування проса під час збирання має бути не менше ніж 10–15 см. Це допомагає підтримувати ефективними точки росту і знижує проколи шин. Крім того, така висота стерні ефективніше затримує сніг узимку, в результаті чого зменшується випадання рослин у цей період. Во-

логість біомаси має становити не більше 15%, що гарантує високу якість сировини та дає змогу обійтися без сушіння у процесі її гранулювання. Гранули з проса мають нижчий рівень викидів шкідливих речовин порівняно зі спалюванням вугілля та природного газу. У процесі сушіння біомаси проса витрачається менше енергії, ніж для деревини, а під час згорання паливна маса свічграсу не коксується.

**Технологія зберігання врожаю.** Зібрану біомасу можна також зберігати у великих круглих або прямокутної форми (вважаються простіші в транспортуванні та обігу ) тюках, які зручні для спалювання у спеціальних котлах. Тюки слід зберігати в сухому приміщенні або під накриттям, бажано на піддонах. У посушливих районах просо можна зберігати навіть просто неба, на вулиці. Неналежні умови зберігання біомаси проса лозовидного можуть завдати до 25% збитків упродовж одного року.

## ЛЕКЦІЯ 5

### СОРГО БАГАТОРІЧНЕ (ТРАВА КОЛУМБА)

#### **Біологічні особливості.**

*Вимоги до температури.* За своїм походженням сорго багаторічне - тропічна, теплолюбна рослина. Вплив температури, особливо її нижнього порогу, на ранніх етапах розвитку рослин є визначальним. Хоча насіння починають проростати при температурі 8-10 ° С, однак оптимальна температура для проростання насіння, росту і розвитку знаходиться в межах 25-30 ° С. При температурі нижче + 8 ° С і вище 47 ° С насіння цієї культури не проростає.

Сходи не стійкі до весняних приморозків.

*Вимоги до вологи.* Трава Колумба є більш посухостійкою ніж кукурудза і суданська трава. Вид добре росте де річна кількість опадів складає 450-750 мм.

В США при випаданні 280 мм опадів, врожай зеленої маси склав 40 т/га.

Трава Колумба є не лише посухостійкою, але і добре відкликається на зволоження, краще ніж інші види сорго.

*Вимоги до ґрунту.* За відношенням до ґрунту сорго маловибаглива культура. Високі врожаї зеленої маси та насіння можна отримати як на важких, так і на легких супіщаних ґрунтах.

Сорго багаторічне - здатне рости на засолених і солонцюватих ґрунтах. Воно нормально росте і розвиватися при концентрації солей в ґрунті в два рази вище, ніж того вимагає кукурудза і є хорошою меліоративною культурою.

У перший рік життя рослини цвітуть і формують повноцінне насіння.

В умовах Полісся України від сходів до кущіння в середньому проходить 25 діб, від кущіння до виходу в трубку – 15, до викидання суцвіть – 25, до цвітіння – 10 діб. Після цього через 30 діб настає воскова стиглість і ще через 15 – повне досягання насіння. При вирощуванні на зелений корм вегетаційний період триває 70-80 діб, на насіння – 110-120 діб.

Важливою біологічною особливістю сорго є здатність його швидко відростати після скошування на зелений корм, завдяки чому можна отримати 2-3 укоси.

Найцінніша зелена маса в період викидання волоті. Облиственість в цей період становить 50-60%, а в період плодоношення знижується до 30-35%.

Як багаторічник, траву Колумба можна розміщувати поза сівозміною. Доцільно плантації закладати на схилах, де протипоказані щорічні висівання. Кращі попередники — ранні зернові.

### **Технологія вирощування.**

Як багаторічник, траву Колумба можна розміщувати поза сівозміною. Доцільно плантації закладати на схилах, де протипоказані щорічні висівання. Кращі попередники — ранні зернові.

Під зяблеву оранку потрібно вносити органічні (20 т/га) та фосфорно-калійні добрива ( $P_{45}K_{45}$ ), перед сівбою навесні — азотні ( $N_{45}$ ). Висівати зерно доцільно у вологий ґрунт. Перед сівбою верхній шар обов'язково потрібно ущільнити кільчасто-шпоровими котками.

Сівба. Тривалість періоду післязбиральної спокою насіння трави Колумба становить 3-4 місяці, а біологічна довговічність насіння досягає 15 років.

Оптимальний строк сівби – перша-друга декада травня, коли ґрунт уже прогрівся до 12-14 градусів. Польова схожість насіння – 75-80%.

При посіві сорго в непрогріту ґрунт ( $t = 7-8^{\circ}\text{C}$  на глибині -10 см.) сходи з'являються через 30-35 днів, а польова схожість знижується до 30%. Тому більш ранній посів сорго неприйнятний. При температурі ґрунту  $14-16^{\circ}\text{C}$  сходи з'являються на 10-12-й день після сівби.

Глибина загортання насіння — 2–3 см. На зелений корм, сіно, насіння сорго сіють широкорядним способом на ширину 45 або 70 см. Можливий і звичайний рядковий посів трави Колумба. Норма сівби — 20–25 кг на гектар.

В Україні створено два сорти трави Колумба, які занесено до Державного реєстру сортів рослин і рекомендовано для вирощування в зонах Лісостепу й Полісся України (сорт Парана) і в Степу (сорт Надєжда Востока).

У перший рік життя до змикання рядків сорго багаторічне потребує догляду. На посівах розпушують ґрунт і знищують бур'яни. Під час останнього міжрядного обробітку восени вносять фосфорно-калійні добрива із розрахунку 60 кг/га діючої речовини.

На другий і в наступні роки догляд за посівами незначний. Рано навесні посіви боронують, потім розпушують міжряддя. В цей самий час їх підживлюють азотними добривами ( $\text{N}_{60}$ ).

Збирання врожаю. Перший укіс доцільно проводити при настанні фенофаз масового викидання суцвіть- початку дозрівання насіння. Скошування спочатку проводять на висоті 8-10 см, останній укіс проводиться в більш пізні фенофаз розвитку на висоті 15-20 см.

Суцвіття трави Колумба у порівнянні з суданської травою і гумаєм відрізняються більшою продуктивністю. Насіннева продуктивність однієї волоті по роках варіює мало, тоді як на третій рік помітно знижується.

Насінництво трави Колумба ускладнюється двома чинниками: високим розміщенням волотей та схильністю до осипання з початком повної стиглості. На насіння потрібно залишити перший укіс. Насінники збирають прямим комбайнуванням на високому зрізі в завершальній фазі воскової стиглості.

Залишки стерні потім підкошують на сіно. Після збирання насіння посіви використовують на траву чи сіно протягом чотирьох років.

Трава Колумба має важливу позитивну якість: не скошений до початку осені травостій висихає в полі на корені. Потім, за потреби, його збирають як сіно в будь-який зручний час.

Шкідники багаторічне сорго не пошкоджують. У вологі роки фіксували на листках буру іржу.

## ЛЕКЦІЯ 6

### ЕЛЕВСІНА (ПРОСО ПАЛЬЧАСТЕ)

**Біологічні особливості.** По відношенню до умов вирощування елевсіна - типовий тропічний злак. Це рослина короткого дня - оптимум 12 год, з високою потребою в теплі (оптимум 25-28 ° С, мінімум - 16-18 ° С) і вологи. Кращі умови водозабезпечення в районах з сумою опадів - від 800 до 1000 мм на рік. При випаданні опадів в межах 500 мм елевсіна може дати задовільний урожай тільки в тому випадку, якщо вони сприятливо розподіляються. Найбільша потреба у воді у рослин перед викиданням суцвіття. У фазі кушіння культура досить посухостійка. Кращі ґрунти - легкі та середні суглинки, родючі, добре дреновані, з нейтральною або слаболужною реакцією. Для обробітку елевсіни мало підходять важкі, глинисті, а також кам'яністі і галькові ґрунту.

#### **технологія вирощування.**

*Місце в сівозміні.* Завдяки дуже високій стійкості до хвороб і шкідників пальчасте просо добре переносить беззмінні посіви за відсутності на полі бур'янів, особливо на початку кушіння, коли воно повільно зростає. Однак краще розмішувати дагуссу в сівозміні, підбираючи гарні попередники. В якості попередників використовують зернові (пшеницю, ячмінь, просо, сорго), зернобобові, картоплю, овочі, тютюн, олійні культури.

*Обробіток ґрунту.* Обробіток ґрунту повинен бути спрямований на очищення поля від бур'янів. Для цього після культур, які збирають рано, застосовують напівпаровий або поліпшений зяблевий обробіток, а після пізніх

культур - звичайний зяблевий обробіток. Після збирання ранніх культур відразу проводять лущення стерні на глибину 6-8см дисковими луцильниками ЛДГ10,ЛДГ15,ЛДГ20, після проростання бур'янів - оранку на глибину 20-22 см. Далі по мірі потреби поле слід боронувати та культивувати по мірі з'явлення сходів бур'янів. При багаторічному типі забур'янення після збирання попередника поле луцять дисковими луцильниками на глибину 6-8см, після проростання бур'янів, через 12-14днів, поле луцять лемішними луцильниками на глибину 12-14см, а потім, коли проростуть бур'яни - проводять зяблеву оранку на глибину 20-22см.

Основним завданням *передпосівного обробітку ґрунту* є збереження вологи в ґрунті, очищення від бур'янів, створення сприятливих умов для проростання насіння і одержання своєчасних сходів.

Загальноприйнятим обов'язковим прийомом є ранньовесняне боронування і вирівнювання поверхні фізично стиглого ґрунту за допомогою важких борін і волокуш вирівнювачів, які рухаються по полю під кутом 45° до напрямку оранки. Після появи сходів бур'янів проводять першу культивуацію на глибину 10-12 см. Другу хвилю пророслих бур'янів знищують передпосівним обробітком, який найкраще провести за допомогою комбінованих агрегатів типу РВК-3,6, Європак, ЛК-4. Передпосівний обробіток проводять на глибину загортання насіння. Якщо строки сівби пізніші, проводять 2-3 культивації, знищуючи при цьому нові хвилі пророслих бур'янів. Розрив у часі між передпосівним обробітком і сівбою повинен бути мінімальним - не більше півгодини.

До посіву поле повинно бути рівним з щільним насіннєвим ложем.

*Удобрення.* Просо добре відкликається на внесення органічних і мінеральних добрив. Але органічні добрива доцільно вносити під попередник, щоб уникнути додаткового забур'янення.

Під оранку вносять фосфорні та калійні добрива. Мінеральні добрива рекомендують вносити в різних дозах залежно від вологозабезпеченості місцевості. В районах з сумою опадів менше 700 мм без зрошування краще обмежувати добриво дозою азоту 20-40 кг/га і фосфору - 20 кг/га, калій -20 кг/га. При сумі опадів вище 700 мм дозу добрива рекомендують підвищувати до

рівня азоту - 40-60 кг/га, фосфору - 30-45, калію - 30-50 кг/га. Фосфорно-калійні добрива вносять восени, а азотні на весні, частину одночасно з сівбою, другу частину у підживлення через 25-30 днів після посіву.

*Сівба.* Сіяти елевсіну потрібно тоді, коли ґрунт на глибині 10см прогріється до 10-12°C і зникне загроза заморозків: в Степу це в середині квітня, Лісостепу - першій декаді травня, в Поліссі - в середині травня. На засмічених бур'янами полях та в регіонах недостатнього вологозабезпечення висівають широкорядним (45см) або стрічковим способом (45+15); за доброго вологозабезпечення на чистих полях - звичайним способом сівалками СЗ-3.6, СЗ-5.4, СЗТ-3.6, СЗЛ-3.6, СЗП-3.6, СЗС-2, широкорядні посіви - сівалками буряковими ССТ-12А з пристроєм СТЯ-23.000. Норма висіву залежить від способу сівби та коливається від 5 до 20 кг/га.

Глибина сівби за доброго вологозабезпечення на легких ґрунтах- 5-6 см, середніх-4-5, важких-3-4см. При недостатньому вологозабезпеченні глибину збільшують на 1-2см. Одночасно з посівом вносять половину азотних добрив.

*Догляд за посівами.* Вслід за сівбою проводять коткування котками ЗККШ-6. Для знищення бур'янів у стадії білої ниточки, за 2-5 дні до з'явлення сходів елевсіни посіви боронують легкими або середніми боронами (ЗПБ-0.6А, БЗСС-1.0) поперек сівби при швидкості 5-6км/год. Пізніше, у фазі кушення, при сильній забур'яненості можна використати гербіциди.

На широкорядних посівах перший міжрядний обробіток проводять у фазі 3-4 листків культиваторами УСМК-5.4, обладнаними плоскорізними лапами-бритвами на глибину 4-5см; друге -у фазі кушення тим же агрегатом із стрілочастими та долотоподібними лапами на глибину 5-6см ( при потребі з одночасним підживленням азотними добривами). Якщо є потреба, третє розпушування міжрядь виконують на таку ж глибину в середині фази стеблуння.

*Збирання врожаю.* Дозрівання проса нерівномірне, особливо пізньостиглих сильно кущистих сортів.

На час збирання солома елевсіни сира, або й зелена. Тому збирати треба роздільним способом, коли у більшості волотей досягне 80% зернівок.



Скошене у валки просо пальчасте обмолочують, коли вологість зерна зменшиться до 15-16% і достатньо підсохне солома. Обмолот треба проводити добре відрегульованими комбайнами і не допускати обрушування зерна.

## ЛЕКЦІЯ 7

### МАЛЬВА ПЕНСІЛЬВАНСЬКА (СІДА)

#### Біологічні особливості

Батьківщина мальви пенсільванської: Північна Америка, Центральна Європа. Поширена в частинах Східної та Північної Америки на берегах річок та в заболочених місцевостях.

Найбільші території вона займає в межах річки Канавха і долини річки Огайо в Західній Вірджинії. Росте також біля доріг і залізниць на ділянках з доброю освітлюваністю та вологозабезпеченням, а також у терасах і заплавах річок. Але тут її поширення є рідкісним і місцевим явищем. Мальва пенсільванська занесена до Червоної книги.

Батьківщина та природні місця поширення зумовлені біологічними особливостями цієї культури.

*Вимоги до температури.* Невимоглива до тепла. Зимостійкість дуже хороша. Рослини з сильнорозвинутою кореневою системою можуть без проблем витримувати морози до  $-35^{\circ}\text{C}$ . Проте холод навесні сповільнює проростання паростків.

Сходи їх починають з'являтися при температурі  $+5...+7^{\circ}\text{C}$ , а більш інтенсивно при  $+15...+20^{\circ}\text{C}$ . Вони здатні переносити весняні приморозки до мінус  $1...3^{\circ}\text{C}$ . Вегетуючі рослини витримують короткочасне зниження температури, рано весною до мінус  $3...4^{\circ}\text{C}$ , а восени – до мінус  $5...6^{\circ}\text{C}$ .

*Вимоги до вологи.* До вологи мальва пенсільванська відноситься неоднозначно – добре росте при достатній вологості і досить стійка до засухи. Посухостійкість її зумовлена добре розвинутою і глибоко проникаючою кореневою системою.

Посуха навесні сповільнює проростання паростків і розвиток рослин.

Сіда витримує короткочасне затоплення до двох неділь, що дуже важливо при виборі місць розміщення плантацій.

*Вимоги до світла.* За потребою до світла сіда багаторічна є геліофітом.

Світлолюбна рослина, яка виносить півтінь. У затінку мальва пенсільванська витягується і знижує свою продуктивність.

*Вимоги до ґрунту.* Мальва пенсільванська не вимоглива до ґрунту, однак активно реагує на родючість ґрунту. Вона добре росте на багатих ґрунтах, у той же час формує достатній врожай і на бідних ґрунтах. Непридатні для неї – дуже кислі, заболочені і перезволожені ґрунти. Росте на одному місці – 15-20 років. Але на легких і піщаних землях погано розвивається.

### **Технологія вирощування**

*Попередники.* Під плантацію мальви пенсільванської ділянку вибирають виходячи з біологічних особливостей рослин і вимог до екологічних факторів. З огляду на те, що сіда продуктивно вирощується на одному місці до 20 років, то її необхідно розміщувати на вивідному полі сівозміни, на прифермських ділянках, еродованих і рекультивованих землях. Завдяки могутній кореневій системі, вона становлять інтерес для закріплення схилів, ярів, піщаних ділянок. У зв'язку з цим важливе значення мальва має для вирощування в ґрунтозахисних сівозмінах, де паралельно з люцерною, еспарцетом і іншими культурами з великим успіхом можуть вирощуватися протягом п'яти і більше років.

Сіда не вибаглива до попередників. Вона росте на ріллі, перелогах і на полях, які уже 4-6 років не оброблялися. Важливим чинником для росту є достатнє водозабезпечення ґрунту, тому кращими попередниками є рослини, які не висушують ґрунт: зернові, крім кукурудзи, бобові. Оскільки під енергетичні культури відводять зазвичай гірші поля то попередниками будуть зернові, цілинні землі, пасовища.

Мальва пенсільванська, у свою чергу, є гарними попередниками для зернових, зернобобових і овочевих культур. Як культури з високою біологічною активністю, вони позитивно впливають на агрофізичні, агрохімічні

і агробіологічні властивості ґрунту і сприяють росту, розвитку і підвищенню продуктивності наступних культур сівозміни.

*Обробіток ґрунту.* Обробіток ґрунту буде залежати від попередника. Після зернових попередників поле луцять луцильниками, а при недостатній вологості ґрунту боронують дисковими боронами на глибину 8-10 см. На цілих землях та перелогах для знищення багаторічних бур'янів обробляють препаратами на основі гліфосатів. Через 2-3 тижні проводять оранку з передплужниками на глибину 27-30 см, в агрегаті з боронами, що забезпечить якісне розпушення ґрунту та закриття вологи. Ранньою весною за настання фізичної стиглості ґрунту для закриття вологи проводять культивуацію з боронуванням. За висаджування кореневищ інших обробітків ґрунту не проводять.

За сівби насінням мальви пенсільванської потрібно добре підготувати ґрунт. При підзимній сівбі оранку необхідно проводити якомога раніше, у вересні. Передпосівна культивуація проводиться на глибину 6-8 см найкраще комбінованим агрегатом. При ранньовесняних строках сівби передпосівну підготовку ґрунту починають дуже рано, після дозрівання ґрунту, закриттям вологи зубовими боронами у два сліди. Незалежно від способу підготовки ґрунту обов'язковою умовою передпосівного обробітку є коткування площі до сівби.

*Удобрення.* Потребує багато елементів живлення, тому удобрення повинно бути комплексним. Дослідженнями вчених доведено, що для одержання до 15 т/га сухої маси необхідно вносити  $N_{150-250}$ ,  $P_{80-120}$ ,  $K_{100-150}$  кг/га.

При закладанні плантації під основний обробіток ґрунту вносять 40-60 т/га органічних добрив та 60-90 кг/га діючої речовини фосфорно-калійних добрив. Азотні добрива в дозі 60-90 кг/га діючої речовини краще вносити під весняну культивуацію або як підживлення при міжрядному обробітку в період вегетації. Крім цього щороку необхідно вносити по 60-120 кг/га NPK. Фосфорно-калійні добрива слід вносити осінню під час останнього міжрядного обробітку, а азотні – весною спочатку вегетації.

*Підготовка насіння, сорти.* Без попередньої підготовки схожість свіжозібраного насіння становить 10-15%.

Схожість насіння збільшують різними методами, зокрема механічне пошкодження оболонки насіння, запарюючи в гарячій воді, обробка сірчаною кислотою, опромінення.

За весняних строків сівби насіння необхідно стратифікувати. Для цього насіння після надмірного зволоження протягом доби змішують з стружкою або піском в співвідношенні 1 : 3, засипають в ящики шаром 10-15 см і витримують за температури 0...+ 2°C протягом 60-80 днів, перемішуючи через кожних 2-3 тижня, при необхідності додатково зволожуючи. Після того як насіння в ящиках почне проростати температуру знижують до мінус 2-3°C.

Зареєстровано два сорти мальви пенсільванської: Вірджінія та Фітоенергія. Оригіраторами сортів є Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка НАНУ.

*Сівба, садіння.* Мальва пенсільванська може розмножуватися як насінням, так і вегетативно. Під час вирощування використовують обидва способи. Проте, рослини які вирощені від вегетативного методу розмноження в перший рік вегетації, сильніші і стійкіші до несприятливих умов [4].

Проводять сівбу насінням та висадку частинами кореневища весною коли температура ґрунту 6-8°C, а це припадає на I-II декади квітня. Якщо є ризик похолодання терміни сівби чи висадки відтермінуються.

Для забезпечення оптимальної густоти рослин необхідно висаджувати 25000 шт./га за такою схемою: міжряддя 80 см і 50 см відстань між рослинами в рядку. Під час вирощування мальви пенсільванської на заболочених і забруднених місцях стічними водами норму висадки збільшують до 80000 шт./га, і садять за схемою: міжряддя 50 см і 25 см відстань між рослинами в рядку. За сівбі насінням мальви пенсільванської оптимальна норма висіву при широкорядному посіві на 45 см для сіди – 5-6 кг/га. При сівбі з міжряддями 70 см норма висіву становить 3-4 кг/га. Глибина заробки насіння на важких ґрунтах повинна бути 1-2 см, середніх – 2-3 і на ґрунтах з легким механічним складом – до 4 см. Обов'язково враховують схожість наперед підготовленого

насіння. Найкраще висівати насіння сівалками з анкерними сошниками, які ущільнюють насіннєве ложе підтягуючи вологу. На ґрунтах, які не схильні до утворення ґрунтової кірки, після сівби є доцільним коткування.

*Догляд за посівами.* Після сівби проводиться до- і післясходове боронування легкими боронами.

Важливим елементом технології вирощування мальви пенсільванської є міжрядний обробіток, який проводиться у фазі початку стеблуння при наявності на рослині 4-6 листків на глибину 4-5 см. У фазі стеблуння необхідно проводити другий міжрядний обробіток на глибину 6-8 см.

Після збирання врожаю проводиться останній міжрядний обробіток на глибину 6-8 см. Його необхідно поєднати з внесенням у ґрунт фосфорно-калійних добрив у дозі 60-90 кг/га.



Рис. 7.1 Сходи мальви пенсільванської

В другий і наступні роки вегетації догляд за посівами простий. Рано навесні на плантаціях багаторічних кормових мальвових необхідно провести боронування. На початку відростання (фаза початку стеблуння) при висоті рослин 15-20 см необхідно проводити розпушування міжрядь з одночасним внесенням азотних добрив у дозі 45-60 кг/га. Наприкінці вегетації, восени,

обов'язково проводиться культивація з внесенням фосфорно-калійних добрив у дозі 60-90 кг/га діючої речовини.

Мальва пенсільванська до хвороб та шкідників є стійкою і практично не уражується. Тому додаткових заходів щодо боротьби з шкідливими організмами не проводять.

У рік сівби чи висадок, рослини розвиваються дуже повільно а тому сильно забур'янюються. Для знищення дводольних та деяких злакових бур'янів використовують Бетанал Прогрес ОФ – 1 л/га. За потреби знищення багаторічних злакових бур'янів проводять обприскування препаратом Фузілад Супер – 2-3 л/га. Осінню опале листя щільно вкриває ґрунт та захищає рослини від вимерзання, а весною стримує розвиток бур'янів (однорічних). Паростки з'являються з ґрунту в квітні або на початку травня з бруньок в основі пагонів попереднього року і від кінців численних кореневищ, що відростають. Кожного року з кореневої системи проростає від 20 до 40 паростків. Крім того, насіння зимою розсипається і проростає ранньою весною. Бур'яни не витримують конкуренції з боку молодих швидкорослих пагонів. Тому на другий рік після висадки чи сівби, та в наступні роки вирощування мальви пенсільванської боротьби з бур'янами не проводять.

Обов'язковою є осіння обрізка стебла під корінь, яка покращує відростання молодих бруньок в основі пагона попереднього року.

### **Збирання та використання біомаси**

Час жнив залежить від цілей використання, а отже і від вологості стебел. Для переробки на біогаз та на корм для тварин рослини можуть скошувати двічі впродовж вегетаційного періоду або осінню коли вони ще укріті листям. Врожайність при цьому складає 100 тон свіжої маси з гектару за вологості від 40 до 60%.

Для безпосереднього згоряння маси вологість повинна бути не значною. Для цього термін жнив переносять на зиму. Зниження вологості відбувається за морозної і сухої погоди (табл. 2).

**Вологість біомаси мальви пенсільванської залежно від часу збирання**

Період жнив	Вологість біомаси
Осінь	55 – 28%
Зима	37 – 23%

Збирають урожай сухої маси з грудня по березень. А за сухої погоди збирати біомасу можна аж до квітня, але до того як рослини знову пустять пагони. Збирання у зимову суху погоду дозволяє обходитися без додаткового дорогого сушіння за використання біомаси на спалювання. Вологість біомаси мальви за зимових жнив коливається в межах 23%, тоді як вологість, наприклад, верби коливається в межах 50%. Така вологість є оптимальною для пресування біомаси в брикети. Річна продуктивність мальви пенсільванської, з хорошими параметрами як палива, значно більша, ніж швидкорослих деревних порід, наприклад, верби (рис 5). Таке виробництво брикет є енергетично та економічно ефективним. Суха маса збирається спеціальними машинами та легко подрібнюється одразу на полі і перевозиться на заводи, де пресується у брикети. Витрата на виробництво таких брикет становить 25 EUR/т.



Рис. 7.2 Поперечний розріз стебла мальви пенсільванської (з ліва) та верби (з права).

Машини для збирання врожаю енергетичних рослин, є економічно недосяжними для більшості фермерів, які вирощують енергійні рослини. Окрім того, ці машини не виправдовують очікувань виробників, оскільки робочі органи для зрізування є низької якості (швидко спрацьовуються і виходять з



ладу) і мають обмежену функціональність. Так, Польський SME планує розробити машину, що зрізає рослини мальви пенсільванської, які не потребують досушування і відразу переробляє цю біомасу в брикети на полі. Це скоротить витрати на перевезення, яке є часто критичним елементом ціни брикет і робить виробництво економічно неефективним.

На практиці фермери, які не можуть закупити спеціальних машин для збирання сухої маси використовують для цього звичайні зернозбиральні комбайни з гідрофікованим копнувачем. Мальва пенсільванська трав'яниста рослина, яка нормально піддається зрізуванню комбайнами. Це ще одна перевага мальви пенсільванської над швидкорослими дерев'янистими рослинами.

Після збирання сухої маси транспортують на заводи, які переробляють її на біопаливо. Такі міні заводи розміщують поблизу полів в межах існуючої інфраструктури. Завод складається з 3-х головних елементів: сушарки, млина і преса. Біомаса з мальви пенсільванської без досушування іде відразу на млин, а після цього на прес. Виробнича потужність такого заводу – 1 т/год. Щорічний виробіток близько 6000 т брикетів і енергоспоживання – 600 МВт год./рік. Енергія від вироблених брикет 30000 МВт год./рік, що дорівнює 108000 ГДж/рік. Річні експлуатаційні витрати такого заводу: 330000 EUR, річний дохід від продажу палива – 480000 EUR (80 EUR/т). А звідси річний операційний прибуток – 150000 EUR.

Брикети виготовлені з мальви мають дуже високу щільність і є зручними у використанні як для приватних осель, так і промислових заводів (рис. 7). Характеристики продукту: діаметер – 6-8 мм, довжина – 2-3 см, щільність: 1,15 кг/м<sup>3</sup>, теплотворення – 18 МДж/кг, високий градус однорідності.

На відміну від посадок швидкорослих деревних порід вирощуючи мальву пенсільванську можна отримувати прибутки уже на другий рік після закладки. Теплота згоряння біомаси з 1 га мальви пенсільванської навіть за несприятливих погодних умов є вищою за теплоту згоряння деревних порід старих насаджень. Тому, використання мальви пенсільванської як джерела енергії є дуже перспективне.



## ЛЕКЦІЯ 8

### ЛАВАТЕРА ТЮРІНГСЬКА (ХАТЬМА ТЮРІНГСЬКА)

#### Біологічні особливості

Багаторічні мальви мають широку екологічну амплітуду. Вони морозо- і зимостійкі рослини. В другий і наступні роки життя переносять морози без снігу до мінус 15...160С, а під снігом до мінус 36...380С.

Сходи їх починають з'являтися при температурі +5...+70С, а більш інтенсивно при +15...+200С. Вони здатні переносити весняні приморозки до мінус 1...30С. Вегетуючі рослини витримують короточасне зниження температури, рано весною до мінус 3...40С, а восени – до мінус 5...60С. За потребою до світла хатьма тюрингська є гемісціофітом. До вологи багаторічні мальви відносяться також по-різному – добре ростуть при достатній вологості і дуже стійкі до посухи.

Багаторічні мальви активно реагують на родючість ґрунту. Ці культури добре ростуть на багатих ґрунтах, у той же час формують достатній врожай і на бідних ґрунтах. Непридатні для них – дуже кислі, заболочені і перезволожені ґрунти.

Хатьма чутлива до добрив, особливо до органічних і азотних. При закладці багаторічних плантацій важливою умовою для одержання високих врожаїв є внесення в ґрунт 40-60 т/га органічних добрив. Крім цього, виходячи з високої врожайності надземної маси щорічно під посіви хатьми тюрингської необхідно вносити по 60-90 кг/га.

#### Сорти

В Україні створено один високопродуктивний сорт, який занесено до Державного реєстру сортів рослин та рекомендований для вирощування у трьох агрокліматичних зонах України – 'Стугна-1' .

#### Технологія вирощування

Під плантацію багаторічних мальвових ділянку вибирають виходячи з біологічних особливостей рослин і вимог до екологічних факторів. З огляду на

те, що хатьма тюрингська продуктивно вирощується на одному місці до 10, то їх необхідно розміщувати на вивідному полі сівозміни, на прифермських ділянках, еродованих і рекультивованих землях. Завдяки могутній кореневій системі, вони становлять інтерес для закріплення схилів, ярів, піщаних ділянок. У зв'язку з цим важливе значення багаторічні мальви мають для вирощування в ґрунтозахисних сівозмінах, де паралельно з люцерною, еспарцетом і іншими культурами з великим успіхом можуть вирощуватися протягом п'яти і більше років.

Попередниками багаторічних мальвових можуть бути озимі зернові, ячмінь, овес, а також просапні культури – кукурудза, рання картопля, овочі. Багаторічні мальви, у свою чергу, є гарними попередниками для зернових, зернобобових і овочевих культур. Як культури з високою біологічною активністю, вони позитивно впливають на агрофізичні, агрохімічні і агробіологічні властивості ґрунту і сприяють росту, розвитку і підвищенню продуктивності наступних культур сівозміни.

При розміщенні багаторічних мальвових після озимих або ярих зернових культур, обробіток ґрунту починають відразу з лущення стерні. Гарний ефект у боротьбі з бур'янами дає дворазове лущення стерні на глибину 8-10 см дисковими лущильниками і дисковими боронами. Це сприяє зниженню кількості бур'янів на 50-70%. Зяблеву оранку необхідно проводити у вересні-жовтні на глибину 25-27 см плугами з передплужниками.

Передпосівний обробіток ґрунту необхідно проводити залежно від строку сівби, восени або рано весною. При підзимній сівбі оранку необхідно проводити якомога раніше, у вересні. Передпосівна культивування проводиться на глибину 6-8 см найкраще комбінованим агрегатом. При ранньовесняних строках сівби передпосівну підготовку ґрунту починають дуже рано, після дозрівання ґрунту, закриттям вологи зубовими боронами у два сліди. Гарну якість передпосівної підготовки ґрунту забезпечують пружинні борони або культиватори. Незалежно від способу підготовки ґрунту обов'язковою умовою передпосівного обробітку є коткування площі до сівби.

Оптимальним строком сівби є підзимній – 2-3 тижня до настання стійких морозів, з таким розрахунком, щоб насіння в рік сівби не дали сходів. Насіння при цьому за осінньо-зимовий період у ґрунті проходить природну стратифікацію і з потеплінням, рано весною дружньо проростає (III декада квітня-I декада травня). Масові сходи з'являються на 20-25 діб раніше, ніж при весняній сівбі. Для весняної сівби насіння необхідно стратифікувати.

Багаторічні кормові мальви можна вирощувати тільки в широкорядних посівах як просапну культуру. Ширина міжрядь становить 45 або 70 см. При широкорядних посівах краще використовувати овочеві сівалки або ж переобладнану бурякову сівалку.

Оптимальною нормою висіву при широкорядному посіві на 45 см для хатми тюрингської є 6-7 кг/га. При сівбі з міжряддями 70 см норма висіву хатми тюрингської становить 5-6 кг/га.

Глибина заробки насіння на важких ґрунтах повинна бути 10-20 мм, середніх – 20-30 і на ґрунтах з легким механічним складом – до 40 мм.

Після сівби проводиться до- і післясходове боронування легкими боронами.

Важливим елементом технології вирощування багаторічних культур родини мальвових є міжрядний обробіток, який проводиться у фазу початку стеблування при наявності на рослині 4-6 листків на глибину 4-5 см. У фазу стеблування необхідно проводити другий міжрядний обробіток на глибину 6-8 см.

Після збирання врожаю проводиться останній міжрядний обробіток на глибину 6-8 см. Його необхідно поєднати з внесенням у ґрунт фосфорно-калійних добрив у дозі 60-90 кг/га.

В другий і наступні роки вегетації догляд за посівами простий. Рано навесні на плантаціях багаторічних кормових мальвових необхідно провести боронування. На початку відростання (фаза початку стеблування) при висоті рослин 15-20 см необхідно проводити розпушування міжрядь з одночасним внесенням азотних добрив у дозі 45-60 кг/га. Наприкінці вегетації, восени,

обов'язково проводиться культивація з внесенням фосфорно-калійних добрив у дозі 60-90 кг/га діючої речовини.

Багаторічні мальви мають високу біологічну і реальну насіннєву продуктивність. З 1 га вони забезпечують 800-1200 кг насіння. Коефіцієнт розмноження їх становить 200-300 га.

## ЛЕКЦІЯ 9

### ЩАВНАТ (ЩАВЕЛЬ УТЕУША)

#### Біологічні особливості.

Незалежно від часу посіву в перший рік вегетації сорти щавнату генеративних пагонів не утворюють, але формують потужну прикореневу розетку листків.



Сорти біоенергетичного призначення (Біекор-1) мають потужніший габітус. Суцвіття має злегка бурувате забарвлення. Розеткові листки великі, яйцеподібно-ланцетної форми, без вираженого антоціанового забарвлення. Стебло набагато потужніше, має більший діаметр у основі. На рослині утворюється не менше як 4 продуктивних генеративних пагони. Листки стеблові довгочерешкові, мають ланцетоподібно-видовжену форму, гладенькі, без антоціанового забарвлення.

Щавнат високопластична культура, до зовнішніх чинників невибаглива, посухо-, холодо- і зимостійка рослина. На початку вегетації (навесні) витримує приморозки мінус 3...5°C. Восени вегетуючі рослини витримують заморозки до мінус 4...6°C. Сума ефективних температур (вище 5°C) від початку весняного відростання до першого укусу на зелень становить 50-60°C, на корм – 323-384°C, до досягання насіння – 800-830°C. Сстійка до вимокання та випрівання.

#### Технологія вирощування

Щавнат у перший рік вегетації високого врожаю не дає і погано росте під покривом інших рослин. Результати багаторічних досліджень свідчать про те, що щавнат можна сіяти з ранньої весни до кінця червня. Пізніші строки сівби

(до першої декади вересня) хоча й забезпечують нормальну перезимівлю рослин, але не дають повноцінного врожаю зеленої маси і насіння на другий рік життя.

Для раціонального використання площі, щавнат доцільно вирощувати після проміжних культур: суріпиці озимої, ріпаку озимого, жита озимого, вико-вівсяної суміші, редьки олійної, — які скошують на зелений корм. Тож оптимальним для висіву є червень, бо період від нього забезпечує нормальний вегетативний і генеративний розвиток на другий і наступні роки життя.

Щавнат як багаторічну культуру потрібно вирощувати поза сівозміною. Площа має бути вирівняною, чистою від бур'янів і удобреною. Підготовку ґрунту під висів потрібно починати з луцення стерні після збирання попередника, внесення добрив і переорювання з одночасним ущільненням. Якщо плантацій щавнату використовуються протягом п'яти-шести років доцільно під оранку вносити 40 – 60 т/га органічних добрив або мінеральні добрива, з розрахунку діючої речовини: азоту — 90 – 120 кг, фосфору — 60 – 90 і калію — 90 – 120 кг на один гектар.

Щавнат із урожаєм надземної маси 10 т у фазі бутонізації-цвітіння виносить: азоту — 41 – 43 кг; фосфору — 25 – 27; калію — 43 – 47; кальцію — 28 – 32 кг. Після переорювання три-чотирирічних плантацій у ґрунті залишається 35 – 40 т/га органічних решток, що містять близько 2200 кг азоту, 1400 — фосфору, понад 1000 кг калію.

Найбільш раціональний спосіб висіву для щавнату — широкорядний, на зелений корм, а для силосу його доцільно вирощувати з міжряддями 45 см, а на насіння — 70 см. При цьому в обох способах висіву на другий і наступні роки життя рослини в міжряддях змикаються.

На енергетичні цілі щавнат можна вирощувати з міжряддями 25–30 см. Хоча це дещо ускладнює догляд за рослинами, але дає можливість формувати максимальну густоту стебел на одиницю площі, які в енергетичному плані є ціннішими за листки.



Висівати щавнат можна свіжозібраним насінням, яке не має періоду спокою. Глибина

загортання насіння — 15 – 25 мм. За оптимальних погодних умов сходи з'являються через шість-вісім діб після сівби. Лабораторна схожість насіння — 96 – 98%, польова — 75 – 80% відсотків.

Перед і після висівання ґрунт треба ущільнювати. Оптимальна норма висіву насіння — 5 – 6 кг (1,7 – 2,2 млн. шт.) на 1 га. Щавнат у разі загущення посівів самозріджується.

Для сівби можна використовувати овочеві, бурякові й селекційні сівалки. Під час висівання щавнату для баласту можна застосовувати гранульоване мінеральне добриво — нітрофоску або нітроамофоску в співвідношенні 1:2. Це, спершу, сприяє рівномірному висіву насіння, а надалі поживні речовини сприятливо впливають на вегетацію рослин.

Догляд за посівами в перший рік такий: досходове боронування легкими боронами й розпушування міжрядь. Першу культивуацію здійснюють на глибину 4 – 5 см за повного позначення рядків, другу — на глибину 6 – 8 см, коли розетки виростають заввишки 10 – 12 см. За потреби можна проводити третю культивуацію.



На другий і наступні роки вегетації догляд за посівами простий. Рано навесні на плантації потрібно провести боронування. На початку відростання (за висоти рослин 15–20 см) міжряддя розпушують на глибину 8 – 10 см з одночасним внесенням азотних добрив (45 – 60 кг/га).

Після кожного скошування рослин потрібно проводити культивуацію. Наприкінці вегетації, восени, обов'язково культивують і одночасно вносять фосфорно-калійні добрива: 40 – 45 кг/га фосфору і 45 – 50 кг/га калію.

Насіння щавнату збирають у фазі повної стиглості. Саме тоді на рослинах повністю висихають листки та стебла. Значна кількість листків на рослині до періоду збирання насіння, починаючи з нижнього ярусу, опадає. Насіння

підсихає та має вологість не вище 20%. Збирають його прямим способом на високому зрізі.

Після обмолоту насіння негайно очищають від інших домішок та залишків і підсушують до нормальної вологості (8–10%).

Рівень рентабельності насінників становить 1500 – 1600%; за використання в їжу — близько 1000, на зелений корм — майже 800 відсотків.

Для енергетичних потреб щавнат треба скосити й висушити, подрібнити, а потім спресувати. Такі брикети можна продавати як паливо для печей. Вони горять не гірше за дрова.

Шкідники та хвороби. Сорти щавнату, загалом, стійкі проти хвороб і шкідників. Але буває, особливо восени, що деякі розеткові листки пошкоджуються антракнозом — буріють і сохнуть. У період вегетації фіксували пошкодження листків листоїдом і буряковим довгоносіком.

Щавнат має багаторічну стрижневу кореневу систему. Він не формує корневих і стеблових відростків, і тому поширення його вегетативним способом як у культурі, так і в природі не можливе.

Багаторічні плантації щавнату можна знищити за один вегетаційний період за допомогою механічного обробітку. Після ліквідації плантації в ґрунті залишається значна кількість органічних решток. Щавнат є добрим попередником для зернових і зернобобових культур.

В Україні для вирощування на енергетичні цілі використовують щавнат сорту Бієкор-1.

**БІЕКОР-1.** Заявник Рахметов Джамал Бахлул Огли. Сорт створений методом віддаленої гібридизації щавлю шпинатного з щавлем тянь-шанським і наступним відбором за кормово-овочево-біоенергетичним показникам.

*Ознаки сорту:* Рослина: висота розетки в 1-й рік життя через два тижні після осіннього рівнодення висока, висота (навесні) в 2-й рік життя від середньої до високої, тип куща прямий, інтенсивність пагоноутворення від середньої до сильної, зелене забарвлення листків (спостереження в кущах) помірне, тенденція до утворення суцвіть в рік посіву відсутня або дуже слабка, інтенсивність утворення генеративних пагонів сильна, час викидання суцвіття

(на другому році життя) від раннього до середнього, час початку цвітіння - від раннього до середнього, форма суцвіття (волоті) прямостояча.

Стебло: тип прямостояче, форма у основі циліндрична, опушеність відсутня або дуже слабка, діаметр у основі від середнього до великого, кількість міжвузлів від середньої до великої, інтенсивність антоціанового забарвлення відсутня або дуже слабка.

Листок: листовая пластинка (у розетці) від середнього до довгого, форма краю листкової пластинки (у розетці) цілісна, форма краю листкової пластинки (на стеблі) слабохвиляста, черешок розеткових листків від середнього до довгого, довжина центрального розеткового листка дуже довгий, ширина центрального розеткового листка від середнього до довгого, м'якість ніжна.

Суцвіття: довжина (за повного розвитку) довге, забарвлення буре. Насіння коричневого кольору, досягання дружнє. Сорт подібний до сорту Румекс ОК-2, але сорт БЕКОР -1 має потужніший габітус. Суцвіття має злегка бурувате забарвлення на відміну від попередніх сортів, які мають червоно-буре та бурувато-рожеве забарвлення. Розеткові листки великі, яйцеподібно-ланцетної форми, без вираженого антоціанового забарвлення. Черешки довші, без антоціанового забарвлення. Стебло набагато потужніше, має більший діаметр у основі. На рослині утворюється не менше як 4 продуктивних генеративних пагони. Вони за морфометричними показниками однакові на відміну від попередніх сортів. Листки стеблові довгочерешкові, мають ланцеподібно-видовжену форму, гладенькі, без антоціанового забарвлення. Сорт середньоранній, відрізняється високою продуктивністю зеленої маси і насіння. Середня урожайність сухої речовини 125 ц/га, максимальна 130 ц/га. Вміст білка 27,7%, клітковини 18,4 ц/га. Сорт зимостійкий та посухостійкий. Має сильну інтенсивність відростання після скошування на корм, а також має здатність формування отави після збирання насіння. Землі запропоновані для вирощування богарні та зрошувані. Рекомендовано використовувати у зонах Лісостепу та Полісся.



## ЛЕКЦІЯ 10

## ТОПІНАМБУР (ЗЕМЛЯНА ГРУША)

**Біологічні особливості**

Стосовно зовнішніх чинників розвитку і географії вирощування топінамбур - невибаглива, екологічно пластична рослина. В період початкової вегетації росте поволі. Максимальні прирости збігаються з початком формування бульб у липні-серпні. У другій половині вересня спостерігаються всихання нижніх листків, припинення росту надземних органів і збільшення маси бульб, яке продовжується до кінця пізньоосінньої вегетації рослин, за рахунок відтоку пластичних речовин із зелених органів, які ще вегетують. Вегетаційний період топінамбура тривалий, досягає 180 – 200 днів.

*Вимоги до тепла.* Широка географія вирощування топінамбура свідчить про велику стійкість до високих і низьких температур. Навесні сходи переносять заморозки до  $-4 - -5^{\circ}\text{C}$ , а восени рослини вегетують до  $-7 - -8^{\circ}\text{C}$  морозу і можуть витримати короткочасне похолодання до  $-15^{\circ}\text{C}$ . Бульби витримують навіть заморожування до  $20^{\circ}\text{C}$  морозу, не втрачаючи життєздатності. Під снігом бульби не гинуть і в суворі зими з морозами до  $-40^{\circ}\text{C}$  і нижче.

Високі температури рослина переносить добре. Але слід враховувати, що бульби топінамбура мають дуже тонкий корковий шар та у разі їх збирання у весняний період вони швидко втрачають вологу, що значно погіршує подальшу схожість при посадці.

*Вимоги до вологи.* Топінамбур використовує вологу із орного і більш глибоких горизонтів ґрунту. Створюючи після змикання міжрядь суцільний травостій порядку 30-40 тис. рослин на га, він запобігає випаровуванню вологи з ґрунту. Такі посадки не продуваються, на поверхню ґрунту не проникають сонячні промені. Тому топінамбур легко переносить короткочасні засухи. Тільки інколи у спекотні липневі й серпневі дні на супіщаних підзолистих ґрунтах у денні години спостерігається часткове в'янення нижніх листків. До ранку рослини набувають нормального тургору.

Щодо вологи критичними вважаються фази появи сходів і утворення бульб. Нестача вологи в ґрунті, особливо в період бульбоутворення і бутонізації (кінець літа), негативно впливає на урожайність бульб і зеленої маси. Тому хороші врожаї можна отримати в цьому випадку у разі зрошення. Добре реагуючи на поліпшення забезпеченості вологою, рослини можуть витримувати короткочасне затоплення, але бульби погано перезимовують в ґрунті за близького стояння ґрунтових вод.

*Вимоги до світла.* Топінамбур рослина "короткого" дня. Із просування на північ його розвиток сповільнюється, в умовах довгого дня і зниження температур у рослини затримується формування бульб та генеративних органів, але посилюється нагромадження вегетативної маси.

За відношенням до світла топінамбур маловимогливий. Впродовж п'яти років ми не спостерігали різниці в розвитку і врожайності у двох групах рослин - освітленою увесь світловий день і тої, що знаходилася під покривом листяних дерев, які затінювали посадку з півдня. Однак у загущених посівах нижні листки освітлюються мало і всихають навіть за наявності вологи, урожай бульб зменшується.

*Вимоги до ґрунту.* Топінамбур добре росте на всіх типах ґрунтів, за винятком солонців і солончаків. Найкращими для нього є легкі за механічним складом суглинисті й супіщані ґрунти з глибоким і окультуреним орним шаром і хорошим зволоженням. На важких глинистих ґрунтах бульби деформуються, набуваючи часто потворну форму. Кислі ґрунти (менше рН 6.5) топінамбур погано переносить.

Рослини в 1,5-2 рази збільшують свою продуктивність у разі внесення добрив. Органічні добрива (до 100 т / га) і мінеральні (азот, фосфор, калій) не тільки збільшують урожайність зеленої маси і бульб, але і роблять позитивний вплив на вміст цукрів і протеїну в рослинах. Рослини особливо багато виносять з ґрунту калію. Тому дози калійних добрив повинні бути підвищеними.

Спостереженнями за плантаціями багаторічного користування (не менше 5 років на одному місці) зазначено, що якщо навіть у перший рік були обрані ділянки з низькою родючістю, то через 3 - 4 роки стає помітним поліпшення

поля. Кількість злісних бур'янів різко скорочується, ґрунт структурується і навіть збільшується кількість гумусу. Це пояснюється тим, що високорослий топінамбур сильно затінює і пригнічує розвиток бур'янів, після збирання залишається багато поживних залишків (від зеленої маси, коренів і бульб) і різко збільшується кількість дощових черв'яків.

### **Технологія вирощування**

Топінамбур має кореневу систему і надземні органи що відмирають, але володіє здатністю вегетативного відновлення від бульб, що зимують у ґрунті. Такі рослини прийнято вважати багаторічними рослинами.

На одному місці за оптимального догляду топінамбур може забезпечити стабільні високі врожаї 10 і більше років. Без догляду також росте довго, але перетворюється на дикі малопродуктивні зарості, які дають незначні врожаї зеленої маси і бульб. Тому топінамбур вирощують переважно на ділянках поза сівозміною.

Вирощування топінамбура поза сівозміною в попередні роки нерідко диктувалося тією обставиною, що не були відомі способи очистки поля від його залишків під час переходу даного поля під наступну культуру сівозміни, тому звичайно утримувалися від вирощування топінамбура в умовах польової сівозміни.

Над вивченням прийомів очищення поля від земляної груші працювала низка науково-дослідних установ. Найбільш ефективними виявилися способи біологічного пригнічення посадок земляної груші через повторні посіви різних кормових культур. Зокрема, професор Д.Т.Кальянов рекомендує такий дієвий спосіб очистки поля від залишків земляної груші: в перший рік після вибирання бульб проводити сівбу ярої вики, а після неї як поживну культуру висівати пелюшку; на другий рік проводити сівбу коренеплодів із старанним міжрядним обробітком; і тільки на наступний, третій рік, можна вважати процес очистки поля від залишків земляної груші завершеним.

Найпростіший і досить ефективний спосіб звільнення поля від залишків земляної груші запропонував ще в 1936 р. С.С.Шайн, який встановив, що є дуже

короткий період часу, що визначається точними календарними строками, коли простими агротехнічними засобами можливо звільнити поле від топінамбура. Це період, коли старі (материнські) бульби уже проросли, а молоді бульби ще не утворилися. Внаслідок чіткої реакції рослин земляної груші на світлову стадію, цей період настає зразу за найдовшим днем у році (22 червня) і триває до середини липня (10-20 липня).

Якщо в цей період рослини скосяти і поле тут же переорати, то відновлення земляної груші не буде, так як старі бульби вже не життєздатні, а молоді повноцінні бульби ще не утворилися. Користуючись цим способом, можна ввести топінамбур у сівозміну на будь-який термін користування, без всякого ризику засмічення поля.

Кращим місцем для топінамбура в кормовій сівозміні є поле з-під багаторічних бобово-злакових трав. Попередниками топінамбура не повинні бути культури, які легко піддаються захворюванню склеротинією, такі як, соняшник, тютюн, турнепс, цикорій, оскільки ця хвороба пошкоджує топінамбур.

Після топінамбура, як після просапної культури, що сприяє очищенню поля від бур'янів, можна з успіхом висівати будь-яку зернову або зернобобову культуру. Однак у тих випадках, коли немає достатньої впевненості в тому, що поле повністю очищене від топінамбура, краще розміщувати після нього кормові рослини для отримання зеленої маси як наприклад, вико-вівсяну суміш. Наявність можливих залишків топінамбура не матиме в таких випадках шкідливого впливу на наступну культуру.

У США топінамбур сьогодні вирощують на значних площах і вводять у сівозміну. Першого року росте земляна груша, наступного - яра вика, збирають її разом із залишками топінамбура на корм худобі. Вика - чудовий попередник для озимих культур, тому на третій рік поле засівають пшеницею чи житом, а потім іде картопля і нарешті овес. Після цього все повторюється. Така сівозміна виявилась дуже вигідною - всі культури почувуються у ній якнайкраще.

Способи обробітку ґрунту під топінамбур загалом не відрізняються від обробітку ґрунту під картоплю. Підготовка ґрунту починається зі зяблевої оранки плугом із передплужником на глибину 25-30 см, а потім ґрунт вирівнюється і дискують. Культиватором підгортачем (КОН-2,8) нарізують гребені на відстані 70 см. У ранньовесняний період, у міру відтавання ґрунту і можливості виходу в поле у разі потреби проводиться відновлення гребенів до висоти 18-22 см.

За своєї невимогливості до родючості ґрунту топінамбур завжди високо окуповує внесені добрива. Особливо реагує на органічні добрива - гній, компости тощо, під впливом яких урожай зеленої маси підвищується на 80 – 100 % і бульб на 40 – 60 %. Органічні добрива можуть підтримувати високу врожайність декілька років. Їх вносять під оранку не менше 40 т/га, а також по 60-90 кг/га фосфору і калію, а на весні азотні добрива 60-90 д.р. кг/га.

Урожай бульб і надземної біомаси залежить від густоти посадки. Найкращою виявилась *ширина міжрядь* 70 см, а віддаль між гніздами в ряду від 35 до 90 см.

Досліди садіння топінамбура восени (свіжовикопаними бульбами) і на весні (перезимованими в ґрунті), різниці в продуктивності не показали. Але маса посадкового матеріалу значно впливає на врожай. Маса бульб для садіння повинна бути не менше 30 г. Урожай зеленої маси підвищується, коли у гніздо кладуть по 2 бульби або посадку проводять більш загущено.

*Норма витрати* садивного матеріалу залежно від густоти садіння і маси бульб становить 15-25 ц/га.

Щоб бульби не в'янули, садіння рекомендується проводити бульбами, тільки що вибраними із землі. Підсохлі бульби рекомендується за 2-3 дні до садіння замочити у воді.

Різані бульби можуть бути використані тільки у разі весняного садіння. За осіннього садіння такі бульби швидко загнивають і значна частина їх на весні не дає сходів.

Значення має спосіб різання бульб: вздовж чи впоперек. Судячи з матеріалів дослідних установ, переваги має поперечний спосіб розрізання. Це

пояснюється тим, що за повздовжнього розрізання на бульбах пошкоджуються верхівкові вічка, які мають у процесі проростання особливе значення.

Час садіння і глибина загортання бульб має важливе значення у формуванні врожаю. Найбільш високі врожаї бульб і зеленої маси одержують за *ранньовесняної посадки*, а також за *осінньої під зиму*. Осінню посадку не рекомендується проводити в районах із затяжною і дощовою осінню, а також на важких ґрунтах.

Глибина садіння повинна змінюватись залежно від часу садіння, із врахуванням ґрунтових умов. На середньозв'язних ґрунтах для весняного садіння кращою глибиною садіння є 5-8 см. За осіннього садіння бульб під зиму глибина їх загортання може бути збільшена до 10-12 см. На легких піщаних ґрунтах і на пористих торфових, доцільно проводити садіння бульб на більшу глибину, ніж на важких ґрунтах.

Від глибини садіння бульб залежить передусім час появи сходів, а отже, і тривалість ефективного використання рослиною вегетаційного періоду. Так, наприклад, в умовах Львівщини на суглинистих ґрунтах за весняного садіння бульб на глибину 5-8 см сходи топінамбура з'являються приблизно на 10 днів раніше, ніж за садінні на глибину 10-12 см.

*Сходи* за температури 8-10 °С появляються через 3-4 тижні, що дає можливість тривалий час вести механічну боротьбу зі сходами бур'янів боронуванням. Для утримання ґрунту в розпушеному стані можна проводити боронування після появи сходів. Міжрядні розпушення починають, коли чітко позначаються рядки за висоти рослин 10 – 15 см.

Наші дослідження показали, що додаткові заходи з догляду за топінамбуром - підгортання за висоти рослин 30-40 см і підкошування верхівок стебел - чеканки сприяли більшому галуженню стебел, облистяності й збільшенню врожаю зеленої маси більш як на 60 %. Після змикання міжрядь бур'яни зникають і не ростуть протягом усього часу використання плантації.

Зелену масу топінамбура на силос збирають у різні терміни. Бажано, щоб якнайдовше продовжувалася вегетація, аби не настало підсихання листків внаслідок заморозків або осінньої засухи. За нашими спостереженнями, в

західному Лісостепу України всихання листків і припинення росту бульб спостерігається на початку жовтня. Зелену масу збирають силосними комбайнами, подрібнюючи її до 5-6 см. Цей період збігається з пізнім силосуванням на початку воскової стиглості кукурудзи або стебел після збирання качанів на зерно. Зелена маса топінамбура є складовою частиною комбінованого силосу. Бульби найбільш надійно зберігати зимою до весни на місці вирощування в полі. Спроби зберігання в підвальних приміщеннях у вологому піску не захищали їх від підсихання і псування.

Навесні бульби збирають картоплезбиральними комбайнами, а також виорюють і боронують, збираючи вручну. найдешевший спосіб використання бульб - випас свиней, який може тривати 2 – 4 тижні до початку росту вічок.

Для забезпечення високої врожайності на одному місці необхідний весняний обробіток ґрунту із внесенням високих доз добрив незалежно від способів збирання. Якщо посадку не проводять заново і вегетація продовжується після машинного збирання чи випасу свиней, сходи нерівномірні, частина бульб проростає у міжряддях. Тому після появи сходів нарізають нові борозни і продовжують розпушування до їх змикання

**Сорти.** Піонерами створення і впровадження високопродуктивних сортів топінамбура й топісоняшнику в Україні по праву вважаються І. І. Марченко, С. С. Давидович, М. М. Пасько. Започаткована в Інституті землеробства (Київ) і успішно продовжена в Науково-дослідному інституті тваринництва Лісостепу та Полісся України в Харкові (Інститут овочівництва) робота дала можливість створити близько 20 сортів цих культур. До них належать Київський поліпшений, Білий урожайний, Вадим Клон та ін. На Полтавській дослідній станції виведено сорти кормового призначення з урожайністю 350–400 ц/га бульб і 450–500 ц/га зеленої маси. Унікальну колекцію сортів вітчизняної та зарубіжної селекції зібрано на Майкопській дослідній станції ВІР. Їхній сорт топінамбура Інтерес, що характеризується високою врожайністю зеленої маси і бульб, набув значного поширення в Україні. УЦРБС АН України створено сорт овочевого призначення Дієтичний. За даними хімічних аналізів, бульби цього

сортів містять 20–22% сухої речовини, 3,2% – білка і 18–20% – вуглеводів. Бульби багаті на аскорбінову кислоту, вітаміни групи В.

У Львівському державному аграрному університеті на кафедрі рослинництва і луківництва створено шляхом індивідуального добору з місцевих форм сорт топінамбура - Львівський (автори С.В. Дубковецький, В.Г. Влох). Середньоранній, кормового, столового та технічного призначення з підвищеним вмістом інуліну (16,3-17,4% на сиру масу). Практично не пошкоджується хворобами. Потенційна врожайність 50 т/га бульб, 120 т/га зеленої маси. В окремі, сприятливі роки на дослідному полі агроуніверситету формує урожай повноцінного насіння. Сорт занесений до Державного реєстру сортів рослин України в 1998 році.

## ЛЕКЦІЯ 11

### СИЛЬФІЯ ПРОНИЗАНОЛИСТА

#### **Біологічні особливості**

У перший рік сильфія утворює сильну кореневу систему з потовщеним головним коренем і великою кількістю добре розгалужених бічних корінців та розетку листків з 6-12 шт. Весняне відростання рослин розпочинається відразу після танення снігу і проходить повільно до початку стеблуння (20-25 діб). Коли в розетці формується близько 10 великих листків, розвиваються репродуктивні пагони. Стеблуння триває близько місяця.

Від початку весняного відростання до цвітіння перших кошиків проходить у середньому 60 діб, до масового цвітіння— 90 діб.

Вегетаційний період від весняного відростання до досягання насіння становить 150-170 діб.

*Вимоги до температури.* Сильфій пронизанолистий невибагливий до тепла, холодостійкий. Сходи з'являються весною при температурі +8...+10°C і витримують приморозки до мінус 3...4°C. Сильфій пронизанолистий зимо- та холодостійкий. Витримує морози до мінус 20-25 С.

*Вимоги до вологи.* Сильфія пронизанолиста невибаглива до вологи. Транспіраційний коефіцієнт – 350. Використовуючи зимові запаси вологи, вона



ранньою весною швидко відростає, змикаючи рядки, утворює 2 – 4 метровий зелений покрив, що перешкоджає випаровуванню вологи з поверхні ґрунту. Крім того, після дощу чи роси вода збирається у великих чашах зростаючих листків і, випаровуючись вдень, утворює в гущині рослин своєрідний мікроклімат.

*Вимоги до світла.* Сильфій пронизанолистий світлолюбна культура, не любить затінювання.

*Вимоги до ґрунту.* Він забезпечує високі врожаї на різних ґрунтах і, все ж, сповільнює розвиток, жовтіє на заливних, кислих, у разі близького стояння ґрунтових вод. Сильфій розміщують на запільних добре зволжених ділянках, заплавлених землях, у балках і ярах та на низинних місцях. Не можна вирощувати його на заболочених ділянках.

### **Технологія вирощування.**

*Попередники.* З урахуванням тривалого використання посівів сильфії доцільно розміщувати їх поза сівозмінами. Сильфій вирощують на зволжених ділянках, заплавлених землях, у балках і ярах та на низинних місцях. Кращими попередниками є озимі зернові, суріпиця і ріпак озимі, чорний пар.

*Обробіток ґрунту.* Після збирання попередників поле дискують на глибину 8-10 см. Враховуючи, що сильфій росте на одному місці багато років, ґрунт необхідно удобрювати.

Оранка проводиться в ранні строки на глибину 25-27 см. До пізньої осені обробляють ґрунт за типом напівпару, знищуючи під час культивування і боронування бур'яни. Перед сівбою ґрунт ущільнюють кільчасто-шпоровими котками з тим, щоб забезпечити рівномірне загортання насіння під час сівби.

*Удобрення.* Сильфій щорічно з врожаєм виносить багато поживних речовин. З десятьма тонами зеленої маси виноситься 54 кг азоту, 46 кг калію, 7 кг фосфору і 53 кг кальцію. Тому сильфій потребує внесення мінеральних добрив. Досвід показує, що з внесенням добрив врожай його зростає вдвічі.

Під оранку бажано вносити 40-60 т/га гною, 60-90 кг/га фосфорних, 90-120 кг/га калійних добрив. Азотні добрива вносять під культивування навесні.

На посівах сільфію ефективні весняні та літні (після першого скошування) підживлення азотними добривами з розрахунку 90-120 кг/га діючої речовини.

Сильфій розмножується двома способами: насінням і кореневищами.

При насінному розмноженні оптимальний строк сівби - підзимній, два тижні до замерзання ґрунту. В цих посівах насіння взимку проходить природну стратифікацію, без якої неможливе отримання дружних сходів весною.

Сіють сільфій широкорядним способом як правило з міжряддями 70 см. Норма висіву насіння - 12-15 кг/га, глибина загортання - 15-20 мм.

Сильфій можна сіяти також весною. За весняної сівби насіння потрібно попередньо стратифікувати. Для цього його змішують із піском у співвідношенні 1 : 2 (одна частина насіння, дві частини піску), зволожують, засипають в ящики шаром 20–25 см і протягом 35–45 днів витримують за температури 2...5°C. За цей період кожні 15–20 днів суміш перемішують і зволожують.

Перед посівною насіння відокремлюють від баласту й підсушують. Під час висівання треба стежити за насіннепроводами й регулярно їх прочищати, оскільки стратифіковане насіння має погану плинність. Висівати насіння краще овочевими чи зернотрав'яними сівалками СО-4,2; СЗТ-3,6. Ширину міжрядь, як доводиться, визначають з урахуванням техніки, яка є в господарстві, тобто 45, 60 або 70 см. Якщо сіяти міжряддями 45 см, тоді на 1 га треба використати 10 кг насіння. З міжряддями 70 см. норма висіву насіння - 12-15 кг/га Глибина загортання на легких ґрунтах — 3–4 см, на важких 1–2 см.

Досить ефективним є розмноження сільфію вегетативним способом, для цього використовують 3-5-річні рослини. Пізньої осені або навесні на початку відростання кущі ділять на три-чотири частини, щоб кожна з них мала дві-три бруньки, і висаджують на нове місце з міжряддями 70 см по 4 саджанці на 1 м рядка разсадосадильною машиною або під плуг.

**Догляд за посівами.** На сильно забур'яненних полях рослини першого року життя розвиваються погано. Особливо пригнічують молоді рослини

сильфії лобода, щиреця, вівсюг, мишії, куряче просо. В цьому разі потрібно вдатися до хімічних заходів боротьби з бур'янами.

У перший рік при підзимовій та весняній сівбі розпушують міжряддя. Після першого скошування повторюють міжрядний обробіток, щоб створити сприятливі умови для відростання травостою.

В другий і наступні роки посіви сильфію не потребують особливого догляду. Починаючи з другого року, рослини інтенсивно ростуть, швидко змикають міжряддя, пригнічують бур'яни. Тому посіви завжди чисті від бур'янів.

Збирання насіння розпочинають, коли визріє 70–75% кошиків третього порядку. Саме тоді вони мають найвищу якість і найбільш виповнені. Якщо чекати визрівання насіння в кошиках усіх шести порядків, то найповноцінніше з першого-третього порядків осиплеться, й на час збирання в кошиках найвищих порядків його залишиться майже наполовину менше, ніж за першого варіанту.

Дозрівання насіння сильфію відбувається нерівномірно. Тому насіння збирають вибірково вручну, а коли більшість кошиків досягає воскової стиглості, їх зрізають і досушують на току, потім обмолочують комбайном. Якщо достиглі кошики становлять 60-70%, то збирають насіння комбайном, переобладнаним на високе зрізування. Після очищення насіння підсушують до вологості 14 % і затарюють у мішки для зберігання. З кожного гектара збирають 500-650 кг/га кондиційного насіння.

Пряме комбайнування насінників можливе після обробки їх десикантом Реглоном у нормі 2,5–3,0 л/га на 500 л води.

## **ЛЕКЦІЯ 12**

### **АМАРАНТ**

#### **Біологічні особливості**

Однією з важливих біологічних особливостей амаранту є екологічна пластичність і адаптивність, що виявляється в його пристосованості до різних ґрунтово-кліматичних умов.

До основних екологічних факторів, що впливають на розвиток амаранту, відносяться тепловий режим, вологість, тип ґрунту, ФАР і конкурентноздатність в агрофітоценозах з сегетальною рослинністю.

*Вимоги до тепла.* Амарант теплолюбна рослина, добре росте у всіх зонах України. Для одержання дружних сходів ґрунт має прогрітися до 8-10°C. Насіння амаранту проростає при температурі +6...+8°C. Інтенсивне проростання насіння відбувається при температурі +20...+25°C. Сходи бояться приморозків. Оптимальна температура повітря для росту і розвитку амаранту +35°C, однак рослина добре себе почуває при різних перепадах денних і нічних температур. Температура +20...+25°C особливо сприятлива для його швидкого росту.

*Вимоги до вологи.* До вологи не вимогливий, жаростійкий, посухостійкий. За посухостійкістю переважає люцерну в три рази. На формування 1 г сухої речовини амарант витрачає в три рази менше води, ніж бобові і в два рази менше, ніж злакові культури.

За посухостійкістю амарант відноситься до групи так званих С<sub>4</sub> – рослин субтропічного і тропічного походження. З високоефективним С<sub>4</sub>-фотосинтезом зв'язані висока біологічна продуктивність і низький транспіраційний коефіцієнт цих рослин.

*Вимоги до світла.* Амарант світлолюбна рослина. Добрий ріст та розвиток його відбувається тільки при розрідженому стані рослин.

Вимогливий до родючості ґрунту, але не боїться засолення. Амарант добре культивується на різних типах ґрунтів, крім кислих. Але найвищий урожай надземної маси можна одержати на вилужених чорноземах: на 20-30% більше, ніж на звичайних чорноземах, і на 40-50% - ніж на сірих лісових ґрунтах з важким механічним складом.

### **Технологія вирощування**

*Місце в сівозміні.* Амарант розміщують у кормових і польових сівозмінах. Сіють амарант після озимих та ярих зернових культур. Кращими попередниками є просапні, під які вносили органічні добрива.

**Обробіток ґрунту.** Головне завдання обробітку ґрунту під амарант - боротьба з бур'янами, її вирівнювання, заробка добрив. Після стерньових поле лущать за допомогою ЛДГ-10 на глибину 6-8см. У середині серпня проводять оранку на глибину 22-25см. Після появи сходів поле культивують культиватором КПС-4 з боронами. До настання зими поверхневими обробітками ґрунту знищують ще 2-3 хвили пророслих бур'янів. Якщо попередник просапні, поле відразу орють.

Амарант спочатку росте дуже повільно і може сильно забур'янюватися. Тому навесні вологу закривають за допомогою важких борін в агрегаті з котками. Катки ущільнюють верхній шар ґрунту, що поліпшує проростання бур'янів. При досягненні ними фази білої ниточки проводять боронування. Поверхневий обробіток проводиться два-три рази в міру проростання бур'янів, що дозволяє зменшити значну їх кількість у посівному шарі ґрунту. Найкраще для весняного обробітку ґрунту використовувати комбіновані знаряддя. Першу весняну культивацію проводять на глибині 8-10 см, другу - 6-8, передпосівну - 3-5 см.

Своєчасна і високоякісна підготовка ґрунту дає можливість провести рівномірну заробку насіння, забезпечує одержання дружніх сходів.

**Удобрення.** Амарант інтенсивно використовує елементи живлення, тому під оранку вносять фосфорні і калійні добрива ( $P_{60-100}K_{90-120}$ ), а навесні - азотні ( $N_{140-200}$ ). Під культивацію вносять  $2/3$  від загальної норми азоту, в підживлення -  $1/3$ .

**Сівба.** Спосіб сівби на зелений корм - рядковий, на насіння - широкорядний (45-70см). На широкорядних посівах можна проводити боротьбу з бур'янами шляхом розпушування міжрядь. При суцільному способі сівби спочатку амарант поступається в швидкості росту бур'янам, але пізніше пригнічує їх. Глибина загортання насіння при достатній вологості ґрунту не перевищує 1см. Глибше загортання знижує польову схожість насіння.

Норма висіву коливається від 0,3 до 1,0 кг/га. За даними Львівського державного аграрного університету при вирощуванні на зерно оптимальною нормою висіву є 300г/га (37 насінин на  $m^2$  при масі 1000 насінин 0,8 г,

лабораторна схожість - 85%) і на зелену масу - 400 г/га (50 насінин на м<sup>2</sup>). Оптимальна густина під час росту і розвитку - 10-25 рослин на 1м<sup>2</sup>. Щоб рівномірно висіяти дуже дрібне насіння амаранту, його змішують з піском у співвідношенні 1:10 частин піску.

Амарант має дуже високий коефіцієнт розмноження насіння. Якщо врожайність зерна становитиме 15-20 ц/га, то ним можна засіяти понад 2000 га.

Сіють амарант 20-30 квітня. При більш ранніх строках сівби зменшується кількість передпосівних обробітків ґрунту для знищення бур'янів, рослини амаранту довше сходять (15-18 днів), що приводить до забур'янення посівів. Сівба в пізніші строки приводить до зниження врожаю, особливо в сухі весни при пересиханні верхнього шару ґрунту.

Післяукісні посіви доцільно проводити наприкінці червня – на початку липня (не пізніше 20 липня). Так, при післяукісному посіві після озимих на зелений корм, вегетація рослин до початку цвітіння тривала 75 діб.

Для підвищення польової схожості поле після сівби коткують, якщо цьому не перешкоджає дощ. При нормі висіву 300-400 г/га недопустиме до- і післясходове боронування, оскільки проростки амаранту будуть у тій же фазі, що й проростки бур'янів, і сильно зріджуються. Систему до- і післясходових боронувань можна застосовувати для зрідження посівів при великих нормах висіву -1-2 кг/га.

*Сорти амаранту.* В Реєстрі сортів, придатних для поширення в Україні, занесено 15 сортів амаранту. З них 8 зернового напрямку використання, 4 - силосного, 2 - для озеленення, 1 - лікувальний. Селекцією та насінництвом амаранту займаються в Україні Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка НАН України (4 сорти), Інститут кормів НААНУ (4 сорти), Харківський державний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва (7 сортів).

*Догляд за посівами.* При температурі ґрунту понад 10°C сходи з'являються на 8-9-й день. Надземна частина впродовж місяця росте дуже повільно, а коренева система інтенсивно розвивається. У кінці другого місяця вегетації рослини вже швидко ростуть (до 6-7см за добу).

На широкорядних посівах проводять розпушення міжрядь, подібно до інших просапних культур. Як тільки добре позначаться рядки, необхідно провести перший обробіток міжрядь на глибину 3-4 см.

Другий міжрядний обробіток проводять через 12-16 діб після першого. Глибина обробітку – 5-6 см. На сильно засмічених ділянках необхідно застосовувати хімічний метод захисту амаранту від бур'янів. У боротьбі з однорічними дводольними і злаковими бур'янами ефективними є ґрунтові гербіциди. Вони застосовуються після сівби амаранту, до його сходів по чистій від бур'янів поверхні ґрунту, що дозволяють знищити до 90-96% однорічних бур'янів.

Ефективним є підживлення амаранту азотними добривами ( $N_{60-70}$ ) через місяць після сходів, на початку інтенсивного наростання вегетивної маси.

Рослини амаранту не пошкоджуються шкідниками, не уражаються хворобами. Відсутні також гербіциди для застосування на посівах цієї культури. Тому амарант вирощують за біологізованими технологіями, без застосування пестицидів.

На насінневих ділянках при потребі рослини проривають вручну, залишаючи на їм рядка 5-6 рослин.

Амарант доцільно сіяти в сумішках з кукурудзою, кормовим сорго, суданською травою та іншими культурами. Урожайність змішаних посівів майже вдвічі вища, ніж чистих. Амарант добре силосується, але краще це робити в суміші з кукурудзою і сорго. У зеленій масі кукурудзи багато цукрів, а зелена маса амаранту багатша на протеїн, силос із них значно поживніший, ніж з одно-видових посівів.

**Збирання врожаю.** Збирають амарант на зелену масу перед цвітінням, коли вміст білка найвищий.

Достигає насіння у волотях не одночасно, може осипатися.

Дозрівання ранньостиглих сортів починається у I-II декаді серпня і відбувається дружньо, тому їх можна збирати механізовано, прямим комбайнуванням. До ранньостиглих сортів, районованих в Україні, належать «Кремовий ранній», «Ультра», «Жайвір».

Пізнюстигли високоефективні кормові сорти («Стерх») дозрівають недружно, інколи до пізньої осені, і через це збирання необхідно проводити вибірково. Потім досушувати на току та обмолочувати стаціонарно комбайнами чи молотарками. Після обмолоту насіння амарант очищують від домішок, досушують до вологості 9-12% та зберігають у сухому місці.

Збирати амарант на насіння досить складно. Зернові комбайни гублять дуже дрібне насіння, в бункер може поступати лише 5-6-та частина врожаю. Тому часто насіння амаранту збирають вручну.

## ЛЕКЦІЯ 13

### КОЗЛЯТНИК СХІДНИЙ

#### Біологічні особливості

Для утворення повноцінних бруньок відновлення та корневих паростків потрібно близько чотирьох місяців вегетації. Козлятник східний – мезофіт. Перший укіс формується за рахунок зимових запасів вологи. Розмір другого укусу залежить від літніх опадів.

*Вимоги до температури.* Насіння починає проростати при температурі ґрунту +5...+6 °С. Сходи витримують невеликі приморозки до мінус 3...4°С. При температурі +18...+20°С сходи з'являються найбільш дружно через 7-8 діб.

Зимостійкість, холодостійкість вищі, ніж у конюшини, люцерни. Не вимерзає в умовах України навіть без снігового покриву. Восени вегетація не припиняється до замерзання ґрунту. Молоді сходи не ушкоджуються весняними приморозками. Успіх зимівлі першого року залежить від того, скільки молоді рослини встигли нагромадити в кореневій системі пластичних речовин. У другий і наступні роки життя ранньою весною, козлятник східний починає відростати коли ґрунт прогрівається до +3...+5°С.

*Вимоги до вологи.* На заплавах низинах зберігає життєздатність після двотижневого затоплення.

*Вимоги до світла.* Рослини вибагливі до світла. Впродовж першого року вегетації нездатний конкурувати з бур'янами. Гине переважно від затінення. Тому під покривом не вирощується. З другого року формує щільні травостої.



Проте на забур'яненних полях помічається значне проникання інших рослинних видів.

**Вимоги до ґрунту.** До ґрунту і поживних речовин вибагливий. Кращими ґрунтами для козлятнику є супіщані та легкосуглинкові. Для багаторічного використання 8–10 років не придатні кислі, малородючі, забур'янені ґрунти. Незалежно від типу та механічного складу, окрім піщаних і важкоглинистих, слід підбирати врожайні поля з нейтральною реакцією, бажано інтенсивно освітлювані південні, південно-західні схили.

### **Технологія вирощування.**

**Попередники.** Найкращими попередниками для козлятнику є просапні, зайнятий пар, озимі, під які вносили високі дози добрив.

**Удобрення.** Оскільки планують одержання врожаїв козлятника на одному місці впродовж декількох років, рекомендується під зяблеву оранку вносити високі норми органіки (60–70 т/га), а також мінеральні добрива (по 90–120 кг/га фосфору і калію). В перший рік життя, у зв'язку з відсутністю розвинених бульбочок, необхідно вносити під передпосівну культивуацію по 45–60 кг/га азоту. На кислих ґрунтах необхідне вапнування восени до рівня повної гідролітичної кислотності.

**Сівба** рання по дбайливо підготовленій ріллі, з попереднім знищенням сходів бур'янів, вирівнюванням і передпосівним коткуванням.

Необхідна передпосівна підготовка насіння. Для знищення твердокам'яності його обробляють на скарифікаторах або кілька разів пропускають через конюшинотерку. Важливо для козлятника, як і для інших нових видів бобових, вносити одночасно з насінням специфічні для кожної культури бульбочкові бактерії. Зокрема для козлятника необхідно вносити бактеріальний препарат *ризоторфін*. За його відсутності насіння перед сівбою змішують з ґрунтом, де козлятник вирощувався раніше і утворились бульбочкові бактерії. Вважають, що такого зволоженого і добре перемішаного ґрунту необхідно висіяти з насінням по 4–6 кг/га. Інокуляцію проводять перед посівом у затінку. Завдяки цьому заходіві, як показали досліди, продуктивність посівів підвищується на 32–59 %.

Оптимальний *спосіб сівби* на зелену масу і насіння широкорядний з міжряддями 45 см. Звичайна рядкова сівба не рекомендується, оскільки козлятнику необхідні міжрядні обробітки. Якщо вирощують на насіння, то допустимі міжряддя 70 см. У міжряддя між 45 і 50 см не вписуються знаряддя для міжрядного обробітку.

В оптимальних умовах вирощування за рахунок підземних кореневих паростків кушніння вже на другий рік рослини утворюють зімкнутий травостій. У широкорядних посівах через 70 см міжрядний обробіток забезпечується без пошкодження рослин. При цьому створюється глибше освітлення кущів, внаслідок чого формується більше насіння на бічних пагонах.

*Норма висіву* залежить від способу сівби. Наприклад, на корм і насіння при ширині міжрядь 45 см доцільно висівати 30 кг/га, що становить 4,5–5 млн. насінин на 1 га. На насінних ділянках із шириною міжрядь 70 см досить 20 кг, що відповідає 3–3,5 млн/га. *Глибина загортання* 15–20 мм. При глибшій сівбі схожість насіння знижується. Однак це залежить ще від вологи ґрунту. Якщо верхній шар пересушений, то загортання потрібне глибше, бо насіння необхідно укласти на щільне вологе ложе. В разі потреби вологу до верхнього шару слід підтягти за допомогою післяпосівного коткування.

*Догляд за посівами.* Сходи скарифікованого посівного матеріалу з'являються через 8–10 днів. Коли позначаться рядки, проводять неглибоке міжрядне розпушування. Надалі черговість обробіток в процесі вегетації залежить від появи бур'янів чи утворення поверхневої ґрунтової кірки. В наступні роки догляд за посівами спрощується. Він полягає у ранньовесняних підживленнях, боронуванні на початку відростання та після скошувань. На сформованих посівах рекомендується вносити по 90–120 кг/га фосфору і калію. На слаборозвинених ділянках для підживлення потрібно також азотні добрива.

*Збирання.* На зелену масу і сіно козлятник *збирають* на початку цвітіння, коли стебла не здерев'янілі, а вихід протеїну досягає максимального рівня. Рослини зрізують на висоті 10–12 см. Врожай другого укусу (отави) досягає кормової стиглості через 2–2,5 місяців. В надто сприятливих умовах можна одержати невеликий третій укіс. Проте для відростання і нагромадження

пластичних речовин, що необхідні для збереження травостою в зимовий період, потрібен як мінімум місяць від останнього скошування до закінчення осінньої вегетації. Стабільні врожаї козлятника починаються з третього року життя. Вони залежать від умов вирощування і змінюються за два–три укуси від 30–35 до 60–70 т надземної маси або 10–17 т сіна з 1 га посіву.

На другий і наступні роки від весняного відростання до досягання насіння проходить в більш північних регіонах України 95–105 днів, у південних 80–90 днів. Значні зміни за термінами вегетації залежать від погодних умов, переважно температури і атмосферних опадів у період розвитку.

*Технологія вирощування насінників* не відрізняється від посівів на вегетативну масу. Найпродуктивніші широкорядні посіви з міжряддями 70 см. Для формування насіння потрібні підвищені дози фосфорних і калійних добрив перед сівбою та в підживленнях, що відповідають виносу. Зокрема, на 10 т маси винос азоту становить 75–80 кг/га, фосфору 20–25, калію 30–35, кальцію 25–30 кг/га.

З другого року життя козлятник східний, подібно до інших багаторічних бобових, значною мірою забезпечує себе за рахунок біологічного азоту. Тому кількість його в підживлення обмежують, щоб не допустити надмірного розвитку вегетативної маси. Позитивно впливає на насінєву продуктивність добриво з мікроелементом молібденом і бором. За нестачі посівного матеріалу можна обмежитись нормою висіву 14–15 кг/га, що відповідає 2 млн. схожих насінин на 1 га. При міжряддях 70 см середня відстань між насінинами становитиме 7 см, що забезпечить оптимальну густоту травостою. З нормою висіву 20 кг/га насіння буде розміщуватися в рядку через 5 см.

Насінники збирають роздільним способом, коли побуріють плоди. Після підсихання рекомендується подвійний обмолот валків. Невіяне зерно доробляють на токах і підсушують насіння до 9–10 % вологи. Біологічна насінєва продуктивність 300–1000 кг/га. Збирають в кращому разі 400–500 кг/га. Схожість насіння зберігається до 5–6 років. З метою багаторічного збереження травостоїв необхідно один раз на 3–4 роки залишити поле для досягання насіння, тобто для досягнення повного біологічного циклу і відновлення фізіологічних функцій рослин, що запобігає виснаженню і зрідженню плантацій.

Внаслідок селекційної роботи у відділі нових культур Центрального ботанічного саду ім. М.М.Гришка НАН України одержано перший в Україні сорт *Кавказький бранець* з комплексом позитивних ознак.

*Шкідники і хвороби.* Найбільшу шкоду наносять різні види довгоносиків, що ушкоджують на корінцях бульбочки, інші – навесні відростаючі листочки. Жуки насінніди відкладають яйця у бутонах, і личинки знищують зав'язь квіток. У вологі роки листки козлятнику пошкоджуються борошнистою россою. Найнебезпечніші іржа та інші грибні хвороби.

## ЛЕКЦІЯ 14

### СВЕРБИГА СХІДНА (ГОРЛЮНА)

#### Біологічні особливості

Свербиги характеризується високою біологічної пластичністю та адаптивністю, чудово поєднує високу продуктивність з відмінною екологічною стійкістю, раціонально використовує агрокліматичні умови лісостепової зони. Вона вигідно поєднує в собі такі якості, як ранньостиглість, холодостійкість, посухостійкість, солевитривалість.

Сходи тіньовиносливі, ростуть у густих травостоях, під покривом інших рослин. На другий і наступні роки життя поновлення вегетації розпочинається наприкінці березня-початку квітня.

Рослина посухо-, зимо-, холодостійка, світлолюбна, росте у висоту до початку утворення насіння. Найбільший середньодобовий приріст у висоту (4-5 см) відзначається в період від початку бутонізації до фази масового цвітіння.

Цвітіння продовжується біля місяця (від третьої декади травня до кінця червня). Насіння дозріває у серпні.

Свербига східна невибаглива до ґрунтів, може рости навіть на засолених ґрунтах, але на родючих забезпечує високу продуктивність. Витримує короткочасне затоплення. Чутлива на внесення добрив. Вона дає високі врожаї за рН 4,8–5.

## Технологія вирощування

Після збирання попередників, до яких вона не вибаглива, проводиться одне-два лушення і оранка на глибину 20-22 см.

Кілограм діючої речовини азотних добрив забезпечує отримання 16-18 кг сухої речовини, або приблизно 80-120 кг зеленої маси. Восени під основний обробіток вносять  $P_{60}K_{90}$  і підживлюють навесні по  $N_{60}$ .

В Державний реєстр сортів рослин України занесено два сорти свербиги східної 'Золотника' та 'Павлівська'.

Висівати насіння можна весною, влітку, а також під зиму. Оптимальний строк сівби підзимній – у другій половині жовтня. Кращий спосіб посіву широкорядний на 45 чи 70 см. Норма висіву на кормові цілі становить 15-20 кг/га, глибина загортання насіння – 15-20 мм. Насіння можна висівати серійними сівалками без додаткових пристосувань за умови налаштування на правильну норму висіву.

Можна висівати її і звичайним рядовим способом з нормою висіву 2,0-2,5 млн / га під покрив озимого жита, яке використовується на зелений корм.

Перед сівбою і після неї ґрунт необхідно ущільнювати.

При загальній тривалості життя 8-10 років високі врожаї свербига дає протягом 5-7 років. Виявляється стійка тенденція до підвищення продуктивності свербиги від першого року використання і до наступних за рахунок щорічного утворення додаткових пагонів з нирок відростання на кореневій шийці. Але, починаючи з 5-7-го років, з-за явища партикуляції життєвий цикл рослини поступово згасає і травостій необхідно оновлювати, краще всього - шляхом осипання насіння.

Догляд за посівами у перший рік життя полягає в двох-трьох міжрядних обробітках. Врожайність зеленої маси в перший рік життя становить 20-24 т/га.

З другого і наступного років життя на плантаціях проводиться ранньовесняне боронування важкими боролами і одне-два розпушування

міжрядь на глибину 6-8 та 8-10 см. Гарний ефект забезпечує підживлення повними мінеральними добривами у дозі  $N_{45}P_{45}K_{45}$ .

При утворенні розетки у кінці квітня на початку травня рослини свербиги змикаються у рядках і практично пригнічують бур'яни. Збирання на кормові цілі проводиться з фази стеблуння до початку плодоношення. При сильній засміченості багаторічними бур'янами необхідно застосовувати гербіцид *лонтрел 300* (0,6 кг / га).

Збирання свербиги на корм краще проводити в період «Бутонізація-цвітіння», орієнтовно в третій декаді травня.

Насінники свербиги збирають прямим комбайнуванням або двохфазним способом в період воскової стиглості при вологості насіння 20-25%. Висота зрізу 30-40 см.

Шкідниками і хворобами рослини практично не пошкоджуються