

Фонд Зуккова, Грайфсвальд, Німеччина,
від імені ПРООН в Україні



Partner in the

GREIFSWALD
MIRE
CENTRE



ПАЛЮДИКУЛЬТУРА ДОСВІД ЄС ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ В УКРАЇНІ

КОМПЕНДІУМ



АВТОРИ:

Венделін ВІХТМАНН, Ольга ДЕНИЩИК

2024

Перепади рівнів ґрунтових вод на Поліському торфовищі з низькою інтенсивністю використання та відносно високим рівнем ґрунтових вод, що є наслідком неефективної роботи осушувальної мережі, Україна (Віхтманн 2010)



Занадто вологе для низько інтенсивного випасу, занадто сухе для пом'якшення впливу на клімат: осушене торфовище на Поліссі (Віхтманн 2010)

ПАЛЮДИКУЛЬТУРА, ДОСВІД ЄС ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ В УКРАЇНІ

Michael Succow Foundation
for the Protection of Nature
Ellernholzstr. 1/3
17489 Greifswald
Germany

Компендіум підготовлено на замовлення Програми розвитку Організації Об'єднаних Націй в Україні для проекту «Сприяння сталому тваринництву та збереження екосистем на півночі України», який реалізується за фінансової підтримки Глобального екологічного фонду.

Редактор:

Леся Москаленко

Дизайн:

PGR Consulting Group LLC

Подяка:

Автори компендіуму та команда проекту висловлюють щирю подяку фахівцям Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління, а також Волинського національного університету імені Лесі Українки за їхній цінний конструктивний зворотний зв'язок, ретельні коментарі та професійне незалежне рецензування. Особливу вдячність висловлюємо Андреасу Габерлу (Фонд Зуккова) за значний внесок у підготовку компендіуму.

Дисклеймер:

Думки або висновки належать авторам цього збірника та не обов'язково відображають погляди Програми розвитку Організації Об'єднаних Націй чи інших агенцій ООН.

Автори:

Венделін Віхтманн та Ольга Денищик,
Грайфсвальд, травень 2024 р

Обкладинка:

Буйволи на острові Єрмаків Одеської області,
вселені командою Rewilding Ukraine.

Фото Максима Яковлева

Всі активні посилання в тексті зроблено для електронної версії видання.

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	6
ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ	7
1. ВСТУП	8
1.1. Площа та стан торфовищ в Україні	9
1.2. Використання торфовищ в Україні - від давнини до сьогодення	12
1.2.1. Історія використання торфовищ	12
1.2.2. Травостої інтенсивного використання	13
1.2.3. Пасовища із низькою інтенсивністю використання	14
1.3. Ризики та загрози українських торфовищ	14
1.4. Обводнення торфовищ	15
1.5. Міжнародні зобов'язання України щодо відновлення торфовищ	16
2. ПАЛЮДИКУЛЬТУРА – КЛІМАТИЧНО ОРІЄНТОВАНЕ ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ НА ТОРФОВИЩАХ	19
2.1. Короткий вступ до палюдикультури	19
2.2. Можливості землекористування на обводнених торф'яних ґрунтах	20
2.3. Торфовища, поживні речовини та вуглець	21
2.3.1. Вплив вторинного обводнення на баланс поживних речовин	21
3. ПРОДУКТИВНІСТЬ, ПРИДАТНІСТЬ ҐРУНТІВ ТА ВИДИ РОСЛИН ДЛЯ ПАЛЮДИКУЛЬТУРИ	24
3.1. Загальний огляд галузей палюдикультури	24
3.2. Потенціал болотних рослин для палюдикультури	26
3.3. Придатність земель для палюдикультури /Оптимальні ділянки торфовищ та продуктивність палюдикультури	30
4. ПЛАНУВАННЯ ВІДНОВЛЕННЯ ТОРФОВИЩ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ПАЛЮДИКУЛЬТУРИ	31
5. ВИКОРИСТАННЯ ПАЛЮДИКУЛЬТУРНОЇ БІОМАСИ	33
5.1. Загальний огляд	33
5.2. Заготівля та переробка	34
5.2.1. Збирання біомаси	34
5.2.2. Ущільнення та зберігання	36
5.3. Масштабування	37
5.4. Палюдикультура та зростаюча індустрія ґрунтових сумішей	38
5.5. Палюдикультура для енергетики	38
5.5.1. Загальні аспекти використання енергії	38
5.5.2. Луки з високими осоками (<i>Carex spec.</i>) і очеретянкою звичайною	38
5.5.3. Енергія з біомаси	42
5.5.4. Спалювання	43
5.5.5. Тематичне дослідження “Теплова станція „Мальчин“ з посібника з палюдикультури:	47
5.5.6. Аналіз життєвого циклу для спалювання біомаси з палюдикультури	49
5.5.7. Паливо з біомаси та захист клімату — переваги біомаси з трави над деревиною	50

5.5.8. Біогаз	51
5.5.9. Сонячна енергія	54
5.5.10. Висновки щодо використання енергії	56
5.6. Використання палюдибіомаси для будівництва	57
5.6.1. Огляд	57
5.6.2. Очерет звичайний (<i>Phragmites australis</i>), природне зростання або вирощування	57
5.6.3. Рогіз (<i>Typha spec.</i>), природні плавні або вирощування	65
5.7. Палюдикультура для продовольства	73
5.8. Тварини та можливі підходи до сталого тваринництва в палюдикультурі	76
5.8.1. Пасовище з водяними буйволами	77
5.8.2. Пасовище з гусьми	83
5.8.3. Випасання овець	88
5.8.4. Пасовище з великою рогатою худобою	93
5.8.5. Висновки для тваринництва на вологих торфовищах	102
5.9. Інші види використання торфовищ	102
5.9.1. Лікарські рослини та ліки	102
5.9.2. Верба (<i>Salix spec.</i>)	104
6. ВИКИДИ/ПОГЛИНАННЯ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ ТА ВПЛИВИ НА ПАЛЮДИКУЛЬТУРНЕ ВИРОБНИЦТВО, ПОВ'ЯЗАНІ З НИМИ	109
6.1. Карбонові ринки	109
6.2. Визначення прямих викидів парникових газів та запобігання їм	109
6.3. Непрямі виміри – підхід GEST	110
6.4. Розрахунки просідання	111
7. ПОТЕНЦІЙНІ СУПУТНІ ВИГОДИ ВІД ПАЛЮДИКУЛЬТУРИ	113
7.1 Екосистемні послуги та вигоди	113
7.1.1. Скорочення викидів CO ₂	114
7.1.2. Біорізноманіття	114
7.1.3. Рекомендації щодо підвищення біорізноманіття при палюдикультурних практиках та справедлива винагорода	115
7.2. Економічні аспекти палюдикультури	116
7.3. Вплив вторинного обводнення і впровадження палюдикультури на здоров'я мешканців громад	117
7.4. Гендерні аспекти палюдикультури	117
8. ПОТЕНЦІЙНІ ВПЛИВИ ЗМІНИ КЛІМАТУ НА ПАЛЮДИКУЛЬТУРУ	119
9. ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	120
9.1. Бар'єри до переходу	120
9.2. Стимули для переходу	120
9.3. Внесок у відбудову та відновлення України	121
9.4. Перспективи палюдикультури	121
10. СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	123
ДОДАТОК 1:	
Витяг із Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні	130



ПЕРЕДМОВА

Яко СІЛЬЄ,

Постійний представник Програми розвитку ООН в Україні

У 2024 році, коли Україна стикається з безпрецедентними збитками, завданими довкіллю внаслідок війни, які оцінюють вже у трильйони гривень, ми стоїмо перед важливим викликом та водночас бачимо нові можливості. Хоча минуле ми змінити не можемо, але кожен з нас має можливість формувати майбутнє. Країну очікує комплексна відбудова, і наш обов'язок — забезпечити, аби наступні покоління могли насолоджуватися збереженням та чистим довкіллям. Це можливо, якщо здійснювати відновлення за принципом «Build Back Greener», що сприяє сталому використанню ресурсів, збереженню біорізноманіття та відіграє важливу роль у формуванні національної стратегії на засадах екологічної відповідальності та мінімізації екологічних наслідків війни.

Завдяки підтримці Глобального екологічного фонду і платформи FOLUR (The Food Systems, Land Use and Restoration Impact Program) Програма розвитку ООН має змогу ділитися досвідом та допомагати впроваджувати світові екологічно орієнтовані практики, адаптуючи їх до унікальних умов України.

Ми вдячні кожному та кожній, хто вирішив впроваджувати сталі практики у виробничій та повсякденній діяльності. ПРООН й надалі розвиватиме та підтримуватиме культуру сталого розвитку, яка є невід'ємною складовою зеленого відновлення України.



Роман ШАХМАТЕНКО,

Координатор групи проєктів з енергетики

та захисту довкілля Програми розвитку ООН в Україні

2024 рік визнано роком кліматичного діалогу в Україні. Країна зобов'язана забезпечити реалізацію Європейського зеленого курсу та виконання Паризької угоди, однією з основних цілей яких є адаптація до зміни клімату. Аби прискорити ці процеси, Уряд цього року затвердив Стратегію формування та реалізації державної політики у сфері зміни клімату до 2035 року та операційний план заходів на 2024-2026 роки. Майже одночасно в ЄС ухвалили історичне рішення — Закон про відновлення природи, який ставить амбітне завдання відновлення довкілля до 2050 року. Цей закон встановлює чіткі вимоги до відновлення різних типів екосистем, зокрема сільськогосподарські угіддя, ліси та міські екосистеми. Кожна країна ЄС бере на себе зобов'язання вживати заходів для відновлення осушених торфовищ (органічних ґрунтів) у сільському

господарстві. Щоб гідно долучитися до європейської спільноти, Україна має вже сьогодні крок за кроком адаптувати своє законодавство до високих стандартів Європейського Союзу, а громадяни — поступово впроваджувати сталі практики у повсякденному житті. Важливо, що для підтримки цього процесу ми маємо звернутися до успішних прикладів інших країн.

У цьому компендіумі зібрано цінний досвід країн ЄС у застосуванні практик палюдикультури на відновлених торфовищах, що виглядає як чудове поєднання екологічно орієнтованого рішення з економічною доцільністю.

Компендіум є першою збіркою в Україні, що містить наукову інформацію про палюдикультуру, як сталий метод землекористування, що впроваджується в країнах Європейського Союзу. Важливо зазначити, що для його успішного впровадження в Україні необхідні адаптація європейського досвіду до українських умов, інституційна спроможність держави та підтримка фермерів. Ми усвідомлюємо, що це тривалий процес, який може бути економічно вигідним у довгостроковій перспективі. Проте саме такий підхід дозволить відновити природні екосистеми задля добробуту громад та досягти визначеної мети в межах курсу зеленого відновлення України.

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

БДППР	База даних потенційних палюдикультурних рослин
ВК	Вихрова коваріація
ВРХ	Велика рогата худоба
GEST	Greenhouse gas Emission Site Type (Тип місця викидів парникових газів)
ГТК	Гідротермальна карбонізація
ЕП	Екосистемні послуги
ЄС	Європейський Союз
КЕП	Короткоротаційні енергетичні плантації
ЛР	Леткі речовини
НВВ	Національно визначені внески
ОЖМ	Одиниця живої маси
ПГ	Парникові гази
ПРООН	Програма розвитку ООН
ПУРБ	План управління річковими басейнами
СДМ	Суха деревинна маса
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations/ Продовольча та сільськогосподарська організація ООН
GMC	Greifswald Mire Centre/ Центр торфових боліт Грайфсвальда
IBF	International Buffalo Federation/ Міжнародна федерація буйволів
IPCC	The Intergovernmental Panel on Climate Change/ Міжурядова група експертів зі зміни клімату
LULUCF	Land use, land-use change, and forestry/ Використання земель, зміна у використанні земель і лісове господарство (Land use, land-use change, and forestry)
VCS	Verified Carbon Standard/ Перевірений вуглецевий стандарт
WWF	World Wild Fund for Nature/ Всесвітній фонд дикої природи



1. ВСТУП

Цей звіт було підготовлено за завданням проекту ПРООН-ГЕФ "Сприяння сталому тваринництву та збереження екосистем на півночі України". При підготовці компендіуму ми орієнтувалися на документ з оцінки потенціалу палюдикультури в Англії та Уельсі, оскільки це останнє комплексне дослідження з цієї теми (Mulholland et al. 2020). Але цей документ не

враховує величезну кількість публікацій, які були зроблені у 2020 році або пізніше.

Ми бачимо наше завдання в тому, щоб надати наукову інформацію про палюдикультуру, новий напрямок сільськогосподарського виробництва на вторинно зволжених органічних ґрунтах. Ця концепція була розроблена для зменшення викидів парникових газів з торфо-

вищ і, водночас, подальшого використання цих територій після вторинного зволоження задля отримання прибутку. Тому в нашому дослідженні ми не обговорювали інші методи використання осушених органічних ґрунтів, оскільки розуміємо, що кожна конкретна територія та країна дуже відрізняються одна від одної, і впровадження палюдикультури означає значну зміну парадигми у визначенні пріоритетів кліматичного порядку денного, що надзвичайно складно через поточну політичну, соціальну та економічну ситуацію в Україні.

Оскільки нашим завданням було скласти оновлений огляд літератури, а не економічний аналіз управління торфовищами в Україні, економічний аналіз різних практик палюдикультури, пошук найбільш прибуткових та економічно доцільних варіантів виходить за рамки нашої роботи, хоча найбільш релевантні тематичні дослідження з палюдикультури підкріплені

1.1. Площа та стан торфовищ в Україні

На жаль, сучасних даних про площу, розподіл торфовищ в Україні не існує, а доступна література містить суперечливі дані, оскільки, для класифікації використовувалася різна товщина торфу, і мета оцінки площі торфовищ була різною в кожному випадку.

Книга “Торфяной Фонд Украинской ССР”, що була опублікована у 1959 році (України вже мала сучасні кордони) вказує на наявність 1 146 300 га загальної території торфових боліт і 801 500 га боліт із товщиною торфу більше 50 см. Напевне, це було найбільш ґрунтовне дослідження торфових боліт (Торфяной Фонд Украинской ССР, 1959).

Через 10 років, у 1969 році було опубліковано оновлене видання, де було сказано про 575 900 га торфовищ із товщиною торфу більше 70 см. 95% площі цих територій було класифіковано як евтрофні торфовища, 2,5% - як оліготрофні, 2% - як мезотрофні та 0,5% - як змішані (Проворкин, А & Сидаский А. 1969).

За даними Державного комітету України по геології та використанню надр від 1999 року, площа торфовищ складала 1 000 000 га, площа промислових родовищ торфу із товщиною торфу більше 70 см складала 581 879 га (Mouchan et al 2017).

Ці дані викликають багато питань, тому що в

прикладом розрахунків економічної ефективності на прикладі Німеччини. Ми сподіваємося, що проект ПРООН в Україні «Сприяння сталому управлінню тваринництвом та збереженню екосистем у Північній Україні» продовжить цю роботу та знайде можливості для економічного аналізу різних варіантів палюдикультури та створення пілотних майданчиків.

Наш компендіум орієнтований на документ Mulholland et al (2020) і надає зручну структуру, але між документами є відмінності, оскільки деякі твердження не можна застосовувати до України, а інші твердження застаріли. Хочемо зауважити, що, оскільки, Україна не є членом ЄС, рамкові умови відрізняються від тих, що діють в ЄС, а також від тих, що діють у Великій Британії. Це впливає на державні субсидії, вуглецеві ринки, а також на практики обводнення та проекти з палюдикультури.

Україні за Радянських часів проводилося інтенсивне осушення торфовищ для потреб сільськогосподарства та лісництва, відбувалося видобування торфу, тому площа торфовищ із промисловими покладами не могла збільшитися або залишитися незмінною у період з 1969 по 1999 роки.

На жаль, сучасна система статистики не дозволяє зробити висновки про розміри природних торфових боліт або торфовищ, тому що не ведеться окремий облік таких територій. Так, за даними Державної служби з питань геодезії, картографії та кадастру на 1 січня 2020 року в Україні було 973 800 га відкритих заболочених земель (Статистичний щорічник України 2023), але частина торфових боліт може бути включена і в інші категорії земель.

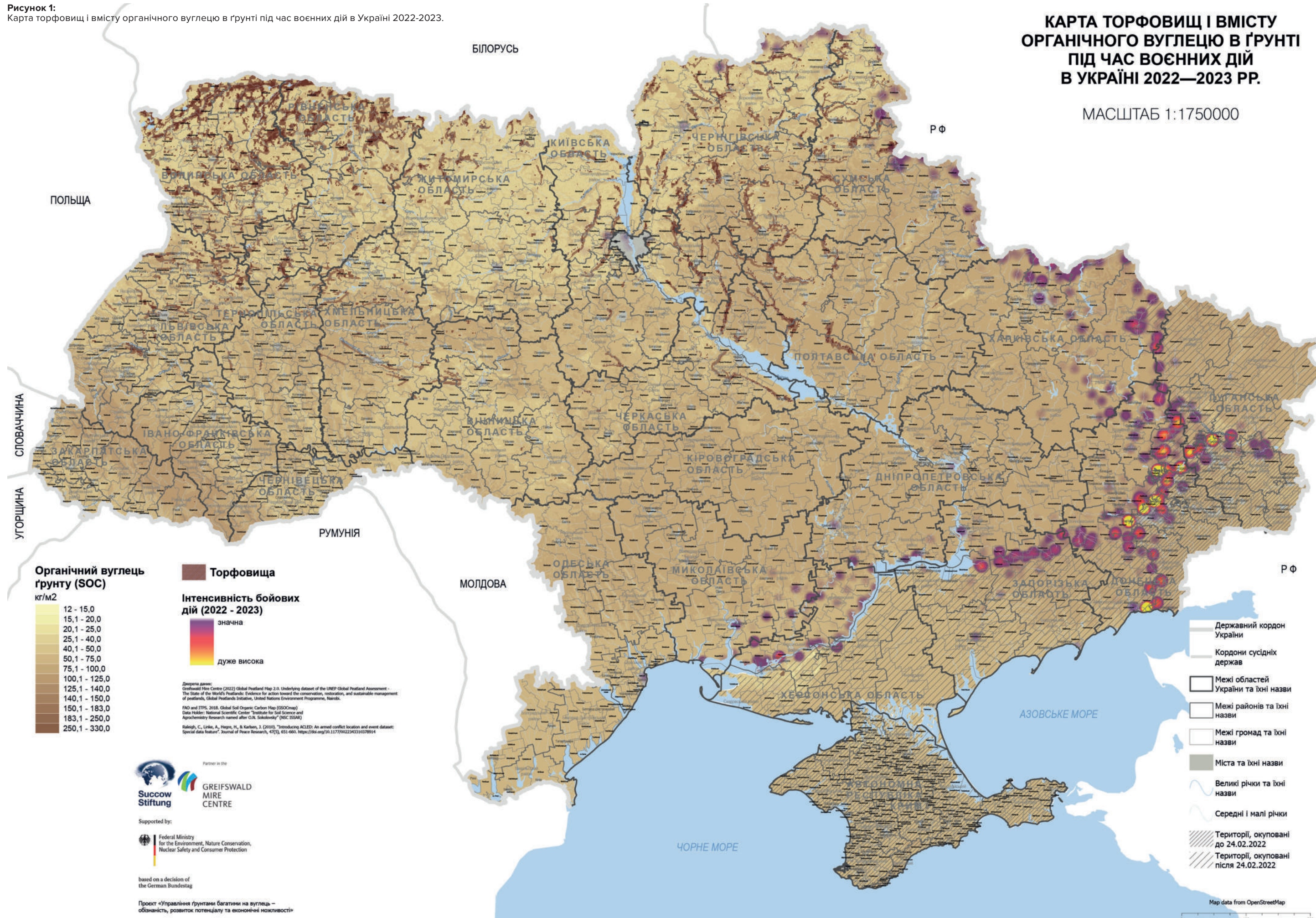
У 1991 році територія, яку займали природні торфові болота, оцінювалася у 693 700 га (Minaeva et al 2009). На сьогодні ця цифра зменшилася через посухи, видобування корисних копалин, вигорання торфовищ, застосування гідротехнічної меліорації, тощо (Вознюк та ін. 2017).

Торфовища зосереджені на півночі країни, в основному в басейнах Прип'яті та Дніпра (див. Рисунок 1). Менші за площею торфовища розташовані в Карпатських горах, в дельті Дунаю та інших естуаріїв Чорного моря.

Рисунок 1:
Карта торфовищ і вмісту органічного вуглецю в ґрунті під час воєнних дій в Україні 2022-2023.

КАРТА ТОРФОВИЩ І ВМІСТУ ОРГАНІЧНОГО ВУГЛЕЦЮ В ҐРУНТІ ПІД ЧАС ВОЄННИХ ДІЙ В УКРАЇНІ 2022—2023 РР.

МАСШТАБ 1:1750000



1.2. Використання торфовищ в Україні — від давнини до сьогодення

1.2.1. Історія використання торфовищ

З давніх-давен українські болота і торфовища використовувалися як пасовища, а також для сінокосіння, полювання та рибальства. Значну частину раціону людей, які жили на болотах або поблизу них, складали гриби та ягоди, такі як *Vaccinium oxycoccos* (журавлина), *Vaccinium microcarpum* (журавлина дрібноплода), *Vaccinium myrtillus* (чорниця звичайна), *Vaccinium uliginosum* (лохина), *Vaccinium vitis-idaea* (брусниця), *Rubus caesius* (ожина сиза), *Rubus nessensis* (ожина ведмежина) та *Ribes nigrum* (чорна смородина) (див. Фото 1), які збирали на природних болотах. Місцеві мешканці робили борошно з насіння та плодів *Glyceria maxima* (лепешняк водяний), *Glyceria Fluitans* (лепешняк плавучий), *Trapa natans* (водяний горіх звичайний), з коріння *Typha spp* (рогоз), *Nymphaea alba* (латаття біле) та *Butomus umbellatus* (сусак звичайний). Понад 20 видів лікарських рослин можна збирати на болотах, і вони добре відомі місцевим жителям. Серед них: *Menyanthes trifoliata* (бобівник трилистяний), *Acorus calamus* (аір тростинний), *Ledum palustre* (багно звичайне), *Valeriana spp.* (валер'яна), *Salix cinerea* (верба попеляста), *Cardamine palustris* (жеруха), *Potentilla erecta* (перстач прямостоячий), *Drosera rotundifolia* (росичка круглолиста), *Frangula alnus* (крушина ламка), *Alnus glutinosa* (вільха чорна), *Alnus Incana* (вільха біла), *Polygonum hydropiper* (гірчак перцевий), *Orchis laxiflora ssp. Palustris* (плодоріжка болотна) та *Nuphar lutea* (глечики жовті). Бактерицидні та гігроскопічні властивості сфагнуму визнані та широко використовуються. На жаль, до 40% території, де збирали ці їстівні ресурси, було втрачено внаслідок аварії на Чорнобильській атомній станції (1986). Разом з лісами болота утворюють природний комплекс і є частиною духовної спадщини. Торфові болота часто згадуються в українських казках, фольклорі, літературі тощо. Вони мають потенціал стати важливим рекреаційним ресурсом, але це ще не визнано, і тому потенційні економічні вигоди також не реалізовано (Movchan et al. 2017).

Тваринництво здавна було важливим низькоінтенсивним способом використання торфовищ. Тварин годували сіном, яке косили вручну на вологих луках, або ж жуйні тварини, пристосовані до несприятливих умов, випасалися на торфовищах у посушливе літо. У Центральній Європі таке низькоінтенсивне пасовищне господарювання було широко розповсю-

джене. Використання диких рослин як соломи (підстилки) або корму (сіна) традиційно було поширеним. Торфовища слугують пасовищами для домашніх тварин. Лише злегка осушені торфовища (рівень води -10-30 см від поверхні ґрунту) використовуються для виробництва підстилки або низькоякісного сіна (див. Фото 3). Однак, цей вид використання торфовищ з низьким впливом на навколишнє середовище різко скоротився протягом останнього століття, натомість великі площі торфовищ були повністю осушені (комплексна меліорація).

В Україні осушення боліт розпочалося наприкінці 19 століття. У 1873-1898 роках у Волинській, Рівненській та Житомирській областях було побудовано понад 4 700 км осушувальних каналів. Осушені землі було перетворено на пасовища та сіножаті. До початку ХХ століття більшість осушених водно-болотних угідь (близько 15 000 га) були осушені за допомогою закритого дренажу. У 1909-1914 роках було побудовано ще 5 265 км дренажних каналів, і до 1917 року було осушено приблизно 430 000 га боліт, які використовувалися, як пасовища. Після 1917 року темпи осушення зменшилися, але загальна площа осушених земель збільшилася. Після другої світової війни спостерігалося збільшення обсягів осушення болотних екосистем. До 1966 року було осушено 1,37 млн га водно-болотних угідь, а до 1976 року ця цифра зросла до 2,06 млн га. У 1978 році загальна площа осушених водно-болотних угідь становила 2,25 млн га, включаючи 613 900 га колишніх боліт (= близько 50% початкової площі боліт із покладами торфу більше 70 см (Movchan et al. 2017).), (Див. фото 4 і фото 5).



Фото 4: Традиційне сінокосіння на вологих торфовищах в українському Поліссі (Віхтманн 2010)



Фото 5:
Великомасштабна комплексна меліорація в українському Поліссі (Віхтманн 2010)

1.2.2. Травостої інтенсивного використання

Осушення та інтенсивне використання травостоїв на торф'яних ґрунтах для виробництва високоякісного силосу чи сіна вимагають таких самих гідротехнічних заходів, як і на староорних землях, наприклад, для виробництва силосу з кукурудзи. Відповідно, торф'яні ґрунти таких ділянок постраждали від мінералізації, осідання та ущільнення ґрунту. Подальші заходи з осушення пристосували торфовища до потреб індустріального виробництва, що дозволило вирощувати кукурудзу і трави на сіно або силос з вищими врожайностями, ніж на мінеральних ґрунтах. Завдяки використанню добрив і мінералізації торф'яних ґрунтів поживних речовин ніколи не бракувало, а з інтенсивно використовуваних сінокосів можна було збирати 4-5 врожаїв на рік. Лише у Волинській і Рівненській області за радянських часів площа осушених земель склала 594 000 га, але не всі осушені території були торфовищами (Вознюк та ін. 2017).

Інтенсивне землекористування на болотних сіножатях зі зборами врожаю три-пять разів на рік вже втратило своє значення в Центральній Європі через зниження продуктивності ґрунту, але все ще використовується в інших регіонах Європи. З часом стало зрозуміло, що осушення торфовищ має більше недоліків, ніж переваг, оскільки продуктивність кормів знизилася, а орні землі швидко виснажуються через втрату гумусу внаслідок вітрової та водної ерозії. Вітрова та водна ерозія верхнього шару ґрунту на Поліссі настільки висока, що фахівці Національного наукового центру «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського» наголошують на необхідності відновлення, як мінімум, 250 000 га деградованих торфовищ. (Movchan et al. 2017; Ситник, В & Трускавецький, Р. 2010).

Високопродуктивні види трав, посіяні на цих деградованих торф'яних ґрунтах, що були пошкоджені попереднім інтенсивним землекористуванням, не можуть сформувати стійкі пасовищні угруповання, і через чотири-п'ять років витісняються пирієм повзучим (*Elymus repens*). Травостої з пирію мають низьку продуктивність і якість, а також, погано засвоюються жуйними тваринами (Tanneberger und Wichtmann 2011). Це зумовлює необхідність регулярної оранки (або повного знищення дернини шляхом застосування гербіцидів) та відновлення бажаного високопродуктивного травостою (Succow und Joosten 2001). Сучасні породи молочних корів, характерною ознакою яких є постійне збільшення молочної продуктивності, потребують високоякісних кормів, які можна вирощувати лише на мінеральних ґрунтах. В Україні й інших країнах це призвело до занедбання величезних площ торфовищ.



Фото 6:
Осушені торфовища на українському Поліссі, використання яких у якості пасовищ для молочних корів є неефективним (Беріш 2010)

У 1980-х роках підрозділи "Сільгоспхімії" щорічно видобували 14-15 млн. тонн торфу для використання в якості "добрив" на полях і в теплицях, а загальний обсяг видобутку становив 21-23 млн. тонн на рік. У 1990-х роках обсяги видобування торфу суттєво зменшилися через економічні зміни. До 2010 року, згідно з Державною енергетичною програмою України, видобуток торфу становив близько 1,6 млн. тонн на рік. Більшість українського торфу, що використовується як паливо та добрива, має зольність до 35%. Є лише 10 родовищ бітумінозного торфу з вмістом золи <10%, придатного для переробки шляхом гідролізу.

У 1980-х роках торф в Україні видобували переважно фрезеруванням. Після економічних змін наприкінці 1990-х років торф почали копати екскаваторами, що збільшило негативний вплив на природні гідрологічні режими. З середини 1990-х років сфагновий торф широко

використовується в садівництві в якості субстрату, субстратних торф'яних блоків і торф'яних поживних брикетів. В інших країнах з торфу омбротрофних боліт виробляли торф'яну патоку, торф'яний кормовий цукор, кормові дріжджі для великої рогатої худоби. Перелік "торф'яних ліків" включав "торфенал" (для лікування шкірних захворювань) і "торфот" (для лікування хвороб очей). Обсяги експорту українського торфу були невеликі через домінування низькоякісного торфу та радіоактивне забруднення після Чорнобильської катастрофи. Основними ринками збуту торфу були Німеччина, Греція, Єгипет, Франція, Чехія та Словаччина. Після видобутку торфу територія підлягає рекультивації, тобто має стати придатною для сільськогосподарського виробництва (рілля, пасовища, сінокосіння), лісорозведення або риборозведення (будівництво ставків). Будівництво рибних ставків заохочувалося, оскільки це сприяло виконанню Продовольчої програми колишнього СРСР. Лісорозведення пропагувалося після закінчення видобутку торфу (Movchan et al. 2017)).

1.2.3. Пасовища із низькою інтенсивністю використання

На більшості територій Німеччини, Польщі, а також на Поліссі в Україні період малоінтенсивного використання ресурсів торфовищ часто слідував за періодом більш інтенсивного сільського господарства, від якого пізніше від-

мовилися через складності, пов'язані з обслуговуванням меліоративних систем, зниженням несучої здатності ґрунтів, мінералізацію торфу, ерозію та ущільненням ґрунту.

Зазвичай, на цих ділянках випасають м'ясну велику рогату худобу (приблизно одна тварина на гектар), один або два рази на рік заготовляють сіно або поєднують обидва підходи. Сіно використовується, наприклад, для утримання корів за системою "корова-теля" (suckler cows)¹ або для молодняку з низькою продуктивністю. Внесення добрив та здійснення фітосанітарних заходів є рідкістю. У Німеччині ці форми землекористування є конкурентоспроможними лише завдяки субсидіям. Проте, основою такого господарювання є осушення, оскільки для великої рогатої худоби, а також для важкої техніки рівень ґрунтових вод не може бути вищим ніж 40-60 см від поверхні.

Це призводить до тих самих проблем, що спостерігаються при інтенсивному використанні пасовищ на торф'яних ґрунтах.

Іншою проблемою інтенсивного використання є зміна видового складу рослин і зниження продуктивності ділянок. Через ці проблеми, а також, не в останню чергу, через зміну політичних умов і розпад великих колгоспів, ведення сільськогосподарського виробництва було припинено на багатьох територіях осушених боліт (Succow und Joosten 2001).

1.3 Ризики та загрози українських торфовищ

Для природних боліт і осушених торфовищ в Україні існує багато загроз, серед них основними є (змінено за (Movchan et al. 2017):

- Видобуток торфу та подальша "рекультивація" (тобто лісове або сільське господарство за осушених умов);
- Видобуток бурштину: бурштин видобувається із мінеральних ґрунтів, що знаходиться нижче торф'яного шару, тому знищуються цілі торфовища;
- Осушення для інтенсивного сільського господарства (включаючи оранку та інтенсивне внесення добрив) або лісового господарства;
- Осушення та подальше занедбання, після якого залишаються голі, багаті на поживні

речовини "чорні пустелі" (особливо характерні для невеликих торфовищ у степовій зоні в Дніпропетровській, Донецькій, Кіровоградській, Луганській, Миколаївській, Харківській, Херсонській та Одеській областях), з поширенням верби (*Salix*) на деяких територіях;

- Затоплення торфовищ для створення водосховищ або рибних ставків;
- Радіоактивне забруднення внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС (особливо в Житомирській області);
- Будівництво доріг (особливо після 1985 року) або населених пунктів та іншої інфраструктури;
- Каналізація й поглиблення річок та будів-

¹ suckler cows - корови м'ясних порід, телята яких знаходяться біля корів на природній відгодівлі до 6-8 місяців. Відповідно і термін: suckler herd – це стадо із корів suckler cows

ництво гідротехнічних споруд задля запобігання повеням (особливо в заплавах річок Прип'ять та Стохід);

- Приватизація та продаж землі. До 2011 року 80% осушених торфовищ, що використовувалися у сільському господарстві, перебували у власності приватних осіб та місцевих органів самоврядування, причому, як правило, це були невеликі (2-3 га) земельні ділянки, що перешкоджало відновлювальним роботам;
- Органічне та неорганічне забруднення, наприклад, як наслідок інтенсивної мінералізації торфуги, використання добрив та засобів захисту рослин.

1.4. Обводнення торфовищ

Визнано, що вторинне обводнення торфовищ є ефективним засобом відновлення функцій торфовищ та скорочення викидів парникових газів (Leifeld und Menichetti 2018; Zhong et al. 2020).

У минулому вирішальну роль у прийнятті рішень про обводнення відігравали природоохоронні цілі. Останнім часом осушені торфовища все частіше обводнюють з метою скорочення викидів парникових газів. Однак, визнається, що вторинне обводнення не завжди здатне досягти природоохоронних цілей і повернути екосистему, що була раніше (Remm et al. 2019), а натомість створює абсолютно нові водно-болотні угіддя (Kreyling et al. 2021).

В Україні подекуди відбувалося неконтрольоване і випадкове обводнення, спричинене діяльністю бобрів на покинутих торфовищах (Чорнобильська буферна зона), або через нехтування технічним обслуговуванням меліоративних систем (фото 1). Є випадки і цілеспрямованих практичних заходів щодо відновлення та обводнення торфовищ із природоохоронними цілями або для пом'якшення наслідків зміни клімату, як, наприклад, відновлення болота Заливки (Біосферний Заповідник Розточчя, Львівська область) і болота Чорне Багно (Національний природний парк Зачарований Край, Закарпатська область).

Дедалі більше з'являється інформації про роль торфовищ, як накопичувачів вуглецю так і джерел викидів парникових газів і стоку поживних речовин. Важливо захистити накопичувачі вуглецю і звести його викиди до мінімуму. Цього можна досягти лише шляхом вторинного обводнення осушених торфовищ (Tanneberger et al. 2020).

Штучно змінені водні режими осушених торфовищ часто не регулюються, що призводить до посилення обміну підземних і поверхневих вод та забруднення води (в тому числі радіонуклідами). В Україні це серйозна проблема, оскільки в більшості регіонів не вистачає якісної питної води.

Підсумовуючи, можна сказати, що осушені торфовища не виконують функцій, які вони мають виконувати в ландшафтному балансі (детальніше у 2.3.1.), і тому не надають відповідні екосистемні послуги. Розв'язання цих проблем і відновлення екосистемних послуг полягає у вторинному обводненні торфовищ і, за потреби, переході до палюдикультури.

Після обводнення торфовища можна розглядати два варіанти управління цією територією: торфовища можуть бути залишені без подальшого втручання людини, і після адаптації до нових гідрологічних умов, можна очікувати збільшення біорізноманіття на цій ділянці. Але торфовища можна продовжувати використовувати за допомогою методів управління, що адаптовані до нової ситуації, а саме: збору рослин, що з'являються в результаті сукцесії після обводнення (палюдикультура вологих луків або вологих пасовищ), або вирощування цільової рослинності, яка підходить для відповідного місця (культивована палюдикультура), наприклад, очерету, рогозу, сфагнового моху або вільхи (Wichtmann und Wichmann 2011; Tanneberger et al. 2021).

Найбільш важливими екосистемними послугами (ЕП), які можна отримати після вторинного обводнення і які також легко піддаються кількісній оцінці, є виробництво біомаси та скорочення викидів парникових газів. Скорочення викидів, завдяки вторинному зволоженню, можна підтверджувати за допомогою сертифікату, використовуючи для розрахунків підхід, в якому викиди парникових газів визначають через характеристики рослинності (GEST-підхід). Інші ЕП, можливо, також можна було б продавати в рамках різних ініціатив. Наприклад, вторинне обводнення і палюдикультура пов'язані з охолоджувальним ефектом на регіональному рівні, утриманням води і поживних речовин у ландшафті, покращенням стану біорізноманіття, природоохоронною та історичною цінністю природних торфовищ, як «архівів живої природи». Серед інших переваг варто вказати поява

на ринку місцевої продукції (це зменшує відстань між виробником і споживачем), матеріали і продукти, що зберігають поглинутий вуглець (наприклад, будівельні матеріали), а також заміщення невідновлюваних джерел енергії.

Залежно від типу землекористування та інтенсивності дренажу за початкових дренажних умов, в середньому, в помірних широтах викидається від 17,25 (неглибоко дренажні пасовища) до 38,18 т CO₂ еквівалента на га на рік (орні землі). В умовах тропічного клімату викиди від орних земель можуть досягати 58,45 т CO₂ еквівалента на га на рік ((Tanneberger et al. 2020) за даними IPCC 2014).

Основний принцип полягає в тому, щоб підняти рівень ґрунтових вод осушених органічних ґрунтів (торфовищ) до висоти поверхні ґрунту (клас

вологості ґрунту 4+, 5+, 6+; див. Таблицю 1), завдяки чому торф'яне тіло назавжди залишиться законсервованим. Викиди парникових газів та стоки інших речовин з осушеного торфовища, мінімізуються або, в ідеалі, припиняються.

Також може бути досягнуто відновлення торфоутворення і відповідно секвестрації вуглецю та поживних речовин. Для цього влітку і взимку слід підтримувати середній рівень води, що зберігає торф (класи вологості ґрунту 4+, 5+ і 6+; див. Таблицю 1). На більшій частині території рівень води повинен відповідати класам вологості ґрунту 4+, 5+ або 6+. Чим більшою буде вторинно зволожена частина загальної площі, тим більше викидів парникових газів можна буде уникнути.

Таблиця 1:

Класи вологості ґрунту, релевантні для вторинного обводнення (4+/5+/6+) (Jurasinski et al. 2016)

Клас вологості ґрунту	Середній рівень ґрунтових вод (см від поверхні ґрунту)	
	Зима/весна	Літо/осінь
2+	-35 — -70	-45 — -85
3+	-15 — -35	-20 — -45
4+	-5 — -15	-10 — -20
5+	+10 — -5	0 — -10
6+	+150 — +10	+140 — 0

Загалом, при рівні води 4+ неможлива діяльність, що забезпечує збереження або утворення торфу. Ці умови лише забезпечують зменшення спрацювання торфовища. Винятком є вільхові болота (Schäfer und Joosten 2005) або прибережні морські затоплені торфовища, де межа між мокрими й вологими солончаковими травостоями знаходиться на глибині від 13 см до 24 см від поверхні ґрунту (Seiberling 2003).

1.5. Міжнародні зобов'язання України щодо відновлення торфовищ

Україна має низку міжнародних зобов'язань, пов'язаних зі збереженням, охороною та відновленням торфовищ. Ці зобов'язання є відображенням тих численних ролей, які торфовища відіграють у добробуті нашої планети та її біосфери.

Насамперед слід згадати [Паризьку угоду](#), яку Україна ратифікувала Законом №1469-VIII від 14.07.2016. Паризька угода підкреслює важливість торфовищ для клімату як поглиначів вуглецю. Це передбачає вторинне зволоження 500 000 км² (50 000 000 га) осушених торфовищ по всьому світу до 2050-2070 років, а також «вживання заходів щодо збереження та збільшення, у відповідних випадках, поглиначів і резервуарів парникових газів...». Це означає, що подальше осушення торфовищ і

видобуток торфу в Україні суперечать взятим зобов'язанням.

З 2020 року країни подають свої національні плани дій щодо клімату, відомі як національно визначені внески (НВВ). Кожен наступний НВВ має відображати зростаючий рівень амбіцій порівняно з попередньою версією.

У своїх звітах із НВВ країни повідомляють про дії, яких вони вживатимуть для скорочення викидів парникових газів, щоб досягти цілей Паризької угоди. Країни також повідомляють у своїх звітах про дії, яких вони вживатимуть для підвищення стійкості до наслідків зміни клімату. Так, до 2030 року ЄС планує скоротити викиди парникових газів на 55% порівняно з рівнем 1990 року.

На шляху до членства в ЄС Україні найближчим часом доведеться адаптувати закони та інші підзаконні акти про охорону довкілля до відповідних Директив та Регламентів ЄС.

Торфовища як частина річкових басейнів підпадають під дію [Водної рамкової директиви ЄС \(2000/60/ЄС\)](#) (ВРД), яка зосереджується на забезпеченні доброго якісного та кількісного стану вод, тобто, на зменшенні та видаленні забруднення та забезпеченні достатньої кількості води для підтримки дикої природи одночасно з потребами людини. Основними цілями ВРД є запровадження Планів управління річковими басейнами й Програм заходів для захисту та, де необхідно, відновлення водних об'єктів для досягнення доброго стану та запобігання їх погіршенню. Країни-члени Європейського Союзу зобов'язалися досягти доброго якісного та кількісного стану всіх водних об'єктів до 2027 року.

Верховна Рада України, з метою наближення національного законодавства до ВРД, 4 жовтня 2014 року прийняла відповідні зміни до Водного кодексу України. Очікується, що [плани управління річковими басейнами](#) в Україні будуть завершені протягом [2024 року](#), наразі триває їх громадське обговорення.

На жаль, торфовищам не приділено достатньої уваги у ВРД. Але, оскільки торфовища відіграють важливу роль у ландшафтному водному балансі та можуть виступати як дифузні джерела поживних речовин (якщо вони осушені), або як поглиначі (якщо вологі), проєкт DESIRE, що було впроваджено Центром торфових боліт Грайфсвальда, закликав до розв'язання проблем торфовищ і включення їх до планів управління річковими басейнами. Були складені відповідні пропозиції ([Посилання](#)).

Конвенція про водно-болотні угіддя, що мають міжнародне значення, головним чином, як середовище існування водоплавних птахів (Рамсарська конвенція та Бернська Конвенція про охорону дикої флори та фауни і природних середовищ існування в Європі) реалізуються в країнах ЄС через [Директиву № 92/43/ЄС про збереження природних оселищ та видів природної фауни і флори](#) (далі – Оселищна директива), [Директиву № 2009/147/ЄС про збереження диких птахів](#) (далі – Пташина директива).

Оселищна директива вимагає від національ-

них урядів визначати території, які забезпечуватимуть збереження видів флори та фауни. Це дало змогу створити мережі охоронюваних територій по всьому ЄС разом із «особливими заповідними територіями», які разом з існуючими охоронними територіями стали мережею Natura 2000, створеною для захисту видів і середовищ існування. Стаття 1 Оселищної Директиви зобов'язує держави-члени ЄС вжити «ряд заходів, необхідних для підтримки або відновлення природних середовищ існування та популяцій видів дикої фауни та флори».

Відповідно до Оселищної Директиви, в Україні створено [Смарагдову мережу](#), куди увійшли більшість незайманих торф'яних боліт, але до цього часу Смарагдова мережа офіційно не затверджена і, відповідно, не охороняється законом, хоча державні організації іноді зважають на належність території до Смарагдової мережі при прийнятті рішень.

Водночас, Україна, підписавши Угоду про асоціацію з Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, взяла на себе зобов'язання імплементувати в Українське законодавство Пташину та Оселищну Директиви ЄС (Додаток ХХХ до Угоди). Законопроєкт, який направлений на імплементацию цих Євродиректив розроблено та зареєстровано в Парламенті за номером 4461 від 04.12.2020.

Стратегія ЄС щодо біорізноманіття до 2030 року передбачає зобов'язання щодо законодавчого захисту щонайменше 30% території, включаючи внутрішні води, та 30% морів в Євросоюзі, з яких принаймні третина має бути під суворим захистом, включно з усієї територією пралісів.

17 червня 2024 року Рада ЄС з питань довкілля ухвалила [Закон про відновлення природи](#). Він поєднує загальну мету довгострокового відновлення природи на суходолі та в морі ЄС з обов'язковими цілями відновлення для певних оселищ та видів. Ці заходи повинні охопити щонайменше 20% суходутних і морських територій ЄС до 2030 року, а до 2050 року – всі екосистеми, які потребують відновлення. В цьому документі палюдикультура згадується як один із приклад бажаних заходів із відновлення.

Зокрема, у новому Законі зазначено, що для органічних ґрунтів сільськогосподарського

призначення, які являють собою осушені торфовища, держави-члени повинні запровадити заходи щодо відновлення:

- 30% таких територій до 2030 року, з яких, принаймні, чверть має бути повторно зволожена;
- 50% таких територій до 2040 року, з яких, щонайменше, половина має бути повторно зволожена;
- 70% таких територій до 2050 року, з яких, принаймні, половина має бути повторно зволожена.

Як визначено в Керівних принципах Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (IPCC) 2006 року для національних кадастрів парникових газів, відновлення та вторинне зволоження органічних ґрунтів у сільськогосподарському використанні допомагає досягти значних переваг для біорізноманіття, значного скорочення викидів парникових газів та інших екологічних переваг, водночас сприяючи збільшенню різноманітності агроландшафтів. Держави-члени можуть вибирати із великого переліку заходів із відновлення осушених торфовищ, що знаходяться у сільськогосподарському використанні, починаючи від перетворення ріллі на постійні пасовища та заходів з екстенсифікації виробництва, що супроводжуються зменшенням осушення, до повного вторинного зволоження із застосування палюдикультурних практик або створення умов для відновлення торфоутворюючої рослинності. Найбільш значні кліматичні переваги створюються шляхом відновлення та вторинного зволоження ріллі із подальшим відновленням пасовищ.

Окремо слід відмітити перелік типів оселищ із Додатку I [Закону про відновлення природи](#). Держави-члени повинні забезпечити, щоб стан території із типами оселищ, що перелічені в Додатку I, не погіршувався. Серед інших типів оселищ, Додаток I містить типи боліт, що зустрічаються у Північній Україні: верхові болота (північ Рівненської та Житомирської областей), деградовані верхові болота (північ Рівненської та Житомирської областей), які здатні до природного відновлення, перехідні болота та сплавини (Черемське болото Волинської області, Коза-Березинське болото, Переброди, Сира Погоня, Сомине та інші болота Рівненської та Житомирської областей), вапнякові

болота з *Cladium mariscus* та видами *Caricion davallianae* (території Шацького національного природного парку), лужні болота (Волинська область). Ці типи оселищ мають бути пріоритетними для збереження та охорони в Україні.

Відповідно до позиції Парламенту, країни ЄС повинні надавати пріоритет територіям [Natura 2000](#) (Смарагдова мережа для України) до 2030 року. Після того, як встановлено, що територія перебуває в хорошому стані, країни ЄС повинні забезпечити, щоб її стан суттєво не погіршувався. Держави-члени також повинні будуть ухвалити національні плани відновлення, в яких детально описується, як вони мають намір досягти поставлених цілей. Закон вимагає від країн-членів ЄС розроблення національних планів з відновлення, які визначають заходи з відновлення, необхідні для досягнення встановлених цілей.

2. ПАЛЮДИКУЛЬТУРА – КЛІМАТИЧНО ОРІЄНТОВАНЕ ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ НА ТОРФОВИЩАХ

2.1. Короткий вступ до палюдикультури

Перший всебічний огляд раціонального використання торфовищ опублікували науковці Йоостен и Кларке (Joosten und Clarke 2002). Інтенсивне використання торфовищ в аграрному виробництві вимагає осушення, що призводить до величезних викидів парникових газів, стоку поживних речовин та втрати біорізноманіття. Майже 25% світових викидів вуглекислого газу (CO₂) у секторі Використання земель, змін у використанні земель і лісівництві (Land use, land-use change, and forestry (LULUCF)) спричинені осушеними торфовищами. Деградація торфовищ також спричиняє постійне осідання ґрунту, що призводить до щорічних втрат від 1 до 2 см у помірному кліматі.

Обводнення осушених торфовищ має важливе значення для зменшення викидів і деградації торфу, але до цього часу воно призводило до втрати продуктивних земель, тобто припинення їхнього використання. Нова концепція землекористування, що отримала назву палюдикультура ("*palus*" - лат. "болото"), поєднує виробництво, збереження якості ґрунтів та, іноді, відновлення процесів утворення торфу (Wichtmann et al. 2016). Нижче приведені основні принципи палюдикультури.

Палюдикультура – це сільськогосподарське або лісгосподарське використання вологих і обводнених торфовищ. Палюдикультура використовує спонтанно вирощену або культивовану біомасу з вологих торфовищ за умов, при яких торф більше не розкладається або навіть починає «рости». Це докорінно відрізняється від традиційного використання торфовищ, коли осушення призводить до розкладання торфу і, як наслідок, - викидів парникових газів та вимивання поживних речовин і, зрештою, до руйнування виробничої бази через деградацію торф'яного ґрунту.

Палюдикультуру можна описати як продуктивне землекористування на вологих торфовищах, яке зупиняє осідання ґрунту й спрацювання

торф'яника і мінімізує викиди та вимивання продуктів розкладу торфу. На відміну від сільського господарства, основою якого є осушення торфових боліт, палюдикультура використовує рослини, що адаптовані до високого рівня ґрунтових вод, такі як очерет, рогіз, осока, вільха, м'ята та інші. Огляд потенційних рослин для палюдикультури наведено в Базі даних потенційних рослин для палюдикультурного землеробства ([Database of Potential Paludiculture Plants \(DPPP\)](#)), що розробляється і оновлюється Центром торфових боліт Грайфсвальду.

На сьогодні, немає відомостей про впровадження палюдикультури на обводнених торфовищах в Україні. Але є кілька традиційних видів землекористування на вологих торфовищах і болотах, таких як заготівля очерету звичайного (*Phragmites australis*), збирання ягід, тощо, на природних та напів-природних ділянках і сінокошіння на вологих луках, які можна розглядати як палюдикультуру (див. Розділ 1.2.1).

Якщо дивитися з точки зору бізнесу і нехтувати зовнішніми витратами, то управління вологими ґрунтами пов'язане з вищими витратами, ніж управління осушеними торфовищами. Зокрема, піонери палюдикультурного землеробства можуть зіткнутися із більшими проблемами, порівняно з управлінням торфовищами, що були осушені. Ці ділянки мають низьку носійну здатність, що вимагає дружніх до ґрунту методів вирощування та збирання врожаю, які не руйнують ґрунт. Відповідно, необхідно інвестувати в технології, адаптовані до конкретних умов. Це вимагає використання спеціалізованої техніки з адаптованою ходовою частиною, яка зазвичай створює менше навантаження на ґрунт, ніж техніка, що використовується на осушених торфовищах (Wenzel et al. 2022).

Якщо управління обводненими торфовищами включає тваринництво, то доцільно розглядати лише ті види тварин, які можуть існувати на вологих ґрунтах (водяні буйволи, гуси, качки) і

споживати не дуже якісну біомасу (Närmann et al. 2021). Тут також слід очікувати додаткових витрат, наприклад, на будівництво стаєнь, пристосованих до конкретного виду тварин, систем огорожі, створення нових стад, тощо.

Однією із проблем є те, що домінуючі насадження можуть давати більшу кількість і вищу якість врожаю, якщо рівень води встановлюється нижче, ніж потрібно для оптимального захисту торфовищ і скорочення викидів парникових газів. Або ж рівень ґрунтових вод з часом зно-

2.2. Можливості землекористування на обводнених торф'яних ґрунтах

Для європейських торфовищ існує широкий спектр альтернативних варіантів використання вологих земель (див. розділ 3). Щоб відповісти на глобально зростаючу конкуренцію за землю, зберегти виробничу функцію ґрунтів для забезпечення засобів до існування в сільській місцевості, а також зберегти й відновити вологі луки, як осередки біорізноманіття, просте припинення землекористування для багатьох торфовищ є неприйнятним. Як наслідок, фундаментальний перехід до "вологого" землекористування, тобто палюдикультури, є неминучим (Tanneberger et al. 2021).

Рисунок 2 показує, що викиди парникових газів на торфовищах залежать від середнього рівня залягання ґрунтових вод. Діапазон викидів парникових газів від осушених торфовищ (звичайне використання, середній рівень ґрунтових вод між -40 см і -120 см) становить від приблизно 20 тонн CO₂-еквівалента на гектар на рік до понад 50 тонн CO₂-еквівалента на гектар на рік.

При вторинному зволоженні торфовища, що призводить до підвищення середнього рівня ґрунтових вод між -15 см і +5 см, викиди знижуються до мінімальних значень метану. Газ виходить на поверхню, головним чином, на неглибоких обводнених торфовищах. Частково це можна пом'якшити шляхом місцевої рослинності, яка розвивається на зволжених ділянках. Зрештою, шляхом обводнення торфовищ можна досягти скорочення викидів CO₂-еквівалента від 10 до 40 тонн на гектар на рік (див. Рисунок 2).

Посилаючись на уникнення викидів CO₂, карбонове фермерство² передбачає практики, які покращують швидкість, з якою CO₂ видаляється з атмосфери та перетворюється на рослинний

матеріал та/або органічну речовину ґрунту. Карбонове фермерство вважається успішним, коли в результаті управління земельними ресурсами та/або впровадження практик збереження ґрунтів, надходження вуглецю у ґрунт є більшим за його втрати. На цьому базуються нові варіанти фінансування, наприклад, "вуглецеві кредити" (див. Розділ 6. Викиди парникових газів). Карбонове фермерство включає відновлення торфовищ і більшість методів палюдикультури. Іншими словами, карбонове фермерство на органічних ґрунтах у поєднанні з продуктивним використанням рослинної біомаси можна вважати палюдикультурою (Tanneberger et al. 2021).

матеріал та/або органічну речовину ґрунту. Карбонове фермерство вважається успішним, коли в результаті управління земельними ресурсами та/або впровадження практик збереження ґрунтів, надходження вуглецю у ґрунт є більшим за його втрати. На цьому базуються нові варіанти фінансування, наприклад, "вуглецеві кредити" (див. Розділ 6. Викиди парникових газів). Карбонове фермерство включає відновлення торфовищ і більшість методів палюдикультури. Іншими словами, карбонове фермерство на органічних ґрунтах у поєднанні з продуктивним використанням рослинної біомаси можна вважати палюдикультурою (Tanneberger et al. 2021).

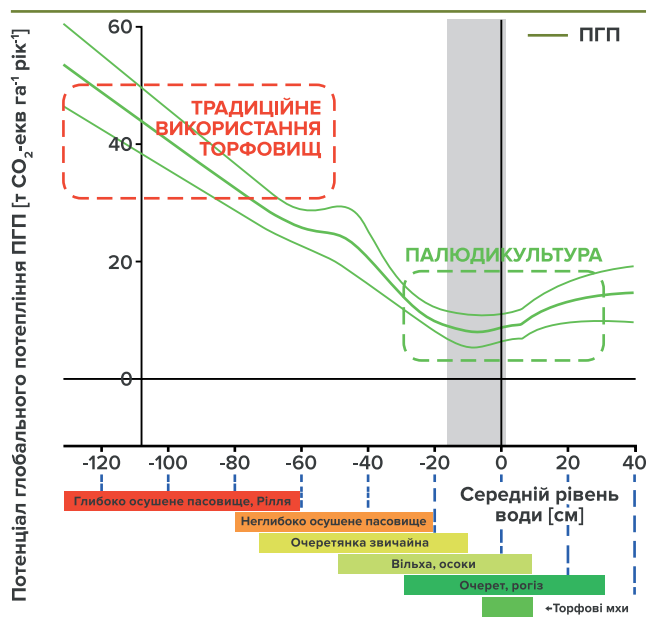


Рисунок 2.

Результати метааналізу потоків парникових газів (CO₂, CH₄) на торфовищах помірного клімату та середнього рівня ґрунтових вод з типовими діапазонами рівня ґрунтових вод для традиційного землекористування та палюдикультури (сірий стовпчик). Цей Рисунок постійно оновлюється із появою нових даних (Gaudig und Tanneberger 2019; Couwenberg et al. 2011). Останні результати вимірювань потоку постійно інтегруються в базу даних викидів Центру Торфових боліт Грайфсвальда (GMC)³. Останні дані показують, що викиди від осушених торфовищ є ще вищими

² Карбонове фермерство – новий спосіб ведення сільського господарства на основі принципу скорочення вмісту карбону у ґрунті. Таким чином викиди карбону не потрапляють в атмосферу, відповідно зменшуючи вплив на зміну клімату. У карбоновому фермерстві можуть застосовуватись такі рішення, як: використання добрив з високим вмістом карбону, скорочення або відмова від обробки ґрунту, посадка покривних культур для зміни екосистеми фермерства та інші.

³ <https://greifswaldmoor.de/home.html>

Різноманітні варіанти виробництва біомаси з доданою вартістю, завдяки палюдикультурно-му виробництву, показують, що система палюдикультури має великий потенціал для біоекономіки (Wichtmann und Peters 2022; European Commission 2018).

Європейська Комісія встановила п'ять основних цілей для біоекономіки (European Commission, 2018), а саме:

- забезпечення продовольчої безпеки та безпеки харчування;
- стале управління природними ресурсами;
- зменшення залежності від невідновлюваних, нестійких ресурсів, незалежно від того, чи надходять вони з-за кордону, чи є національними;
- пом'якшення наслідків зміни клімату та адаптація до них;
- зміцнення європейської конкурентоспроможності та створення робочих місць.

Всі ці цілі значною мірою або повністю вирішуються за допомогою палюдикультури, окрім

2.3. Торфовища, поживні речовини та вуглець

Насичені водою торфовища відіграють роль поглиначів поживних речовин, забруднювачів і вуглецю в ландшафті. Якщо торфовища осушуються для використання в сільському чи лісовому господарстві або для видобутку торфу, вони перетворюються з поглиначів на джерело. В результаті, поживні речовини, що містяться в ґрунтах (нітрати й фосфор), вивільнюються і забруднюють водні екосистеми, а парникові гази (ПГ), що впливають на клімат, викидаються в атмосферу. Це означає, що всі деградує торфовища в Україні сприяють зміні клімату, евтрофікації річок і, як наслідок, забрудненню Чорного і Балтійського морів.

Окрім викидів парникових газів та вимивання поживних речовин з осушених торфовищ, шкода наноситься також водним об'єктам. Осушення торфовищ спричиняє втрати поживних речовин через стік з інфільтраційно-дренажними водами. При цьому, велика кількість азоту, водорозчинних органічних сполук, калію і фосфору, внесених з добривами, потрапляє у поверхневі води. Це означає, що осушення та інтенсивне великомасштабне сільськогосподарське використання торфовищ призводить до порушення важливих екологічних функ-

першої мети - забезпечення продовольчої безпеки та безпеки харчування. Але, в будь-якому випадку, слід зазначити, що деякі харчові продукти можуть вироблятися палюдикультурними методами (м'ясо, молоко, ягоди), можливо, менше, ніж на осушених торфовищах, але з явними екологічними перевагами порівняно з управлінням торфовищами на основі дренажу. (Wichtmann et al. 2016b). З іншого боку, орієнтація на палюдикультуру може зменшити тиск на мінеральні ґрунти, спричинений вирощуванням енергетичних культур, через поступову відмову від вирощування енергетичних культур на мінеральних ґрунтах і використання цих ґрунтів для виробництва харчових продуктів.

Необхідність обводнення торфовищ має бути інтегрована в інші заходи із захисту клімату, при такому комплексному підході заходи в різних секторах доповнюють, а не перешкоджають один одному. Наприклад, планування і будівництво вітрових або сонячних електростанцій на осушених торфовищах має поєднуватися з їхнім обводненням або, принаймні, із зобов'язаннями щодо подальшого обводнення торфовищ.

цій і негативних зовнішніх ефектів, які можуть поширюватися далеко за межі торфовища. Мінералізація осушених органічних ґрунтів і надмірне використання добрив призводять до забруднення поживними речовинами прилеглих поверхневих вод (річок, озер), підземних вод і морів. Як наслідок, поверхневі води страждають від цвітіння ціанобактерій, там накопичуються мікро- та макроводорості, що спричиняє дефіцит кисню. Як наслідок, погіршується якість середовища існування для риб та інших водних організмів, що негативно впливає на біорізноманіття поверхневих вод, а також на рибальство, туристичну галузь і, таким чином, на місцеве населення.

2.3.1. Вплив вторинного обводнення на баланс поживних речовин

Природні та успішно відновлені торфовища виконують функції "нирок ландшафтів", фільтруючи поживні речовини з підземних і поверхневих вод, що протікають через них. Вологі та обводнені торфовища можуть утримувати поживні речовини з джерел живлення та природних покладів. В умовах перезволоженого ґрунту ці поживні речовини поглинаються рослинністю, елімінуються (як нітрати, що випаро-

вуються після денітрифікації у вигляді закисно-відновних форм – NO_2 , NO , N_2O , N_2 , NH_4) або осаджуються (як фосфор), а в довгостроковій перспективі – секвеструються шляхом перетворення рослинної біомаси в новоутворений торф (Vroom et al. 2018). Вилучення поживних речовин шляхом збирання палюдикультурної біомаси з обводнених торфовищ має додатковий позитивний вплив на захист прісних вод (Geurts et al. 2020). Дослідження збору біомаси на низинних торф'яних болотах (торфовищах, що живляться підземними та поверхневими водами) в Нідерландах, показали ефективність утримання азоту в ґрунті до 93-99%, що перешкодить емісії та вимиванню (Wassen und Olde Venterink 2006).

Крім того, торфовища можуть накопичувати поживні речовини й вуглець, перетворюючи рослинну біомасу на торф в умовах перезволоженого ґрунту. Крім скорочення викидів парникових газів внаслідок обводнення, перехід до палюдикультури має й інші позитивні кліматичні ефекти:

- а) ефект фіксації вуглецю у готовому продукті (для продуктів тривалого користування, таких як будівельні та ізоляційні матеріали, меблі тощо);
- б) заміщення викопного палива.

Осушення та сільськогосподарське використання торфовищ призводить до деградації та руйнування ґрунтів (погіршення якості, мінералізації, ущільнення, просідання, ерозії, спустошення), викидів парникових газів та забруднення вод через вивільнення поживних речовин. Стан торфовищ також може погіршуватися через інші зовнішні причини, такі, як забруднення і збагачення поживними речовинами (наприклад, осадження, стік агрохімічних препаратів з сільськогосподарських полів прилеглих водозборів). Останнє є очевидним у випадку забруднення або збагачення поживними речовинами поверхневих чи підземних вод.

Існує кілька біогеохімічних процесів, пов'язаних з обводненням торфовищ і переведенням їх на палюдикультуру, які можуть впливати на здатність торфовищ утримувати поживні речовини і їх потенційну розчинну здатність. Різні дослідження показують, що фізичні властивості найбільш порушених приповерхневих торф'яних ґрунтів не відповідають референтним умовам, близьким до природних торфовищ, навіть через

кілька десятиліть після відновлення, хоча природний рівень ґрунтових вод був відновлений (Kreyling et al. 2021). Хоча методи відновлення за останні роки покращилися, процес відтворення природних гідрологічних умов досі є складним і тривалим процесом. Дослідження деяких авторів (Land et al. 2016; Zak et al. 2014; Walton et al. 2020) показали, що найсерйознішою проблемою для охорони водних ресурсів може бути підвищене вимивання фосфору з обводнених ділянок, які в минулому були осушені та удобрені і мають несприятливе співвідношення заліза та фосфору.

Вторинне обводнення може мати різні впливи на біогеохімічні процеси. При обводненні всі пори торф'яного ґрунту заповнюються водою, повітря витісняється, кисню немає або він присутній лише в незначній мірі. Відбуваються сильні зміни в окислювально-відновлювальній системі. Завдяки цьому покращуються умови для денітрифікації нітратів, розчиняється амоній, а сполуки фосфору, які раніше вважалися дуже стабільними, можуть переходити в розчин (Lundin et al. 2017). Така зміна від окисних до аноксидних умов, з одного боку, може забезпечити відновлення +/- 100 % нітратного азоту до N_2 без заповдіяння шкоди. З іншого боку, це може призвести до відновного розчинення сполук заліза (III) та, як наслідок, до вивільнення фосфатів. Це особливо актуально для пасовищ, де використовувалися добрива, й орних земель на торф'ї, які були збагачені - в осушених умовах - нерозчинними фосфатними комплексами. Цей процес може призвести до високих концентрацій фосфору у капілярній воді й стати масштабним, якщо співвідношення заліза до фосфору у верхньому шарі ґрунту торфовища, що буде обводнено, становить менше ніж 10 (Jabłońska et al. 2020). Розчинений фосфор може (частково) поглинатися рослинністю і вивозитися з біомасою врожаю з території, але він також може бути частиною стоку води, особливо на проточних (відповідно, просочувальних) обводнених торфовищах, що може сприяти забрудненню водних об'єктів. Це означає, що існує ризик того, що фосфор, накопичений у торф'яних ґрунтах, буде вивільнятися вниз за течією (Audet et al. 2020)⁴.

Наявність адаптованих до умов торфовища гідрологічних умов має вирішальне значення для досягнення цілей захисту торф'яних ґрунтів і

⁴ Під час підготовки публікації ми отримали інформацію від українських фахівців, що в українських поліських торфових ґрунтах вміст фосфору невеликий і сполуки слабо рухомі. Фосфорні добрива вносились в невеликих дозах – не вище 45 кг в розрахунок на P_2O_5 . Вівіанітові торфовища мають місце, проте поширені на локальних ділянках і особливої екологічної шкоди не принесуть в умовах палюдикультури

зменшення втрат поживних речовин. Відновити природні гідрологічні умови на торфовищах, що зазнали значних змін з моменту осушення і тому втратили свою первісну рослинність, природні структурні особливості торф'яних шарів на поверхні, досить складно. Такі торфовища часто були природно багатими на поживні речовини ділянками з інтенсивним водним потоком. Гідрологічні умови можуть бути відновлені в довгостроковій перспективі, за умови, якщо будуть використані види рослин, що утворюють торф (Rehell und Laitinen 2014). Для покращення утримання поживних речовин необхідно враховувати рівні води, динаміку води та якість води на самому торфовищі та на водозборі (Sallantaus 2014).

Хоча методи відновлення екосистемних функцій осушених торфовищ все ще обмежені й майже не випробувані (Klimkowska et al. 2019), можна надати початкові рекомендації. Якщо торфовище було слабо осушене упродовж останніх років і його гідралічні властивості не зазнали незворотних змін, заходи з відновлення можуть бути обмежені припиненням функціонування дренажної інфраструктури (Pfadenhauer und Grootjans 1999; Menberu et al. 2018). Торфовища зі значними гідралічними змінами та довготривалим осушенням характеризуються зменшенням пористості, гідропровідності та поглинальної здатності торфу. Пов'язані з цим зміни гідралічних властивостей торфу незворотні (Carroll et al. 2011; Chimmer et al. 2017). Ці спустошені торфовища часто мають погані гідралічні властивості. Це означає, що їхня гідралічна провідність надзвичайно низька, вони можуть бути вторинно зволожені лише шляхом тривалого повного затоплення і тоді на них почнуть розвиватися нові водно-болотні екосистеми.

На тлі обмежених наукових даних важко наперед кількісно оцінити функцію екосистеми щодо утримання поживних речовин. Покращення в утриманні поживних речовин завдяки конкретному відновлювальному заходу можна кількісно оцінити лише після того, як стануть зрозумілими всі ефекти. Слід зазначити, що в короткостроковій перспективі поживні речовини можуть вимиватися з відновлених торфовищ, але в довгостроковій перспективі після відновлення, якість стоку з торфовищ покращується. Якщо метою є відновлення на торфовищі гідрологічних процесів, подібних до природних умов, то необхідні активні заходи.

Якщо облішити варіант бездіяльності, то є два основні варіанти відновлення функції екосистеми щодо утримання поживних речовин:

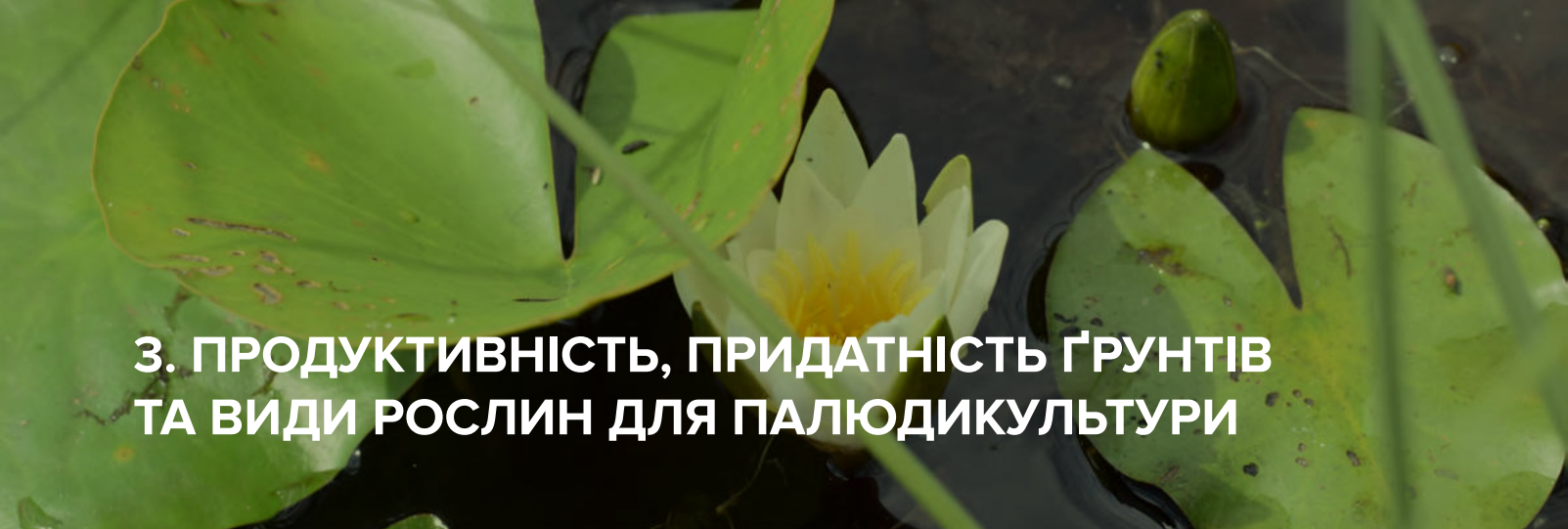
- видалити надзвичайно багатий на поживні речовини верхній шар перед повторним обводненням (Zak et al. 2016),
- вилучати поживні речовини, збираючи біомасу після вторинного обводнення (палюдикультура).

Перший варіант може бути впровадженим із природоохоронною метою при маломасштабному відновленні вразливих рослинних угруповань. Оскільки необхідно перемістити надзвичайно велику кількість ґрунту, а це пов'язано з дуже високими витратами, цей варіант не видається ефективним, як захід для збереження поживних речовин.

Кількість поживних речовин, що потрапляють з торфовищ у підземні та поверхневі води, визначається кількома факторами. Це залежить, наприклад, від типу торфовища, інтенсивності осушення та типу землекористування. Оскільки більшість торфовищ Полісся є низинними болотами, значна частина торфовищ, що використовуються в сільському господарстві, є багатими на поживні речовини.

Найвищих показників стоків поживних речовин слід очікувати, якщо торфовище використовувалося для ріллі, оскільки проїзд важкої техніки можливий лише при низьких рівнях води, на ґрунті відсутній "підтримувальний" дерновий покрив, а внесення добрив більше, ніж на луках. Для напівприродних пасовищ і луків передбачається менший, але все ж таки значний скид поживних речовин. Тому вторинне обводнення глибоко осушених торф'яних ґрунтів і перехід до палюдикультури з вилученням поживних речовин є найбільш ефективним рішенням для утримання поживних речовин.

З точки зору водоохоронної політики слід враховувати, що не тільки сільськогосподарське використання на основі дренажу пов'язане з надходженням поживних речовин у прилеглі водні екосистеми, але й відмова від сільськогосподарського використання. Для переходу від осушувального використання торфовищ до палюдикультури з її внеском в утримання поживних речовин у водозбірних басейнах річок, питання сільськогосподарського використання торфовищ також розглядається з економічної точки зору.



3. ПРОДУКТИВНІСТЬ, ПРИДАТНІСТЬ ҐРУНТІВ ТА ВИДИ РОСЛИН ДЛЯ ПАЛЮДИКУЛЬТУРИ

3.1. Загальний огляд галузей палюдикультури

Палюдикультуру можна розуміти, як концепцію (Wichtmann et al. 2016b) відновлення деградованих торфовищ шляхом вторинного обводнення у поєднанні з економічним використанням біомаси, зібраної на цих територіях.

Використовуючи різні технології, біомасу можна переробляти на різноманітні кінцеві продукти, такі, як ізоляційні та будівельні матеріали, ґрунтові субстрати, корми та паливо, тощо. Інноваційні продукти, в тому числі, медичні та харчові, перебувають на стадії розробки. Біомаса вологих торфовищ має широкий спектр потенційного використання: від кормів для тварин до енергетичної сировини та будівельних матеріалів. Управління вологими торфовищами забезпечує екологічні послуги (ЕП), які не можуть бути надані або надаються в набагато меншому обсязі на осушених торфовищах. На додаток до зменшення викидів парникових газів і стоку поживних речовин, підтримується типове для даної місцевості біорізноманіття (Müller et al. в стадії підготовки).

Пілотні проекти з палюдикультури та демонстраційні майданчики в масштабах фермерських господарств вже існують у різних країнах. Водночас, в рамках цих проектів досліджуються різні напрямки використання па-

людикультурної біомаси. Ринки для цих продуктів часто знаходяться лише на ранній стадії розвитку. Нерідко виникає проблема «курки та яйця» (Nordt et al. 2022). Переробка продуктів палюдикультури має сенс лише за наявності достатньої кількості сировини, тоді як пропозиція сировини має сенс лише за наявності переробних потужностей. Однак і те, і інше створюється лише тоді, коли є достатній попит на кінцеву продукцію. З точки зору кінцевої продукції, продукти палюдикультури повинні конкурувати з близькими заміниками (наприклад, ізоляційні матеріали на основі конопель або овечої вовни, енергія з соломи або деревини, яловичина) та продуктами місцевого збору дикорослих рослин та імпорту (наприклад, покрівельний очерет з Китаю чи Румунії) (Becker et al. 2020). Сертифікація палюдикультурних продуктів дозволяє диференціювати продукцію та може сприяти подальшому розвитку ринку. Таке маркування може сертифікувати виробництво, придатне для певної місцевості, привернути увагу до пов'язаних з ним екосистемних послуг і, за необхідності, може забезпечити вищі ціни на продукцію, вирощену на болотах. Це також може стимулювати сільськогосподарський сектор до обводнення та вологого землеробства на більшій кількості торфовищ (Salminah et al. 2021).

Сертифікація палюдикультурного виробництва

Сертифікація продукції є ефективним засобом підтвердження якості, яка відрізняє продукт від інших. Це також стосується палюдикультурної продукції на основі екосистемних послуг. Зараз в одному із наших проектів розробляється [система сертифікації](#). Система має бути придатною для застосування до широкого спектра продуктів, виготовлених з палюдикультурної біомаси. Пропозиції до сертифікації були підготовлені на основі аналізу літератури та результатів роботи учасників двох семінарів. Було розроблено стандарт палюдикультури, підкріпленний відповідними критеріями, кожен з яких можна підтвердити за допомогою індикаторів.

Наступним кроком буде визначення методів впровадження відповідного сертифікату (Wichtmann & Beckmann 2024). Сформульовано перелік із шести принципів, орієнтованих, головним чином, на екологічні умови, що мають бути виконані, та на екосистемні послуги.

А-Екологічна компонента

Принцип 1: Збереження торфу/захист ресурсів

Принцип 2: Адаптація території

В-Захист екосистемних послуг

Принцип 3: Збереження функцій

Принцип 4: Біорізноманіття

С-Юридичні й економічні питання

Принцип 5: Дотримання законодавства та захист прав споживачів і виробників

Принцип 6: Економічна стійкість і цілі сталого розвитку

Індикатори піддаються вимірюванню та, таким чином, можуть підтвердити відповідність чи невідповідність критеріям. Важливим показником, наприклад, для принципів 1 і 2 є клас вологості ґрунту, який має бути щонайменше 4+, бажано 5+ або 6+ (див. розділ 1.4 Обводнення торфовищ: Таблиця 1). Дотримання цих та інших показників необхідно регулярно перевіряти (на початку проекту, а потім, наприклад, кожні 5 років) у рамках моніторингу або візуальної оцінки та польових досліджень. Очікується, що система сертифікації буде розроблена до початку 2025 року та буде обрано організацію, яка буде надавати такий сертифікат. Це дозволить незалежним організаціям проводити перші аудити і, за дотримання встановлених принципів, виробники отримають перші сертифікати для маркування продукції.

Oehmke та Abel (2016) наводять дані щодо урожайності сухої речовини різних видів водно-болотних рослин "природної рослинності" або прикладів "спонтанної сукцесії".

На рисунку 3 ці показники порівнюються з еталонними значеннями для деяких звичайних лучних і орних культур.

[Осока гостра](#): врожай влітку
[Осока гостра](#): врожай липень
[Осока гостроподібна](#): врожай червень-липень
[Осока побережна](#): врожай травень-вересень
[Очеретянка звичайна](#): зимовий врожай
[Очеретянка звичайна](#): врожай травень-вересень
[Очерет звичайний](#): врожай серпень
[Очерет звичайний](#): врожай січень-березень
[Очерет звичайний](#): врожай травень-вересень
[Рогіз](#): врожай березень-травень
[Рогіз вузьколистий](#): врожай травень-жовтень
[Рогіз широколистий](#): врожай травень-вересень
Тимчасове лукопасовищне угіддя
Постійне лукопасовищне угіддя
Малопродуктивні пасовища
Пшениця – дані для Канадських степів
Дані для ранньої, стандартної й пізньої пшениці (Японія)

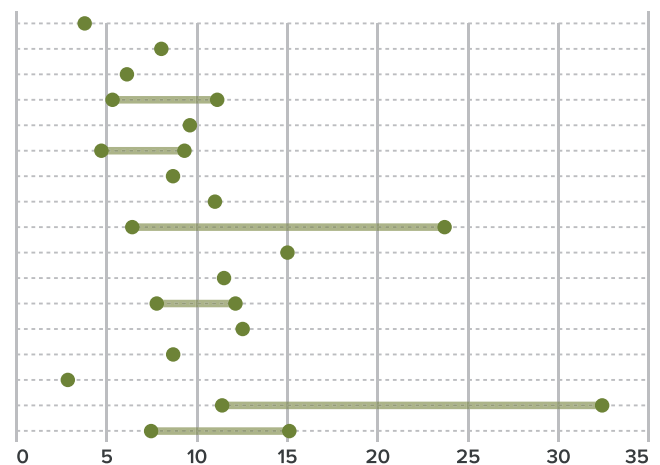


Рисунок 3.

Середньорічна урожайність сухої речовини ($t/га^{-1}$ рік) окремих рослин водно-болотних угідь, зібраних за різних умов (Oehmke та Abel 2016), порівняно з урожайністю сухої речовини з луків та орних полів пшениці (Mullholland et al. 2020)

З Рисунку 3 видно, що деякі рослини водно-болотних угідь можуть відповідати продуктивності сухої речовини значної частини сільськогосподарських пасовищ і деяких орних пшеничних полів. Хоча пряме порівняння між орними культурами й культурами біомаси може лише частково свідчити про продуктивність землі в дивергентних системах, перетворення цієї природної продуктивності на сучасну,

комерційно життєздатну форму управління земельними ресурсами, вимагає подолання низки викликів. Ці виклики, а також можливості для підтримки сільськогосподарського виробництва на територіях, які, у випадку відмови від палюдикультури, можуть бути змушені припинити або суттєво скоротити поточне традиційне сільськогосподарське виробництво, будуть розглядатися в різних розділах цього звіту.

3.2. Потенціал болотних рослин для палюдикультури

Палюдикультура передбачає різні системи сільськогосподарського виробництва. Згідно Tanneberger et al. 2021, що конкретизували роботу (Wichtmann et al. 2016b), варіанти землекористування на обводнених торфовищах в Європі можна умовно поділили на наступні групи:

- Високо інтенсивна палюдикультура: вирощування навмисно створених, відібраних водно-болотних культур в умовах інтенсивного управління з метою отримання найбільшої кількості та/або якості цільової біомаси. Наприклад, вирощування рогозу (*Typha*), сфагнуму або росички (*Drosera*);
- Низько інтенсивна палюдикультура: регулярне збирання з метою використання врожаю біомаси рослинності, що утворилася спонтанно. Наприклад, постійне лукопасовище угіддя з осоками або травами, що перебуває під випасом або коситься;
- Вологе природне середовище: відсутність заготівлі біомаси та іншого управління з акцентом на надання регулюючих послуг та цінності біорізноманіття дикої природи (наприклад, ревайлдинг).

Палюдикультурне пасовище може бути як місцем збирання біомаси на напівприродних ділянках так і спонтанно утвореним "постійним палюдикультурним пасовищем" після вторинного обводнення. Сукцесія може призвести до поступової зміни видового складу внаслідок підвищення рівня ґрунтових вод та управління. Рослинність, пристосована до первинних умов ділянки, буде «мігрувати» з навколишніх природних територій. У палюдикультурному землеробстві цілеспрямовано можуть вирощуватися такі рослини, як вільха, очерет звичайний, рогіз, торф'яний мох, а також багато інших видів рослин (Abel, S & Kallweit, T. 2022; Abel et al. 2013), що замінять існуючу рослинність. На ділянках, де рослинність знаходиться під охороною, заміна природної рослинності на палюдикультурну може бути обмежена. Необхідно перевіряти та дотримуватися природоохоронних вимог. Однак, слід зазначити, що будь-який тип використання вологих торфовищ, адаптований до конкретних умов, вважається палюдикультурою, включаючи, наприклад, збирання ягід або полювання. Загалом, необхідно зважати на потреби рослин та вибрати відповідну ділянку торфовища. Також, слід

враховувати інвазійні види та їхній можливий вплив на природні біотопи й місцеві види, перш ніж вводити екзотичні види у палюдикультуру.

У всьому світі потрібні нові підходи до сталого управління деградованими торфовищами. Ідентифікація рослин для вологих торфовищ має важливе значення для впровадження палюдикультурного землеробства. Тому [База даних потенційних палюдикультурних рослин \(БДППР\)](#) містить інформацію про корисні рослини водно-болотних угідь, які можна вирощувати у палюдикультурі. Для кожного запису створюється "Портрет рослини", який містить інформацію про характеристики та морфологію рослини, поширення та природні місця існування, способи вирощування та розмноження, а також варіанти використання (Abel et al. 2013).

БДППР побудовано у MS Access 2010. Для складання БДППР були зібрані, по-перше, звичайні культури (господарські рослини), адаптовані до обводнених умов, наприклад, журавлина, дикий рис, і, по-друге, типові рослини торфовищ, наприклад, сфагнум чи багно, які були проаналізовані на предмет потенційного використання. Були також визначені рослини і культури, які вже успішно вирощуються в палюдикультурі. Літературний пошук включав, як первинні (журнали, книги, звіти тощо), так і вторинні джерела інформації (реферати, інтернет-ресурси та інші бібліографічні інструменти). Близькоспоріднені види розглядаються, як групи зі схожими характеристиками та можливостями використання, наприклад, *Sphagnum* spp., *Carex* spp. або *Salix* spp. Таким чином, База даних потенційних рослин для палюдикультури є оглядом рослин можливих для цього типу землекористування.

Для оцінки палюдикультурного потенціалу рослин БДППР визначає чотири рівні придатності на основі трьох критеріїв: збереження торф'яного ґрунту, ринковий потенціал та реалізація. Збереження торф'яного ґрунту є першочерговим завданням палюдикультури. Таким чином, виробництво, зосереджене лише на підземних частинах рослин, не є прийнятним, оскільки збір врожаю може завдати шкоди торф'яному ґрунту. Оцінка ринку ґрунтується на загальному дослідженні Інтернет-ресурсів та літератури, в якому існування продукту, незалежно від кількості та якості, було прийнято як доказ наявності ринку. Крім того, були враховані пер-

спективні потенційні потреби ринку, наприклад, для біоенергетичних культур. Оскільки ринки біоенергетичних культур швидко розвиваються, пошук нових культур для задоволення попиту продовжується.

Не всі види, включені до загальної БДППР, придатні для палюдикультури. З 1128 видів, вне-

сених до БДППР, 659 видів можна оцінити на предмет їхнього потенціалу для палюдикультури. Близько 300 з них мають добрий або перспективний потенціал. Через брак даних 469 видів не можуть бути оцінені, особливо види з тропічного клімату. Для отримання кращих результатів необхідні подальші дослідження та збір даних в країнах (Таблиця 2).

Таблиця 2:

Перспективні види рослин для палюдикультурного виробництва у помірній зоні Європи, включаючи Полісся, що ростуть в Україні (змінено за Abel & Kallweit (2022))

Латинська назва	Українська назва	Форма	Найбільш перспективні напрямки використання	Частини рослин, що використовуються
Рослини, для яких є досвід вирощування та потенційний ринковий попит на біомасу				
<i>Alnus glutinosa</i>	Вільха клейка Вільха чорна	Дерево	Технічна рослина - деревина - дубильна рослина - фарбувальна рослина Лікарська рослина Енергетична культура	Деревина Кора Супліддя Листя
<i>Carex spp.</i>	Осоки	Багаторічні трав'янисті рослини	Технічна рослина - пакування та одноразовий столовий посуд - панелі - папір - підстилка для худоби Кормова рослин Лікарська рослина Енергетична культура	Надземна біомаса
<i>Drosera rotundifolia</i>	Росичка круглолиста	Багаторічна рослина	Лікарська рослина	Надземна біомаса
<i>Glyceria maxima</i>	Лепешняк великий	Багаторічна рослина	Харчова рослина Кормова рослина Енергетична культура (біогаз)	Надземна біомаса
<i>Mentha aquatica</i>	М'ята водяна	Багаторічна рослина	Лікарська рослина Ефіроолійна рослина Пряна рослина	Листя
<i>Myrica gale</i>	Мірика звичайна	Чагарник	Харчова рослина Лікарська рослина	Листя
<i>Phragmites australis</i>	Очерет звичайний	Злак	Технічна рослина - матеріал для дахів - ізоляційний матеріал - будівельний матеріал - пакування та одноразовий посуд - папір Кормова рослина Енергетична рослина	Надземна біомаса
<i>Phalaris arundinacea</i>	Очеретянка звичайна	Граміноїд	Технічна рослина - пакувальний та одноразовий посуд - панелі - підстилка для худоби Кормова рослина Енергетична рослина	Надземна біомаса
<i>Salix spp.</i>	Верби	Чагарник/ дерево	Технічна рослина/культура -деревина -матеріал для плетіння кошиків -фарби Дубильна рослина Лікарська рослина Медонос Кормова рослина Енергетична культура	Надземна біомаса

Латинська назва	Українська назва	Форма	Найбільш перспективні напрямки використання	Частини рослин, що використовуються
-----------------	------------------	-------	---	-------------------------------------

Рослини, для яких є досвід вирощування та потенційний ринковий попит на біомасу

Typha spp.	Рогіз	Багаторічна рослина	Технічна рослина - ізоляційний матеріал -наповнювач (насіннєві волоски) -будівельний матеріал -пакування та одноразовий посуд -ґрунтовий субстрат, що замінює торф Кормова рослина Лікарська рослина Енергетична рослина	Надземна біомаса
Vaccinium oxycoccus ; V. macrocarpon	Журавлина	Чагарник	Харчова рослина Медонос Лікарська рослина	Плоди Листя

Рослини, про які поки немає детальної інформації щодо вирощування

<i>Acorus calamus L.</i>	Аір тростинний	Багаторічна рослина	Ефіроолійна рослина Пряна рослина Лікарська рослина Дубильна рослина	Різоми Листя
<i>Agrostis canina L.</i>	Мітлиця собача	Багаторічна рослина	Кормова рослина	Надземна біомаса
<i>Alopecurus geniculatus</i>	Лисохвіст колінчастий	Багаторічна рослина	Кормова рослина середньої якості	Надземна біомаса
<i>Althaea officinalis L.</i>	Алтея лікарська	Незлакові трави	Лікарська рослина	Листя
<i>Amelanchier canadensis</i>	Ірга канадська	Дерево або чагарник	Технічна культура - деревина Харчова рослина Лікарська рослина Медонос	Квіти Плоди Кора Деревина
<i>Angelica archangelica L.</i>	Дягель лікарський	Незлакові трави	Лікарська рослина Ефіроолійна рослина Харчова рослина Кормова рослина Медоносна рослина	Насіння Листя Пагони
<i>Aronia melanocarpa</i>	Горобина чорноплідна		Плодова рослина Лікарська рослина	Ягоди
<i>Betula pubescens Ehrh.</i>	Береза пухнаста	Дерево або чагарник	Технічна рослина - деревина Харчова рослина Лікарська рослина	Деревина, Сік Бруньки Листя
<i>Echinochloa crus-galli (L.)</i>	Плоскуха звичайна, півняче просо	Злак	Кормова рослина	Надземна біомаса
<i>Eupatorium cannabinum L.</i>	Сідач конопляний	Багаторічна рослина	Лікарська рослина Отруйна для худоби	Листя
<i>Filipendula ulmaria (L.)</i>	Гадючник вязолистий	Багаторічник	Дубильна рослина Лікарська рослина Фарбувальна рослина Ефірна рослина Літній медонос Кормова рослина (силос)	Листя Квіти
<i>Frangula alnus Mill.</i>	Крушина ламка	Чагарник	Лікарська рослина	Кора Деревина
<i>Fraxinus excelsior L.</i>	Ясен звичайний	Дерево	Технічна рослина - деревина Лікарська рослина	Деревина Листя Кора
<i>Glyceria maxima</i>	Лепешняк водяний (очеретяний)	Багаторічна рослина	Технічна рослина, використовується для покрівлі будинків Кормова рослина	Надземна біомаса

Латинська назва	Українська назва	Форма	Найбільш перспективні напрямки використання	Частини рослин, що використовуються
<i>Gratiola officinalis</i> L.	Лепешняк великий	Незлакові трави	Лікарська рослина Дубильна рослина Фарбувальна Пилконос	Надземна біомаса
<i>Hierochloë odorata</i> (L.)	Чаполоч пахуча	Багаторічна рослина	Харчова рослина	Листя
<i>Iris pseudacorus</i> L.	Півники болотні	Багаторічна рослина	Фарбувальна рослина Лікарська рослина	Квіти насіння
<i>Juncus Gerardi</i>	Ситник Жерарда	Багаторічна рослина	Кормова рослина	Стебла Листя
<i>Lotus tenuis</i>	Лядвенець тонкий	Багаторічна рослина	Кормова рослина	Надземна біомаса
<i>Menyanthes trifoliata</i> L.	Бобівник трилистий	Багаторічна рослина	Лікарська рослина Медонос Харчова рослина	Листя
<i>Miscanthus x giganteus</i>	Міскант гігантський	Граміноїд	Енергетична культура	Надземна біомаса
<i>Nasturtium officinale</i> R. Br.	Настурція лікарська	Багаторічна рослина	Лікарська рослина Харчова рослина Пряна рослина Олійна рослина Медонос	Листя Насіння
<i>Oenanthe aquatica</i> (L.) Poir.	Омег водяний	Багаторічна рослина	Лікарська рослина	Плід
<i>Petasites hybridus</i> (L.)	Кремена лікарська	Багаторічна рослина	Лікарська рослина Кормова рослина Медонос	Листя
<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.	Ялина звичайна	Дерево	Технічна рослина - деревина Дубильна рослина Медонос Ефіроолійна рослина Лікарська рослина Кормова рослина	Деревина Бруньки Живиця
<i>Populus spp.</i> L.	Тополя біла	Дерево (або чагарник)	Технічна рослина - деревина Дубильна рослина Медонос Лікарська рослина Фарбувальна рослина Енергетична культура	Деревина Бруньки
<i>Ledum palustre</i> / <i>Rhododendron tomentosum</i>	Азалія Понтійська	Чагарник	Дубильна рослина Ефіроолійна рослина Лікарська рослина	Листя Квіти
<i>Sanguisorba officinalis</i> L.	Родовик лікарський	Багаторічна рослина	Кормова рослина Інсектицидна Лікарська рослина	Рослина, листя
<i>Symphytum officinale</i> L.	Живокіст лікарський	Багаторічна рослина	Лікарська рослина Кормова рослина Медонос	Листя
<i>Trifolium fragiferum</i> L.	Конюшина суницеподібна	Багаторічна рослина	Кормова рослина Медонос Лікарська рослина	Надземна біомаса
<i>Tripolium pannonicum</i>	Солончакова айстра звичайна	незлакові трави	Кормова рослина Медонос Лікарська рослина	Листя, стебло
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	Чорниця звичайна	Чагарник	Харчова рослина Медонос Лікарська рослина	Ягоди
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	Брусниця	Чагарник	Харчова рослина Медонос Лікарська	Ягоди листя

3.3. Придатність земель для палюдикультури / Оптимальні ділянки торфовищ та продуктивність палюдикультури

Найважливішими факторами, які вирішують, чи є сенс переходу на палюдикультуру на певній гідрологічній території є:

- тип торфовища
- розподіл власності на землю
- доступність землі
- розмір і рівномірність ділянки
- наявність води
- історії використання
- якість води для обводнення

Тип торфовища повинен відповідати виду рослинної біомаси, яка буде там вирощуватися. Вторинне обводнення торфовищ і впровадження палюдикультури є концепцією, що несе за собою великі зміни. Тому з цим мають погодитися і землевласник, і сільськогосподарський виробник. Для того, щоб мати можливість управляти водними ресурсами у стандартизований спосіб, може виникнути не-

обхідність об'єднати території, що належать різним власникам. Сусідні землевласники мають бути відкритими для залучення торфовищ до проекту. Чим більша площа, зайнята рослинами, тим більший стимул і потреба у відповідній техніці, інфраструктурі та розвитку ринків. Таким чином, масштаб є важливим фактором для впровадження та розвитку палюдикультури. Оптимальними для проведення болотного землеробства є великі, меліоровані та сильно деградовані низинні торфовища, що переважають в Україні. Вони мають рівнинний рельєф і відносно функціонуючу гідротехнічну інфраструктуру. Крім того, в посушливий літній сезон має бути достатня кількість води. Це можна перевірити за допомогою моделі водного балансу з використанням даних для конкретної ділянки. Більше інформації можна знайти в розділі 2.3 у Mullholland et al. 2020.

4. ПЛАНУВАННЯ ВІДНОВЛЕННЯ ТОРФОВИЩ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ПАЛЮДИКУЛЬТУРИ

Будь-яке впровадження заходів з обводнення та палюдикультури повинно відповідати плануванню вищого рівня, наприклад, плану землекористування або Плану управління річковими басейнами (ПУРБ) (van Hardeveld et al. 2020). Основним недоліком є те, що більшість цих планів взагалі не враховують використання торфовищ, і тому важливим для відновлення торфовищ є якнайшвидше оновлення цих інструментів планування (Schäfer und Wichtmann 2023).

Існує багато причин, чому торфовища, а також їх охорона, обводнення та впровадження палюдикультури повинні розглядатися у плануванні вищого рівня, такому як ПУРБ. Однією із них є той факт, що після відновлення, із джерела поживних речовин торфовище перетворюється на поглинач, і таким чином зменшує навантаження поживних речовин на водні ресурси (Schäfer und Wichtmann 2023).

У більшості випадків існує перекриття різних політичних цілей, що часто мають синергетичний характер. Однак можуть виникати конфлікти цілей між кліматом, біорізноманіттям і захистом водних ресурсів (наприклад, вивільнення фосфору після вторинного обводнення, вики-

ди парникових газів на осушених торфовищах), які необхідно враховувати при плануванні конкретних заходів з вторинного обводнення. Ефект утримання води, поживних речовин і вуглецю значною мірою визначається гідрологічною і гідрогеологічною інтеграцією торфовища в ландшафт. На етапі впровадження заходів ці цілі повинні бути вивчені й скоординовані в рамках техніко-економічного обґрунтування, щоб можна було обрати правильні заходи на конкретних ділянках. Однак, необхідно не лише планувати конкретні заходи, ця діяльність повинна ґрунтуватися на загальній стратегії, що передбачає перспективне управління та окреслює можливі шляхи досягнення цілей, а також визначає та встановлює пріоритетність заходів з охорони водних ресурсів шляхом сталого використання торфовищ (Schäfer und Wichtmann 2023).

Ключові принципи реалізації стратегій можна знайти тут: Clarke und Joosten 2002 розділ 5.4 Керівні принципи розумного використання торфовищ, с. 125-127 (Tanneberger et al. 2020) та пріоритетні напрямки для вторинного обводнення деградованих торфовищ до 2050 року описані нижче.

Таблиця 3:

Контрольний перелік інформаційних вимог до передпроектних досліджень для вторинного обводнення торфовищ та переходу на палюдикультуру (змінено за Schlattmann und Rode 2019). Джерело: модифіковано за Schlattmann und Rode 2019

Нормативно-правова база для обводнення та палюдикультури
• Наявні природоохоронні території
• Наявні біотопи, що охороняються
Вимоги до території та середовища
• Розміри та типи боліт
• Характеристики ґрунту (клас і тип ґрунту)
• Ступінь деградації верхнього шару ґрунту (0 - 30 см)
• Гідрологічний режим
• Водний режим (середня глибина залягання ґрунтових вод, здатність до обводнення території)

Вимоги до території та середовища

- Повна або часткова оцінка рівнів води
- Землі, доступні для палюдикольтури після підняття рівня води
- Створення штучного водно-болотного угіддя або водно-болотної буферної зони або відновлення водно-болотних угідь
- Вирощування придатних для даної ділянки торфозберігаючих водно-болотних рослин

Статус-кво поточного землекористування

- Тип сільськогосподарського використання
- Розмір території по відношенню до площі водозбору
- Управління водними ресурсами (трубопровідний дренаж, насосні станції)
- Стан технічних засобів, вік водогосподарських об'єктів та потреба в їхньому оновленні

Технічні вимоги до впровадження палюдикольтури

- Здатність до вторинного обводнення (кількість води та можливості управління, глибина шару торфу)
- Регулювання рівня води
- Логістичні та інфраструктурні вимоги (дорожня інфраструктура, розмір ділянки)

Технічні вимоги до подальшої переробки палюдикольтурної біомаси

- Потенціал попиту
- Відповідні шляхи використання
- Переробні підприємства
- Відстань до потенційних ринків/споживачів

Існує кілька інструментів для вибору відповідних територій для вторинного обводнення (Knieß 2007; Abel та ін. 2013; Abel та ін. 2011; Schulze та ін. 2016). Вони включають, наприклад, висхідні інструменти підтримки прийняття рішень (наприклад, DSS TORBOS, Clearance nutrient tool, Servi-peat: //servipeat.sggw.edu.pl/#/landingpage). Система підтримки прийняття рішень для торфозберігаючого управління органічними ґрунтами (DSS TORBOS) надає поради та рекомендації для конкретних ділянок боліт. Крім того, оцінюється вплив на ділянку торфовища з точки зору збереження торфу та викидів парникових газів, а також вплив на біорізноманіття. Рекомендації, які систематично виводяться відповідно до методології висхідного планування (bottom up approach), в першу чергу, призначені для керівників сільськогосподарських господарств та їхніх консультантів.

Корисні джерела даних для планування заходів з відновлення торфовищ

- Цифрова модель рельєфу
- Історичні карти
- Геологічні карти, карти ґрунтів, топографічні карти
- Гідрологічні карти, плани меліорації, набори гідрологічних та метеорологічних даних

- Дані про типи біотопів, лісове картографування, ділянки та плани управління лісового господарства, природоохоронні вимоги, земельні кадастри, тощо
- Бази даних про флору і фауну, дослідження видів та охорону оселищ
- Дані про інфраструктуру, маршрути трубопроводів, власність, використання та ландшафтне планування

Використання системи підтримки прийняття рішень може стати у нагоді при плануванні заходів з вторинного обводнення. Згодом рішення можна буде приймати за деревом рішень. Дерево рішень - це ієрархічна послідовність запитань для прийняття рішення щодо об'єкта або процесу. Кожне питання стосується атрибута об'єкта або процесу і спонукає до відповіді, яка впливає на подальший шлях по дереву рішень. При проходженні по дереву спочатку розглядаються атрибути з найбільшим інформаційним вмістом, потім - наступні за важливістю і так далі. Атрибути можуть бути виражені або в категоріальній, або в метричній шкалі. Завдяки своїй ієрархічній структурі та зведенню рішень до одного атрибуту за раз, дерево підтримки прийняття рішень дозволяє користувачеві прийняти швидке та обґрунтоване рішення (Schulze et al. 2016).

5. ВИКОРИСТАННЯ ПАЛЮДИКУЛЬТУРНОЇ БІОМАСИ

5.1. Загальний огляд

Вологі та обводнені торфовища можуть використовуватися для виробництва продуктів харчування або кормів для тварин. В залежності від виду і методу користування, вплив на торфовище буде різним. Деякі види використання, такі як полювання, збирання грибів або ягід, мають незначний вплив на торфовище, оскільки вони не вимагають змін у гідрологічному режимі. Всі інші види землекористування на торфовищах можна розрізнити відповідно до інтенсивності осушення. Інтенсивність дренажу відповідає ступеню мінералізації торфу, яка оцінюється за аерацією органічного ґрунту, що пов'язана з такими проблемами, як вимивання поживних речовин у ґрунтові води та викиди парни-

кових газів (ПГ) в атмосферу (Zak et al. 2008). Торфозберігаючі методи землекористування на органічних ґрунтах потребують рівнів води, за яких зупиняється подальша мінералізація. Навіть при низько інтенсивному управлінні пасовищами ця передумова не виконується. Це означає, що навіть схеми низько інтенсивного землекористування на торфовищах не гарантують їх стійкого використання (Wichtmann & Wichtmann 2011a), якщо рівень ґрунтових вод не буде достатньо високим. Наразі у Центральній Європі приблизно 14% осушених торфовищ продовжують використовуватися у сільському господарстві (Clarke und Joosten 2002).

Таблиця 4:
Варіанти використання біомаси з торфовищ

Сектор	Утилізація	Види рослин
Промисловість/ Крафт	Лозоплетіння	верба
	Меблева деревина	чорна вільха
	Будівельні матеріали: покрівельні, будівельні, ізоляційні, лісоматеріали	очерет звичайний рогоз, вільха чорна
	Пресування: одноразовий посуд, підставки для квітів	високі осоки невеликі осоки очеретянка звичайна очерет рогоз
	Папір (целюлоза), пакувальні матеріали	
Енергія	Хімічна сировина, "Фітомайнінг", молочна кислота, лігнін, вугілля	
	Тверде паливо	
	Біогазові субстрати	
Сільське господарство	Рідке паливо: біодизель, біоспирт	
	Корми: сіно, силос, трава	
Інше	Підстилка Субстрати	всі види трав рогоз
	Медицина	росичка, конюшина
	Харчові продукти	рогоз

М'яке використання

Старою і поширеною формою використання торфовищ є збирання рослин. Особливо в бо-реальній зоні Євразії збирають і сушать широкий спектр дикорослих рослин, їстівних ягід і грибів, щоб забезпечити себе їжею і вітамінами в зимовий період (Clarke und Joosten 2002).

Ягоди видів *Vaccinium* (чорниця, лохина, журавлина, брусниця) відіграють важливу роль як харчовий продукт у деяких регіонах України. Екологічний туризм і полювання на ссавців і птахів також є традиційними видами використання боліт і торфовищ (Tanneberger und Wichtmann 2011). Всі ці м'які форми землекористування пов'язані з певними неминучими порушеннями, такими як шум (полювання), утворення відходів, та деякими інфраструктурними змінами, такі як будівництво пішохідних мостів, доріжок та місць для відпочинку. Вплив цих м'яких форм землекористування на територію, особливо на біорізноманіття, залежить від інтенсивності їх впровадження.

Землеробство на торфовищах

Відсоток торфовищ, що використовуються для рільництва, важко визначити. Традиційно в Центральній Європі оранка для вирощування сільськогосподарських культур широко застосовується на торфовищах після осушення. На початку 20 століття в Німеччині першою сільськогосподарською культурою на щойно осушених болотних торфовищах стали коноплі (*Cannabis sativa*) (Tanneberger und Wichtmann 2011) через їхню здатність конкурувати з бур'янами. Сьогодні картоплю і навіть пшеницю можна вирощувати на торф'яних ґрунтах по всій Європі, як на верхових болотах після використання верхнього шару торфу, так і на низинних болотах, спеціально осушених для ведення сільського господарства. Останньою розробкою є вирощування кукурудзи *Zea mays*, як сировини для виробництва біогазу (Віхтманн та ін., 2009). Всі ці варіанти землекористування вимагають, щоб рівень ґрунтових вод був глибше ніж 35 см від поверхні ґрунту на-

весні, коли починається сільськогосподарська діяльність на ділянці. Це часто призводить до того, що середньорічний рівень ґрунтових вод становить >80 см нижче поверхні ґрунту.

У випадку "класичного", орієнтованого на охорону природи обводнення, від інтенсивного сільськогосподарського виробництва на цих територіях відмовляються на користь збереження біорізноманіття та захисту клімату. Палюдикольтура на обводнених торфовищах розвивалася і розвивається для того, щоб підтримувати створення продуктів та послуг із рослин, що пристосовані до вологих ґрунтів. Метою палюдикольтури є виробництво рослинної біомаси на вологих або обводнених торфовищах. Це призводить до отримання цілого ряду послуг, які роблять використання торфовищ економічно вигідним. Рослини боліт, такі як, вільха, очерет звичайний, рогіз, осока та інші трави, можуть використовуватися для виробництва харчових продуктів лише в обмеженій мірі, але можуть забезпечити відновлювану сировину для виробництва будівельних, ізоляційних та інших матеріалів, паперу, картону та іншої упаковки, сировину для біопластиків. Вони також можуть бути використані для виготовлення альтернативних субстратів для садівництва і виробництва біоенергії.

У випадку палюдикольтури обводнення не виключає використання, однак все ще існують перешкоди для розвитку ринку продуктів палюдикольтури (Nordt et al. 2022). Нові переробні потужності будуть створені лише за умови надійної доступності сировини для переробки. На протипагу цьому, перехід до палюдикольтури може зайняти кілька років (процедура отримання дозволу, будівництво, формування врожаю), перш ніж біомаса буде вироблятися в достатніх кількостях і відповідної для ринку якості. Це означає, що поточний попит не може бути задоволений негайно. Саме тому палюдикольтуру слід розглядати як довгострокове інноваційне завдання (Ziegler et al. 2021).

5.2. Заготівля та переробка

5.2.1. Збирання біомаси

Процес збирання завжди повинен відповідати передбачуваному використанню біомаси й бути відповідно адаптованим до нього. Під час

збирання можлива певна попередня обробка, наприклад, подрібнення, вичісування, зв'язування або тюкування. Але обробка не обов'яз-

ково потрібна для кожного використання. Можна виділити високоякісну біомасу (для даху або для плетіння килимків) і неспецифічну біомасу (для енергетичного використання).

Збирання та переробка біомаси на вологих торфовищах стикається з двома основними проблемами: техніка повинна бути пристосована до вологих ділянок з низькою несучою здатністю і повинна мати високу продуктивність на одиницю площі. Несуча здатність торфовищ визначається вологістю ґрунту (отже, рівнем ґрунтових вод) і рослинним покривом (видами рослин, щільністю дернини). За Prochnow und Kraschinski, прохідність торфовищ є не технічною, а скоріше економічною проблемою (Prochnow und Kraschinski 2001). Існує дуже легка і спеціально обладнана техніка, пристосована для збирання врожаю на вологих ділянках, але, як правило, вона має низьку продуктивність, порівняно більші витрати часу, високі ціни, а також оренду. Несуча здатність рослинної дернини зменшується при багаторазовому проходженні по ній. Крім того, для використання легкої та адаптованої до конкретних умов техніки може знадобитися укріплення доріжок або точок доступу, які часто використовуються, щоб уникнути структурних пошкоджень у торф'яних ґрунтах.

Існує кілька технічних рішень для збирання та переробки неспецифічної біомаси на великих вологих торфовищах. Основними базовими типами машин є (Tanneberger und Wichtmann 2011):

- Гусеничний трактор: транспортні засоби на гусеничному ході, доступні у кількох компаній-постачальників, мають велику опорну поверхню, тому їхня вага дуже добре розподіляється по землі, але вони можуть завдати шкоди рослинності під час вузьких маневрів.
- Сейга: легкі транспортні засоби з двома або трьома осями та балонними шинами низького тиску. Вперше випущені данською компанією "Seiga", вони більше єю не виробляються, але зараз випускаються кількома іншими невеликими компаніями. Сейга здатні плавати, але важко маневрують, що в деяких випадках може спричинити пошкодження через прокручування коліс (див. нижче).
- Техніка, зі зниженим тиском повітря в колесах, що зазвичай використовується для догляду за сухими пасовищами та вологими луками. Ці машини мають ріжучі пристрої,

які встановлюються на передній частині машини, а також транспортні засоби, що встановлюються ззаду або на причепі. Ріжучий пристрій може бути влаштований по-різному, відповідно до передбачуваного використання біомаси. Це може бути серповидна косарка, горизонтальна або вертикальна косарка, можливо, в поєднанні з подрібнювачем. Зібрана біомаса з довжиною стебла 1-15 см може бути використана для потреб у промисловості та крафтовому секторі, а також для енергетичних цілей.

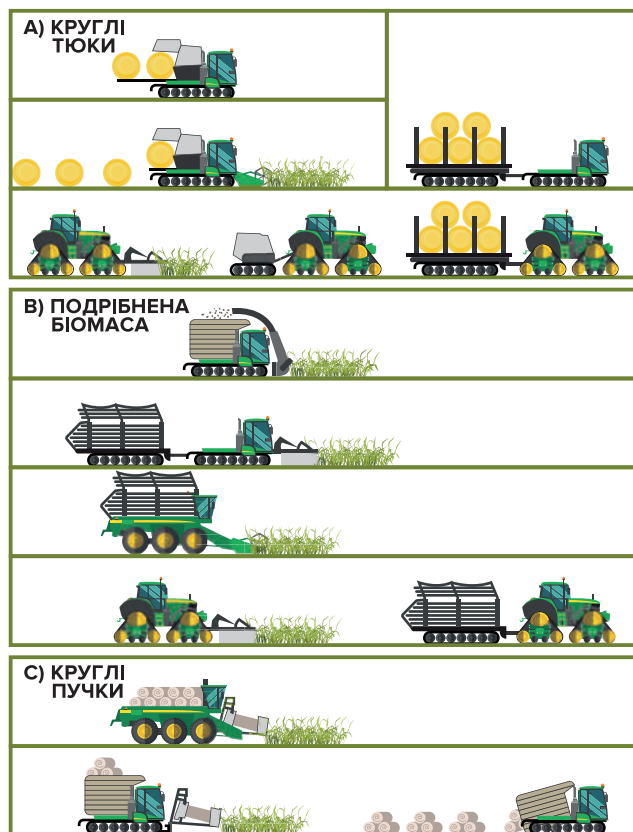


Рисунок 4. Альтернативи для збирання біомаси з палюдикультурних ділянок.

Залежно від потреб у зберіганні та подальшому виробництві біомаси, її збирання може відбуватися кількома способами. Під час процесу збирання біомаса може бути тюкована, подрібнена або зв'язана у пучки (див. Рисунок 4).

Залежно від рівня ґрунтових вод, біомасу можна тимчасово залишати на землі й збирати за один, два або три робочі етапи. Колісна технологія з балонними шинами низького тиску вже десятиліттями використовується для косіння очерету в Європі. Ці відносно легкі три- або шестиколісні машини Сейга мають пристрій для різання та зв'язування і перев'язування очерету. Однак при високому рівні води вони можуть спливати. Тоді ними важко маневрувати.

ти або вони можуть спричинити пошкодження очерету (Dahms et al. 2017b). Проте, велика кількість подібних машин використовується в Україні для заготівлі очерету для покрівлі, наприклад, у дельті Дунаю.



Фото 7.

Сейга, схожа на машину для збирання очерету, чекає на наступний сезон збору врожаю поблизу Вилкове, Одеська область, Україна (Віхтманн 2017)



Фото 8.

Репліка Сейги в Рені, Одеська область, Україна (Габерль 2017)

Гусеничні трактори, як правило, передбачають індивідуальне дооснащення на основі переобладнаних снігоприбиральних машин з гірськолижних курортів Європи. Широкі гусениці забезпечують низький тиск на ґрунт (50-100 г/см²) попри відносно важку машину. Але вони також можуть призвести до пошкодження ґрунту при неправильній експлуатації або занадто частому проходженні одних і тих самих ділянок. (Dahms et al. 2017b).

5.2.2. Ущільнення та зберігання

Біомаса повинна транспортуватися від краю поля до ферми або місця подальшої переробки з використанням традиційної сільськогосподарської техніки, тобто, за допомогою комбінації трактора та причепа або вагонів для перевезення тюків. Сипучу біомасу можна перевозити вантажними автомобілями (напри-

клад, двовісним тягачем, тягачем з тривісним заднім самоскидним причепом, самоскидом як напівпричепом), оскільки ця транспортна технологія має більшу вантажопідйомність – до 100 м³ або 24 т. Однак ця технологія, як правило, передбачає залучення підрядників і є прийнятною для довгих маршрутів (Dahms et al. 2017b).

Попит на заготівлю та зберігання палюдикультурної біомаси повинен орієнтуватися на тип використання та відстань транспортування. Весь ланцюжок утилізації повинен бути адаптований до вимог подальшої переробки, і, наприклад, можливі наступні варіанти (див. Фото 9-14):

- Розсипне сіно можна завантажити у причеп і перевезти до найближчого сховища, наприклад, до сараю. Подрібнення біомаси значно зменшує об'єм. Сіно можна використовувати як корм або підстилку для корів, овець та інших тварин, а також для місцевого тепlopостачання шляхом спалювання.
- Пучки - це варіант, наприклад, для очерету для покрівельних робіт, оскільки машина для збирання вже готує попередні пучки, які потім формуються в остаточні товарні пучки. Вони, в свою чергу, зазвичай групуються у великі пучки для транспортування на будівельний майданчик.
- Круглі або квадратні тюки менш чутливі до відстані транспортування, ніж сіно, оскільки вони спресовані. Їх можна використовувати в аграрному секторі, а також для багатьох інших цілей
- Пелети або брикети
- Силос



Фото 9-10:

Різні способи підготовки біомаси з палюдикультури до транспортування та подальшої переробки. Зверху вниз: сіно, пучки очерету. (Віхтманн)



Фото 11-14:

Різні способи підготовки біомаси з палюдикультури до транспортування та подальшої переробки. Зліва направо, зверху вниз: круглі тюки, пелети, силос у круглих тюках та великогабаритний силосний бункер (Віхтманн)

Продуктивність або зусилля, необхідні для вивезення біомаси з місця заготівлі, визначаються стабільністю дернини, поточним рівнем

ґрунтових вод і продуктивністю використовуваної техніки.

5.3 Масштабування

Основним викликом є безперервне забезпечення біомаси для подальшої переробки протягом усього року. Щоб досягти цього, зібраний врожай необхідно законсервувати, тобто зробити його придатним для зберігання. Це можливо, наприклад, висушивши його на сіно і зробивши його доступним у вигляді круглих тюків. Висушування ґрунту після скошування може бути складним у вологі роки, коли рівень ґрунтових вод є високим. В якості альтернативи, свіжу біомасу можна зберігати у вигляді силосу, що дозволяє уникнути висихання ґрунту. Силос можна зберігати, наприклад, у мобільному силосі або трубчастому силосі. Однак поки що існує лише досвід використання силосу для виробництва будівельних панелей (Gusovius 2019).

Можна збільшити масштаби використання трав'яних волокон у виробництві, спочатку

використовуючи меншу частку трав'яних волокон у кінцевому продукті (10 - 20%), яку можна збільшити в майбутньому в процесі накопичення досвіду та внесення можливих технічних коригувань. У середньостроковій перспективі потужності переробної промисловості можуть бути збільшені, тобто адаптовані до зростаючого обсягу палюдикультурної біомаси.

Менші папероробні машини виробляють приблизно 40 000 т паперу, більші машини виробляють до 400 000 т паперу на рік. Якщо замінити 30% класичної деревної целюлози на нову целюлозу з трав'янистих волокон, то це створить попит на палюдикультурну біомасу у розмірах 12 000 - 120 000 т/рік. За оцінками, для виробництва 1 т целюлози потрібно 1,25 т вологого лугового сіна.

5.4. Палюдикультура та зростаюча індустрія ґрунтових сумішей

Торф не має собі рівних у використанні в якості субстрату для вирощування. В першу чергу це стосується його гігроскопічних властивостей, оскільки, торф має дуже хорошу водоутримувальну здатність. Крім того, рН є кислим і майже немає поживних речовин, тобто шляхом вапнування та змішування поживних речовин такий субстрат можна адаптувати до потреб вирощуваних культур.

Ці переваги торфу важко досягти за допомогою замінників. Найбільш придатною є сфагнова біомаса, яка виробляється в палюдикультурних умовах. Зараз в ЄС існує система сертифікації для сумішей-замінників, яка підтверджує, що в сумішах не використовується торф, але, на жаль, у цю систему сертифікації не входять субстрати, для виробництва яких використовується палюдикультурна біомаса.

Докладаються зусилля для заміни торфу, який використовується як субстрат у садівництві, на біомасу, вирощену в палюдикультурі. З біомаси палюдикультурних рослин можна виробляти кілька видів субстратів і, відповідно, поживних середовищ, використовуючи біомасу, як основний матеріал.

Прикладом із Канади є ініціатива в Сент-Модесте, Квебек, яка розпочалася у 2013 році, як співпраця між науковцями та приватним сектором (торф'яна промисловість). Ініціатива досліджує потенціал вирощування моху сфагнуму (*Sphagnum*) для виробництва середовищ для

садівництва. Проєкт знаходиться на стадії дослідження вирощування сфагнуму для майбутнього комерційного використання, але наразі воно не є прибутковим. Ініціатива здійснює управління рівнем води та адаптує його для оптимального росту рослин. Окрім врожайності біомаси, також ведеться моніторинг викидів парникових газів (Ziegler et al. 2021).

Зараз реалізується кілька проєктів, які, з одного боку, стосуються використання сфагнових мохів, що вирощуються на обводнених болотних торфовищах [OptiMOOS - Moorwissen en](#). Існують також проєкти, що працюють із компонентами з вищих рослин, таких як роґіз *Typha* spec. ([TyphaSubstrat - Moorwissen de](#)).

У Hankhauser Moor у Нижній Саксонії, Німеччина, у 2010 році розпочався спільний дослідницький проєкт із приватним сектором (індустрія торфу та рослинних середовищ). Фокус був на виробництві «екологічної та стійкої» і «регіонально виробленої» свіжої біомаси сфагнуму як сировини для садових субстратів та як посадкового матеріалу для відновлення боліт. Ініціатива впровадила інновації в налагодженні системи вирощування сфагнуму. Детально задокументовано моніторинг переваги для навколишнього середовища, зокрема парникових газів, врожайності біомаси та біорізноманіття, а також економіки вирощування сфагнуму (Wichmann et al. 2020).

5.5. Палюдикультура для енергетики

5.5.1. Загальні аспекти використання енергії

Повний огляд рослин, які можна використовувати для виробництва енергії, можна знайти в [«Базі даних потенційних рослин для палюдикультури»](#) і перевірити, чи підходять вони для певних агрокліматичних зон (Abel, S & Kallweit, T. 2022). Mulholland et al. 2020 відфільтрували види рослин відповідно до їхнього основного використання, зокрема, для виробництва енергії; в результаті було відібрано 24 види рослин, включаючи очерет (3 види), роґіз (3 види), осоку (7 видів), трави (1 вид), листяні дерева (6 видів) і хвойні дерева (4 види). Всі ці види є аборигенами або вважаються неофітами (інтродуковані види, які зараз натуралізувалися), і всі вони є багаторічними.

5.5.2. Луки з високими осоками (*Carex* spec.) і очеретянкою звичайною

(змінено за Birr et al. 2021).

На високих осокових луках домінують продуктивні види осок, доповнені різноманітними вологостійкими видами. Міцна осока робить травостій прохідним навіть при високих рівнях води. Осоки стійкі до затоплення та зміни вологості. Ці луки можна використовувати, як кормові угіддя, викошуючи один-два рази на рік. Також можливе енергетичне використання біомаси.

Рівень води:	(1) 10-20 см нижче рівня ґрунту влітку, 5-15 см нижче рівня ґрунту взимку (рівень води 4+) або (2) влітку - від 10 до 0 см, взимку - від 5 до 15 см (рівень води 5+)
Виращування:	Природне відновлення після підйому рівня води або цілеспрямоване шляхом посадки чи посіву
Врожайність:	2-12 т сухої речовини га ⁻¹ рік ⁻¹ (одно- та дво- ротаційний)
Використання:	Енергетична біомаса (паливо, субстрат для біогазових установок), корм, підстилка, упаковка
Прогнозовані довгострокові викиди:	~10 т CO ₂ -екв. га ⁻¹ рік ⁻¹ (клас вологості ґрунту 4+ за підходом GEST) ~3 т CO ₂ -екв. га ⁻¹ рік ⁻¹ (клас вологості ґрунту 5+ за підходом GEST)



Фото 15 та 16:

Ліворуч — пухке сіно, переважно осоки, у обводненому Польшер-Зевізе поблизу Нойкалена (Мекленбург); праворуч – ущільнення (тюкування) осокового сіна на місці за допомогою адаптованої лугової технології для енергетичного використання в Нойкалені (Фото: Віхтманн 2017)

Які території підходять

Культивовані пасовища на болотних торфовищах, а також перелоги й раніше орні ділянки торфовищ придатні для використання в якості лук з високою осокою за умови, що вода підтримується на належному рівні. Мета полягає в тому, щоб підтримувати стабільний рівень води трохи нижче поверхні ґрунту протягом усього літа. Взимку час від часу можливе невелике затоплення. Ділянки з високим вмістом поживних речовин, такі як раніше інтенсивно використовувані пасовища, мають сприятливі умови для продуктивних вологих луків, які в основному складаються з високих осок. У разі вторинного обводнення осушених торфовищ, осоки, які пристосовані до середовища з виснаженням кисню в кореневій зоні й водночас високим вмістом поживних речовин на деградованих торфовищах, можуть демонструвати високі темпи розмноження і продуктивність.

В Україні родина *Cyperaceae*, до якої належать осоки, включає 148 видів (Danylyk and Koorman, 2023), і є однією з найбільш багатих на види груп, що може сприяти відновленню процесу торфоутворення. Вони характеризуються переважно трикутною основою стебла і відповідним тричленим стоячим листям. Великі види осок, такі як [осока гостроподібна](#) (*Carex acutiformis*), [осока побережна](#) (*Carex riparia*) або [осока гостра](#) (*Carex acuta*), придатні для продуктивного використання у вологих умовах з очікуваною високою врожайністю. [Очеретянка звичайна](#) (*Phalaris arundinacea*) є більш продуктивною, якщо рівень ґрунтових вод трохи нижчий, і дуже конкурентоспроможною, якщо рівень ґрунтових вод коливається.

Які кроки потрібні для відновлення заболочених луків, які були осушені

Навіть після 15-20 років інтенсивного використання в якості пасовищ або ріллі, насіння

болотної рослинності може вижити в ґрунті. Завдяки діяльності тварин, що риють ґрунт, фрезування ґрунту або екстенсивному господарюванню з ґрунтозахисним випасом, насіння потрапляє на світло і проростає. На вологих луках насіння плаває і під час повені може розноситися по місцевості. Для того, щоб повною мірою скористатися позитивним ефектом розповсюдження насіння у воді, управління водними ресурсами повинно бути відповідним чином скориговане: переповнення каналів і з'єднанні між собою канали на водозборі є найкращим шляхом для розповсюдження плаваючого насіння на нові території. Однак сильне затоплення на першій фазі росту, окрім збільшення викидів метану, негативно впливає і на укорінення рослин. Для спонтанної колонізації осокою та очеретянкою необхідно приблизно три роки.

Осокові зарості або зарості очерету з домінуванням очеретянки можна також створити штучно, але це потребує значних фінансових вкладень. Це доцільно у випадку, якщо заболочена ділянка ізольована від первинних осокових заростей, або ділянка має бути використана дуже швидко. Зарості також можна цілеспрямовано створювати, висаджуючи попередньо посіяні саджанці (з насіння або шляхом поділу кореневища). Ґрунт слід підготувати так, щоб мінімізувати конкуренцію з боку супутніх видів. Оскільки осоки мають меншу швидкість вегетативного поширення, ніж, наприклад, очерет, щільність посадки повинна становити щонайменше 0,25 рослини на м².

Що потрібно враховувати при управлінні водними ресурсами та поживними речовинами

Найвищі врожаї досягаються при низькому літньому затопленні. Взимку осоки переносять затоплення 0-30 см, очерет витісняється на користь осок. У перші кілька років поживні речовини постачаються за рахунок мобілізації поживних речовин деградованого, перезволоженого торфу. Крім того, зрошувальна вода із поживними речовинами може бути спрямована на цю територію, і це позитивно вплине на врожайність біомаси (Wenzel et al. 2022). Без поповнення запасів поживних речовин у середньостроковій перспективі можливе зниження доступності поживних речовин і відповідно зниження врожайності.

Очікувана врожайність і за яких умов збирати врожай

Залежно від виду осоки можлива врожайність до 12 т сухої речовини га⁻¹ рік⁻¹. Урожайність

менше ніж 2 т сухої речовини га⁻¹ рік⁻¹ не є типовою навіть у випадку зменшення доступності поживних речовин. В цьому випадку може знадобитися більше території для отримання необхідної кількості біомаси.

Збирання більшості видів осок та очерету можна проводити один-два рази в період з літа до пізньої осені. Його можна проводити за допомогою адаптованої традиційної технології (наприклад, здвоєні шини, широкі шини з регулюванням тиску повітря), коли рівень води влітку знижується. У разі високого рівня ґрунтових вод застосовуються одноступеневі методи збирання врожаю, для чого необхідна спеціальна техніка.

Якщо сіно використовується для виробництва тепла, рекомендується збирати його пізньої осені, оскільки це покращує горючість біомаси. Тоді як для використання в біогазових установках збирання краще проводити на початку літа. На вологих луках необхідно використовувати спеціальні технології, адаптовані до умов ґрунту та вологості. Загальну інформацію про технологію збирання, зберігання біомаси та інфраструктуру - у розділі 5.2.

Які існують варіанти використання матеріалів та продуктів

Використання підстилкового матеріалу із рослин вологих луків знову стає популярним через гарну поглинаючу здатність. Подібно до поширених на півдні Німеччини луків з молінією голубою (*Molinia caerulea*), високоосокові луки також використовуються для виробництва підстилки. Після використання в якості підстилки можливо подальше використання в біогазовій установці або як органічний компонент до ґрунту. Останнє є кращим рішенням і наближає до замкненого циклу поживних речовин.

Вологі луки з осоки гострої (*Carex acuta*) та очеретянки (*Phalaris arundinacea*) можуть бути гарним кормом для коней, завдяки високому вмісту кремнезему та низькому вмісту білка. Кормова цінність підросли на вологих луках, як правило, швидко зменшується. Вона коливається між 5,4 МДж чистої енергії для лактації на кг сухої речовини (до цвітіння) і 4,3 МДж чистої енергії для лактації на кг сухої речовини (в кінці цвітіння). Якщо стійкість до витоптування достатня, ранній випас з досить високою щільністю можна проводити протягом обмеженого періоду часу. Пізній випас рекомендується проводити лише протягом короткого періоду через низьку кормову цінність. Підсікання тра-

востю вологих луків доцільне лише за умови раннього скошування. Біомасу вологих луків також можна безпосередньо вносити, як органічне добриво, на орні землі або для виробництва компосту. Зокрема, переросла/соломоподібна рослинність може бути використана для мульчування у плодівництві, ландшафтному дизайні, на дорожніх насипах, тощо.

За межами сільськогосподарського сектора осоки та трави, як, наприклад, очеретянка, використовуються для виробництва целюлози - сировини для виробництва паперу та картону, для лиття з волокон, будівельних плит та багатьох інших речей.



Фото 17 і 18:
Будівельні плити (ліворуч) та одноразовий посуд (праворуч), пресований з неспецифічної біомаси з вологих луків (Віхтманн)

Традиційний метод будівництва із глини/соломи зараз переживає ренесанс в екологічному будівництві. Соломоподібний матеріал з вологої лугової трави можна використовувати для виробництва ізоляційних плит, стружкових або деревоволокнистих плит. Ізоляційний матеріал із лугової трави також може мати вигляд вдвунної або насипної ізоляції.

Процес гідротермальної карбонізації (ГТК) використовується для виробництва біовугілля або ГТК-вугілля. З додаванням води, під тиском

(10-40 бар) і при високій температурі (180-250°C) мокра і волога лугова біомаса може бути перетворена на біовугілля за кілька годин. Біовугілля можна використовувати в якості теплової енергії, кондиціонера ґрунту, замітника торфу в посадкових ґрунтах або у фільтрувальних системах.

Які властивості важливі для використання

У більшості випадків, зібраний урожай не має необхідних властивостей для безпосередньої переробки в продукцію. Саме тому, перед кінцевим виробництвом біомаса повинна пройти етап кондиціонування (збагачення і досягнення потрібного стану). Кондиціонування може здійснюватися за допомогою простих методів, таких як подрібнення, розривання, різання та силосування, або шляхом комбінування окремих етапів.

Варіанти використання енергії та продуктів

Якщо збирати врожай наприкінці зими, трав'янисту біомасу можна використовувати як сировину для виробництва паливних гранул (пелет), які потім термічно утилізуються. Біопаливо із переважанням осоки або очерету є особливо прибутковими. Попри більш високі загальні викиди пилу, сиру зольність і температуру плавлення золи, вологе лугове сіно має хороші властивості горіння. Теплотворна здатність високої осоки становить 17,6-17,9 МДж на кг сухої речовини при зольності 5% сухої речовини (розділ 5.5.3).

Біомаса з вологих торф'яних луків може бути використана в біогазовій установці, якщо збирати врожай на початку літа. Вихід метану з осок становить 126-313 м³ на тонну органічної сухої речовини. Зброджуванню біомаси сприяє попереднє використання в якості підстилки для худоби. Операційні й економічні ризики значно нижчі у випадку прямого спалювання, ніж у випадку використання в якості підстилки з подальшим спалюванням, оскільки вихід енергії вищий у випадку спалювання трав'янистої біомаси порівняно з ферментацією.

Виклики полягають, головним чином, у високих інвестиційних витратах на адаптовану або спеціальну технологію збирання, а також у забезпеченні надійного збуту (наприклад, теплоелектростанції або паперові фабрики). Спалювальні установки, що працюють на стебловій біомасі, мають нижчі витрати на паливо,

ніж системи опалення на нафті або газі, але можуть конкурувати з ними лише за умови досягнення великої кількості годин повного навантаження на об'єкті. Стеблова біомаса може бути гранульована, що розширює можливості застосування та продажу, але також збільшує витрати на постачання. Спалювання в невеликих установках також можливе після проведення типових випробувань. Пелети також можна використовувати в якості підстилки або в подальшій переробці матеріалу.

Як адаптувати котли до спалювання біомаси

На великих об'єктах необхідно встановлювати систему автоматичного видалення золи. У будь-якому випадку, слід використовувати технологію, адаптовану до трав'яної біомаси, наприклад, спалювання у псевдозрідженому шарі (fluidised bed combustion) або «cigar burner combustion system»⁵. Біомасу з ділянок, які сильно відрізняються за рівнем води, продуктивністю та рослинним складом, слід аналізувати на вміст критичних компонентів (особливо хлору, калію та сірки).

Яким є поточний стан впровадження

Вологі луки з осокою використовували протягом століть, в Центральній Європі такі луки можна зустріти досі. Теплове використання сіна із осоки, що сьогодні є комерційно можливим, здійснюється з 2014 року на теплоелектростанції на біомасі в місті Мальчин, Німеччина, компанією Agrotherm GmbH (розділ 5.5.4.). Тут рослини з перезволоженого торфовища спалюються для забезпечення теплом близько 500 житлових будинків і деяких громадських будівель. Використання в якості підстилкового матеріалу з подальшою утилізацією в біогазовій установці, здійснюється компанією Mesecke GbR Prenzlau в Бранденбурзі, Німеччина. У Шпрейвальді, Бранденбург, Німеччина (Göritzer Agrar GmbH), біомаса пізнього скошування вологих луків термічно використовується в печі з газифікатором з 2016 року. Схожий проєкт з вирощування осоки реалізувався у Баварії з 2016 по 2022 рік.

Вплив на викиди парникових газів

За дуже вологих умов осоки є рослинами, що утворюють торф. Очеретянка не любить таких високих рівнів води й тому не утворює торфу. Високі осокові луки виділяють в середньому ~ 3 т CO_2 -екв. га^{-1} рік^{-1} при рівні води 5+, і

~ 10 т CO_2 -екв. га^{-1} рік^{-1} при рівні води 4+ (так само як і очеретянка звичайна). Таким чином, вищі рівні води є корисними для скорочення викидів ПГ. Для обох рівнів води викиди в основному спричинені CH_4 , потужним, але короткоживучим ПГ. Для порівняння, осушені сільськогосподарські угіддя на торфовищах викидають понад 30 т CO_2 -екв. га^{-1} рік^{-1} .

Як управління торфовищем впливає на біорізноманіття

Косіння з розчищенням обмежує накопичення шару підстилки на осокових луках і збільшує доступність світла біля землі. Особливо від цього виграють дрібні та повільно зростаючі види рослин, завдяки чому можуть розвиватися більш гетерогенні та багаті на види осокові луки. Як правило, такий розвиток також пов'язаний зі збільшенням фауністичного видового різноманіття. Насамперед це стосується видів, що мешкають на відкритій місцевості, а також світло- і теплолюбних видів. Жайворонки євразійський, очеретянка лучна, плиска жовтоголова та крижень звичайний надають перевагу ділянкам з постійно низькою рослинністю. Низька очеретяна рослинність з відкритими мулистими ділянками ґрунту є особливо бажаними місцями для розмноження баранця звичайного. Однак, косіння також має пригнічуючий вплив на фауну через пряме фізичне пошкодження (травмування/загибель). Крім того, видалення надземної біомаси обмежує розвиток тіньлюбних видів, зокрема тих, що розкладають підстилку. Без щільного підстилкового покриву певні види птахів, такі, як очеретянка, не зможуть знайти місця для гніздування. Для пом'якшення інгібуючих ефектів рекомендується використання технологій, що дружні до біорізноманіття (наприклад, коливальні, а не обертові косарки, високе зрізання), створення однорічної сівозміни, дизайн канав, що сприяє біорізноманіттю (наприклад, одностороннє обслуговування канав), та дотримання адаптованих періодів використання.

5.5.3. Енергія з біомаси

Біоенергія - це корисна енергія, яку можна отримати з біомаси. Біомаса, отримана в результаті палюдикультури, може бути перетворена в різні форми корисної енергії. Тип перетворення визначається низькою умов, таких, як утилізована біомаса, бажана форма енергії, економічні потреби та екологічні стандарти. У наступних

⁵ Опис технології можна подивитися тут <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0961953413004388>

розділах представлено різні технічні способи отримання енергії у вигляді тепла, електроенергії, рідкого та газоподібного палива з біомаси, вирощеної в палюдикультурі. Оскільки, процес переробки значною мірою визначається кінцевим використанням енергоносіїв, методи переробки обговорюються в контексті кінцевого використання в якості кінцевої або чистої енергії. Обговорюються методи, які на сучасному етапі розвитку технологій є економічно доцільними для біомаси, отриманої в результаті палюдикультури. Біомаса має вищий вміст кисню, порівняно з викопним паливом, а вуглець у біомасі частково окислюється. Тому вихід енергії з біомаси на одиницю маси нижчий, ніж з викопного палива (Hartmann 2009). Для трав'янистої біомаси низька енергетична щільність перешкоджає її економічному використанню як палива (Hering 2012; Lenz 2012).

Ущільнення покращує транспортабельність, спрощує обробку і, завдяки фізичній однорідності, підвищує контроль над дозуванням. Отже, ущільнення часто є неминучим через економічні (наприклад, витрати на транспортування та зберігання) та технологічні причини (наприклад, автоматична подача та регулювання конвертерної установки) (Hartmann 2009). Ущільнення не впливає на характеристики палива і, окрім невеликого зменшення вмісту води, змінюються лише фізико-механічні властивості. Однак цей процес підвищує хімічну однорідність біомаси, що дозволяє краще адаптувати обладнання до типу палива, а також, покращує енергетичну ефективність біомаси, як палива. Найбільш прийнятними видами енергетичного використання біомаси, отриманої з палюдикультури, є пряме спалювання та виробництво біогазу.

5.5.4 Спалювання

Горючість енергетичних культур вивчалася насамперед для тих рослин, що вирощуються на мінеральних ґрунтах, і рідше - для рослин водно-болотних угідь, як, наприклад, для *Phragmites australis*, що вирощується на обводнених торфовищах (Wichtmann et al. 2012; Kaltschmitt et al. 2009; Dahms et al. 2017b). Як описано в літературі, на спалювання біомаси суттєво впливає хімічний склад рослин та вміст золи (Wichtmann et al. 2016a; Heinsoo et al. 2011).

Біопаливо із трави зазвичай має вищий вміст золи, ніж із деревини, що вимагає очищення

золи під час спалювання, а також вищий вміст критичних інгредієнтів у золі (Wenzel et al. 2022). Крім того, трав'яна біомаса більш схильна до утворення частинок, що може призвести до проблем з навколишнім середовищем та здоров'ям, і вимагає додаткового обладнання до існуючих технологій (наприклад, додаткових фільтрів), щоб уникнути значного скорочення терміну служби обладнання та високих витрат на технічне обслуговування. (Giannini et al. 2016; Wulf et al. 2008; Tonn et al. 2010).

Хоча технології спалювання постійно розвиваються, зменшення викидів оксидів азоту залишається критично важливим питанням при спалюванні біомаси. Викиди оксидів азоту NO та NO_2 безпосередньо пов'язані з концентрацією азоту в біомасі, тоді як високі концентрації сірки (S) і хлору (Cl) можуть збільшити викиди хлороводню (HCl), диоксинів (PCDD/F) і оксидів сірки, а також підвищити ризик утворення частинок і корозії (OBERNBERGER et al. 2006). Високі концентрації калію (K) і натрію (Na) знижують температуру плавлення золи, тоді як кальцій (Ca) і магній (Mg) підвищують її (Kaltschmitt et al. 2009). Зола трав'янистої біомаси має високі концентрації K і низькі концентрації Ca, тоді як зола деревної біомаси має низькі концентрації K і високі концентрації Ca (Bryers, 1996). Отже, трав'яниста біомаса зазвичай має низьку температуру плавлення золи, що може призвести до шлакування золи в котлі під час спалювання.

Властивості твердого біопалива відрізняються не тільки через види рослин, з яких його отримують, але й через вегетаційний період та обрану дату збору врожаю (Wenzel et al. 2022; Giannini et al. 2016). Так, біомаса дерев повинна збиратися в період спокою (зима), коли більшість поживних речовин і вуглеводів були переміщені в підземну біомасу (Zegada-Lizarazu et al. 2010), різні дати збирання трав можуть призвести до значних відмінностей у якості біомаси (Wenzel et al. 2022).

Багато авторів відзначають, що біомаса, зібрана влітку, має високий вміст води, оскільки рослини зберігають воду в тканинах, особливо на піку вегетації. Тому перед подальшим використанням необхідне сушіння в полі або додаткове попереднє сушіння перед зберіганням. Вміст води в біомасі >20% може негативно вплинути як на зберігання, так і на чисту теплотворну здатність. Більш пізній збір трав'янистої біомаси рекомендується, якщо вона використову-

ється як біопаливо для прямого спалювання, оскільки нижчий вміст золи та концентрація хімічних елементів покращують якість спалювання (Hadders und Olsson 1997), (Giannini та ін. 2016; Obernberger et al. 2006; Oehmke et al. 2020).

Горіння

Існує низка різних технологій, які можна використовувати для спалювання палюдикультурної біомаси та газифікації, багато з них базуються на багаторічному досвіді Данії та Німеччини у використанні соломи із зернових культур або міскантусу (*Miscanthus spp.*) як джерела енергії. Завод, показаний на малюнку 5 використовує як розсипну біомасу так великі квадратні або круглі тюки. Великі тюки вимагають дезінтеграції в скребку або дезінтеграційній установці (фотографії в кейсі «Мальчин»).

Вдування у циклон необхідне для подолання протипожежної стінки, яка необхідна, щоб розділити камери для зберігання та спалювання. У разі використання розсипчастої біомаси, процес дезінтеграції не є необхідним, але необхід-

но, щоб біомаса була подрібнена. Така біомаса може бути отримана за допомогою спеціальних збиральних машин, обладнаних подрібнювальним пристроєм та причепами. Проблемним місцем може бути повітродувка для транспортування біомаси. Випробування з біомасою з вторинно обводнених торфовищ, головним чином *Phalaris arundinacea* та *Phragmites australis* з вологістю близько 25 %, призвели до блокування під час процесу розпаду в скребку. Крім того, біомаса була занадто важкою для підйому повітродувкою для транспортування матеріалу. Це означає, що для гарної функціональності біомаса має бути сухою та однорідною (Wichtmann & Tanneberger 2019, неопубліковано).

Випробування з очеретом і осокою показали хороші результати. Їх можна використовувати як для спалювання, так і для комбінованого спалювання в Україні при використанні біомаси з вторинно обводнених торфовищ. Солома із зернових культур, вирощених на ріллі, може слугувати заміною, якщо з будь-яких причин палюдибіомаса не буде доступною.

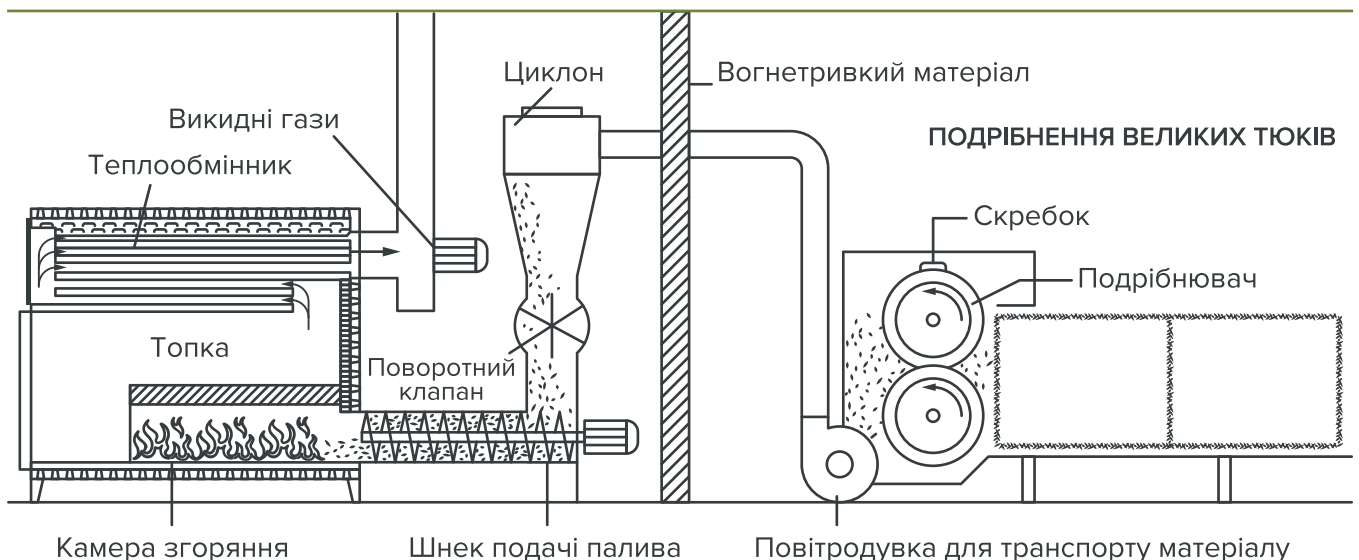


Рисунок 5. Звичайна установка для спалювання соломи з блоком дезінтеграції для великих тюків

Два основних типи спалювання - це спалювання в нерухомому шарі та спалювання в киплячому шарі. При спалюванні з нерухомим шаром (німецькою: «Festbett-Feuerung») повітря в основному подається через решітку знизу, і початкове спалювання твердого палива відбувається на решітці. Це дозволяє здійснювати вторинне спалювання в іншій камері над першою, куди додається повітря. Двома основними типами топок є котери з підживленням (нім. «Unterschubfeuerung») і топки з решіткою

(«Rostfeuerung»). Кочельники з недостатньою подачею відносно дешеві, але придатні лише, як невеликі системи. Їхня перевага полягає в тому, що ними легше керувати, порівняно з іншими технологіями, оскільки, завдяки методу подачі палива, можна швидко та відносно просто змінювати навантаження. Паливо подається в топку знизу за допомогою гвинтового конвеєра, а потім витісняється вгору на решітку, де починається процес горіння. Кочельники з недостатньою подачею обмежуються паливом

із низьким вмістом золи, таким, як деревна тріска, через проблеми з видаленням золи. Колосникове спалювання використовується як з нерухомими, так і з рухомими решітками. На відміну від топок з підживленням, вони можуть

використовувати паливо з високим вмістом вологи та золи. Паливо необхідно рівномірно розподілити по поверхні колосників, щоб забезпечити однорідне і стабільне горіння.

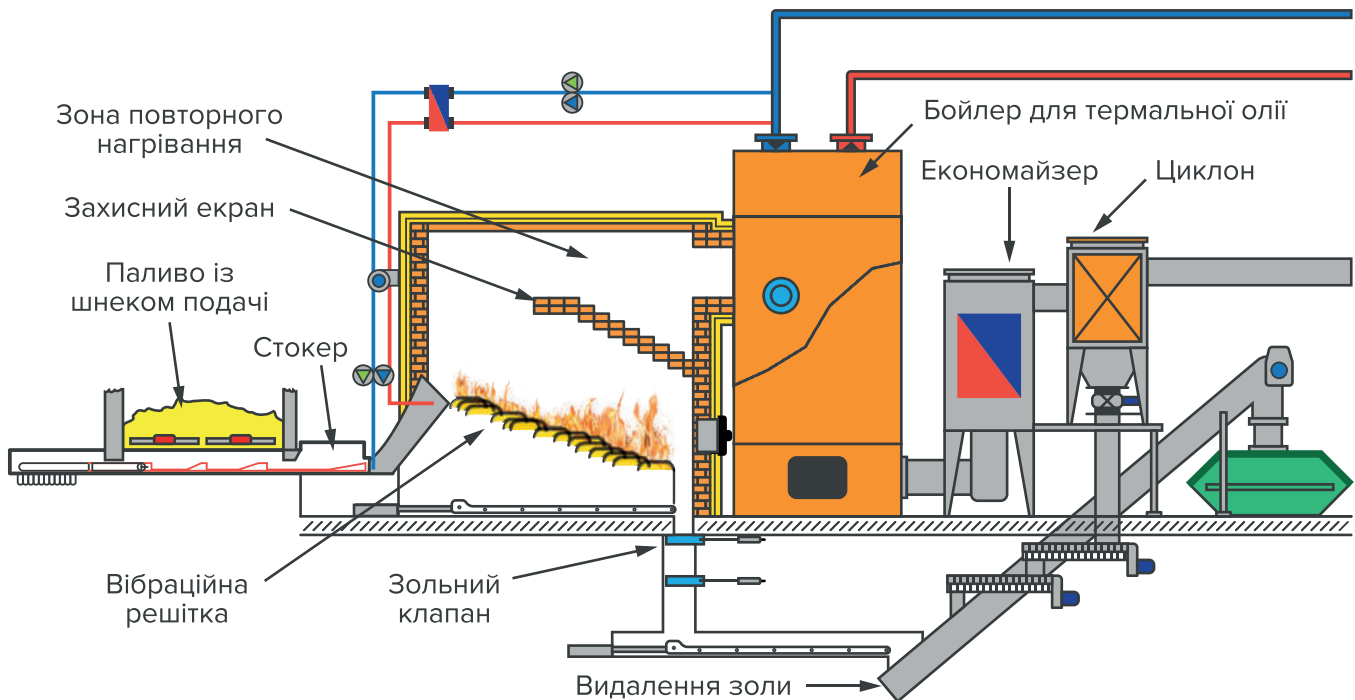


Рисунок 6. Спалювання на вібраційній похилій решітці, встановлене на когенераційній установці у Фрідланді, Мекленбург (Німеччина); (Wichmann & Wichtmann 2009)

В одному із досліджень теплоелектростанція у Фрідланді, Німеччина (Рисунок 6), яка зазвичай працює на подрібненій деревині, була протестована з використанням суміші деревної тріски та тюків очерету 1:5 (вагова пропорція) з торфовищ долини річки Пене, північно-східна Німеччина. Відмінності в об'ємі і у вологості призвели до труднощів у процесі спалювання, а щільність енергії суміші біомаси, що постачалася, була надто низькою (Wichmann & Wichtmann 2009).

Це показує, що сипучу злакову біомасу (*Phalaris arundinacea*) можна змішувати лише в низьких відсотках з деревною стружкою через фізичні проблеми із завантаженням печі та неоптимальним процесом спалювання, і тому палюдибіомасу можна використовувати лише для спільного спалювання. Якщо працювати виключно із біомасою з обводнених торфовищ, доведеться попередньо спресувати біомасу в брикети або пелети. Пелети або брикети, вироблені з цього виду біомаси, можуть без особливих проблем замінити деревну тріску на 100%. Роботу з більшою кількістю золи (порівняно з чистою деревиною) не вдалося

перевірити під час випробувань. Результати показують, що наявні когенераційні установки, які оптимізовані для подрібненої деревини, можуть спалювати пелети або брикети з біомаси, як монопаливо.

В печі з фронтальним згорянням (сигарний пальник) можуть подаватися цілі великі тюки біомаси. Ці тюки можна спалити безпосередньо без попередньої обробки в дезінтеграторі. Ще одна перевага полягає в тому, що паливо вводиться з більшою щільністю (Рисунок 7). Перевага, пов'язана з низькими витратами на підготовку палива, компенсується недовіком дуже вузького діапазону палива, а також, необхідністю виробляти тюки конкретних, чітко визначених розмірів (Kaltschmidt et al 2009).

Системи спалювання з киплячим шаром («Verfeuerung im Wirbelschichtverfahren») працюють інакше, ніж печі з нерухомим шаром, і мають ряд переваг. Системи з псевдозрідженим шаром є гнучкими щодо виду палива, яке спалюється, що робить їх придатними для спільного спалювання різних видів палива. Ефективність вигорання вуглецю дуже висока

в системах з киплячим шаром. Ще однією важливою перевагою є можливість контролювати утворення NO_x за допомогою низьких температур згоряння та мінімізувати утворення SO_x у разі спільного спалювання викопного палива. Недоліком систем із псевдозрідженим шаром є потреба високої потужності вентилятора для забезпечення псевдозрідженим повітрям. Існує два основних типи: киплячий шар (BFB, «Stationäres Wirbelschichtsystem»); менші вимоги

до капіталу) і циркулюючий псевдозріджений шар (CFB, «zirkulierendes Wirbelschichtsystem»; краща ефективність вигорання вуглецю та краще поглинання кислотних газів). Уже існуючі установки можуть використовувати палюдибіомасу, як матеріал для спільного спалювання або, як монопаливо. Вони здатні щодня змінювати джерела постачання, відповідно до пропозицій на ринку (Wichtmann & Tanneberger, 2009).

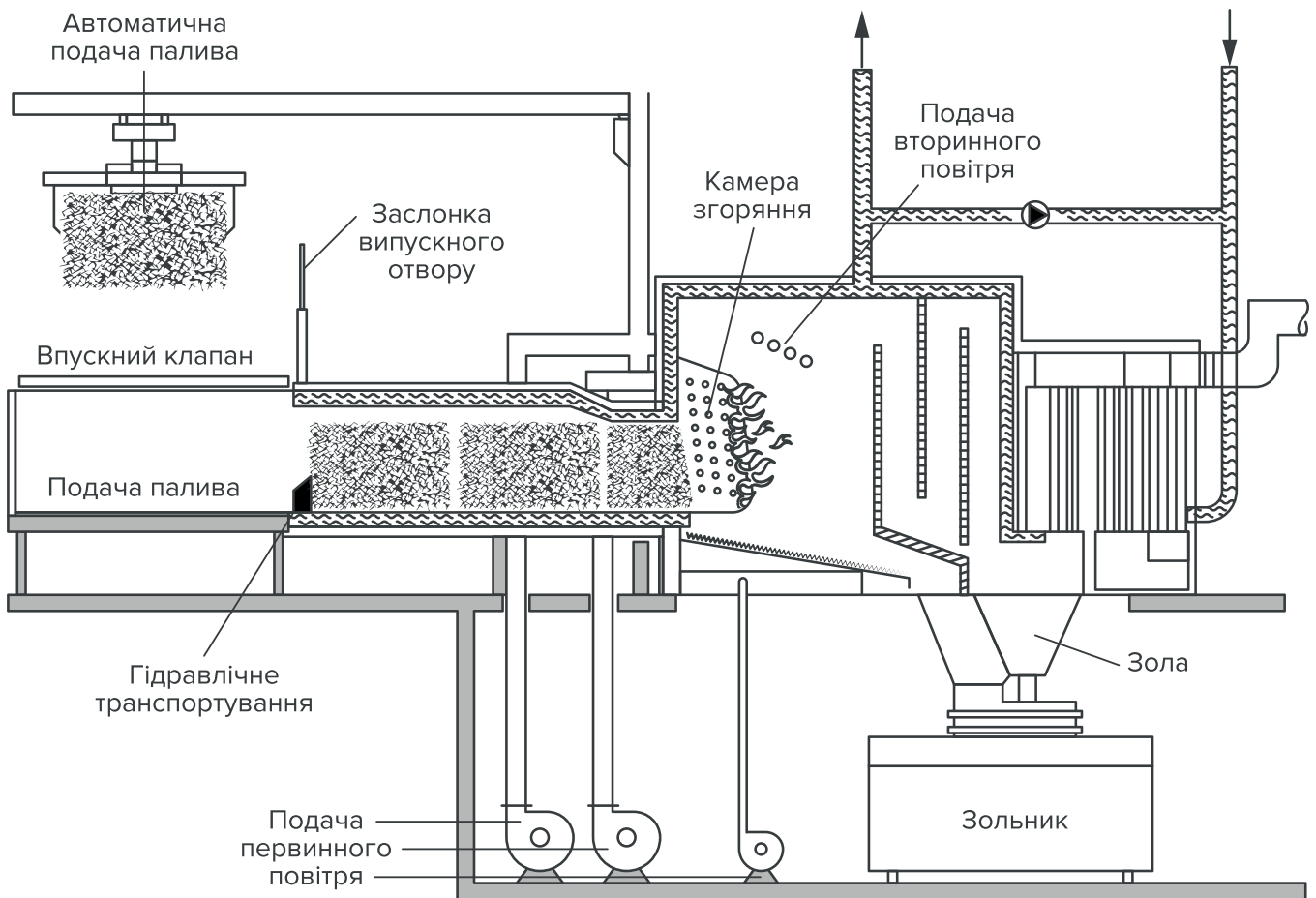


Рисунок 7. Сисгарний палник для великих тюків біомаси (Kaltschmidt et al 2009)

Газифікація біомаси

Широко поширеним пристроєм для газифікації біомаси у великих тюках для чистого спалювання таких матеріалів, як соломка та сіно, є «Herlt Ganzballenvergaser» (газифікатор круглих тюків). Він має велику порожнину газифікатора з керамічним ізоляційним покриттям і може використовувати цілими великі тюки. Таким чином, витік тепла низький і оптимальні температури для процесу газифікації виправдані. Утворюється насичене газове паливо (з високим вмістом CO , H_2 , CH_4) з низькими викидами CO_2 і N_2O . Через низьку швидкість газифікації тюків при температурах $>500^\circ C$ попіль залишається в порожнині газифікатора і не досягає основної камери спалювання.

Таким чином, отриманий газ спалюється при температурі максимум $1300^\circ C$ без утворення шлаку. Ці газифікаційні установки можна використовувати для багатьох цілей, наприклад як водогрійні котли (85-2000 кВт) або теплоелектростанції в поєднанні з паровою машиною (328 кВт, 600 кВт, 1200 кВт).

Для постачання палива установка газифікації вимагає ущільнення біомаси з повторно зволоженою торфовищем у великі тюки за допомогою або модифікованого ратрака з компресійним прес підбирачем, або, на мерзлом ґрунті, звичайних тракторів і прес підбирачів для сіна (Wichtmann & Tanneberger, 2009).

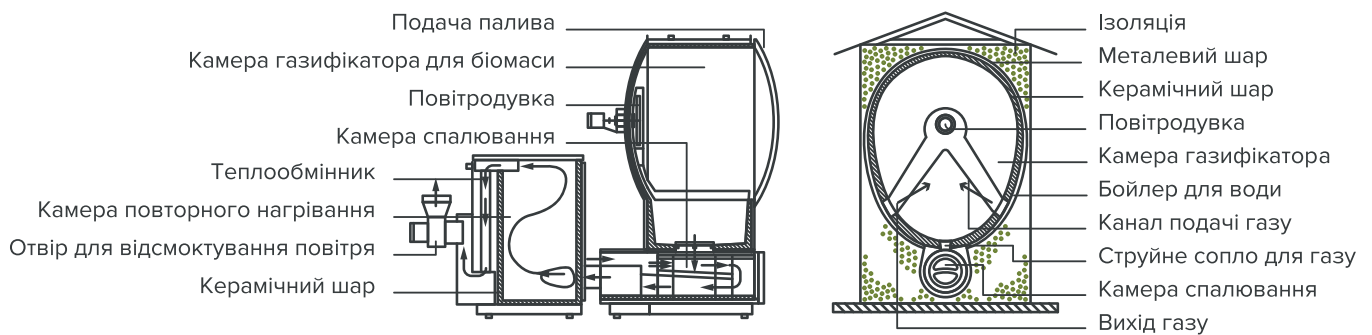


Рисунок 8. Принцип роботи установки з газифікації біомаси Herlt, вид спереду та збоку (HERLT SonnenEnergieSysteme)

Підготовка палива

Для спалювання сипучої біомаси можна використовувати данські опалювальні установки Linka (див. практичний приклад «Malchin»). Спочатку вони були розроблені для соломи. Великі тюки можна безпосередньо спалити, наприклад в газогенераторах Herlt (круглі тюки) або в пальниках для сигар. Більшу частину доданої вартості становить біомаса, яка спресована в пелети або брикети. Тому проєкт ЄС «Wetland Energy» мав на меті продемонструвати виробництво брикетів з біомаси з вологих торфовищ. Для спалювання краще підходять брикети, ніж дрібніші фракції. Гомогенний грубий порошок з трави *Phalaris arundinacea* призвів до більш високого вмісту золи та кремнезему (спричиняючи пошкодження в камері згоряння), ніж брикети, виготовлені з того самого виду. Основна перевага газифікації полягає в тому, що необхідна якість нижча, ніж для спалювання (вологість 20–25% для газифікації Herlt). Нижчий вміст води є неоптимальним для процесу газифікації, оскільки температура близько 500°C, що досягається на краях тюків, не може бути проведена в серцевину тюка. Очерет озимого врожаю краще придатний для газифікації через високий вміст целюлози. Основні вимоги до якості біомаси для спалювання (Wichmann & Wichtmann 2009):

- Висока теплотворна здатність;
- Низький вміст води (крім газогенератора Herlt);
- Низький вміст проблемних речовин (Cl, S, N, Si);
- Низька зольність;
- Висока температура плавлення золи;
- Відповідне кондиціонування;
- Низький рівень викидів.

5.5.5. Тематичне дослідження “Теплова станція “Мальчин” з посібника з палюдикольтури

“Теплоелектростанція Мальчин – додана вартість та пом’якшення наслідків зміни клімату”, Тобіас Дамс та Анке Нордт.

Новаторською концепцією використання біомаси з обводнених торфовищ є тісна співпраця між сільськогосподарським підприємством “Фойгт” та місцевим постачальником енергії “Агротерм ГмбХ”, який відкрив теплоелектростанцію для забезпечення централізованого тепlopостачання міста Мальчин у федеральній землі Мекленбург-Передня Померанія, Німеччина.

В результаті масштабного проєкту з відновлення болота (“Пенеталь/Пене-Хафф-Мур”) якість кормів на пасовищах, які використовує фермер Фойгт, погіршилася, що унеможливило продовження випасу. Для того, щоб продовжити ведення сільського господарства на обводнених ділянках, з 2006 року була розроблена концепція теплової утилізації біомаси.

Ідеальною можливістю стала невелика відстань до міста Мальчин, яке розташоване за 12 км від ферми й має мережу централізованого тепlopостачання, що працює виключно на природному газі. Стало можливим використовувати місцеву біомасу з осок, очерету та очеретянки, інтегрувавши котел на біомасі в мережу централізованого тепlopостачання. Біомаса з близько 300 гектарів тепер щорічно використовується для виробництва 800-1000 т палива, що дорівнює 2 900 - 3 800 МВт-год або 290 000 - 380 000 л мазуту. Наразі завод забезпечує централізоване тепlopостачання для 543 стандартних квартир, двох шкіл та дитячого садочка. Котел на біомасі виготовлений данською компанією LIN-KA/Danstoker і має теплову потужність 800 кВт. Котел має систему спалювання з водяним охолодженням, рухоми

ступінчасту колосникову решітку, яка запобігає утворенню шлаку та відкладенням попелу. Тривалий час перебування та рециркуляція відпрацьованих газів у камері згоряння зводять до мінімуму викиди шкідливих речовин. Частинки пилу видаляються за допомогою мультициклонної системи в поєднанні з наступним тканинним фільтром. Вироблене тепло передається в тепловий акумулятор об'ємом 24 000 л,

який використовується для покриття базового та середнього діапазону навантажень. Місцевий постачальник енергії гарантує закупівлю щонайменше 4 000 МВт-год у вигляді тепла, що еквівалентно приблизно 5 000 годин роботи під час пікових навантажень на рік. Газовий котел покриває пікові навантаження та години технічного обслуговування котла на біомасі.

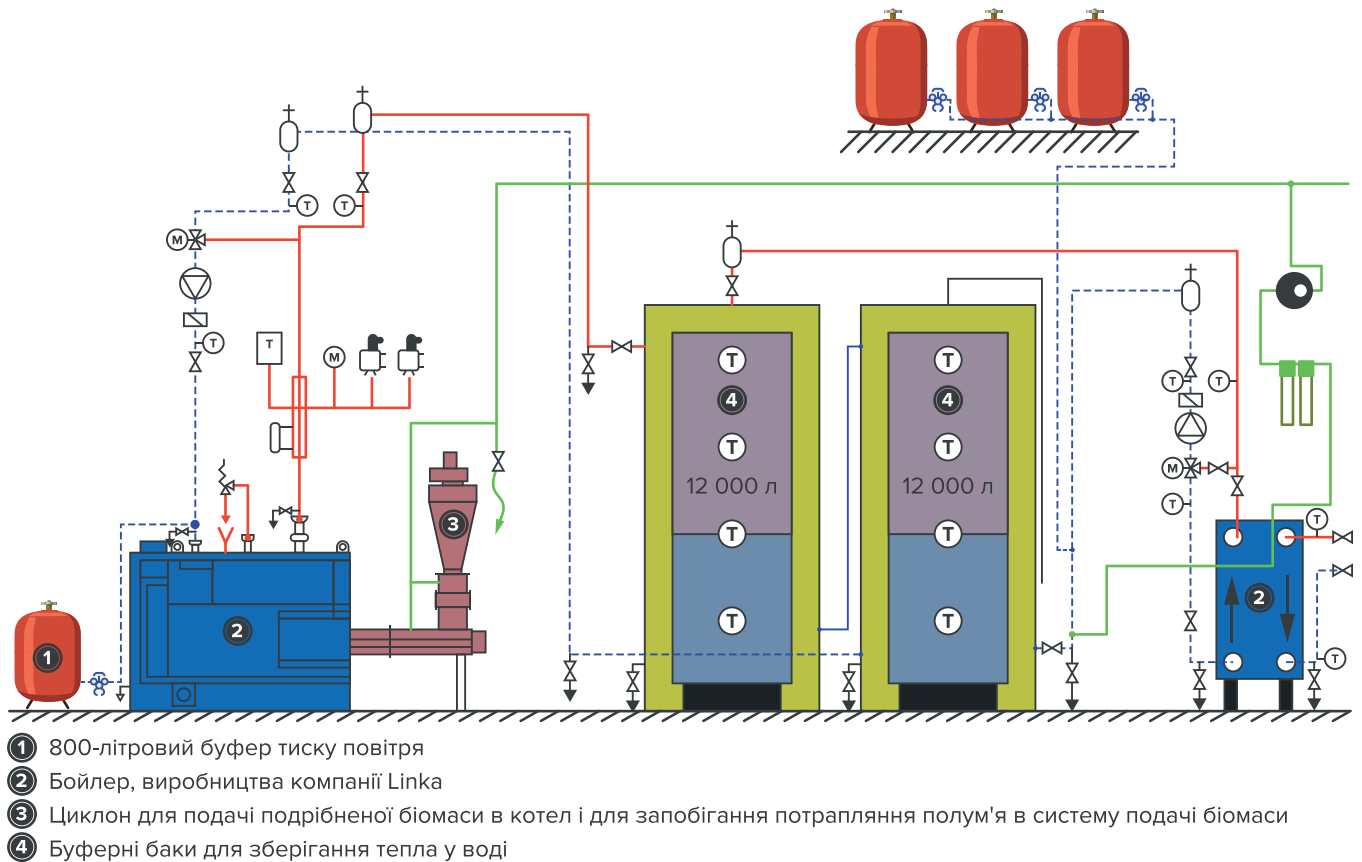


Рисунок 9.

Схема технологічного процесу котла на біопаливі потужністю 800 кВт, встановлену в м. Мальчин, Німеччина (Віхтманн 2021)

Необхідна біомаса збирається сільськогосподарським підприємством Voigt у посушливі періоди літку за допомогою адаптованої техніки, потім пресується в круглі тюки й транспортується до місця розташування котельні. Там тюки безперервно подаються в котел теплоелектроцентралі за допомогою конвеєра, який може вмістити 24 тюки біомаси. Взимку завантаження котла відбувається щодня. Тюки подрібнюються, а вільні стебла транспортуються через подвійний шнековий живильник і шнековий завантажувач в камеру згоряння. Попіл видаляється автоматично. Крім біомаси з вологих болотних торфовищ, котел може використовувати соломку як паливо, а також - за допомогою окремого живильника - деревну тріску. Інвестиційні витрати для котла на біомасі, особливо для трав'янистої біомаси, значно вищі,

ніж для котлів, що працюють на викопних видах палива (FNR 2007). Чисті інвестиції в установку для спалювання (включаючи переробку палива, димососи, буферне сховище та установку) становлять 630 євро/кВт номінальної теплової потужності. Крім того, необхідне фінансування для будівництва оболонки будівлі, димоходу, сховища та обладнання. Однак, великою перевагою в порівнянні з котлами на викопному паливі, є значно нижча вартість палива. Agrotherm GmbH розраховує витрати на паливо в розмірі 3,9 євро за надану ГДж тепла (Bork 2013, приватна бесіда). Перевагою є зниження собівартості виробництва тепла та довгострокова цінова стабільність. Енергетична концепція Мальчина показує, як місцеві мережі можуть сприяти реалізації пілотних проєктів, і є надихаючим прикладом для багатьох інших регіонів.



Фото 19-21:

Зліва направо: Дробарка для подрібнення сіна з вологих луків (Віхтманн 2021), Конвеєр для транспортування відкритих рулонів до установки для дезінтеграції (Віхтманн 2016), Солом'яна піч (котел) "Linka", пристосована для спалювання сіна з пасовищ

5.5.6. Аналіз життєвого циклу для спалювання біомаси з палюдиккультури

Заміщення природного газу біомасою з трави в мережі централізованого тепlopостачання міста Мальчин, згідно з модельними розрахунками, з урахуванням енергії, зв'язаної в процесі фотосинтезу, та зв'язаного вуглецю, дозволяє заощадити 1,08 ГДж первинної енергії та 60 кг CO₂-екв. на кожен ГДж використаного пального. Таким чином, використання трав'янистої біомаси, наприклад, біомаси боліт, дозволяє досягти такої ж економії, як і використання лісової тріски. На рік це 15,5 ТДж або 850 т CO₂-екв., а підвищення рівня води та її утримання заощаджує близько 3 000 т CO₂-екв. на рік. Для розрахунку були враховані лише прямі витрати та результати. Оскільки ці території вже були обводнені з природоохоронних міркувань, а біомаса непридатна для харчування тварин, прямі або непрямі зміни у землекористуванні не враховувалися (Dahms et al. 2012).

Аналіз життєвого циклу - це процедура оцінки, в якій вплив продукту на навколишнє середо-

вище систематично реєструється і збалансовується протягом усього його життєвого циклу.

Аналіз життєвого циклу показав, що первинна енергія, спожита протягом аналізованих життєвих циклів, становить лише незначну частину енергії, хімічно зв'язаної в біомасі. Споживання енергії та викиди парникових газів мають подібні закономірності. Сушіння нагрітим повітрям спричиняє найбільші витрати протягом життєвого циклу. 15 % енергії, що міститься в біомасі, витрачається на сушіння теплим повітрям. На гранулювання витрачається енергія, яка дорівнює приблизно 10 % енергії біомаси. Витрати на збирання та транспортування біомаси відносно невеликі. Якщо не враховувати сушіння, то тюкування біомаси є більш вигідним, ніж гранулювання. Зменшення попиту на первинну енергію та викиди парникових газів під час транспортування гранульованої біомаси не можуть компенсувати зусилля з виробництва пелет. Однак, сушіння є вирішальним фактором, що визначає порівняння життєвого циклу. Значно менша потреба в сушінні холодним повітрям у сценарії CR 2 (Див. Рисунок 11 і 12) призводить до найбільшої економії серед усіх сценаріїв, попри виробництво пелет. Заміна кам'яного вугілля біомасою з обводнених торфовищ в якості палива на електростанціях призводить до значного скорочення вичерпання первинної енергії та викидів парникових газів. Ці заощадження є додатковими й мають той самий порядок величини, що й можливі скорочення викидів від вторинного обводнення осушених торфовищ (Dahms 2012). На рис. 11 показано споживання первинної енергії та викиди парникових газів, пов'язані з окремими етапами життєвого циклу, коли очеретянка (RCG) та очерет звичайний (CR) збираються у вигляді круглих тюків за допомогою адаптованої лугової техніки (сценарії RCG 1, RCG 2, CR 1). За сценарієм 2 очерет збирають за допомогою гусеничного транспортного засобу.

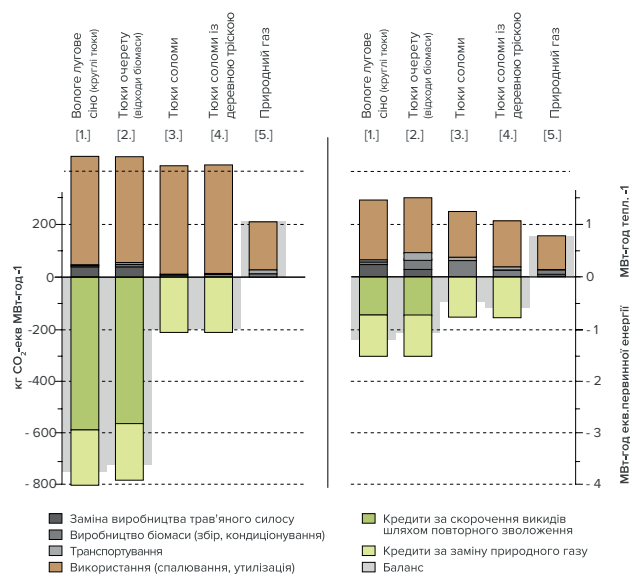


Рисунок 10: Порівняння парникових газів та енергетичних балансів різних видів палива

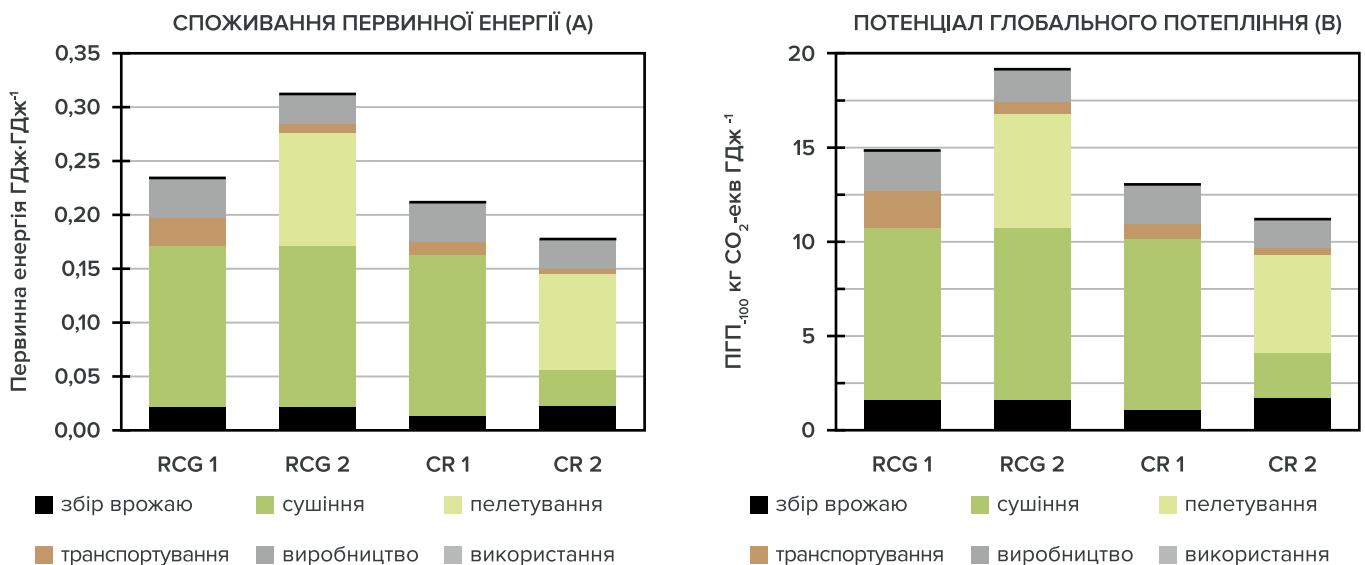


Рисунок 11-12:

Споживання первинної енергії (А) та потенціал глобального потепління (Б) диференційовано за сценаріями та етапами життєвого циклу. Для наочності спалювання не зображено (див. Рисунок 3). Очеретянка (RCG) та очерет звичайний (CR)

Утилізація палюдикультурної біомаси призводить до значно менших викидів парникових газів та виснаження викопних видів палива, ніж використання кам'яного вугілля. Якщо замінити кам'яне вугілля біомасою з обводнених торфовищ, можна уникнути від 82% до 92% викидів парникових газів і від 70% до 83% вичерпання первинної енергії.

Цілком ймовірно, що біомаса, отримана в результаті палюдикультури, також може бути використана, як додаткове паливо на електростанціях, що працюють на торффі. Це призведе до ще більшого скорочення викидів парникових газів, оскільки спалювання торфу призводить до більших викидів парникових газів на ГДж, ніж спалювання кам'яного вугілля. Найкращих результатів можна досягти, якщо уникати енергоємного сушіння нагрітим повітрям, а біомасу збирати й транспортувати у вигляді тюків. Гранулювання пов'язане з високим споживанням енергії і є недоцільним, якщо розглядати його лише з точки зору аналізу життєвого циклу.

5.5.7. Паливо з біомаси та захист клімату – переваги біомаси з трави над деревиною

Хоча трава, як біомаса, має значно менш сприятливі властивості для горіння, ніж деревина, вона має значні переваги з точки зору захисту клімату. У багатьох випадках спалювання біомаси спричиняє більші викиди парникових газів на одиницю енергії, ніж викопні види палива, оскільки, вміст первинної енергії є ниж-

чим по відношенню до вмісту вуглецю. Водночас, спалювання біомаси також досягає нижчої ефективності перетворення, ніж викопне паливо. Загалом це означає, що в найгіршому випадку спалювання біомаси може спричинити більш ніж в 1,5 рази більше викидів парникових газів, ніж спалювання викопних видів палива для забезпечення однакової кількості тепла/вторинної енергії. Припущення про те, що вивільнення вуглекислого газу (CO_2), зв'язаного в біомасі, можна вважати нейтральним у всіх випадках, є помилковим, як це описано різними авторами. Вирішальним фактором є те, як швидко відновлюється запас вуглецю, вивільнений під час спалювання. Наприклад, як швидко росте ліс або як швидко вивільняється вуглець, зв'язаний у рослині, якщо вона не використовується як паливо (наприклад, шляхом розкладання). Однак слід також враховувати інші ефекти, такі як втрата ґрунтового вуглецю, зміни у землекористуванні тощо. Цей вуглецевий борг біомаси повинен бути спочатку компенсований, перш ніж викиди можна буде вважати нейтральними. Тільки тоді спалювання біомаси має перевагу над викопними видами палива. У випадку зі стовбуровою деревиною для цього потрібно близько 50 років, а для залишкової деревини - щонайменше десятиліття, поки цей показник буде досягнутий (Wenzel et al. 2022).

Слід також враховувати, що якщо біомаса використовується в альтернативний спосіб, наприклад, як будівельний матеріал, вуглець

залишається секвестрованим протягом десятиліть. Також, можлива заміна будівельних матеріалів, виробництво яких вже призводить до значно більших викидів парникових газів. Наприклад, використання виробів з деревини може заощадити, в середньому, близько 4 кг CO₂ на кг, тоді як заміна природного газу дозволяє уникнути додаткових 0,85 кг CO₂ на кг деревини в найсприятливішому випадку. Якщо таке альтернативне використання матеріалів є можливим, паливо з біомаси також має низькі показники порівняно з природним газом

або мазутом. У порівнянні з деревиною, значною перевагою солом'яних матеріалів є те, що вони розкладаються протягом декількох років, якщо їх не використовувати, і велика частка зв'язаного вуглецю буде вивільнена назад в атмосферу. У багатьох випадках для трав'янистої біомаси немає альтернативного використання, або ж можна використовувати залишкові матеріали, які виникають в результаті більш цінної утилізації (наприклад, залишки від очищення пучків під час виробництва очерету) (Wenzel et al. 2022).

Теплова енергія з біомаси

Теплова енергія з біомаси – це основна форма енергії з біомаси в Україні (94% від усієї спожитої біоенергії у 2018 році)⁶.

Для виробництва теплової енергії із біомаси можуть бути використані спеціально вирощені енергетичні рослини або залишки сільськогосподарських культур або дикоростучі рослини, у тому числі, палюдикультурні, як очерет та біомаса з вологих луків.

Біомаса може використовуватися без переробки (спалюється щепи дерев і тюки рослин) або біомаса може йти на брикетування і пелетування, що є більш вигідним для транспортування сировини на далекі відстані.

Енергетичні рослини – однорічні й багаторічні швидкозростаючі культури, які можуть використовуватися, як біомаса, або для виробництва біопалива. Основною перевагою вирощування енергетичних рослин є висока продуктивність маси з одиниці площі в обмежений період часу (10-25 т га⁻¹ рік⁻¹) та тривалий час використання (до 30 років).

В Україні під енергетичні рослини відведено лише 3,5 тис. га земель. Частина плантацій знаходиться в дослідній експлуатації, а на іншій частині здійснюють промислове вирощування верби, тополі й міскантусу гігантського⁷.

Для плантацій використовують спеціально виведені сорти рослин. Мінагрополітики забезпечує ведення Державного реєстру сортів рослин, придатних для використання в Україні, у тому числі, енергетичних. Оновлений Реєстр був офіційно опублікований у червні 2023 року і містить 36 сортів енергетичних рослин, у тому числі 18 сортів трьох видів верб: ламкої, верби прутувидної й тритичинкової⁸. Перелік сортів приведено у Додатку 1.

5.5.8. Біогаз

(Eller et al. 2020; Czubaszek et al. 2021; Czubaszek et al. 2023)

Ключовим фактором сталого виробництва біогазу є сировина, виробництво якої не має негативного впливу на навколишнє середовище. Через зростання цін на кукурудзу та зменшення суспільного сприйняття кукурудзи, як екологічно чистої сировини, оператори біогазових установок шукають недорогої сировини, яка могла б замінити кукурудзяний силос (КС). Біомаса очерету - це лігноцелюлозний матері-

ал, який є недорогим, не конкурує з виробництвом продуктів харчування, а в деяких випадках також вважається відходом, який складно утилізувати. Очерет звичайний – достатньо агресивна рослина, яку скошують в рамках заходів зі збереження водно-болотних угідь, або його можна збирати в процесі палюдикультури (Czubaszek et al. 2023).

Біометан

Було досліджено виробництво біометану (CH₄) з видів очерет звичайний (*Phragmites australis*),

⁶ <https://uabio.org/biomass-heating/>

⁷ <https://saf.org.ua/news/1734/>

⁸ <https://saf.org.ua/news/1734/>

рогоз широколистий (*Typha latifolia*), рогоз вузьколистий (*Typha angustifolia*) та арундо очеретяний (*Arundo donax*). Виробництво біометану було виміряно в чотирьох незалежних випробуваннях серійного зброджування. У всіх експериментах режим удобрення мало впливав на вихід CH_4 , який в середньому становив 222 ± 31 л/кг летких речовин (ЛР). Найнижчу врожайність мала *Typha angustifolia* (140 л/кг_{ЛР}), яка не отримувала поживних речовин, тоді як найвищу врожайність мала *Arundo donax* (305 л/кг_{ЛР}), яка отримувала найбільшу кількість поживних речовин. Внутрішньовидова різноманітність *P. australis* не впливала на виробництво біометану. Всі генотипи *P. australis* виробляли в середньому 226 ± 19 л CH_4 кг_{ЛР}, що, хоча і було високим показником, але все ж було нижчим, ніж у звичайних біогазових видів. Виробництво біомаси *P. australis* менше зростало при внесенні добрив, ніж у *Typha* sp. і *A. donax*, але всі види мали подібну біомасу без добрив. *Phragmites australis*, *Typha latifolia*, *T. angustifolia* та *Arundo donax* (Eller et al. 2020).

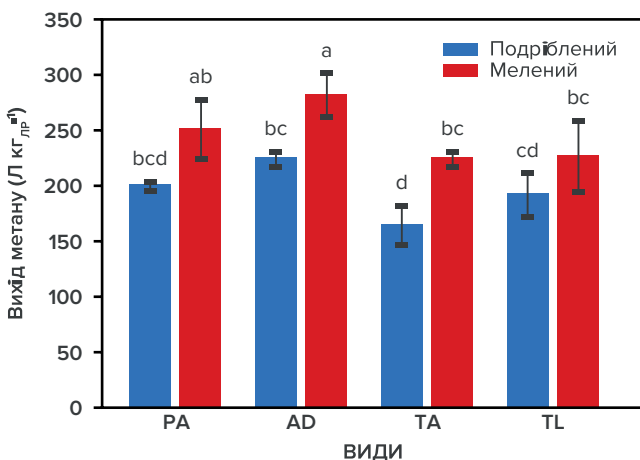


Рисунок 13: Вихід біометану (середнє \pm стандартне відхилення) з різних видів водно-болотних рослин (PA: *Phragmites australis*, AD: *Arundo donax*, TA: *Typha angustifolia*, TL: *Typha latifolia*). Пагони ферментували у вигляді подрібненого або меленого матеріалу. Рослини були повністю удобрені еквівалентом 500 кг N га⁻¹ рік⁻¹. Різні літери вказують на статистично значущі ($p < 0,05$) відмінності між середніми значеннями на основі апостеріорного тесту Тьюкі. ЛР: леткі речовини (Eller et al. 2020).

З Рисунок 13 видно, що подрібнення біомаси перед зброджуванням має досить позитивний вплив на кількість виробленого біогазу.

Питомий вихід метану (Czubaszek et al. 2021)

Було оцінено питомий вихід метану деяких водно-болотних видів, підданих вологому та сухому анаеробному зброджуванню: *Carex elata* All. (CE), суміш (~50/50) *Carex elata* All. та *Carex acutiformis* L. (CA), *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. (PA), *Typha latifolia* L. (TL) та *Phalaris arundinacea* L. (PAr). Рослини зби-

рали наприкінці вересня, тому досліджуваний матеріал характеризувався високим вмістом лігніну. Найвищий вміст лігніну ($36,40 \pm 1,04\%$ TS) спостерігався у TL, тоді як найнижчий ($16,03 \pm 1,54\%$ TS) - у CA. PAr характеризувався найвищим вмістом геміцелюлози ($37,55 \pm 1,04\%$ TS), тоді як найнижчий ($19,22 \pm 1,22\%$ TS) спостерігався в TL. Вміст целюлози був порівняним майже у всіх досліджуваних видів рослин і коливався від $25,32 \pm 1,48\%$ сухої речовини до $29,37 \pm 0,87\%$ сухої речовини, за винятком PAr ($16,90 \pm 1,29\%$ сухої речовини).

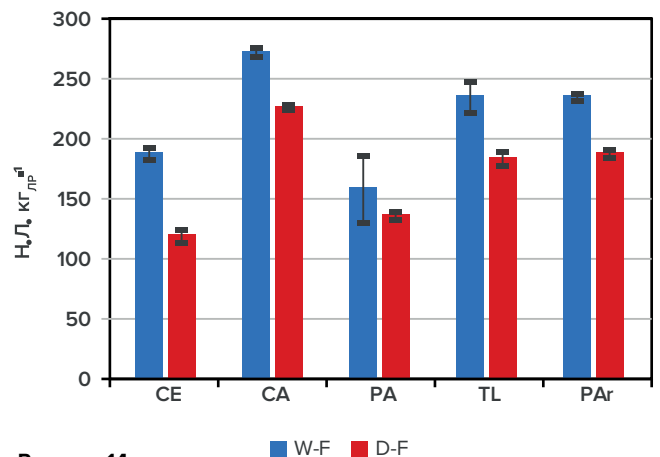


Рисунок 14: Питомий вихід метану, отриманий при обох типах ферментації: W-F-мокра ферментація; D-F-суха ферментація. CE-*Carex elata*; CA-*Carex acutiformis* + *Carex elata*; PA-*Phragmites australis*; TL-*Typha latifolia*; PAr-*Phalaris arundinacea*. Стандартні похибки показані у вигляді вертикальних смуг (Czubaszek et al. 2021)

Потенціал виробництва метану суттєво відрізнявся між видами та технологіями анаеробного зброджування (АЗ). Найнижчий показник SMY спостерігався для CE (121 ± 28 л/кг_{ЛР}) з технологією сухої ферментації (D-F), тоді як SMY CA був найвищим для обох технологій, 275 ± 3 Лкг_{VS}⁻¹ з технологією мокрої ферментації (W-F) та 228 ± 1 л/кг_{ЛР} з технологією D-F. Результати показали, що палюдибіомаса може бути використана як субстрат в обох технологіях АЗ; однак виробництво біогазу було більш ефективним за технології W-F. Проте, вищий вміст метану в біогазі та нижчі енерговитрати на технологічні процеси для D-F свідчать про те, що кінцева кількість енергії залишається однаковою для обох технологій. Урожайність має вирішальне значення у виробництві енергії за допомогою АЗ рослин водно-болотних угідь, тому перспективним джерелом сировини для виробництва біогазу може бути біомаса з обводнених і раніше осушених територій, які зазвичай є більш продуктивними, ніж природні біотопи. (Czubaszek et al. 2021).

Кількість енергії, яка може бути вироблена із рослин водно-болотних угідь, залежить від їхньої врожайності. Природні біотопи зазвичай менш продуктивні. Незалежно від цього, якщо ці біо-

Таблиця 5. Енергія від анаеробного зброджування (АЗ) палюдибіомаси з високопродуктивної території, розрахована на основі результатів БМР та припущення про високу врожайність

ВИДИ РОСЛИН	Виробництво електроенергії з АЗ		Виробництво теплової енергії з АЗ	
	W-F	D-F	W-F	D-F
	кВт-год/га		ГДж/га	
<i>Carex elata</i> (CE)	6332	4386	19.84	16.64
<i>Carex acutiformis</i> + <i>Carex elata</i> (CA)	5981	5403	18.74	20.50
<i>Phragmites australis</i> (PA)	6870	6431	21.52	24.40
<i>Typha latifolia</i> (TL)	12,567	10,679	39.37	40.52
<i>Phalaris arundinacea</i> (PAr)	9610	8326	30.10	31.60
Кукурудза	13,622	—	42.69	—

W-F-мокра ферментація; D-F-суха ферментація.

топи скошуються, використання біомаси, як субстрату для виробництва біогазу, є альтернативою, наприклад, захороненню біомаси на краю поля або компостуванню. Ситуація відрізняється у випадку біотопів, створених шляхом вторинного обводнення раніше осушених територій. Врожайність тут значно вища, а це означає, що отримана енергія може бути навіть близькою до енергії кукурудзи. Це робить вторинне обводнення і впровадження палюдикультури більш привабливим для виробників. Водночас, використання палюдикультурної біомаси, як субстрату для АЗ, може зменшити вирощування кукурудзи на родючих мінеральних ґрунтах і зробити ці ділянки доступними для виробництва продуктів харчування - на користь

палюдикультури на обводнених торфовищах (Czubaszek et al. 2021).

Використання декількох культур

Дослідження, проведене Czubaszek et al. 2023 мало на меті дослідити мокре сумісне зброджування кукурудзяного силосу з 10%, 30% та 50% вмістом силосу з очерету звичайного за допомогою тесту на біохімічний метановий потенціал (БМП). Крім того, було розраховано потенційну енергію, що генерується, та викиди парникових газів (ПГ), яких вдалося уникнути. Заміна кукурудзяного силосу змішаним силосом з 10%, 30% та 50% вмістом очерету зменшила вихід метану (CH₄) на 13%, 28% та 35% відповідно.

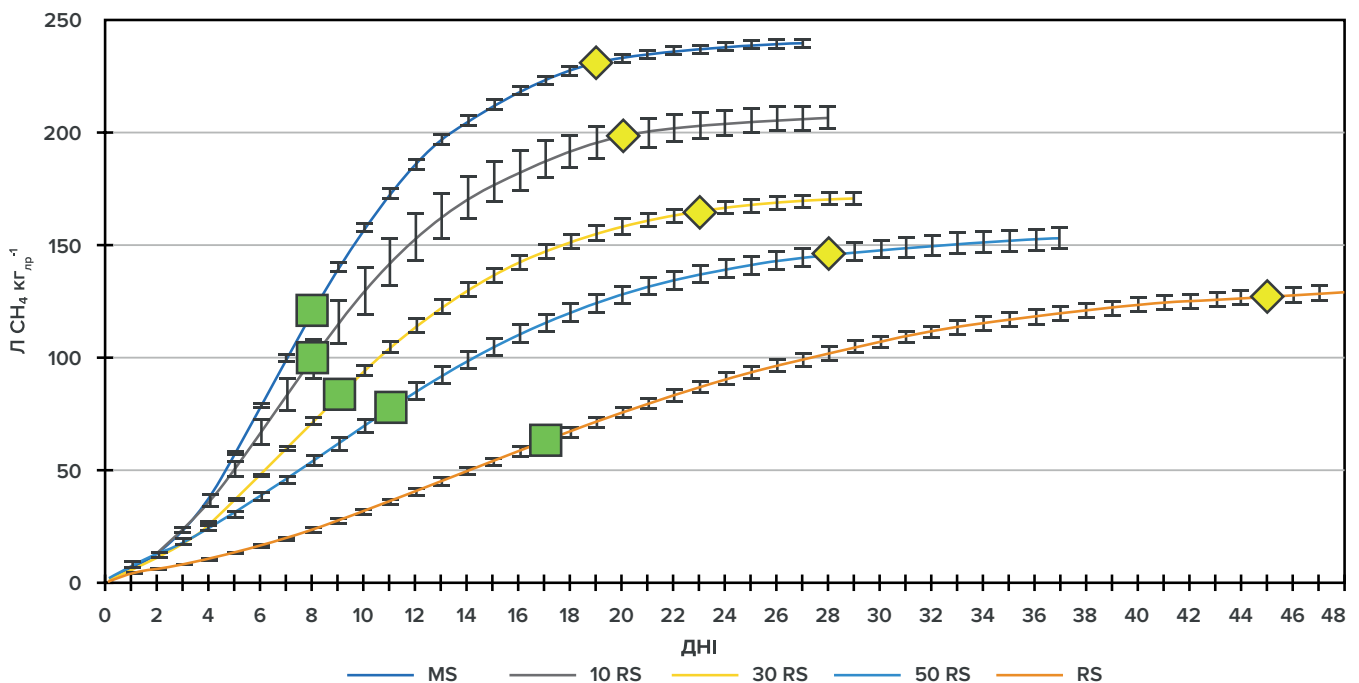


Рисунок 15. Кумулятивне виробництво метану при моно- та сумісному зброджуванні кукурудзяного (MS) та очеретяного силосу (RS)

MS - кукурудзяний силос

10 RS - кукурудзяний силос з 10% очеретяного силосу.

30 RS - кукурудзяний силос з 30% очеретяного силосу.

50 RS - кукурудзяний силос з 50% очеретяного силосу.

RS - очеретяний силос

Зелені квадрати й жовті ромби означають T50 (час необхідний для виробництва 50% від загального потенційного виходу метану) і T95 (час необхідний для виробництва 95% від загального потенційного виходу метану) відповідно. Стандарти похибки показані у вигляді вертикальних смуг (Czubaszek et al. 2023)

Недоліком додавання очеретяного силосу є збільшення концентрації аміаку (NH_3) та сірководню (H_2S) в біогазі. Заміна кукурудзяного силосу очеретяним силосом зменшує вихід CH_4 , спільне зброджування кукурудзи та очеретяної біомаси з природоохоронних територій або палюдикультури може позитивно вплинути на екологічні аспекти виробництва енергії. Заміна кукурудзи на очерет у біогазових установках зменшує площу, що використовується для вирощування кукурудзи, і скорочує викиди парникових газів. Заміна кукурудзи на очерет

може суттєво вплинути на екологічні показники біогазових установок, оскільки очерет не потребує додаткових земельних ділянок для вирощування. Навіть якщо вихід CH_4 з гектара або тонни свіжої речовини для очерету нижчий, ніж для кукурудзи, очерет може бути конкурентоспроможним завдяки меншій або нульовій потребі в агрохімічних засобах. Очерет, зібраний у природних біотопах, або в результаті палюдикультурного виробництва, також має набагато кращі показники з точки зору викидів парникових газів (Czubaszek et al. 2023).

Виробництво біометану в Україні

У 2024 році в Україні виробничі потужності по біометану складають 6 млн куб. м/рік — 3 млн куб. м/рік на заводі холдингу «Галс Агро» в Чернігівській області і 3 млн куб. м/рік у холдингу Vitagro в Хмельницькій області.

Собівартість виробництва біометану складає від €800 до €900 за 1000 куб. м, тоді як природний газ коштує приблизно €350 за 1000 куб. м. Через нерентабельність обидва заводи не працюють. Таким чином, в Україні на березень 2024 року це альтернативне джерело енергії не виробляється в промислових масштабах⁹.

Планується, що установка збагачення біогазу до біометану на «Галс Агро» запрацює після відкриття можливості продавати це альтернативне паливо в Європу, де за нього готові платити €900-1200/1000 куб.м. Зараз експорт неможливий через прогалину в українському законодавстві.

За даними Біоенергетичної асоціації України біометанова галузь в країні розвивається — протягом 2024-2025 рр. планується відкриття до 10 нових об'єктів потужністю від 3 до 56 млн куб.м.

Серед бар'єрів розвитку сектору біогазу та біометану є такі, що потенційно стосуються палюдикультури: відсутність досвіду, зокрема використання лігноцелюлозних матеріалів (соломи) та іншої сировини із залишків рослин.

5.5.9. Сонячна енергія

Хоча, це безпосередньо не стосується виробництва біоенергії, варто зазначити, що деякі форми виробництва відновлюваної енергії можуть бути сумісними з управлінням високим рівнем ґрунтових вод на торфовищах. Як і в більшості країн, в Україні, площі торфовищ розглядаються, як маргінальні або відпрацьовані землі, які можна дуже дешево купити або орендувати на земельному ринку. Їх цінність для поглинання вуглецю, простору для біорізноманіття, поліпшення якості води та інших екосистемних послуг, як правило, не відіграє жодної ролі. Це означає, що торфовища розглядаються як замінні та резервні території для інфраструктурних заходів, таких як будівниц-

тво доріг, житлових районів, а також сонячних електростанцій. З іншого боку, осушені торфовища часто сильно деградовані або, принаймні, спустошені внаслідок тривалого осушення в минулому, і їхня цінність через функції в ландшафті є мінімальною - або навантаження, яке вони спричиняють, набагато більше, ніж їхні позитивні характеристики. Це означає, що від встановлення сонячних систем не можна очікувати значної шкоди або негативного впливу на екосистему. Якщо торфовища обводнюються це, навпаки, має позитивний ефект мінімізації викидів парникових газів від розкладання торфу і створює стимули для вторинного обводнення деградованих ділянок торфовищ.

⁹ <https://agroportal.ua/news/novosti-kompanii/biometanovi-zavodi-v-ukrajini-zupinilis-virobnictvo-nevigidne?fbclid=IwAR1Mj6n7Yqq489gyd3rxMpUC4ucGM71TdqRO8nJF00Gt4BbvCpy3ONpdi80>

Для досягнення національних цілей із захисту клімату заходи різних секторів повинні доповнювати один одного. Фотоелектричні системи на обводнених торфовищах можуть сприяти захисту клімату в різних секторах (Hohlbein 2022):

1. в енергетичному секторі, використовуючи сонячну енергію замість викопного палива,
2. у секторі землекористування шляхом скорочення викидів CO₂ через вторинне обводнення,
3. можливо, в інших секторах завдяки довготривалому зберіганню вуглецю в продуктах палюдикультури.

Фотоелектричні системи у поєднанні із обводненням торфовищ і вирощуванням біомаси дозволяють виробляти відновлювану сировину, як альтернативу викопній сировині та паливу, і сприяють декарбонізації в будівельному секторі, наприклад, шляхом виробництва будівельних матеріалів.

У Німеччині у 2020 році завдяки використанню фотоелектричних систем на обводнених торфовищах вдалося уникнути викидів близько 35 мільйонів т CO₂-екв. Повне обводнення торфовищ, що використовуються в сільському господарстві, дозволило б скоротити викиди CO₂ на таку ж кількість. Кліматична нейтральність, передбачена Паризькою угодою та Федеральним законом про захист клімату Німеччини, означає, що будівництво та експлуатація фотоелектричних систем на торф'яних ґрунтах може відбуватися лише у поєднанні з обводненням торфовища, тобто лише за умови, що постійний середній рівень води буде близьким до поверхні торфу або вище неї (Hohlbein 2022).

Фотоелектричні панелі все частіше встановлюють над водоймами, і, в принципі, такий самий підхід може працювати над вологим торфом, коли сонячні батареї підтримуються на риштуваннях або рейкових системах над поверхнею торфу. Хоча це затінить поверхню землі, це також підвищить вологість мікроклімату і може сприяти зростанню певних видів рослин, що вирощуються в палюдикультурі. Мох Сфагнум, зокрема, краще росте в півтіні, ніж на повному сонячному світлі (Cluto und Hayward 1982). Відстань між панелями може бути ширшою, ніж зазвичай, для того, щоб забезпечити управління та/або збір врожаю, але відповідне скорочення уловлювання енергії буде компенсоване

комбінованим ефектом від уникнення викидів з торф'яного ґрунту, покращенній ефективності фотоелектричних панелей (Chemisana und Lamnatou 2014) та вуглецем, що секвеструється в біомасі після збору врожаю. Також можливе встановлення вітрових турбін на деградованих торфовищах, в межах ландшафту, де ведеться палюдикультурне землеробство, за умови, що це не призведе до значного пошкодження торфу.

Слід дотримуватися наступних інструкцій, що стосуються будівництва фотоелектричних систем (Hohlbein 2022):

- Фотоелектричні системи слід встановлювати переважно на дахах, а також на герметичних і забруднених поверхнях,
- Встановлення на деградованих торфовищах тільки в поєднанні з обводненням: території повинні бути постійно зволожені й не повинні перешкоджати обводненню сусідніх ділянок торфовищ,
- Тільки на торфовищах в межах територій, що планується для виробництва енергії,
- Як важіль для більш масштабних заходів з обводнення торфовищ,
- Впроваджувати будівельні заходи у ґрунтозахисний та торфозахисний спосіб,
- Забезпечити формування розгалуженої рослинності,
- Планувати ґрунтозахисне обслуговування та демонтаж сонячних панелей з самого початку,
- Продовження сільськогосподарського використання обводнених торфовищ ,
- Забезпечити моніторинг для накопичення знань. Довготривалий моніторинг має гарантувати, що високий рівень води, встановлений за допомогою заходів з обводнення, також буде постійно ефективним.

З введенням в експлуатацію системи сонячних батарей, заходи щодо постійного обводнення повинні бути завершені. Найкраще було б, якби підтвердження вторинного обводнення від органу управління водними ресурсами було надано оператору мережі найпізніше під час введення в експлуатацію (Hohlbein et al. 2023).



Фото 22–23.

ліворуч — як може виглядати фотоелектрична система на обводненому торфовищі ([Moor-PV - Fraunhofer ISE](#)), праворуч — реалізована система продовження використання торфовища для палюдикультури і встановлення сонячних панелей ([Photovoltaik im Moor: viel Potenzial, kaum Erfahrungen - Solarserver](#)).

5.5.10. Висновки щодо використання енергії

Біомаса, отримана в результаті управління вологими луками, придатна для теплової утилізації. Значний потенціал, що виникає в Україні в результаті вторинного обводнення торфовищ для створення палюдикультурного виробництва, повинен бути використаний для широкого спектру можливих видів використання виробленої біомаси. При запровадженні палюдикультури основна увага повинна приділятися матеріальному використанню біомаси, яка буде зібрана. Однак, на початковому етапі площі обводнених земель, які можуть бути використані, будуть досить невеликими (орієнтація на конкретні види біомаси, розвиток ринків тощо). Вважається, що в короткостроковій перспективі важко створити переробні потужності для утилізації матеріалів (Wenzel et al. 2022).

Утилізація енергії має тут великі переваги з точки зору короткострокового освоєння земельних ресурсів і здатності біомаси до поглинання. Тому утилізація енергії має перспективу, як перехідна технологія: вона може створити великий місцевий попит на біомасу у відносно короткі терміни й сприяти регіональним матеріальним потокам та економічним відносинам. У довгостроковій перспективі це зменшує викиди за рахунок вторинного обводнення і замінює викопне паливо.

При зберіганні туків сіна основна увага повинна бути зосереджена на оптимізації вмісту води в біомасі, але це можливо не кожного року збирання врожаю. Залежно від сезону, надмірно високий рівень води в регіоні або постійні опади можуть перешкоджати оптимальному часу збирання врожаю. Для того, щоб мати можливість скористатися перевагами хороших погодних умов у найкоротші терміни, важливо, щоб наявна техніка для збирання та транспортування була високоефективною.

Бажано передбачити додаткові альтернативні варіанти утилізації вологої або сиріої біомаси (виробництво силосу для виробництва біогазу, замість спалювання сіна), щоб мати можливість працювати незалежно від погодних умов.

Неоднорідність, особливості горіння, тощо роблять біомасу вологих торфовищ не найкращим енергетичним ресурсом. Але цілеспрямована робота із рослинними запасами, адаптація технологій збирання та спалювання може підвищити якість цього виду біопалива. Існує декілька варіантів впливу на якість палюдикультурної біомаси. З одного боку, можна обирати дату збору врожаю і те, яким чином буде організовано процес, наприклад, залишити біомасу після косіння на ґрунті, щоб дощі вимили сіно. З іншого боку, можна оптимізувати склад рослинності за допомогою зміни дати збору врожаю і, за необхідності, повторного косіння. Перехід від управління торфовищами до палюдикультури вимагає дотримання мінімальних стандартів (високий рівень ґрунтових вод, адаптована рослинність, низький рівень викидів, продуктивне використання). Це необхідно для того, щоб забезпечити екосистемні послуги, пов'язані з вологими торфовищами (зокрема, скорочення викидів парникових газів і поживних речовин). Достатнє підвищення рівня ґрунтових вод є основною передумовою для припинення мінералізації торфу та мінімізації викидів парникових газів.

Для цього потрібно, щоб середній рівень ґрунтових вод влітку був не нижче 10 см від поверхні землі. Взимку він завжди повинен бути вищим, щоб забезпечити достатній запас води на літо шляхом затоплення. У зв'язку з цим, техніка збирання врожаю повинна бути адаптована до умов ділянки. Це особливо важливо, якщо через високий рівень ґрунтових вод адаптова-

на лугова техніка не може бути використана, і необхідно застосовувати спеціальну техніку (машини з пневматичними шинами або гусеничним рушієм). Збиральна техніка повинна використовуватися з максимальною ефективністю, щоб мінімізувати витрати на забезпечення біомаси.

Використання біомаси палюдикультурного виробництва, як палива, також може зменшити викиди парникових газів - з одного боку, за рахунок обводнення торфовища, а з іншого - за рахунок заміни використання викопних видів палива, таких як природний газ. Однак, ці додаткові заощадження становлять лише близь-

ко чверті заощаджень, досягнутих за рахунок вторинного обводнення торфовища. З економічної точки зору, використання вологих луків є викликом, який є економічно життєздатним лише за сприятливих умов (низька вартість обводнення, високі ціна на біомасу, наявність попиту на біомасу і продукти із біомаси тощо). Однак, можна припустити, що ці умови зміняться на користь використання біомаси вологих торфовищ при зростанні цін на викопне паливо. Соціальні вигоди від створення регіональної цінності та збереження ландшафту вже сьогодні говорять самі за себе у країнах ЄС (Wenzel et al. 2022).

5.6. Використання палюдибіомаси для будівництва

5.6.1. Огляд

У палюдикультурі біомаса може вироблятися з рослинності, яка розвинулася в результаті сукцесії після обводнення, або з культивованих насаджень певних рослин, таких, як очерет або рогіз, і може постачати сировину для будівельного сектору.

Будівельні та ізоляційні матеріали, виготовлені з рослин, що вирощуються в палюдикультурі, вимагають особливої якості біомаси. Продукти отримані із палюдикультурної біомаси включають очеретяні дахи та очеретяні ізоляційні плити, а також ізоляційні плити з рогузу та задувну ізоляцію, ізоляційні мати з трав'яного волокна, плити з целюлозного пінопласту та інші плитні матеріали, виготовлені з рослинних волокон. Рослинні компоненти використовуються цілком – наприклад, цілі стебла в пучках очерету для дахів або склеєні очеретяні ізоляційні плити. Або їх подрібнюють - наприклад, для виробництва "Typhaboard",

будівельної панелі, виготовленої з розрізаного і склеєного листя рогузу (Krus et al. 2023).

5.6.2. Очерет звичайний (*Phragmites australis*), природне зростання або вирощування (змінено за Birr et al. 2021).

Очерет дає високі та стабільні врожаї на вологих ділянках, навіть при тривалому затопленні. Очерет - це стійка до повеней і солі трава, яка виростає до чотирьох метрів заввишки й чії стебла залишаються вертикальними після вегетації, що робить її придатною для збору врожаю взимку. Вегетативне розмноження призводить до формування великих, конкурентоспроможних травостанів. Відмерлі кореневища і коріння можуть сприяти відновленню торфоутворення. Очерет традиційно використовується, як будівельний матеріал і добре підходить для виробництва енергії.

Очерет звичайний (*Phragmites australis*), спонтанний або культивований

Рівень води:	(1) влітку - від 10 до 0 см, взимку - від 5 до 15 см (клас рівня води 5+) або (2) влітку від 0 до 20 (40) см над поверхнею ґрунту, взимку від 10 до 20 (40) см над поверхнею ґрунту (клас рівня води 6+)
Вирощування:	посадка, живцювання кореневищ, відводки столонів або природне укорінення після підйому рівня води
Врожай:	3,6 - 23,8 т твердої речовини га ⁻¹ рік ⁻¹
Збір врожаю:	один раз на рік, перший урожай через 1-2-(3) роки
Використання:	екологічні будівельні матеріали, біоенергетика, сировина для виробництва лігніну та целюлози
Прогнозовані дострокові викиди:	7 т CO ₂ -екв. га ⁻¹ рік ⁻¹ (клас рівня води 5+) 0 т CO ₂ -екв. га ⁻¹ рік ⁻¹ (клас рівня води 6+ за підходом GEST)



Фото 24–25.

Косіння очерету комбайном типу "Сейга" і транспортування пучків очерету після ручного вичісування і зв'язування в Розварово, Польща (Віхтманн, 2006)



Які території підходять

Деградовані, обводнені болота з хорошим забезпеченням поживними речовинами є оптимальними місцями для росту очерету. Окрім достатнього забезпечення поживними речовинами, необхідний постійний рівень води на рівні, або вище поверхні ґрунту. Збільшення врожаїв можна очікувати при зволоженні до 40 см над поверхнею ґрунту. Допускається використання злегка солоної води.

Чи можна використовувати природні запаси

Довгоживучий очерет, що росте в природних умовах, не придатний для інтенсивного використання в палюдикультурі. Однак, очерет може спонтанно з'являтися на угіддях після обводнення або може бути спеціально вирощений і використаний. З розвитком природної рослинності очерет звичайний може колонізувати обводнені ділянки, починаючи з залишків, які вижили в ровах або на більш вологих ділянках. Це може зайняти від двох до десяти років після вторинного обводнення до першого збору врожаю. Це залежить від розміру площі, характеристик ділянки, а також розміру та кількості заростей очерету, наприклад, у ровах, звідки вид може поширюватися. Після укорінення стебла очерету можна використовувати як постійні культури або як постійні пасовища (особливо спонтанно утворені, тонкі стебла).

За яких умов вирощування є прибутковим

Вирощування - це варіант, якщо біомасу потрібно виробляти швидко і безпечно, щоб відповідати вимогам якості для переробки матеріалів і, таким чином, покрити інвестиційні витрати. Після посадки проходить два-три роки, перш

ніж можна буде зібрати стебла. Для того, щоб задовольнити вимоги до покрівельного покриття, зазвичай, потрібно більше часу. Загалом, очерет - невибаглива рослина. Важливо, щоб вода і поживні речовини були доступними або відновлюваними у високому ступені.

Азот зазвичай є лімітуючою поживною речовиною для оптимальних умов росту. Значення рН нижче 4 несприятливо впливає на ріст рослин. Очерет також чутливий до накопичення продуктів анаеробного розкладання (сульфідів, амонію, органічних кислот).

Які фактори слід враховувати під час вирощування

Перед посадкою ділянку слід скосити, скошений матеріал прибрати, а потім скарифікувати ґрунт. Після посадки рекомендується короткочасне неглибоке обводнення, щоб забезпечити хороший ріст рослин і придушити появу нових видів-конкурентів. Протягом перших двох років очеретяні плантації не слід зволожувати до високого рівня води, лише до 5 см над поверхнею ґрунту, оскільки лише великі суцільні очеретяні зарості з повністю розвинутою кореневою системою можуть витримати більш високий рівень води.

Також можливий посів. Однак умови для успішного утворення стебла мають обмежений оптимальний діапазон: насіння проростає лише на вологому ґрунті, тому слід уникати затоплення. Сходи чутливі до пересихання і потребують постійного водопостачання, щоб конкурувати з іншими рослинами через повільний ріст. З іншого боку, очерет, що утворився з кореневищ, може переносити тимчасову посуху.

Який посадковий матеріал можна використовувати

Очеретяні плантації можна створювати за допомогою розсади, вирощеної з насіння, верхівкових живців, кореневих живців або розмноження меристеми (твірної тканини, для отримання генетично однорідного рослинного матеріалу з ідентичними характеристиками). Найуспішнішим методом є вирощування розсади з насіння в теплиці.

Насіння слід брати взимку з популяції, близької до району вирощування і порівнянної за місцем розташування, після того, як воно пережило кілька днів заморозків для яровиза-

ції. У сухому місці воно може проростати від одного до чотирьох років. Ми рекомендуємо використовувати насіння високопродуктивних видів очерету лише за умови відповідної забезпеченості поживними речовинами на ділянці. Пізньої весни також можна висівати насіння очерету безпосередньо у вільний від рослинності ґрунт, якщо рівень води знаходиться на поверхні поля. Необхідно уникати затоплення. Загалом, створення чистих очеретяних плантацій посівом насіння обмежене через повільний ріст саджанців, їхню чутливість до затоплення або пересихання, а також низьку конкурентоспроможність з іншими травами на початковому етапі.

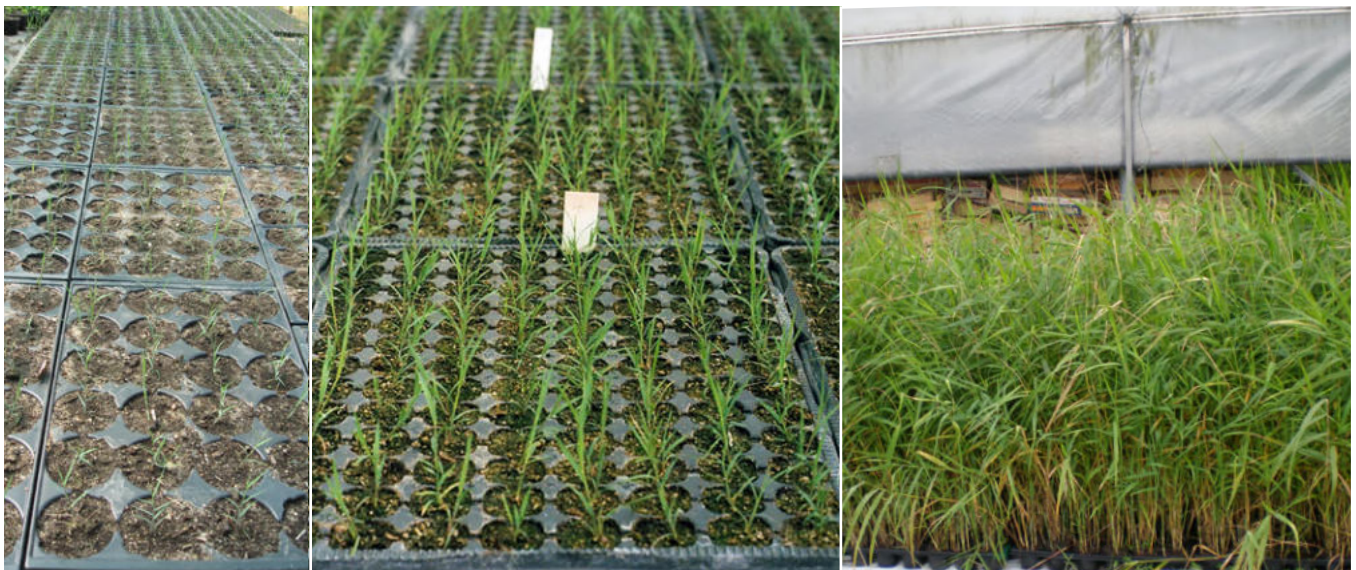


Фото 26–28. Різні етапи підготовки саджанців очерету звичайного до подальшого висаджування в поле (Віхтманн 2008)

Існують генетично зумовлені відмінності у вимогах до ділянки, які необхідно враховувати при створенні очеретяних плантацій: різні структури стебел досягаються при порівнянних умовах ділянки. Генетична мінливість призводить до відмінностей у довжині стебла, щільності стебла, вмісті сухої речовини та азоту в стеблах.

Коли найкращий час для посадки

Коли молоді рослини розвинули близько десяти стебел заввишки не менше 20 см, їх можна висаджувати в поле. Період висадки починається після останніх нічних заморозків й закінчується в серпні. Залежно від бажаного періоду приживання, щільність посадки може коливатися від 0,25 до 4 рослин на квадратний метр. Якщо рівень ґрунтових вод низький, посадку можна проводити за допомогою звичайних сівалок до початку вторинного обводнення.



Фото 29. Посадка за допомогою машини для садіння лісу (Віхтманн 2008)



Фото 30.
Посадка за допомогою машини для садіння лісу (Віхтманн 2008)

Очікувана прибутковість

Залежно від місця розташування та генотипу, можна очікувати врожай влітку (серпень-вересень) 6,5-23,8 т сухої речовини га⁻¹ рік⁻¹ та взимку 3,6-15 т сухої речовини га⁻¹ рік⁻¹. Це відповідає виходу енергії (зимовий врожай) 16-66,5 МВт-год га⁻¹ рік⁻¹, що може заощадити 1,600-6,650л га⁻¹ рік⁻¹ в еквіваленті мазуту. Продуктивність очерету залежить насамперед від наявності води. Щорічне скошування очерету взимку, особливо на ділянках з низьким вмістом поживних речовин, може призвести до зниження врожайності. Через достатню доступність поживних речовин на обводнених торфовищах можна очікувати стабільної врожайності, принаймні протягом перших кількох років. Щорічне літнє скошування знижує життєздатність рослин і може повністю витіснити їх.

Коли найкраще збирати врожай

Час збирання залежить від запланованого типу використання біомаси або тип використання повинен бути обраний відповідно до часу збирання. Дотепер очерет для покрівельних робіт здебільшого збирали ділянками в природних очеретяних заростях щорічно наприкінці зими між січнем і кінцем лютого/серединою березня за винятковими дозволами природоохорон-

них органів. На той час верхівки очерету вже висушли, поживні речовини розподілені між кореневищами, а більшість листя вже опало. Щоб уникнути пошкодження ґрунту та рослин, ми повинні збирати врожай, коли земля ще не замерзла. У випадку з очеретом, щорічне скошування взимку може призвести до зниження врожайності, особливо на ділянках, бідних на поживні речовини. Однак на обводнених низинних торфовищах достатньо поживних речовин, тому щорічне скошування взимку є можливим. Для запровадження вирощування очерету, яке поки що було випробувано лише в рамках пілотного проєкту, збирання врожаю буде необхідним і в інші періоди часу, відповідно до цілей управління запасами.

Якщо метою заготівлі є енергетичне використання (пелети, брикети), її проводять взимку, і робити це слід якомога пізніше. Вміст води безперервно зменшується з осені до пізньої зими, тому при зимовому збиранні досягається краща здатність до зберігання і вища температура згоряння та теплотворна здатність. Косіння кожні два роки додатково підвищує придатність до спалювання шляхом збільшення частки старих стебел, оскільки вони містять менше критичних для горіння елементів (наприклад, хлору, азоту, сірки), ніж стебла поточного року.

З іншого боку, для утилізації в біогазовій установці має сенс збирати врожай якомога раніше влітку, щоб досягти більшого виходу газу. Однак це послаблює конкурентну здатність очерету і водночас збільшує втрати поживних речовин. Збирання врожаю влітку має відбуватися лише раз на 3-5 років, щоб очеретяні зарості не пошкоджувалися. Нерегулярне літнє скошування може покращити якість очерету (наприклад, поліпшити біометричні показники очерету для дахів). Однак через кілька років продуктивність очерету знизиться, і його місце займуть інші види рослин (наприклад, осоки).

Що слід враховувати при косінні

При збиранні очерету слід забезпечити висоту зрізу не менше 30 см, оскільки стебла, затоплені після зрізу, згниють і більше не проростуть. Висота зрізу повинна базуватися на місцевих річних коливаннях рівня води й враховувати можливі паводки. Крім того, якщо очерет буде використовуватися для покриття дахів, висота зрізу не повинна перевищувати 50-80 см, інакше очерет матиме низьку міцність на розрив. Інформацію про техніку збирання, яка може

бути використана для заготівлі очерету, можна знайти в Розділі 2.

Які варіанти утилізації матеріалу та продуктів доступні

Традиційно стебла очерету використовуються як покрівельний та ізоляційний матеріал. Через постійно зростаючий попит на екологічні будівельні матеріали близько 80% очерету, що використовується в Німеччині, імпортується. Останніми розробками є виробництво ізоляційної штукатурки з очеретяних волокон та протипожежних панелей з очерету. Крім того, очерет є ідеальною сировиною для виробництва лігніну та целюлози. Бізнес-моделі показують, що використання біомаси для виробництва забезпечує найвищу прибутковість у порівнянні із використанням в якості джерела енергії.

Для покрівельного матеріалу необхідний вміст води не більше 18%. Зазвичай цього можна досягти під час зимової заготівлі. Тільки довгі, прямі та гнучкі стеблини відповідають цим вимогам. Залежно від довжини стеблин (1,5-2,3 м), діаметр повинен бути в межах 3-12 мм.

Очеретяна протипожежна панель виготовляється з цілої рослини очерету, зібраної взимку, в поєднанні з мінеральним клеєм. Тут очерет є заміником зернової або ріпакової соломи, оскільки має схожі властивості. Технологію можна також використовувати для виробництва інших композитних корпусів. Одним із виробників є, наприклад, [Strohplattenwerk Müritz GmbH](#).

[Компанія Egginger](#) пропонує очеретяну штукатурку в якості штукатурної основи (без ізоляційного ефекту) для глиняних або вапняних штукатурок. Очерет як ізоляційна штукатурка (ізоляційний базовий шар і фінішна штукатурка) був розроблений в рамках проєкту в Університеті Грайфсвальда, але ще не був представлений на ринку. Очерет також підходить як заповнювач для глинобитних будівельних матеріалів, таких як будівельні плити з очеретяної глини.

Компанія [Hiss Reet](#) (Бад-Олдесло, Німеччина) пропонує на ринку широкий асортимент виробів з очерету. Окрім очеретяних дахів, пропонуються будівельні матеріали (теплоізоляція, глиняні штукатурки), акустичні поглиначі, а також очерет як захисні екрани, для садового дизайну та як протисонцеві навіси.

Які властивості необхідні для використання

У більшості випадків зібрана сировина ще не має необхідних властивостей для безпосередньої переробки на продукти, тому фінальна обробка включає кондиціонування біомаси. Таким чином, біомаса переробляється в однорідні, відтворювані партії, які потім стають доступними для широкого використання. Кондиціонування може здійснюватися простими методами, такими як дроблення, розривання, різання, подрібнення та силосування, або шляхом комбінування окремих етапів.

Які існують варіанти використання в якості джерела енергії та біопалива

Стеблова біомаса також може бути використана як сировина для виробництва брикетів та пелет, якщо її збирати наприкінці зими. Пресування збагачує сировину, покращує її транспортабельність і полегшує використання в якості палива. Якщо зібрати очерет на початку літа, його можна використовувати для біогазової установки. Добре подрібнену і в невеликих кількостях біомасу можна використовувати для мокрої ферментації (свіжа біомаса або силос; див. розділ 5.5.6). Також можливе використання твердофазної ферментації (процес сухої ферментації). Сучасні дослідження також показують, що існуючі установки мокрої ферментації, які вже використовують траву як субстрат, можуть без втрат переробляти стеблову біомасу. Крім того, стеблова біомаса може бути використана для виробництва рослинного вугілля шляхом піролізу. Як правило, в біогазовій установці краще використовувати пряме спалювання. Зрештою, метод використання визначається можливостями конкретної компанії.

На якому етапі перебуває впровадження

Протягом століть природні очерет збирали й використовували для різних цілей. Однак загальна площа очеретяних заростей скорочується. Наприклад, у Мекленбург - Передній Померанії лише близько 550 га природних очеретяних заростей все ще регулярно використовуються для виробництва соломи. Як сільськогосподарська культура очерет ще не вирощується, головним чином, через несприятливу законодавчу базу для фінансування. Проте, вирощування очерету було успішно налагоджено кілька разів в рамках пілотних проєктів. Поточні проєкти з вирощування очерету реалізуються в Баварії (<https://forschung.hswt.de/forschungsprojekt/958-mooruse>) та Мекленбург — Передній Померанії (<https://www.moorwissen.de/prima>).

Як процес впливає на викиди парникових газів на ділянці

Управління вологими торфовищами з рівнями води 5+ та 6+ (від рівня поверхні до затоплення) забезпечує постійне водонасичення торфу. Це забезпечує не тільки збереження торфу, але й торфоутворення, оскільки очерет є торфоутворюючою рослиною. Очікується, що коли вода знаходиться на поверхні ґрунту, очерет, як правило, спричиняє викиди ~ 7 т CO_2 -екв га^{-1} рік $^{-1}$. Ці викиди складаються переважно з метану (CH_4), потужного, але короткоживучого парникового газу. При більш високих рівнях води вплив викидів CH_4 на клімат компенсується, оскільки CO_2 видаляється з атмосфери завдяки підвищенню продуктивності очерету. З цієї причини в довгостроковій перспективі не очікується жодних викидів від ділянок, які також затоплюються влітку (~ 0 т CO_2 -екв. га^{-1} рік $^{-1}$). Для порівняння, осушені сільськогосподарські угіддя на торфовищах викидають понад 30 т CO_2 -екв га^{-1} рік $^{-1}$. Щоб уникнути значного збільшення викидів CH_4 при створенні очеретяних плантацій, слід запобігати раптовому обводненню з одночасною високою доступністю поживних речовин, наприклад, за рахунок органічних матеріалів, що легко розкладаються. Згідно з сучасними даними, очеретяні ділянки з постійним рівнем води над поверхнею землі є найбільш сприятливим для клімату та торфовищ методом управління з усіх існуючих, оскільки вони мають нульові викиди.

Як такий спосіб використання впливає на біорізноманіття

Косіння з розчищенням обмежує накопичення шару "підстилки" в очеретяних заростях і збільшує доступність світла біля землі. Особливо від цього виграють дрібні та повільно зростаючі види рослин, завдяки чому очеретяні зарості стають більш гетерогенними та багатими на види порівняно з невикористовуваними очеретяними заростями. Цей ефект більш очевидний при літньому косінні, ніж при зимовому. Як правило, такий розвиток також пов'язаний зі збільшенням фауністичного видового різноманіття. Переважно це стосується видів, що мешкають на відкритій місцевості, а також світло- і теплолюбних видів, які отримують користь від викошування. Однак скошування також має інгібуючий вплив на фауну через пряме фізичне пошкодження (травмування/загибель). Крім того, видалення надземної біомаси обмежує розвиток тінюлюбних видів та видів, що складають підстилку. Для пом'якшення інгібую-

чих ефектів рекомендується використовувати технології, сприятливі для біорізноманіття (наприклад, косарки, що коливаються, а не обертаються, високе зрізання), запровадження системи сівозміни із парами, дизайн каналів, що сприяє біорізноманіттю (наприклад, одностороннє обслуговування каналів), і дотримання адаптованих періодів використання.

Витрати та доходи

Очерет можна використовувати для виробництва енергії (спалювання) або як матеріал для покрівлі, як штукатурку або як ізоляційний матеріал. Очерет лише в обмеженій мірі придатний для ферментації в біогазових установках, оскільки багато біогазових установок технічно не пристосовані для переробки. Існує високий ризик того, що доходи не покриють витрати на заготівлю очерету для біогазової установки (див. Розділ 5.5.6). Найвищі доходи досягаються, коли очерет використовується, як будівельний матеріал. Детальніше про фінансування (див. Närmann et al. 2021).

Скільки коштує створення очеретяної плантації у країні ЄС

Згідно з Wichmann 2017, вирощування очеретяної плантації коштуватиме у країні ЄС приблизно 2,760 євро/га (Wichmann 2017). Сюди входять витрати на посадковий матеріал (5,000 рослин/га, 0,44 євро за рослину) та витрати на оплату праці. Щорічний збір врожаю можливий з четвертого року після посадки. За період 30 років з 26 роками збору врожаю це означає щорічні витрати в розмірі 224 євро на рік на гектар. У таблиці наведені витрати й доходи, отримані в результаті моделювання за методом Монте-Карло, проведеного Віхман (Wichmann 2017), в яких витрати на посадку не враховуються.

Які витрати та доходи можна очікувати від використання очерету для покрівлі у країні ЄС

У випадку очерету з гектара збирають від 300 до 1,000 (в середньому 500) пучків. Збирання, транспортування та переробка 100 пучків займає 2,4-4,7 (в середньому 3,1) робочих години. Виручка з одного пучка становить 1.9-2.5 євро (середнє значення: 2 євро). Для збирання очерету потрібні спеціальні машини (сейга і гусенична техніка). Dahms et al. 2017b підрахували аналогічні витрати на середній сценарій: 554 євро/га з пневматичними шинами Сейга і 527 євро/га з ланцюговою технологією на нові гусениць.

Таблиця 6.

Витрати та доходи від виробництва очерету на гектар та рік у країні ЄС

Очерет для дахів (матеріал)	Несприятливий сценарій	Середній сценарій	Сприятливий сценарій
Витрати	-769 €	-504 €	-838 €
Виручка	607 €	1.076 €	2.380 €
Прибуток	-162 €	572 €	1.542 €

Наведені цифри ґрунтуються на старих опитуваннях. Вони можуть лише частково відповідати сучасним реаліям, але є цікавими з погляду масштабу.

Виробництво покрівлі для дахів в Україні

Виробництво покрівлі для дахів з очерету звичайного має давню традицію в Україні. Після збору врожаю, наприклад, за допомогою техніки типу "Сейга", і транспортування очерету

до заводських приміщень, первинні пучки зберігаються в сараї для сушіння. Пізніше старі бадилля та відходи листя з небажаних рослин вичісують. Таким чином утворюється близько 10-30% відходів біомаси, яка є хорошою основою для виробництва пелет та енергетичного кінцевого використання.

Виробництво пелет з відходів очеретяного виробництва є доцільним, оскільки сировина майже нічого не коштує.

**Фото 31–36.**

Зліва направо, зверху вниз: Сушіння виготовленого очерету після переробки (компанія УкрОчерет, Україна) (Віхтманн 2017), вичісування та зв'язування очерету (Віхтманн 2017), лінія з виробництва пелет з очерету (компанія БіоТор, Рені, Україна) (Габерль 2017), сирі пучки чекають на подальшу обробку в сараї, відходи біомаси, що залишилися після вичісування та зв'язування очерету, українська дельта Дунаю (Віхтманн, 2017)

Практичний кейс:

Виробництво теплоізоляційних плит в Україні

На підприємстві "Дністровець" у Маяках Одеської області біля гирла Дністра, для виробництва плит (2*1 м, товщиною ~5 см) використовується міцний очерет діаметром стебел більшим, ніж в очерету, що використовується для виробництва покрівельного матеріалу.



Один працівник може виробляти 15 - 20 плит на день. До війни ця компанія виробляла близько 30,000 таких плит за сезон. Ці плити можна використовувати як ізоляційний матеріал, а також, як штукатурку.



Фото 37–38.

Ручне виробництво будівельних плит на підприємстві Дністровець в Маяках, Україна (Віхтманн 2017)

Сучасне використання очерету в Україні.

Ймовірно, найбільше дикоростучого очерету збирали до війни у плавнях Дунаю (Вілкове) та Дніпра. Очерет, як на виготовлення пелет, так і на пучки для дахів.

Представник двох торговельних марок «Soloma.house: Будинки з Соломи Під Ключ¹⁰» та EcoBuildUkraine¹¹ повідомив, що очерет для дахів купують у Дельті Дунаю (називають його «морський очерет»). Морський очерет тонший, тому на 1 пучок йде більше стеблин, що робить пучок більш гнучким, менш ламким і більш естетично привабливим. Тому для дахів із складнішим дизайном потрібно використовувати «морський очерет». Вартість одного пучка - 2 ЄВРО.

На ринку України існують наступні пропозиції:

Компанія DFB elements продає сухий очерет як сухоцвіт (компанія спеціалізується на продажу сухоцвітів, стабілізованих рослин та аксесуарів) <https://dfb.com.ua/product/ocheret-naturalnyj/>

На українському ринку є огорожі з очерету як зроблені у Китаї¹², так і в Україні¹³.

Також можна придбати [вулики з очерету](#), [пляжні парасольки з очерету](#), [мати](#), [плити з очерету](#). Існує дві компанії, що виробляють трубочки для напоїв з очерету: [ТОВ «РІДС»](#) і компанія [Reed Eco](#). Обидві компанії володіють повним циклом виробництва - від збору до виготовлення. ТОВ «РІДС» також виробляє пелети з очерету і продає через мережу супермаркетів Епіцентр.

["Екопанель"](#) – виробництво панелей з очерету у Житомирській області. Ціна вказана на сайті – від 2300 грн за м². Згодні спробувати палюдикультурний очерет за певних умов.

¹⁰ <https://www.soloma.house/>

¹¹ <https://eco-build.com.ua/>

¹² <https://prom.ua/ua/p766763143-zabor-kamysha-12m.html>

¹³ <https://www.olx.ua/d/uk/obyavlenie/ocheret-kamish-pletenyi-IDUdtXI.html>

5.6.3 Рогоз (*Typha spec.*), природні плавні або вирощування

(змінено за (Birr et al. 2021).

Рогоз придатний для вирощування, він дає високі врожаї на обводнених ділянках з високим вмістом поживних речовин, навіть у разі тривалого обводнення, і, як очікується, має стабільну врожайність протягом перших десяти років.

Висока продуктивність рослини у поєднанні зі зростаючим попитом на екологічні будівельні матеріали, створює універсальний потенціал для регіональної цінності.

Рогоз (*Typha spec.*), спонтанний або культивованій

Рівень води:	(1) Влітку від -10 до 0 см, взимку від -5 до +15 см (рівень води 5+) або (2) Від 0 до 20 (40) см над рівнем ґрунту влітку, від 10 до 20 (40) см над рівнем ґрунту взимку (клас рівня води 6+)
Вирощування:	Посів, посадка або самосів після підняття рівня води
Врожай:	4,3-22,1 т сухої речовини га ⁻¹ рік ⁻¹
Збір врожаю:	Один раз на рік влітку або взимку (залежно від використання); перший урожай через 1-2 роки
Розмір території:	Окремі ділянки до 10 га
Вимоги:	Висока забезпеченість поживними речовинами та водою, рівнинний рельєф
Використання:	Екологічні будівельні матеріали, біоенергетика, корми, харчові продукти
Прогнозовані дострокові викиди:	7 т CO ₂ екв. га ⁻¹ рік ⁻¹ (рівень води 5+ за підходом GEST) 6 т CO ₂ екв. га ⁻¹ рік ⁻¹ (рівень води 6+ за підходом GEST)

Травостій із рогозу утворився після випадкового обводнення торфовища поблизу міста Камп, земля Мекленбург-Передня Померанія, Німеччина. Через кілька років цей травостій з домінуванням *Typha angustifolia* був сфор-

мований і слугував дослідникам з університету Грайфсвальда для проведення наукових досліджень (див. Фото 39 - 42). На цій ділянці було випробувано кілька різних заготівельних машин.



Фото 39–42.

Травостій із рогозу, сформований в результаті природної сукцесії біля м. Камп, естуарій річки Пене, Німеччина. Скошування рогозу за допомогою сейга (праворуч). Фото внизу: Гусенична техніка. Великі тюки з пучків *Typha* (праворуч). Всі фото Віхтманн, 2018 р.

Які території підходять

Деградовані, обводнені болота з високим вмістом поживних речовин і безперервним водопостачанням є оптимально придатними для вирощування. Однак, необхідною умовою є постійний рівень води на поверхні ґрунту або над нею. Рогіз стійкий до солей і кислот, а також добре росте в солонуватій воді. Завдяки своїй стійкості до більшості гербіцидів, рогіз на вологих ділянках також може бути ефективним, як буферна зона навколо водойм в інтенсивних сільськогосподарських ландшафтах, для стримування поживних речовин і забруднювачів (див. Розділ 2.3). Однак, у цьому випадку біомаса не буде придатною для багатьох видів використання, особливо як будівельний матеріал, оскільки, в рогозі можуть накопичуватися пестициди. Завдяки кругообігу поживних речовин, забруднені поживними речовинами води також можуть бути спрямовані через цю територію для використання в якості добрива, так що вирощування поблизу стічних вод має сенс. Таким чином, на додаток до створення додаткової вартості за рахунок біомаси, функція фільтрації води, яку виконують рослини, також може бути використана для задоволення екологічних вимог.

Чи можна використовувати природні плавні

Рогіз може з'явитися на сільськогосподарських землях спонтанно після обводнення або може бути спеціально вирощений. Можна використовувати як природні плавні, так і штучно створені. При природному розвитку рослинності може пройти від двох до десяти років після вторинного обводнення до першого врожаю. Це залежить від розміру території, характеристик ділянки, а також розміру та кількості місць зростання рогозу, наприклад, у канавах, звідки вид може поширюватися. Насіння переноситься на цільову територію водою або вітром. Розмноженню рогозу може сприяти відсутність догляду за канавами, що може ще більше прискорити колонізацію. Для того, щоб повною мірою скористатися перевагами поширення водним шляхом, слід відповідним чином скоригувати гідрологічний менеджмент ділянки: перекриття і з'єднання канав на водозбірній площі є найкращими способами для плаваючого насіння розповсюдитися на територію.

В яких випадках вирощування є вигідним

Культивування є хорошим варіантом, якщо біомасу потрібно виробляти швидко і безпечно. Після посадки проходить два-три роки, перш

ніж територія досягне стабільної врожайності. Довгостроковий досвід вирощування рогозу поки що відсутній, але, ймовірно, його можна використовувати, як постійну культуру, протягом щонайменше десяти років, за умови безперервного надходження поживних речовин через багату поживними речовинами воду. У разі деградації ділянок із супутнім зниженням продуктивності, масово поширюється очерет звичайний, тому можна очікувати, що ця територія може і надалі використовуватися як ділянка очеретяної палюдикультури.

Які фактори слід враховувати під час вирощування

Перед посадкою ділянки слід скопити травостій, скошений матеріал видалити, а верхній шар ґрунту згодом скарифікувати. Короткочасне неглибоке обводнення (макс. 5 см) забезпечує ідеальні умови для проростання та виключення конкуруючої рослинності. Крім того, вологий торф буде захищений від окислення. Для кращого регулювання рівномірного рівня води, ділянку слід розділити на підділянки (< 10 га) з незалежно регульованими рівнями води. Для забезпечення рівномірного рівня води, перепади висот, включаючи мікрорельєф на ділянці, повинні бути якомога меншими (≤ 20 см). Для компенсації перепадів висот може знадобитися зняття верхнього шару ґрунту, але його обсяг повинен бути якомога меншим. Водночас, цей матеріал можна використати для насипу, який розмежує підзони. Висота дамби залежить від цільового рівня води та інших функцій території (наприклад, захист від повеней). Для кращої прохідності дамби, її можна зробити ширшою і більш стійкою (наприклад, з піску або гравію). Важливо мати кілька точок доступу для збирання врожаю, щоб мінімізувати механічний стрес для рослинності.

Який посадковий матеріал можна використовувати

Рогіз - багаторічна рослина, яка підходить для вирощування в якості постійної культури. Висаджувати рогіз можна розсадою, вирощеною з насіння або кореневих живців. Також можливий прямиий посів. Посадка дозволяє дуже швидко створити плавні, але водночас, є більш затратною. Всі місцеві види рогозу (особливо *Typha latifolia*, *T. angustifolia*, *T. x glauca*) є високопродуктивними і придатними для палюдикультурного виробництва. Рогіз широколистяний (*Typha latifolia*) від природи більш пристосова-

ний до переживання посушливих періодів, ніж рогіз вузьколистий (*T. angustifolia*). На відміну від нього, *T. angustifolia* витримує високий рівень води навесні/влітку до 60 см над землею. *Typha x glauca* є стерильним гібридом двох згаданих видів рогозу і подібний до них за вимогами до місця зростання та продуктивністю. Однак, він може рости на різних ділянках і водночас стійкий як до посухи, так і до надмірного обводнення.

Для посадки підходять попередньо вирощені молоді рослини довжиною 25-50 см з добре розвиненою кореневою системою. Листя перед посадкою можна вкоротити до 20-40 см, щоб запобігти додатковому випаровуванню, особливо це актуально в теплі сухі періоди. Рекомендована щільність посадки - не більше двох рослин на м². Протоколи випробувань для індивідуальної оптимізації посадки на відповідній ділянці можна запросити в Університеті Радбуда в Неймегені: <https://www.ru.nl/science/aquatic/research/research-lines/>.

Для посадки також підходять кореневі живці. Вони беруться з природних насаджень і мають перевагу в тому, що їх можна висаджувати вже в березні. Передумовою для посадки є рівень води на кілька сантиметрів нижче поверхні ґрунту. Відразу після посадки рівень води слід підняти до 20 см над поверхнею ґрунту. Це сприяє розвитку молодих рослин і водночас перешкоджає появі конкуруючих трав.

При дешевшому прямому посіві, ідеальними умовами для проростання є рівень води на рівні ґрунту або на кілька сантиметрів вище. Посівний матеріал у вигляді зрілих стеблин оптимально отримувати взимку (грудень-січень) з природних грядок, які за рівнем води та наявністю поживних речовин подібні до тих, що використовуються на посівній площі. Одна стеблина містить понад 100 000 насінин, з яких понад 80% мають високий потенціал проростання.

Коли найкращий час для посадки

Найкращий час для посіву або посадки - період квітень-травень-липень. Будь-які прогалини на плавнях можна засадити ранньою розсадою - через швидкий вегетативний ріст необхідно максимум дві рослини на м². За оптимальних умов, протягом одного року, кількість пагонів збільшується в 30 разів. Невеликі проміжки між грядками слід залишати відкритими для сприяння біорізноманіттю. Для висаджуван-

ня великих плантацій можна використовувати звичайні лісосадильні або капустаєні машини. Без адаптації технології це можливо лише за найсухіших умов, за умови, що ділянку можна буде згодом зволожити. В іншому випадку слід застосовувати ручну посадку.

На що слід звернути увагу під час вегетації

Вода та поживні речовини

Рівень води повинен легко регулюватися, оскільки протягом виробничого циклу його доводиться змінювати щонайменше тричі. Під час посадки рівень води повинен бути трохи нижчим рівня ґрунту, після посадки - на 20 см вищим рівня ґрунту. Трохи вищий рівень води, приблизно до 40 см над поверхнею ґрунту, не є проблемою, так само, як і тимчасове зниження рівня води. Для цього необхідна хороша водо-забезпеченість на початку літа. Для збирання врожаю рівень води повинен бути відрегульований до рівня поля. Після можливого літнього скошування слід уникати затоплення, оскільки це негативно вплине на подальший ріст.

Найкращі показники росту зазвичай досягаються при незначному затопленні (0-40 см) і високій доступності поживних речовин. У обводнених, деградованих болотах поживних речовин зазвичай достатньо, принаймні в перші кілька років, завдяки попередньому інтенсивному сільськогосподарському використанню. Територія також може зрошуватися водою із забруднених поживними речовинами водоприймачів. Лімітуючими поживними речовинами для росту є переважно азот, а також калій і фосфор. Слід уникати рівня води нижче рівня ґрунту (< 10 см) або фаз висихання через появу інших трав і злаків. Коротші сухі фази рогіз може пережити практично неушкодженим, але високопродуктивний ріст рослин, що спостерігається пізніше, робить їх менш придатними для використання. Значення рН нижче 4 також обмежують продуктивність рослин.

Обслуговування

При високому рівні води супутня флора майже відсутня; проте, крайові ділянки слід скошувати принаймні, раз на рік, особливо для придушення очерету (*Phragmites australis*). Будь-які іригаційні та дренажні споруди (такі як насоси, вільні входи й виходи, тощо) повинні регулярно обслуговуватися. Для молодих насаджень з низькою густиною і висотою стебел водоплавні птахи можуть мати обмежувальний вплив на стебла. Як контрзахід, рівень води можна

знизити до 0-10 см нижче рівня землі на кілька тижнів, оскільки водоплавні птахи залежать від затопленої води під час годування. Однак, цей захід також сприятиме розвитку супутньої флори, яка може пригнічувати ріст рогозу. Посадки також можна накрити сітками, що забезпечить хороший захист від поїдання птахами, такими, як ворони і білі лелеки.

Коли найкращий час для збору врожаю

Час збирання залежить від запланованого типу використання біомаси, або тип використання обирається, відповідно до часу збирання. Урожайність залежить не тільки від часу збирання, але й від рівня води та наявності поживних речовин і коливається в межах 4.3-22.1 т сухої речовини га⁻¹ рік⁻¹

Для використання палюдибіомаси в якості будівельного та ізоляційного матеріалу, збір врожаю відбувається взимку (з листопада по січень). Зимовий збір призводить до незначних втрат поживних речовин, хоча більшість поживних речовин вже зберігається в кореневищах. Для використання в біогазовій установці має сенс збирати врожай якомога раніше влітку, щоб досягти високого виходу газу. Те ж саме стосується використання в якості корму або якщо метою є вилучення поживних речовин. У цьому випадку, збирання врожаю повинно відбуватися вже влітку (липень-серпень) - за необхідності можливе також друге збирання восени/взимку.

Якщо збирання проводиться взимку з метою виробництва енергії у вигляді пелет або брикетів, його слід проводити якомога пізніше, наприклад, наприкінці лютого. Збирання врожаю, коли земля замерзла, захищає ґрунт і кореневища рогозу. Зрізання на висоті від 10 до 20 см зберігає молоді пагони, які можуть знову прорости наступної весни. Рівень води безперервно знижується до зими, завдяки чому покращується зберігання; досягається вища температура згоряння і, відповідно, теплотворна здатність. Косіння лише кожні два роки додатково підвищує придатність до спалювання за рахунок частки старої стеблини, оскільки вона містить менше критичних для горіння елементів, ніж стеблина поточного року. Азот, сірка та хлор - це ті складові, які беруть значну участь у корозійних процесах спалювальної установки та в екологічно шкідливих викидах (наприклад,

NO_x, SO₂, HCl, діоксини, фурані). Тому слід прагнути до низького вмісту в біомасі азоту (< 0,6 % сухої речовини), сірки (< 0,2 % сухої речовини) та хлору (< 0,1 % сухої речовини).

Збирання врожаю вимагає використання спеціальної технології через високий рівень води (див. Розділ 2). Залежно від використання, збирають пучками частину рослини або всю рослину. Для цього можна адаптувати техніку для косіння очерету.

Яким має бути цикл збору врожаю

Рогіз можна збирати щорічно за умови безперервного надходження поживних речовин (бажано з навантажених поживними речовинами приймаючих вод) без скорочення врожаю.

На що слід звернути увагу під час косіння

Висота зрізу рогозу становить від 10 до 20 см. Це дозволяє рослинам знову проростати. Для стабільно високих врожаїв і підтримки постійного врожаю, як правило, необхідно збирати врожай вище рівня ґрунтових вод. В іншому випадку, вода проникає в кореневища, коріння і розпочаті анаеробні метаболічні процеси призведуть до загибелі рослини.

Які існують варіанти використання матеріалів та продукти

Екологічні будівельні матеріали

Матеріал, з якого виготовляється біомаса, може мати вищу додану вартість, порівняно з використанням енергії. Завдяки своїм особливим властивостям, біомаса рогозу може використовуватися, як універсальний екологічний будівельний матеріал. Її можна використовувати, як ізоляційний матеріал, наприклад, у вигляді вдувної ізоляції (див. Фото 43, 44, 45) або ізоляційних плит. Крім того, було випробувано використання в якості корму для великої рогатої худоби, дійних корів у періоди 2-ї частини лактації¹⁴. Рогіз (кореневищні пагони) також можуть бути використані в харчуванні людини. Через низьку щільність зберігання, рогіз слід переробляти якомога локальніше, щоб транспортні витрати були мінімальними. Для утилізації матеріалу або зберігання біомаси необхідне сушіння на повітрі. Для цього можна використовувати звичайні установки для сушіння сіна.

14 Mid-lactation з 4го по 8й місяць <https://www.thecattlesite.com/articles/4248/managing-cow-lactation-cycles/>



Фото 43–45.

Демонстрація застосування вдувної ізоляції на прозорій моделі стіни та в порожнині для ізоляції будівлі в Камп, Ворпоммерн, Німеччина (Віхтман, 2016)

Біомаса з рогозу після сушіння, подрібнення та грубої обробки волокон може бути використана як ізоляційний матеріал для вдування. Для цього цілі рослини рогозу подрібнюють і дефібрують. Випробування на вдування було проведено за допомогою машини для вдування компанії Isofloc. Спочатку заповнення було протестовано на модельному прикладі з прозорою пластиковою скляною панеллю (фото 43, 44 і 45). ([Update VIII-k \(moorwissen.de\)](http://Update VIII-k (moorwissen.de))).

Для виробництва ізоляційних плит зрізане листя і стебла рогозу пресують у поздовжньому напрямку і з'єднують за допомогою мінерального магнезитового клею. При $0,035 \text{ Вт м}^{-1} \text{ К}^{-1}$, плити мають коефіцієнт теплопровідності в 4 рази нижчий, ніж у деревини, що робить їх хорошим ізоляційним матеріалом. Вони легкі в обробці, крім ізоляційного ефекту, мають також хороші несучі та протипожежні властивості. Кілька компаній вже виробляють і продають їх у невеликих масштабах (Narogo або Turphatechnik).

З цілої рослини рогозу можна виготовити ізоляційний матеріал шляхом дефібрування. Він підходить для теплоізоляції (взимку), теплозахисту (влітку), звукоізоляції й може бути вбудований в конструкції дахів і стін. Біомасою рогозу з одного гектара, що виробляється за рік, можна утеплити, наприклад, поверхню дахів шести односімейних будинків. Технологія виробництва доступна і випробувана (наприклад, Hanffaser Uckermark eG). Компанія Egginger виробляє біоволокнисту глиняну штукатурку, в

якій рогіз використовується, як волокнистий наповнювач, у поєднанні з глиною, суглинком і кварцевим піском.

Корм

Рогіз, зібраний на початку літа, можна додавати в корм молочній худобі. Вміст азоту, а отже, і білка, є найвищим перед цвітінням у червні. Рогіз, зібраний наприкінці літа, багатший на сиру клітковину, і його можна пропорційно використовувати для молочних корів у 2-й частині періоду лактації. Пилок, зібраний влітку, є їжею для мезостигматів (хижих кліщів, корисних в органічному землеробстві для боротьби зі шкідниками) і основою для лікарського чаю, який виготовляють в Китаї.

Їжа

Для харчування людини пагони рогозу є їстівними (подібно до пагонів бамбука). Засушене коріння можна використовувати для виробництва борошна, яке може бути добавкою до зернового борошна для випічки та загущувачем. Після видалення зовнішніх листків молоді рослини можна використовувати в їжу в сирому вигляді або готувати, як спаржу.

Очищення стічних вод

Рогіз можна використовувати як накопичувач забруднювачів при очищенні стічних вод. Він ефективно видаляє забруднювачі у штучних водно-болотних угіддях, або із забруднених ґрунтів. На демонстраційній ділянці поблизу міста Анклам Мекленбург - Передня Померанія, Німеччина, під час дослідження в росли-

нах були виявлені пестициди, такі як гліфосат і піклорам. У такому випадку рослини більше не можна використовувати як ізоляційний матеріал або їжу, але їх можна спалювати для виробництва енергії.

Садівництво та квітникарство

Використання, як сировинного субстрату, що замінює торф у садівничих субстратах, наразі обговорюється. Підраховано, що під час виробництва ізоляційних матеріалів 15 % рослини є відходами, які можна було б, наприклад, змішати з біомасою торф'яного моху. Засушені суцвіття можна використовувати у флористичі з декоративною метою.

Які етапи обробки необхідні для ланцюгів виробництва матеріалів

Як правило, після збору врожаю рогіз містить багато води (40 - 60%). Вміст води необхідно технічно зменшити до 15-20 %. У більшості випадків, зібраний урожай не має необхідних властивостей для безпосередньої переробки на продукти. Тому перед остаточною переробкою біомаса повинна бути кондиціонована. На цьому етапі біомаса переробляється в однорідні відтворювані партії, які доступні для подальшого використання. Кондиціонування може здійснюватися за допомогою простих методів, таких як дроблення, подрібнення та силосування, або шляхом комбінування окремих етапів. Для деяких видів використання може знадобитися відокремлення маточки від решти рослини.

Таблиця 7.
Порівняння властивостей, важливих для горіння

Різновид біомаси	Зольність [% сухої речовини]	Теплотворна здатність [МДж/кг]	Летючі компоненти [% без вмісту води та золи]
Ялина з корою	0,6	20,2	82,9
Рогіз	3,7-6,7	18,2	—
Очерет	4,3	18,5	69
Житня солома	4,8	18,5	76,4

Як спалювальні установки адаптовані до біомаси

Технологія автоматичного видалення золи необхідна для великих установок, оскільки вміст золи в напівтвердому паливі є вищим за середній. Крім того, необхідно враховувати склад золи: критично важливими для горіння компонентами є, наприклад, вміст азоту, сірки, калію і хлору в біомасі. У будь-якому випадку, для ро-

Які існують варіанти використання енергії та які продукти доступні

Біомаса рогозу, зібрана наприкінці зими, може бути використана, як сировина для виробництва брикетів та пелет. Матеріал, зібраний влітку, можна додавати (пропорційно) до субстратів для ферментації при виробництві біогазу. Суміші у пропорції 20% або 40% зменшують вихід газу приблизно на 10% або 20% у порівнянні з кукурудзяним силосом. Добре подрібнену і в невеликих кількостях біомасу раннього збору можна використовувати в установках мокрої ферментації. У випадку одноосібного використання підходить лише тверда ферментація (процес сухої ферментації). Біомаса рогозу також може бути використана для виробництва деревного вугілля шляхом піролізу.

Характеристики рогозу, як палива

У таблиці нижче (таблиця 7) наведені характеристики рогозу, що стосуються горіння, у порівнянні з очеретом, ялиною деревиною та житньою соломкою. Теплотворна здатність рогозу лише трохи нижча, ніж у деревини. Як і у випадку з багатьма видами палива на основі трави, вміст золи є відносно високим. У Канаді 88% фосфору може бути вилучено з попелу і повторно використано як добриво. Загалом, завдяки своїм чудовим властивостям, використання рогозу повинно бути спрямовано на використання біомаси, як матеріалу для переробки, а вже після цього - на виробництві енергії (каскадне використання).

гозу слід застосовувати технологію, адаптовану до трав'яного матеріалу, наприклад, спалювання в псевдозрідженому шарі або сигарне спалювання для туюваної біомаси.

На якому етапі перебуває вирощування рогозу

Вирощування рогозу на рівні фермерських господарств у Німеччині не здійснюється.

З 1998 по 2001 рік в Донаумоосі в рамках проєкту DBU відбулося пробне вирощування на площі 6,2 га. У Німеччині рогіз заготовляють для дослідницьких випробувань зі спонтанно утворених заростей після вторинного обводнення сільськогосподарських земель. В рамках дослідницького проєкту CINDERELLA (<https://www.moor-wissen.de/de/paludikultur/projekte/cinderella/cinderella.php>) у 2017 році в Нідерландах було випробувано цілеспрямоване вирощування різних видів Турфа на загальній площі близько трьох гектарів у 5 районах (Зегвельд, Зюйдервен, Бутефьльд, Дорнес, Піл). Крім того, в Мекленбурзі - Передній Померанії було створено численні невеликі експериментальні ділянки для тестування вирощування в якості постійної культури. Випробування годівлі на молочній худобі показали, що рогіз пропорційно підходить для годівлі корів у період розтелення. У Манітобі (Канада) природний очерет рогозу збирають на пілотній основі на водозбірному басейні озера Вінніпег для фільтрації поживних речовин і для біоекономіки (виробництво біогазу, етанолу та волокон, а також відновлення поживних речовин). У Швейцарії рогіз використовувався, як будівельний матеріал на експериментальній основі у 2007 році, а подальше вирощування рогозу було випробувано в рамках проєкту між 2009 і 2011 роками. Поточні проєкти з вирощування рогозу відбувалися в Баварії у 2016-2022 роках (<https://forschung.hswt.de/forschungsprojekt/958-mooruse>) та в Мекленбурзі - Передній Померанії у 2019-2022 роках (<https://www.moorwissen.de/prima>).

Як вирощування рогозу впливає на викиди парникових газів

Управління вологими болотами при рівнях води 5+ і 6+ (за рівнем поверхні до затоплення) забезпечує постійне водонасичення торф'яного тіла, що забезпечує збереження торфу. Однак ще не доведено, що рогіз утворює торф у Центральній Європі. При поверхневому рівні води рогіз, як правило, спричиняє викиди на рівні ~ 7 т CO_2 екв га^{-1} рік $^{-1}$. Ці викиди складаються переважно з метану (CH_4), потужного, але короткоживучого парникового газу. Навіть при більш високих рівнях води викиди залишаються майже однаковими для рогозу, тоді як викиди CO_2 зменшуються, тобто CO_2 видаляється з атмосфери. Для ділянок, які також затоплюються влітку, можна очікувати викиди ~ 6 т CO_2 -екв га^{-1} рік $^{-1}$. Для порівняння, осуше-

ні сільськогосподарські угіддя на торфовищах викидають понад 30 т CO_2 -екв га^{-1} рік $^{-1}$. Щоб запобігти збільшенню викидів CH_4 при створенні плантацій рогозу, слід уникати різкого обводнення з одночасною високою доступністю поживних речовин, наприклад, за рахунок органічних матеріалів, що легко розкладаються.

Як вирощування впливає на біорізноманіття

Було проведено лише кілька досліджень впливу вирощування та заготівлі рогозу на біорізноманіття боліт. Однак можна припустити, що скошування з видаленням біомаси обмежує утворення шару підстилки й збільшує доступність світла біля землі. Особливо від цього вииграють дрібні та повільно зростаючі види рослин, завдяки чому можуть розвиватися більш гетерогенні та багаті на види очеретяні зарості рогозу порівняно з невикористовуваними. Цей ефект, ймовірно, більш виражений при літньому косінні, ніж при зимовому. Як правило, такий розвиток також пов'язаний зі збільшенням фауністичного видового різноманіття. Від скошування вииграють переважно види, що мешкають на відкритій місцевості, а також світло- і теплолюбні види. Однак скошування також має інгібуючий вплив на фауну через пряме фізичне пошкодження (травмування/загибель). Крім того, видалення надземної біомаси обмежує розвиток тінюлюбних видів та видів, що розкладають підстилку. Видалення шару підстилки пригнічує розмноження таких видів птахів, як очеретянка, через пошкодження їхніх гнізд. Для зменшення негативного впливу рекомендується використовувати технології, сприятливі для біорізноманіття (наприклад, косарки, що коливаються, а не обертаються, високе скошування), запровадити щорічну ротацію перелогових ділянок, застосовувати дизайн канав, що сприяє біорізноманіттю (наприклад, одностороннє обслуговування канав), а також дотримуватися адаптованих схем управління для чутливих видів.

Витрати та доходи

Витрати та доходи (на гектар та на рік) були взяті з роботи Schätzl et al. 2006. Припускається, що витрати на завод амортизуються протягом 10 років. За 10 років можна зібрати 8,6 врожаїв. У несприятливому випадку рогіз вирощувався на 4.7 га, у сприятливому - на 20 га. Інвестиційні витрати для середнього випадку були отримані з цих значень. У несприятливому випадку було розраховано мінімальну врожайність 7.8т сухої

речовини/га, у сприятливому випадку - максимальну врожайність 20 т сухої речовини/га, а в середньому випадку – 13.1 т сухої речовини/га. Оскільки, продукція з рогозу ще не визначена, ціни на неї ще не встановлені. Schätzl та ін. (2006) підраховали, що за середніх цін на рогіз, який продається, як ізоляційний матеріал, необхідно досягти щонайменше 270 євро/т сухої

речовини, щоб покрити витрати. Для отримання більш детальної інформації про фінансування див. Närmann та ін. (2021). Проте, наведені тут цифри ґрунтуються на більш ранніх дослідженнях. Вони можуть лише частково відповідати сучасним реаліям, але є цікавими для розгляду з погляду масштабу.

Таблиця 8.

Витрати та доходи від вирощування рогозу на гектар на рік (розрахунки зроблено для Німеччини у 2021 році)

		Несприятливий сценарій	Середній сценарій	Сприятливий сценарій
Витрати	Амортизація основних засобів	-1.120 €	-680 €	-80 €
	Амортизація витрат на посадку	-570 €	-570 €	-570 €
	Врожай	-1.600 €	-1.450 €	-1.200 €
	Обслуговування	-1.040 €	-930 €	-810 €
	Всього	-4.330 €	-3.630 €	-2.760 €
Виручка		2.106 €	3.537 €	5.400 €
Прибуток		-2.224 €	-93 €	2.740 €

Практичний кейс: Будівельні плити

Біомаса з вологих луків також може бути перероблена на будівельні матеріали (наприклад, будівельні панелі) за допомогою більш складних методів переробки. Біомасу пресують, де-

фібрують і таким чином модифікують механічно, хімічно або шляхом застосування тепла і тиску, щоб продукт відповідав вимогам (Nordt and Wichtmann 2024).



Рисунок 46-48.

Зліва: листя (вгорі) і стебло (внизу) рогозу та будівельна дошка з рогозу (праворуч)

Рогоз в Україні

Зараз в Україні інших варіантів використання рогозу, окрім рогозоплетіння¹⁵ і в якості рослини для ставків, знайдено не було.

Традиції рогозоплетіння у селах Щітки та Писарівка Вінницького району Вінницької області¹⁶ були включені до Національного переліку елементів нематеріальної культурної спадщини України (Наказ Міністерства культури та інформаційної політики України від 04.05.2023).

Цікаво як збирали рослину: «Заготівля рогози, що була тісно пов'язана з природними циклами розвитку рослини, починалася з кінця серпня, після Спасу, і тривала цілий вересень. Різали рогозу, заходячи по пояс у воду, серпами на довгій палиці зрізали під корінь. Зараз рогозу ріжуть ножом на заболочених територіях. Сушать рогозу на сонці, час від часу перевертаючи, щоб вигоріла. Зрізане листя сушать у затінку для збереження зеленого кольору. Висушену рогозу зберігають під накриттям, на горищах».

Рогозоплетіння було розвинене і в інших містах України, наприклад, в Батурині¹⁷.

5.7. Палюдикультура для продовольства

Перспективним напрямком використання торфовищ, з яких було знято верхній шар ґрунту, або виснажених верхових торфовищ після вторинного обводнення є вирощування ягід: журавлини американської *Vaccinium macrocarpon*, журавлини північної *Vaccinium oxycoccos*, чорниці болотної *Vaccinium uliginosum* та брусниці *Vaccinium vitisidaea*. Для вирощування журавлини американської найбільш сприятливими є центральні та північні регіони України. Рекомендовані ділянки - нещодавно виснажені верхові та перехідні торфовища з шаром торфу не менше 30-50 см і середньокислою реакцією (рН 3,0-5,5). На виснажених торфовищах, після певних відновлювальних заходів також вигідно вирощувати чорницю та брусницю. У Білорусі є позитивний досвід вирощування журавлини та чорниці, наприклад, на експериментальній станції Національної академії наук, яка розташована в Ганцевицькому районі. Існує також кілька успішних виробничих ділянок для вирощування журавлини в різних регіонах Білорусі в кліматичних умовах, схожих з українським Поліссям.

Приклад вирощування журавлини

Барт Крауверс є власником і менеджером органічної журавлиної ферми на вологих торфовищах у Нідерландах. Кілька років тому він заснував цю ферму між Амстердамом і Роттердамом,

на території, що зазвичай використовувалася для випасу молочних корів. Місцевість досить багата на поживні речовини. Перед посадкою журавлини було видалено верхній шар ґрунту (~15 см) вкритий травою та осокою. Для того, щоб журавлина могла рости, має бути присутня певна кількість ерікоїдної мікоризи. Бур'яни розвиваються паралельно з журавлиною, але їх можна частково контролювати за допомогою підняття рівня ґрунтових вод, особливо шляхом повного затоплення взимку. Взимку рівень ґрунтових вод повинен бути, як при затопленні, влітку - від -20 до -30 см. Також рН (<5), який встановлюється після вторинного обводнення і видалення верхнього шару ґрунту, регулює бур'яни. З деякими бур'янами потрібно боротися ручним способом (як жовтець), з іншими - регулярним скошуванням на висоті близько 20 см над землею. Було висаджено декілька сортів з Америки. Спочатку один рік знадобився для розмноження рослин. На 1 м² було висаджено 4 рослини, в хороших умовах на 1 м² потрібно лише 2-3 рослини. Заготовлені живці спочатку висаджували у квітні. Деякий урожай вже був отриманий через 3 роки, у 2022 році, через 3-5 років, вирощування журавлини приносить гарні прибутки. Врожайність становить близько 50-60 т/8 га. Додатковий дохід отримують за рахунок карбонових сертифікатів на скорочення викидів.

¹⁵ <https://we.org.ua/kultura/rogozopletinnya/>

¹⁶ <https://uccs.org.ua/novyny/tradytsii-rohozopletinnia/>

¹⁷ <https://cheline.com.ua/news/society/traditsiyi-rogozopletinnya-v-baturini-foto-353726>

Експерти (Cherevko et al 2020) радять вирощувати нішеві культури в Україні, що включає ягоди, медичні і ефіроолійні рослини. Наразі у палюдикультурному переліку рослин є 5 ягід: [лохина високоросла](#), [журавлина великоплідна](#), [журавлина болотяна](#), [чорниця звичайна](#), [брусниця](#).

Лохина високоросла

Лохина високоросла (*Vaccinium corymbosum*) в Україні у природі не зустрічається, але її вирощують на промислових плантаціях, і наразі Україна посідає восьме місце серед 10 країн-лідерів за площами плантацій лохини у Європі.

Врожаї лохини високорослої на промислових плантаціях в Україні будуть продовжувати зростати, тому що молоді рослини не досягли максимуму своєї продуктивності. Переважна більшість врожаю експортується. О впродовж останніх 5–7 років світова ціна на лохину тримається приблизно на одному рівні, але з кожним роком зростає собівартість її вирощування (Кухіна 2023).

Журавлина

Україна посідає 9 місце у світі серед експортерів журавлини¹⁸. На відміну від лохини, на цю ягоду спостерігається стійкий попит з боку країн ЄС.

На міжнародному ринку є два види журавлини. Перший, **журавлина великоплідна** або журавлина американська (*Vaccinium macrocarpon*) використовується для промислових плантацій. В Україні цей вид не зустрічається у природі. Всі експерименти із промисловими плантаціями журавлини проводяться із журавлиною великоплідною. Може бути цікавим білоруський досвід із вирощування [журавлини великоплідної](#).

Невеликі дослідні насадження різних сортів журавлини великоплідної створено на вироблених торфовищах біля сіл Вербівка Рівненської області та Секунь Волинської області (Коновальчук та ін 2013).

Другий вид – це **журавлина болотяна** (*Vaccinium oxycoccos*), що росте у природних умовах в Україні. Промислових плантацій журавлини болотної в Україні не існує. Цю ягоду збирають на живих торфових болотах. Враховуючи значні інвестиції, що потрібні для закладання плантації журавлини великоплідної, більш доцільним є використання природних боліт для збору журавлини болотної для чого необхідно планування управління болотним масивом, просвіта місцевого населення щодо дбайливого ставлення до місць зростання журавлини тощо. Можливо, можна розглядати також управління дикорослими плантаціями по прикладу із чорницею звичайною, де пропонується підсаджувати саджанці на дикорослих плантаціях, але тут потрібна консультація фахівців із вирощування журавлини.

Збирання журавлини болотяної на торфових болотах – це один із компонентів управління у палюдикультурі й тому може розглядатися у проєкті, як один із можливих напрямків роботи.

В Україні також росте **журавлина дрібнопліда** (*Oxycoccus microcarpus*), яка занесена до Червоної книги України, тому ми її не розглядаємо.

Чорниця звичайна

Чорниця звичайна (*Vaccinium myrtillus*) росте не лише на болотах, тому не всі території, зайняті чорницею, можуть розглядатися як палюдикультурні території. Інформації про промислові плантації чорниці звичайної знайдено не було. Тому вважаємо, що вся чорниця звичайна на Українському ринку є дикоросом.

Зона високої щільності чорниці (до 50% загальних біологічних запасів) охоплює північні та центральні райони Волинської, Рівненської, Житомирської областей. Чорничники південних

¹⁸ https://24tv.ua/business/yagidniy-biznes-ukrayini-yak-zaroblyati-viroshhuvanni-zhuravlina_n1768684

районів Волинської, Рівненської, Житомирської, північних районів Хмельницької областей є середньо- та низькопродуктивними. Зниження продуктивності чорничників на Поліссі в багатьох випадках є наслідком осушувальної меліорації в межах лісових масивів.

У Волинській та Рівненській областях заготовляють ягоду у промислових масштабах. Так, відповідно до рішення обласних рад, на 2023 рік у Рівненській області було погоджено 4395 тонн, у Волинській – 4915 тонн¹⁹ заготівлі. У цьому ж році Волинські підприємці та фірми, які здійснюють заготівлю чорниці, сплатили до бюджетів 1,1 мільйона гривень податкових платежів²⁰.

У 2022 році українська органічна дикоросла чорниця увійшла до ТОП-10 органічних продуктів, які експортуються з України, і склала 25.3 млн доларів²¹. Після чорниці другу позицію по експорту органічної ягоди займає дикоросла брусниця, дикоросла журавлина, чорноплідна горобина. Цілком ймовірно, що підвищений попит на ягоди пов'язаний із закриттям ринку ЄС для Білорусі й РФ²².

Лісові господарства грають важливу роль у бізнесі чорниці. Вони не лише надають дозволи на збирання, але і виступають менеджерами закупівель і переробниками.

Дослідження природних ресурсів виду свідчать про те, що стійкість популяції чорниці в умовах інтенсивного антропогенного впливу досить висока. Інтенсивне витоптування заростей поблизу населених пунктів підриває життєздатність популяції лише при 5-10-кратному ущільненні ґрунту. Найнебезпечнішими для чорничників є рубки деревостану. Популяції, значною мірою пошкоджені під час лісогосподарських робіт, фактично не відновлюються - в кращому разі їх відновлення триває до 10 років.²³ Ще два дослідження про вплив рубок лісу на [плантації чорниці](#) й [вплив антропогенного навантаження на продуктивність дикорослих плантацій чорниці звичайної](#).

Заслуговує на увагу технологія покращення дикорослих плантацій, що включає омолоджуюче обрізання, поповнення розріджених плантацій шляхом підсівання насіння, підсаджування кущів або стеблових живців²⁴. Ягоди і листя чорниці звичайної використовуються у фармакологічній промисловості. Кількісним критерієм якості листя чорниці встановлено вміст флавоноїдів – не менше 0,8%. Проведене дослідження встановило, що вміст флавоноїдів у дикорослих зразках знаходиться в межах 1,14–1,86 %, а в переважній більшості промислових серій — в межах 0,7–1,0% (Вронська 2018).

Брусниця

Інформації про промислові плантації брусниці (*Vaccinium vitis-idaea* L.) знайдено не було. Проте про використання брусниці і чорниці, що ростуть у природі, для виготовлення варення повідомляє «[Маневицьке лісове господарство](#)».²⁵ Досвіду палюдикультурних плантацій брусниці поки не існує.

Урожайність суцільних заростей брусниці в природних умовах лісу щорічно змінюється й становить 50–200 кг/га. На плантаціях урожайність ягід сягає 20–100 ц/га залежно від умов росту, агротехніки вирощування, сорту рослин та кліматичних умов року.

В Україні працює галузева асоціація "[Ягідництво України](#)", що об'єднує всіх професійних гравців плодово-ягідного ринку. Членами є юридичні особи та фізичні особи - підприємці, які спеціалізуються на вирощуванні та переробці ягід і кісточкових фруктів, постачанні посадкового матеріалу, кооперативи, громадські організації, освітні заклади та інші представники сектору.

19 <https://itvmg.com/news/limiti-na-zahotivlyu-chornitsi-vstanovili-na-rivnenshchini-87148>

20 <http://www.jagodnik.info/byudzhet-otrymav-1-miljon-gryven-vid-zboru-chornitsi-na-volyni/>

21 <http://www.jagodnik.info/chornitsya-uvijshla-do-najbilsh-eksportovanyh-organichnyh-tovariv/>

22 <https://aggeek.net/ru-blog/perspektivi-viroshhuvannya-fruktiv-ta-yagid-perspektivni-kulturi-sposobi-pererobki-eksport>

23 <https://plants.land.kiev.ua/160.html>

24 <https://uapg.ua/blog/viroshhuvannya-chornici-tehnologiya-viroshhuvannya-chornici/>

25 <https://t1.ua/people/34723-lisivnyky-nashoho-lishospu-tse-komanda-profesionaliv-yakymy-mozhna-pyshatys.html>

5.8. Тварини та можливі підходи до сталого тваринництва в палюдикультурі

Тваринництво в палюдикультурі на обводнених торфовищах певною мірою нівелює позитивні аспекти вторинного обводнення. Адже, на цих ділянках заборонено внесення добрива. Велика кількість фекалій тварин, що випасаються на торфовищах, може розглядатися як проблема. Тваринницькі методи управління заболоченими луками дуже обмежені. Вирощування молочних корів або великої рогатої худоби у більшості випадків неможливе через низьку несучу здатність дернини, проблеми з паразитами, такими як печінкові сисуни (Heckendorf und Fruttschi 2014), великий легеневий черв'як (*Dictyocaulus viviparus*), хвороби копит (копитна гнилизна, хронічний веррукозний підодерматит) і низьку якість підніжних кормів. Крім того, отруйні рослини, такі як обся звичайна (*Jacobaea vulgaris*), Syn: *Senecio jacobaea*; жовтець отруйний (*Ranunculus sceleratus*) і хвощ болотний (*Equisetum palustre*) також можуть становити небезпеку. Припускаємо, що це самі ті види рослин, які будуть зустрічатися на обводнених торфовищах в Україні.



Фото 49.
Якобея звичайна (*Jacobaea vulgaris*)
(<https://images.wagwalkingweb.com/media/articles/horse/tansy-ragwort-poisoning/tansy-ragwort-poisoning.jpg>)

Виходячи із сказаного вище, в більшості випадків тваринництво на вологих торфовищах є непродуктивним, але, за певних обставин, використання гусей, качок (Närmann et al. 2021) або випас водяних буйволів можливий (Sweers et al. 2014). Але навіть ці адаптовані види потребують злегка дренажних умов з рівнем ґрунтових вод не вище 4+ (Див. Таблицю 1).

В той же час є потенціал для впровадження тваринництва на торфовищах, які із об'єктивних причин не можуть бути повністю обводнені (недостатня кількість води, особливості рельєфу), але ці практики не можуть вважатися палюдикультурою.

Якщо для випасу жуйних тварин використовуються органічні ґрунти, важливо враховувати, що ці ділянки відносяться до бідних на селен. Щоб забезпечити достатнє і повноцінне постачання мінералів тваринам, їм завжди слід пропонувати сіль для лизання з мінеральними добавками або мінеральні блоки для лизання. Дефіцит селену призводить до слабкості телят, нестачі пиття, грипоподібних симптомів у молодняка та поганої фертильності у дорослих тварин.



Фото 50.
Жовтець отруйний (*Ranunculus sceleratus*)
(<https://www.picturethisai.com/wiki-image/1080/153410987699994634.jpeg>)



Фото 51.
Хвощ болотний (*Equisetum palustre*)
(*Equisetum palustre* /Sumpf-Schachtelhalm /Equisetaceae/ Schachtelhalmgewächse (naturspaziergang.de))

Це не означає, що не існує жодних можливостей для управління перезволоженими торфовищами із використанням худоби. Однак, швидше за все, це буде можливо у певні періоди: переважно в короткостроковій перспективі в середині літа, коли рівень води знаходиться приблизно на 25 см нижче поверхні або глибше. Це означає, що потрібно погодитися на певну мінералізацію торф'яного тіла або незначне розкладання торфу (і, відповідно, викиди парникових газів).

- Випас "сухостійної" дійної худоби, молодняк великої рогатої худоби (ВРХ) тимчасово може перебувати на обводненому торфовищі, рівень води 3+/4+/5+ (див. Таблицю 1),

- Заготівлю сіна на зимовий корм / підстилковий матеріал для заміни соломи (рівень води 4+/5+),
- Випас поні, оленів, гусей та качок (рівень води 3+/4+: умови для розкладання торфу),
- Болотяні вівці ("Moorschnucke") та інші породи овець, що випасаються на верхових болотах, клас вологості ґрунту 3+/4+.

Однак, це може бути реалізовано лише в невеликих масштабах, як рішення для конкретного господарства, і більше підходить для торфовищ, які технічно не можуть бути достатньо зволожені задля захисту клімату.

Пасовище з водяними буйволами

Рівень води:	10-20 см нижче рівня ґрунту влітку, 5-15 см нижче рівня ґрунту взимку (рівень ґрунтових вод 4+); можливий вищий рівень ґрунтових вод на окремих ділянках або в цілому (рівень ґрунтових вод 5+)
Вирощування:	(гетерогенні) вологі луки та очеретяні зарості після обводнення
Приріст:	840 г на день і теля
Щільність:	0,8-1,5 одиниці живої маси (ОЖМ) CO ₂ -екв. га ⁻¹ рік ⁻¹
Використання:	м'ясо, молоко
Прогнозовані дострокові викиди:	~8-12 т CO ₂ -екв. га ⁻¹ рік ⁻¹ (рівень води 4+; підхід GEST, див. Розділ 1.4, Таблиця 1)

5.8.1. Пасовище з водяними буйволами

(змінено за (Birr et al. 2021).

Неглибокі, обводнені низинні торфовища та перехідні ділянки від торфовищ до мінеральних ґрунтів добре підходять для розведення водяних буйволів. Як правило, використовується система випасу - стояче пасовище або пасовище з підсівом. Водяних буйволів можна використовувати як для виробництва м'яса, так і молока. Тут ми розглянемо утримання стада буйволів за системою "буйволиця-теля" (suckler herd) і їх використання як "охоронців ландшафту" для збереження вологих і заболочених ділянок відкритими, одночасно отримуючи економічну вигоду.

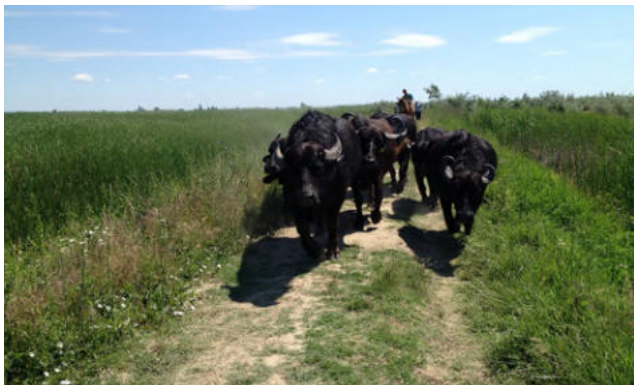


Фото 52 і 53.

Ліворуч: українські буйволи та пастух на дамбі в дельті Дунаю;

праворуч: буйволи охолоджуються в каналі в українській частині дельти Дунаю (обидва фото: Віхтманн 2017)

Чому водяні буйволи придатні для випасу на вологих торфовищах

Водяний буйвіл пристосований до водних западин і вологих ділянок. Завдяки фізіології копит він добре справляється з дуже вологими й м'якими ґрунтами (рівень води на 5-20 см нижче рівня землі). Цей вид більш оцадливий, ніж інша велика рогата худоба, і здатний використовувати рослинність нижчої якості (з

високим вмістом грубої клітковини). Тому їм підходять вологі луки та луки, що утворилися в результаті сукцесії після обводнення. Перевага надається «солодким травам», включаючи очерет (*Phragmites australis*), рогіз (*Typha spec.*) і лепешняк плавучий (*Glyceria fluitans*). На цілорічних пасовищах, особливо восени

та взимку, випасають на «кислих травах»: [осот](#) (*Cirsium spec.*), кропиви (*Urtica dioica*) та [щавель](#) (*Rumex spec.*). Також буйволи їдять листя дерев, особливо вільхи (*Alnus glutinosa*), [верби попелястої](#) та [вушкатої](#) (*Salix cinerea*, *S. aurita*). Поїдають буйволи і крони менших дерев. Це свідчить про ландшафтоутворюючий потенціал водяного буйвола.

Крім того, водяні буйволи поїдають молоді паростки трав'янистих рослин, такі як жовтий ірис (*Iris pseudacorus*), і неофітів, таких як [далекосхідна гречка японська](#) (*Fallopia japonica*), [розрив-трава залозиста](#) (*Impatiens glandulifera*) або [борщівник Мантегацці](#) (*Heracleum mantegazzianum*). Виполювання низькопродуктивних деревостанів зазвичай відбувається після відновлення високопродуктивного підросту. Попри нез'ясований вплив отруйних рослин на здоров'я буйволів, рекомендується бути обережними з такими отруйними рослинами, як хвощ болотний (*Equisetum palustre*), пізноцвіт осінній (*Colchicum autumnale*), жовтець отруйний (*Ranunculus sceleratus*), якобея звичайна (*Jacobaea vulgaris*), жовтозілля водяне (*J. aquatica*), паслін солодко-гіркий (*Solanum dulcamare*) і цикута отруйна (*Cicuta virosa*). У Бранденбурзі вагітна корова буйвола була смертельно отруєна після того, як з'їла сіно, що містило хвощ болотний (токсини в рослині не розклалися).

Характеристики водяного буйвола для розведення

Водяні буйволи - це витривалі тварини, які добре пристосовуються до різних кліматичних і природних умов. Вони мають спокійний характер. Їх використовують для управління ландшафтами. Буйволи живуть довго, і можуть використовуватися протягом 15-20 років.

Управління народжуваністю є складним завданням. Оскільки, інтервал між отеленнями відносно довгий (15-25 місяців), і важко визначити період еструсу, необхідно мати в стаді бугая-плідника. Щоб уникнути інбридингу, цей бик не повинен залишатися в стаді довше двох років. Штучне запліднення можливе лише для дійних буйволиць. Буйвіл не схрещується з домашньою худобою, тому спільний випас також можливий.

Буйволиці легко народжують, а телята добре ростуть. Це є перевагою для територій, що розташовані поблизу населених пунктів, оскільки занепокоєння щодо здоров'я дорослих тварин і телят зводиться до мінімуму. Період вагітності

буйволиць становить близько 11 місяців. Кожні три роки, в середньому, кожна буйволиця може народити двох телят. Буйволиці не спаровуються до досягнення трирічного віку. Телят зазвичай годують молоком матері й відлучають приблизно через 9-12 місяців. Дорослі буйволиці досягають ваги 600-800 кг. Вага дорослих биків трохи більша і в середньому становить близько 800-1000 кг (Birr and Luthardt 2021).

Якою має бути територія для випасу

Перевагою водяних буйволів є їхня особлива пристосованість до дуже гетерогенних ділянок, як з точки зору типу ґрунту і вологості, так і структури рослинності. Однак їх можна утримувати й на сухих пасовищах, як звичайну велику рогату худобу, але тоді їм потрібне місце для водопою. Мілководні та піщані території підходять більше, ніж глибокі, оскільки вони менш схильні до деградації ґрунту та замулення внаслідок витоптування. Крім того, буйволи, на відміну від звичайної великої рогатої худоби, не грузнуть у торф'яному ґрунті, товщина якого становить менше ніж 70 см. Перехідні ділянки від торфу до мінерального ґрунту призначені для розведення водяних буйволів. Випас можливий лише в обмеженій мірі у випадку обводнення (але не у випадку значного затоплення). При випасі на вологих ділянках завжди бажано мати суху зону відступу. Це дозволяє тваринам реагувати на зміну рівня вологи. Крім того, у відповідному місці для них має бути передбачене місце для купання. На територіях, де рівень води близький до рівня води до річки, тварини зазвичай створюють власні місця для вилежування. Для огорожі слід використовувати щонайменше подвійну електричну огорожу, також з боку води (річки або озера).

Що слід враховувати при цілорічному утриманні буйволів на відкритому повітрі

Попри те, що буйволи відрізняються особливою витривалістю, захист від холоду взимку і спеки влітку необхідний. Для захисту від холоду їм слід забезпечити навіс на пасовищі на досить великій сухій ділянці. Територія може бути також штучно підвищена, наприклад, за допомогою піску, а її розмір залежить від кількості тварин, що утримуються. За необхідності слід орендувати сусідні сухі ділянки або утримувати тварин на окремому зимовому пасовищі, якщо для випасу доступні лише низинні торфовища. Крім того, взимку слід подбати про наявність захищеної від замерзання питної води та додаткової підгодівлі. Водяні буйволи захищаються від сильної спеки, занурюючись

у воду та грязьові ями. Рекомендується додаткова тінь, наприклад, від великих дерев. Відра з мінералами або мінеральні брикети необхідні для забезпечення тварин життєво важливими мікроелементами.

На низькоякісних пасовищах простір для тварин повинен бути більшим, тобто, щільність поголов'я має бути меншою. Залежно від сприятливості місцевості та цілей управління, рекомендована щільність поголов'я варіюється від 0,8 до 1,5 ОЖМ на гектар. Менша щільність поголов'я можлива, але вона не дозволяє повністю використати потенціал буйволів для підтримки й формування ландшафту. Система випасу має умовну назву «стійло на пасовище», це щось середнє між косінням і випасом. Території можуть мати великі розміри, при цьому необхідно подбати про щоденний контроль стада (перевірка фізичної форми, ознак захворювань, наявності прісної води та електричної огорожі, щоб тримати їх у прирученому стані).

У стаді, де тварини утримуються за системою "буйволиця-теля", стадо, зазвичай, ділиться на три групи: група корів з телятами й бугаєм-партнером, група телиць, які не повинні спаровуватися, щоб уникнути інбридингу, і група молодих бугаїв, які не будуть використовуватися надалі для розведення на фермі.

Можна додавати і концентровані корми, але це не є необхідним та збільшить загальні витрати господарства. Додаткові корми складаються з сіна. За словами деяких фермерів, для цього потрібно 4-6 круглих тюків (200 – 250 кг) на одну тварину протягом зимових місяців.

Як свідчить досвід, охорона від вовків не потрібна, оскільки тварини здатні захистити себе самостійно.

Які аспекти охорони здоров'я буйволів потрібно враховувати

Водяні буйволи, вважаються дуже міцними й стійкими до хвороб. Це також пов'язано з переважно екстенсивним утриманням на відкритому повітрі, що мінімізує загрози здоров'ю, які можуть виникнути при інтенсивному утриманні в приміщенні. Тим не менш, буйволи потенційно можуть страждати від тих же захворювань, що і велика рогата худоба, включаючи ящур, туберкульоз великої рогатої худоби, інфекційний ринотрахеїт великої рогатої худоби, вірусну діарею/слизову хворобу великої рогатої худоби й паразитів, таких як легеневі глисти,

аскариди й печінкові сисуни. Однією з переваг над великою рогатою худобою є імунітет до найбільш поширених захворювань, особливо babesiozu.

Використовуючи медикаменти для лікування гельмінтів, слід пам'ятати, що звичайні препарати, такі як авермектини та продукти їх розпаду, є токсичними й виводяться здебільшого з фекаліями. Шкода завдається переважно комахам, що живляться гноєм, а також водоямам, якщо оброблені тварини мають до них доступ. Щоб запобігти виникненню резистентності, лікування повинно бути вибіркоким і не застосовуватися до всього поголов'я. Тварин, оброблених авермектинами, слід тимчасово ізолювати (2 тижні).

У Німеччині щорічний відбір проб крові для профілактики BHV1, бруцельозу та лейкозу є обов'язковим для водяних буйволів. Найпростіший спосіб взяти кров у буйвола - з вуха або хвоста в лікувальному стійлі.

Копита дуже тверді й тому мало сприйнятливі. Тим не менш, їх слід регулярно перевіряти й при необхідності лікувати.

Коли розведення водяних буйволів є економічно вигідними

Прибутковість розведення водяних буйволів залежить від багатьох факторів, у тому числі, від розміру території. Окрім прямих платежів за оброблювану площу та трансфертних платежів за послуги з утримання, вирішальну роль відіграють можливості збуту, які в Німеччині наразі обмежуються прямим маркетингом або продажем племінних тварин (особливо самок). Цілорічне безприв'язне утримання взимку є менш витратним, порівняно з утриманням у приміщенні, а отже, приблизно на 25-30 % дешевшим. За наявних можливостей збуту, можна вважати можливим утримувати стадо розміром 30 тварин, оскільки в цьому випадку досягається оптимальне використання бугаїв-плідників. Менші стада вимагають пропорційно більшої плати за плідника. Якщо припустити, що щільність поголов'я становить 0,8-1,5 голови на гектар, це означає, що площа пасовищ становить близько 30 га (плюс місця для зимівлі та зимові кормові майданчики).

У чому переваги системи скошеного пасовища

У випадку сіножатеї, територію час від часу скошують на додаток до пасовищного вико-

ристання. Травостій нагадує пасовище, але має чіткі відмінності від луків. Вища частота використання призводить до збільшення частки підросту та зростання кількості розеткових рослин, стійких до витоптування. Щодо використання боліт відповідно до місцевості, рекомендується лише екстенсивне використання пасовищ під косовицю.

На відміну від екстенсивного використання луків, екстенсивне використання скошених пасовищ дає можливість безперервного забезпечення буйволів високоякісними кормами. Ця форма використання забезпечує вищу економічну ефективність, завдяки низьким вимогам до робочої сили та можливості використання великих площ. Система управління також позитивно впливає на індивідуальну продуктивність і здоров'я тварин. Безперервний випас при щільності поголів'я < 1,5 голови/га і перерва у випасі взимку може призвести до утворення щільної дернини.

Де слід купувати тварин

Купівля тварин через [IBF - International Buffalo Federation](#) забезпечує вищий ступінь безпеки здоров'я та життєздатності тварин. Також можна купити у власників буйволів в Україні (див нижче) або імпортувати тварин з країн, де традиційно розводять буйволів, таких як Румунія, Болгарія, Угорщина або Італія. У будь-якому випадку слід перевірити стан здоров'я тварин.

Що потрібно враховувати при розведенні

На відміну від вимог до розведення м'ясної худоби за методом утримання корів по системі "корова-теля", для водяних буйволів необхідно враховувати більш тривалі міжотельні періоди. Через низьку поширеність водяних буйволів доступна лише обмежена кількість племінного матеріалу (бугаїв), тому слід заздалегідь подбати про закупівлю тварин. Ризик інбридингу завжди повинен бути врахований за допомогою відповідних заходів, як, наприклад, купувати биків інших генеалогічних ліній.

Який рекомендований розмір стада

20-30 тварин відповідають природному розміру стада дикої великої рогатої худоби й можуть також слугувати емпіричним правилом для стада водяних буйволів. Крім того, при розмірі стада максимум із 30 тварин можна очікувати на хорошу злучну здатність бика.

Наскільки високі прибутки

Приріст живої маси тварин сильно залежить від якості кормів та індексу селекції. На фермі

“Дарс” середній приріст у стаді становив 840 г на день, що випасалося на природоохоронних територіях, які характеризуються середньою якістю кормів. У Чурсдорфі (Саксонія, Німеччина) на хороших і сухих пасовищах досягаються середньодобові прирости 1000 г. Тварини досягають забійної зрілості відносно пізно у віці 20-30 місяців. Забійний вихід може бути прийнятий на рівні 55 % від живої ваги. Високоякісне м'ясо характеризується хорошими смаковими якостями й низьким вмістом холестерину і жиру. Загалом, водяні буйволи мають хорошу якість м'яса. Крім того, корови дають поживне молоко з вмістом жиру понад 8% і високим вмістом мінералів, яке можна використовувати для пиття, виробництва цільно-молочних продуктів та сирів та у виробництві косметики. Однак, виробництво молока на вологих ґрунтах є складним з практичних міркувань (витрати часу і праці, гігієна вимені, довжина шляху проходження, нижча якість кормів), і це, скоріше за все, варіант для окремих частин стада на інших територіях.

Які проблеми виникають під час забою

Непристосовані або віддалені бійні вважаються основною проблемою для деяких виробників, які розводять водяних буйволів. На бійнях все ще не вистачає відповідного обладнання для товстого черепа буйвола (болтовий пістолет - але його може надати сам виробник) і досвіду в обробленні туші. Великі відстані транспортування також призводять до стресу і перенапруження, які не тільки впливають на добробут тварин, але й призводять до обмеженого процесу дозрівання м'яса, що негативно позначається на його якості.

Загалом, характер і будова буйвола вимагають різних умов забою та утримання. Оптимальним варіантом є відстріл тварин на пасовищі. Відстріл на пасовищі вимагає хорошого планування. Згідно з німецькими правилами, про нього необхідно повідомити компетентний орган за 24 години, також необхідна кулеуловлювальна пастка і хороший, досвідчений стрілець. Тварина повинна бути доставлена на сертифіковану в ЄС бійню протягом 60 хвилин. Відсутність стресу відображається на кращих значеннях різних параметрів якості м'яса (ніжність, колір, здатність утримувати воду). Зрештою, відстріл на пасовищі також слугує позитивним моментом для продажу м'яса буйволів, що вільно утримуються на вільному вигулі. Іншими альтернативами можуть бути бійня, створена спільно виробниками, які розводять буйволів, або мобільний транспортер для забою.

Які існують маркетингові канали

Прямий маркетинг (фермерський магазин, інтернет-магазин, фермерський ресторан) з хорошим обслуговуванням клієнтів і прямим обміном інформацією про умови утримання, природоохоронні послуги, пов'язані з розведенням водяних буйволів, і, за необхідності, випас худоби є найперспективнішим способом збуту м'яса водяних буйволів. Висока туристична привабливість регіону, наприклад, часте відвідування фермерського господарства "Дарс", також позитивно впливає на продажі. Для того, щоб мати можливість продавати менш цінні шматки м'яса, доцільно продавати їх розділеними та розфасованими або переробляти їх на ковбаси та бургери. Крім того, хорошими покупцями можуть бути роздрібна торгівля або підприємства громадського харчування, але останні можуть бути схильні до коливань. Альтернативою також можуть бути онлайн-маркети, такі як у Німеччині (besserfleisch.de, kaufnekuh.de або marktschwaermer.de). Переважно екологічно (без вмісту хрому) вичинені шкури можна розглядати як побічний продукт.

Чи існують сертифікати і які переваги вони дають

Регіональне органічне маркування або регіональні бренди можуть мати позитивний вплив на місцевий та регіональний маркетинг продуктів. Прикладами є міжнародні органічні логотипи або регіональні логотипи асоціацій органічного сільського господарства.

Як цей процес впливає на викиди парникових газів у атмосферу

У випадку управління дуже вологими болотами (більш вологі утворення з вологістю ґрунту 4+) можна очікувати викиди на рівні $\sim 8 \text{ т CO}_2$ -екв. $\text{га}^{-1} \text{ рік}^{-1}$. Якщо територія не повністю зволожена і на торфі є (змінні) вологі ділянки, то викиди на місці, за оцінками, зростають до $\sim 12 \text{ т CO}_2$ -екв. $\text{га}^{-1} \text{ рік}^{-1}$. Для порівняння, осушені сільськогосподарські угіддя на торфі викидають понад 30 т CO_2 -екв. $\text{га}^{-1} \text{ рік}^{-1}$.

Як управління впливає на біорізноманіття

Низькоінтенсивний випас змінює високорослий і бідний на види рослинний покрив на багату на види й структуру рослинну мозаїку. Важливу роль відіграють харчові вподобання тварин, що випасаються на пасовищах. Водяні буйволи віддають перевагу солодким травам, тому кислі трави й трав'янисту рослинність вони поїдають пізніше впродовж року. На до-

ріжках, що часто використовуються худобою, рослинний покрив витоптується, що створює можливості «підселення» нових видів. Також відбувається поширення насіння з фекаліями та шерстю тварин, що випасаються на пасовищах. Структурно багата рослинна мозаїка створює високу різноманітність середовищ існування для фауни. Водяні буйволи демонструють яскраво виражену поведінку до створення калюж для купання, що створює середовище існування для амфібій. Території, звільнені від рослинності шляхом витоптування, є важливим середовищем для годування та розмноження кількох видів птахів. Однак, витоптування також може впливати на фауну (особливо на лугових птахів).

Витрати та доходи (дані для Німеччини)

Для оцінки витрат було зроблено припущення, що випас відбувається цілий рік з 30 тваринами на 30 га (плюс зимовий майданчик і зимові кормові майданчики). Матеріальні витрати включають витрати на зимові та літні корми, концентрати, мінеральні корми, підстилку та воду. Інші витрати включають оплату послуг ветеринара, страхування, відсотки на працю, відсотки на капітал, внески до фонду боротьби з хворобами тварин та забій. За три роки кожна буйволиця може народити в середньому двох телят. Передбачається, що з 30 тварин на рік 4 бики готові до забою і 4 телиці продаються на другому році життя. Це означає, що на 1 га землі продається 0,13 бичка і 0,13 телиці на рік. Витрати та доходи (в євро на га на рік) були взяті з роботи Sweers et al. (2014).

Дані в таблиці 9 не були повторно оцінені для цього збірника. Вони посилаються на ситуацію в Німеччині понад 10 років тому. Таким чином, припущення щодо витрат необхідно розглядати обережно, особливо щодо розрахунку інших типів землекористування для повторно заболочених торфовищ. Доходи складаються з виручки від продажу м'яса на основі різних припущень щодо цін на м'ясо та різних розмірів субсидій. У найсприятливішому випадку використано максимальну виручку - 5,44 євро/кг м'яса (загалом кількість м'яса для всіх випадків) - 55% від живої ваги тварини, середній випадок - 4,79 євро/кг, мінімальна ціна - 3,48 євро/кг. Детальніше про фінансування див. (Närman et al. 2021).

Таблиця 9.

Витрати та доходи (у євро на гектар та рік) від розведення водяних буйволів на вологих низинних торфовищах для Німеччини у 2021 році

		Несприятливий сценарій	Середній сценарій	Сприятливий сценарій
Понесені витрати	Витрати на оплату праці	-149 €	-149 €	-149 €
	Витрати на машини	-181 €	-181 €	-181 €
	Матеріальні витрати	-409 €	-409 €	-409 €
	Інші витрати	-182 €	-182 €	-182 €
	Всього	-921 €	-921 €	-921 €
Валовий дохід	Дохід (виторг, виручка від реалізації продукції)	689 €	949 €	1.079 €
	Дотації на тваринництво	100 €	235 €	680 €
Прибуток		-132 €	263 €	838 €

Таблиця 9 показує, що тільки сприятливий сценарій виглядає прибутковим, якщо субсидії та агроекологічні платежі недоступні. Якщо буйволів доведеться продавати на вільному ринку замість прямого маркетингу, розрахунки будуть несприятливими.

Буйволи в Україні:

Ферм, які розводять буйволів, в Україні небагато. Ці ферми виробляють різноманітну продукцію, також ферми можуть представляти інтерес, коли йдеться про використання палюдикультурної біомаси.

1. Еко-ферма "Плай" у Львівській області виробляє молоко, сири, масло і мило із буйволиного молока, виробляє ковбаси із м'яса буйволів – **30 азійських буйволів**

<https://www.instagram.com/eco.farm.play/?fbclid=IwAR2HSR1pKw5PMunVWqPYWnLL8uj-3TJa820vkR6DVRm-VI49gb97OBTLYZw>

<https://www.facebook.com/ECO.FARM.PLAY/>

2. Буйволина ферма "Карпатський буйвіл" (Виноградів, Закарпатська область)

Відроджують популяцію карпатських буйволів в Україні (наразі стадо із майже **100 чистокровних карпатських буйволів**). Станом на сьогодні, на всій території України залишилося близько 200 цих тварин. Виробляють: мило, сири, йогурти, масло, молоко, згущене молоко.

<https://www.facebook.com/karpatskiy.buylvil/> Буйволина ферма №1 в Закарпатті (karpatskiybuivil.com.ua)

3. Екоферма «Райський куточок» (<https://www.facebook.com/ecoferma.rk/>) (село Горінчово, Закарпатська область) - **50 карпатських буйволів**²⁶

4. **ТОВ «ТАСБІО»** (село Рудня, Козелецького району, Чернігівської області) - розведення буйволів і виготовлення продуктів харчування з молока буйволиць (**наразі 85 тварин**). Система утримання – безприв'язна на глибокій підстилці з можливістю вигулу.

Ферма розташована в межах Міжріченського регіонального ландшафтного парку.

5. Buffalo Village (Вінницька область) <https://www.facebook.com/profile.php?id=61550562971741> закупають якісне поголів'я в Європі. «Ми прагнемо розвинути ферму, яка буде вирощувати якісних тварин, для цього беремо племінне поголів'я»

6. Буйволи на острові Єрмаків у дельті Дунаю [Facebook](#) **17 буйволів**²⁷

²⁶ Фермерство по-закарпатськи: як працює буйволина ферма - AgroPortal.ua

²⁷ Повернення видів | Danube Delta (rewilding-danube-delta.com)

5.8.2 Пасовище з гусьми

(змінено за (Birr et al. 2021).

При утриманні гусей (або качок) слід використовувати ротаційну систему випасу, в яку можна вставити один-два цикли скошування. Також варто утримувати гусей на пасовищах із кормами нижчої якості, оскільки гуси можуть

легко використовувати зелений і волокнистий корм з низькою концентрацією поживних речовин. Вони готові до випасу з перших днів свого життя і дають смачне м'ясо високої поживної якості. Низький рівень виробництва гусячого м'яса у Німеччині (близько 13 %) і високий споживчий попит роблять екстенсивне гусівництво на вологих ділянках привабливим.

Пасовище з гусьми

Рівень води:	Влітку 20-45 см нижче поверхні ґрунту, взимку 15-35 см (клас вологості ґрунту 3+), можливі частково або постійно вищі рівні ґрунтових вод (клас вологості ґрунту 4+)
Рослинність:	Вологі пасовища, рослини вологих умов
Врожай:	Пасовища: до 8 т /га/рік Гуси: Приріст приблизно 1 кг/місяць
Тривалість:	Довготривала відгодівля гусей: 28-32 тижні
Розмір площі:	0,8-1,5 ОЖМ т га ⁻¹ рік ⁻¹
Утилізація:	М'ясо, можливо, гусяче пір'я
Оцінка довгострокових викидів парникових газів:	~16-19 т CO ₂ -екв. га ⁻¹ рік ⁻¹ (рівень води 3+) ~8-12 т CO ₂ -екв. га ⁻¹ рік ⁻¹ (рівень води 4+) після GEST-підходу

Які ділянки підходять для екстенсивного випасу гусей

Для утримання гусей підходять вологі торфянисті ділянки з середнім літнім рівнем ґрунтових вод від 20 до 45 см нижче рівня землі. Неоднорідні ділянки з вологими улоговинами й більш сухими, мінералізованими ділянками також підходять для утримання гусей. У низинних улоговинах травостій зазвичай складається з осоки та очерету, а також очеретяних заростей. Вологіші ділянки із середнім рівнем ґрунтових вод

5-20 см нижче рівня землі також можуть бути придатними для утримання гусей, але поки що такого досвіду немає.

Гуси пізнього або довготривалого періоду відгодівлі (пасовищна відгодівля з тривалим періодом вирощування 28-32 тижні) ростуть майже виключно на пасовищах, а отже, на власних кормах ферми. У наступній таблиці (Таблиця 10) наведено вибір відповідних порід гусей, придатних для тривалої відгодівлі на вологих болотних угіддях.

Таблиця 10.

Вибір порід гусей, придатних для випасу, та їх характеристики для екстенсивного управління болотами на вологих ділянках

Порода	Вага, характеристики	Вимоги до клімату/кормів
Богемська або Чеська	До 5,5 кг, жваві, приземкуваті, енергійні, витривалі	Пасовищна тварина, добре засвоює корм, потребує купання
Німецька	До 6,5 кг, приземкуваті	Хороший випас, хороша конверсія корму в масу
Діпхольцька	До 6 кг, витривалі	Невибагливі до пасовищ (також їдять осоку)
Емденський гусак	10-12 кг, гарне м'ясо, високий вихід якісного пір'я	Потребують цінних кормових трав з високою силою росту
Лайнська порода	5-7 кг, рухливі, плодovitі, невибагливі, витривалі, природний виводок	Стійкі до погодних умов, пасовищні гуси з хорошою маршовою здатністю
Pommern-geese	7-8 кг, гарне м'ясо, високоякісне пір'я	Можна утримувати на пасовищах з худобою, помірно вимогливі

Ці породи характеризуються витривалістю і стійкістю до погодних умов і, перш за все, є хорошими пасовищними тваринами з низькими вимогами до якості корму. Тим не менш, необхідно враховувати особливості кожної окремої породи. Їх придатність до екстенсивного вирощування на (дуже) вологих болотних пасовищах також залежить від ваги та поведінки, характерної для породи.

Ми цілком припускаємо, що в Україні є місцеві породи гусей, які пристосовані для вирощування на вологих ґрунтах, але не були враховані у даному дослідженні.



Фото 54. Гуси тримаються на вологому болотному торфовищі в районі Укермарк (Федеральна земля Бранденбург) (Ф. Бірр, 2018 р.)

Чому гуси підходять для пасовищного господарства на болотних ґрунтах

Завдяки своїй легкій статури (7-8, максимум 10 кг) і анатомічній будові з перетинчастими лапами, гуси підходять для господарювання на вологих болотистих ділянках. Вони відносно невибагливі до корму, якщо на ділянці достатньо вологостійких солодких трав (наприклад, лугової трави, вівсяниці лучної, мітлиці, свіжих пагонів очерету звичайного, лисохвосту лучного, очеретянки). Трави та бобові також вживаються в їжу. Осоки, такі як осока гостровидна (*Carex acutiformis*), за потреби поїдаються невибагливими гусками Діфольца. З іншо-

го боку, вони уникають очерету звичайного (*Phragmites australis*), [ситнику](#) (*Juncus* spec.), гостролистих трав, таких як [щучник дернистий](#) (*Deschampsia cespitosa*), а також таких трав, як [кропива](#) (*Urtica dioica*), [щавель](#) (*Rumex* spec.) або [перстач гусячий](#) (*Potentilla anserina*). Рослини дуже ретельно общипані, що означає, що територія інтенсивно використовується. Гуси є пасовищними тваринами, які, здатні харчуватися майже виключно травами та кормами. Загалом, тварини забезпечені всіма необхідними поживними речовинами на землі.

З якого розміру площі екстенсивне випасання гусей є економічно вигідним

Прибутковість залежить від багатьох факторів, у тому числі від розміру території. Наразі гусівництво в Німеччині є прибутковим, якщо основним джерелом доходу є стадо близько 1,000 голів. Для цього потрібно щонайменше 20 гектарів землі. Для дрібного фермерства рекомендується утримувати від 100 до 300 голів з відповідно меншими вимогами до площі. Екстенсивний випас гусей менш трудомісткий і менш витратний, ніж відгодівля гусей у стійлах. Додаткова годівля, як правило, потрібна лише для розмноження та остаточної відгодівлі. Витрати на ветеринарне обслуговування та лікування екстенсивних порід гусей нижчі завдяки їхній хорошій пристосованості до клімату та витривалості.

На що слід звернути увагу при купівлі і де купувати

Після того, як ви визначилися з породою, бажано зв'язатися з аналогічними фермами, які працюють з тією ж породою, щоб з'ясувати у них сильні й слабкі сторони породи й налагодити контакти з селекціонерами. Ретельне планування інкубації та закупівлі молодняку повинно також враховувати турботу про здоров'я стада: ви маєте отримати інформацію про санітарний стан інкубатора або інкубатор має бути офіційно сертифікованим.

Який розмір стада та управління пасовищами рекомендується

Головним пріоритетом при виборі розміру стада є дружнє до тварин та торфовищ господарювання. Це залежить від

- умови ділянки (структура та розмір ділянки, стан ґрунту та рослинності),
- забезпечення необхідного контролю за тваринами.

Великі стада можна розділити на окремі групи. Це забезпечує кращий догляд під час щоденних оглядів тварин і допомагає адаптуватися до розміру та структури наявних пасовищ. Згідно з досвідом фермерів, оптимальний розмір групи становить 100-350 тварин. Як систему випасу можна використовувати ротаційний випас. Чергування стада відбувається приблизно через 7-10 днів.

Який метод відгодівлі рекомендується

Розрізняють три типи відгодівлі гусей: коротка, середня та довга. Хоча коротка відгодівля, що триває 8-10 тижнів, використовує високий ріст гусенят, тушки дуже часто не відповідають вимогам ринку. Середня відгодівля триває близько 16 тижнів, під час якої тварин утримують у приміщенні або на пасовищі, та згодовують додаткові корми. Цей метод наразі переважає в Німеччині. М'ясо має гарну якість. При тривалій відгодівлі тварин утримують протягом 28-32 тижнів. У порівнянні з гусями, вирощеними на короткій або середній відгодівлі, їхнє м'ясо характеризується кращими, типовими для виду смаковими характеристиками й низьким вмістом жиру. Забій повинен відбуватися до настання статевої зрілості, оскільки в іншому випадку вага тушки знову зменшується, і утримувати їх занадто довго стає економічно невигідним. Тривала відгодівля є хорошим варіантом для виробників, які утримують птицю на великих пасовищах і продають її безпосередньо на ринку. У цьому випадку, за умов оптимізації утримання та наявності ринків збуту, можна досягти найвищих надходжень від продажу.

Як утримують гусей протягом року

Гусенята або купуються в інкубаторі, або походять з власного інкубатора чи потомства. Протягом перших чотирьох тижнів їх утримують у пташнику з кормом, багатим на білок, мінерали та вітаміни, що дозволяє оптимально використати інтенсивний ріст молодняку гусей. У перші шість тижнів на одну тварину потрібно близько 7 кг корму для вирощування. Починаючи з другого тижня, гусенят спочатку приривають до пасовища на погодинній основі. Чим раніше почати, тим вигідніша економія корму.

Наприкінці відгодівлі, залежно від погоди, гусенят переводять на пасовище приблизно наприкінці травня - на початку червня. Перед цим територію зазвичай скошують для заготівлі зимового корму, щоб гуси могли харчува-

тися свіжою травою. Вони неохоче їдять вищу рослинність. Тварини залишаються на пасовищі протягом 4-5 місяців, залежно від того, коли їх продають. Восени та взимку, коли ріст площі пасовищ зменшується, гусей додатково годують зерном (наприклад, вівсом) або коренеплодами (жом цукрових буряків, картопляні пластівці). Це також фаза так званої остаточної відгодівлі, коли у тварин розвивається достатня частка грудей і стегна. Зазвичай для цього потрібна стайня або корівник і близько 250 г додаткового корму на тварину в день.

Що потрібно враховувати

Найважливішим для тварин є постійний доступ до свіжої води, наприклад, за допомогою візка з поїлкою. Як джерело тіні можна використовувати брезент, натягнутий над територією, або наявні чагарники. Загалом, щоб полегшити переміщення стада, необхідна електрична огорожа з акумулятором (2 000 - 4 000 вольт). При дотриманні мінімальних стандартів, електрична огорожа також рекомендується для захисту стада від лисиць і вовків. Також можна використовувати собак для охорони, що має захисний ефект від хижих птахів, ворон і круків. До центральноєвропейського клімату добре пристосовані, наприклад, піренейські гірські собаки й мареммано.

Які відповідні аспекти необхідно враховувати з точки зору догляду та охорони здоров'я птахів

Гуси невибагливі до умов утримання і стійкі до багатьох хвороб домашньої птиці. Однак, грамотний догляд за тваринами є основною вимогою профілактики захворювань. Якщо тварини залишаються без контролю протягом тривалого часу, хвороби можуть бути розпізнані занадто пізно, і будь-який підхід і ветеринарна допомога можуть не мати належного ефекту. Тому гусей слід відвідувати принаймні один раз на день, щоб перевірити, чи немає у них проблем зі здоров'ям.

Паразитологічний догляд за тваринами повинен бути адаптований до стада і місця утримання. Якщо місця для купання покриті фекаліями, то глистяні інвазії можуть швидко поширюватися по всьому стаду. У цьому випадку необхідно використовувати дегельмінтизуючі засоби. У випадку сертифікованого органічного землеробства, де профілактичне застосування антибіотиків не дозволяється, можна відмовитися від купалень. Дамби та канали створюють сприятливі умови для купання, при цьому ри-

зик зараження буде нижчим через більшу водну поверхню. Канави повинні бути включені в огорожу (ризик втечі), а схил не повинен бути занадто крутим. Якщо вищезгадані варіанти не можуть бути реалізовані, тваринам слід принаймні забезпечити відкриту водойму, де вони зможуть пірнути у воду і почитити пір'я.

Що потрібно враховувати при управлінні пасовищами

Щоб запобігти поширенню небажаних видів, таких як [осот польовий](#), [ситникові](#), очеретів або щавлю, які заохочуються вибірковим випасом, а також перезрілого корму, слід проводити косіння. Своєчасне скошування також може запобігти розповсюдженню небажаних видів. Коткування на гусячих пасовищах не потрібне.

Крім вищезгаданих видів з низькою кормовою цінністю, особливу увагу слід звернути на поширення отруйних трав, таких як якобея і жовтозілля водяне. Отруйна дія інших рослин на гусей не з'ясована. Однак, птахи зазвичай уникають і не їдять їх.

У чому переваги системи скошеного пасовища

На сінокісних пасовищах ділянку час від часу скошують і використовують як пасовище. У цьому випадку угіддя нагадують пасовище, але мають чіткі відмінності від луків. Вища частота використання призводить до збільшення частки підліску та зростання кількості розеткових рослин, які є толерантними до витоптування. Послідовність скошування/випасання залежить від росту кормової маси. Косять один або два рази протягом вегетаційного періоду (скошування до появи сходів і вторинне скошування восени), при цьому основна увага приділяється використанню для випасу. З метою належного використання болота, рекомендується лише екстенсивне скошування.

На відміну від екстенсивного використання луків, екстенсивно використовувані скошені пасовища пропонують можливість отримання додатково сіно або силос з пасовищних ділянок. Ця форма використання пропонує високу економічну ефективність завдяки низьким вимогам до робочої сили та можливості широкомасштабного використання. Таке господарювання також позитивно впливає на індивідуальну продуктивність і здоров'я тварин. Безперервний випас з щільністю поголів'я до 1,5 ОЖМ /га (що еквівалентно приблизно 170 гусям) і перервою у випасі взимку може призвести до розвитку щільного дерну.

Наскільки швидко збільшується вага

Темпи приросту живої маси у самок гусей трохи нижчі, ніж у самців. Загалом, тварини набирають близько одного кілограма живої ваги на місяць, так що на момент забою вони можуть досягти максимальної живої ваги 10 кг, залежно від породи. Забійна вага складає приблизно 70% від ваги тварини.

Як впливають на якість м'яса дата забою, холодний ланцюг і дозрівання

Рух особливо корисний для якості м'яса. Синюваті ноги є ознакою якості, оскільки вміст жиру в них низький завдяки руху. Свіжо забиті тварини, включаючи субпродукти, упаковуються у вакуумну упаковку та заморожуються. Вони готові до вживання в їжу відразу, не проходячи через процес дозрівання. Консервація шляхом заморожування не має негативного впливу на якість м'яса.

Як найкраще продавати гусяче м'ясо

У Німеччині відгодовані гуси в основному продаються за допомогою прямого маркетингу. Також існують хороші маркетингові можливості для органічно виробленого гусячого м'яса через спеціалізованих органічних м'ясників та торгівлю органічними продуктами харчування.

Пір'я гусей можна використовувати як додаткову перевагу. Гуска віком 30 тижнів дає близько 150 г пір'я і 70 г пуху. Пух отримують шляхом вищипування під час забою. Птахи, общипані сухим способом, цінуються за найвищою ціною завдяки цілісності епідермісу (захисного шару, що покриває шкіру), а також мають довший термін зберігання у свіжому вигляді. Однак час, необхідний для цього, порівняно з мокрим общипуванням, більший.

Як цей процес впливає на викиди парникових газів

Коли гуси утримуються на рівні ґрунтових вод між 15-45 см нижче поверхні (рівень ґрунтових вод 3+), верхній шар торфу постійно аерується. Це сприяє кисневозалежним процесам розкладання, просідання та усадці болота і спричиняє викиди $\sim 16-19$ т CO_2 -екв. га^{-1} рік $^{-1}$. Якщо гуси утримуються на більш високому рівні води між 5-20 см нижче поверхні (рівень води 4+), можна очікувати викидів $\sim 8-12$ т CO_2 -екв. га^{-1} рік $^{-1}$. Точне значення викидів залежить від фактичного рівня води та рослинності. Для порівняння, осушена рілля на торфовищі викидає понад 30 т CO_2 -екв. га^{-1} рік $^{-1}$. Випас гусей - це процес,

що супроводжується використанням невеликої кількості торфу, тому гусівництво має сенс з точки зору захисту клімату лише для (часткових) територій, де неможливо повністю відновити рівень води, близький до природного.

Як гусівництво впливає на біорізноманіття

Детальних досліджень впливу гусівництва на біорізноманіття ще не проводилося. Випасання гусей, ймовірно, призводить до появи низькорослої рослинності, від якої особливо виграють лугові трави. Прогалини для піонерних видів, таких як перстач гусячий (*Potentilla anserina*), можуть бути створені через витоптування в місцях переходу. Світлолюбні види тварин отримують користь від низькорослої рослинності. Через суто рослинну дієту гусей мало ймовірно, що вони полюватимуть, наприклад, на комах. Невідомо, чи розвивається у гусей, яких утримують, територіальна поведінка, що обмежує придатність території як місця гніздування та відпочинку для диких видів птахів. Для збільшення структурного різноманіття можна використовувати щорічні ротаційні перелоги, відокремлюючи певні території під час косовиці, а потім огорожуючи. Під час косіння

рекомендується використовувати технології, що сприяють збереженню біорізноманіття (наприклад, косарки з високим зрізом, що коливаються, а не обертаються).

Витрати та доходи

В даному випадку усі економічні оцінки є німецьким досвідом і можуть відрізнятися в інших країнах, наприклад, в Україні. Цифри для прикладів були отримані кілька років тому, і зараз ці дані можуть сильно відрізнятися від поточної ситуації. Витрати й прибутки для Німеччини наведені з розрахунку на 1 га сільськогосподарських угідь на рік. Однак передбачається, що тисяча тварин утримується на загальній площі приблизно 20 га вологих (скошених) пасовищ на порційних пасовищах розміром 1 га. У сприятливому випадку утримуються 3 групи по 330 тварин (щільність поголів'я 2.772 одиниць живої маси/га), у середньому випадку - 4 групи (приблизно 2.1 одиниць живої маси/га) і в несприятливому випадку - 6 груп по 170 тварин (щільність поголів'я 1.5 одиниць живої маси/га). Передбачається продаж туш, при цьому втрати тварин становлять 4%, жива вага - 6,6 кг, вага туші - 4.8 кг, а ціна - 8.60 євро за кг ваги туші.

Таблиця 11.

Витрати та доходи від вирощування гусей на вільному вигулі на гектар на рік у Німеччині

		Несприятливий сценарій	Середній сценарій	Сприятливий сценарій
Понесені витрати	Вирощування на вільному вигулі	-1.227 €	-821 €	-550 €
	Змінні витрати	-1.019 €	-1.019 €	-1.019 €
	Всього	-2.246 €	-1.840 €	-1.569 €
Валовий дохід	Дохід (виторг, виручка від реалізації продукції)	1.982 €	1.982 €	1.982 €
	Субсидії	100 €	200 €	680 €
Прибуток		-164 €	342 €	1.094 €

Качківництво і гусівництво в Україні

За останні роки промислове поголів'я гусей скоротилося на 90%, качок — на 10%. В основному утримуються ці види птиці в господарствах населення, однак і там скорочення поголів'я відбулося на 25%.²⁸

Цікавий досвід господарства «Сила життя» (Рівненська область), яке займається вирощуванням гусей. Господар вважає, що «гуси на 80% добре почуються за годівлі на пасовищах і тільки з підгодівлею один раз на добу відходами від кормового виробництва»²⁹

28 <https://agrotimes.ua/article/ptahivnyctvo-u-prioryteti/>, <https://agrotimes.ua/interview/za-pidsumkamy-roku/>

29 <https://agrotimes.ua/elevator/viroshchuvannya->

Торгові марки качок в Україні:

Онлайн магазин "Дичина Делікатес" пропонує качок на вільному вигулі (free range), ТМ «Вільна» <https://dychyna.com/>. Заготівля м'яса качок здійснюється під замовлення. Період виконання може зайняти до 2 діб.

Ферма з вирощування птиці «Пирятинський філварок» (місто Пирятин Полтавської області) була створена у 2008 р. Вирощують також качок породи українська сіра «в екологічно чистих природних умовах»³⁰ і гусей. Продають через <https://thelavka.com/>.

Компанія вказує, що продає натуральне качине м'ясо (це дефіцитний продукт, тому що це пов'язано із натуральним раціоном і, відповідно, зі збільшенням часу росту каченят).

СТОВ «ППЗ “Коробівський” Птахоплемзавод «Коробівський» (с. Кедина гора Черкаська область) – великий гравець на ринку м'яса качки в Україні. Працює за повним виробничим циклом: утримують батьківське поголів'я, інкубують яйця, вирощують молодняк і товарну птицю. Готову м'ясну продукцію під торговою маркою «Смачне каченя» реалізують по всій Україні. Продають каченят пекінської качки й качки [мулард](#).

Муларди підходить для фермерських та присадибних господарств. Компанія купує у фермерів домашніх мулардів і гусей, займається їх забоем та продажем. Для доставки поголів'я на підприємство був закуплений спеціалізований транспорт³¹.

Компанії, що займаються розведенням гусей:

ТОВ "Агролайф Інвест" - Чернігівська обл.. Бахмацький р-н. м.Бахмач, Тов "Україна - Т" - Вінницька обл.. Тростянецький р-н. смт Тростянець, Псп "Промінь" - Вінницька обл.. Піщанський р-н. с.Трибусівка,

Зацікавлені сторони:

Громадська спілка «Міжрегіональна спілка птахівників та кормовиробників України» <http://pta-hokorm-union.com/>

Он-лайн «[Центр обслуговування з питань птахівництва](#)» працює на базі [Державної дослідної станції з птахівництва НААН](#) в рамках співпраці з [Громадською організацією «Міжрегіональний союз птахівників і кормовиробників України»](#).

Працює [тренінг-клуб «Школа птахівника»](#), в рамках якого проводиться цикл навчальних семінарів з безпечного виробництва продукції птахівництва за використання основних видів сільськогосподарської птиці, у тому числі, «Основи раціональної відгодівлі гусей у фермерських та присадибних господарствах», «Основи раціональної відгодівлі качок у фермерських та присадибних господарствах».

Фахівці із розведення гусей та качок <https://info.avianua.com/contact.php?id=76>

5.8.3 Випасання овець

(змінено за (Birr et al. 2021).

Витривалі вівці підходять для екстенсивного використання вологих низинних пасовищ. Утримання організовано у вигляді ротаційного або пасовищного випасу, або ж за допомогою пастухів. Підсічні пасовища представлені, як варіант використання пасовищ, на яких періодично відбувається скошування.



Фото 55.
Витривала порода [Skudde](#)
на вологому низинному торфовищі неподалік від Шверіна
(Мекленбург - Передня Померанія, Німеччина; фото: Birr 2018)

³⁰ <https://thelavka.com/dostavka-produktov-ptichya-ferma-piryatinskij-filvarok.html>

³¹ <http://www.duck.com.ua/articles.html>

Пасовище з вівцями

Рівень води:	20-45 см нижче рівня ґрунту влітку, 15-35 см нижче рівня ґрунту взимку (клас вологості ґрунту 3+); взимку можливий вищий рівень води
Вирощування:	Поєднання видів вологих луків та вологих пасовищ
Врожай:	Маса залежить від породи
Щільність випасу:	0,8-1,5 ОЖМ га ⁻¹
Використання:	М'ясо, шерсть (молоко)
Прогнозовані довгострокові викиди парникових газів:	~16-19 т CO ₂ -екв. га ⁻¹ рік ⁻¹ (оцінка за підходом GEST)
Оцінка довгострокових викидів парникових газів:	~16-19 т CO ₂ -екв. га ⁻¹ рік ⁻¹ (рівень води 3+) ~8-12 т CO ₂ -екв. га ⁻¹ рік ⁻¹ (рівень води 4+) після GEST-підходу

Які породи овець підходять для екстенсивного випасу на вологих торфовищах

Зазвичай овець можна використовувати для випасу на вологих пасовищах, тобто при рівні води в середньому на 15-45 см нижче рівня ґрунту, хоча існують породи, які особливо пристосовані до вологих умов. Вони менш сприйнятливі до хвороб, викликаних вологістю ґрунту, ніж інтенсивні породи. Крім того, вони мають менші вимоги до їжі. Через вибірковий характер харчування овець, їх утримують на пасовищах за принципом ротації. Вівці люблять їсти рослини, характерні для водно-болотних угідь або торфовищ, такі як [комиш лісовий](#) (*Scirpus sylvatica*), [лисохвіст лучний](#) (*Alopecurus pratensis*), [ранник вузлуватий](#) (*Scrophularia nodosa*), [очерет звичайний](#) (*Phragmites australis*), [мітлиця повзуча](#) (*Agrostis*

stolonifera), осоки (*Carex spec.*), [молінія пурпурова](#) (*Molinia caerulea*) та [пухівка піхвяста](#) (*Eriophorum vaginatum*), а також молоді дерева, такі як береза, біла тополя та вільха.

У наступній таблиці наведено огляд порід овець, придатних для ведення вівчарства та ландшафтного менеджменту на водно-болотних угіддях. Кожна порода овець адаптована до регіональних кліматичних умов завдяки тривалій історії використання, тому, за можливості, слід використовувати породи овець, що підходять для даного регіону. Крім того, необхідно враховувати особливості кожної окремої породи. Придатність овець до екстенсивного вирощування на вологих болотах також залежить від їхньої ваги та специфічної для породи поведінки.

Таблиця 12.

Відбір витривалих порід овець та їх характеристики для екстенсивного управління болотами на вологих ділянках, модифіковано за Nitsche & Nitsche (1994), Sambraus (2001).

Порода овець	Вага, характеристики	Продукти	Вимоги до клімату та продовольства
Bentheimer Landschaf	70-90 кг, тверді, стійкі до плісняви копита, здатні до маршу, безрогі, хороші материнські якості; Напівекстенсивна порода	М'ясо	Стійкі, невибагливі
Камерунська вівця	30-50 кг, вовняна шерсть, стійка до овечої мухи, всесезонний еструс (тічка), чутлива до холоду (стайня/притулок взимку); Екстенсивна порода	М'ясо	Витривалі, невибагливі
White Polled Heath	40-75 кг, міцні копита, дуже рухливі, безрогі, сезонне розмноження, ягнячість 110 % (тобто на 100 самиць – 110 ягнят); Екстенсивна порода	М'ясо, вовна	Добре пристосовані до рослинності та ґрунтових умов торфовищ
Pomeranian Coarsewool	50-75 кг, хороша стійкість до глистових захворювань та плісняви, показник ягнячості 130 %; Напівекстенсивна порода	М'ясо, вовна	Добре пристосовані до рослинності боліт і несприятливих погодних умов
Deutsche schwarzköpfige Fleischschaf	70-135 кг, скоростиглі, сезонне розмноження з тривалим періодом розмноження, безрогі, вихід ягнят 120-170 %; Інтенсивна порода	М'ясо, вовна	Більш інтенсивна м'ясна порода
Skudde	40-55 кг, тверді копита, жваві, миролюбні, всесезонне спарювання, ягнячість 130 %; Екстенсивна порода	М'ясо, вовна	Витривалі, невибагливі, підходить кормовий матеріал на поганих посівах

Ми припускаємо, що в Україні є місцеві породи овець, які пристосовані для вирощування на вологих ґрунтах, але не були враховані у даному дослідженні.

За якого розміру площі екстенсивне вівчарство є економічно вигідним

Прибутковість залежить від багатьох факторів і не є основною функцією розміру площі. Економічний успіх у вівчарстві в основному залежить від наступного:

- рівень доходів від баранини (сезонні коливання цін) та продуктів переробки,
- наявність дешевих кормів і зусилля, спрямовані на підтримку здоров'я стада,
- короткі періоди стійлового утримання в якомога дешевших будівлях,
- хороша ринкова кон'юнктура для м'яса та вовни.

На що слід звертати увагу при купівлі або у кого купувати

Після того, як рішення щодо породи прийнято, рекомендується зв'язатися з фермою, яка працює з тією ж породою, щоб встановити прямі контакти з селекціонерами³². Також можна звернутися безпосередньо до асоціації вівчарів, якщо така існує.

Який рекомендований розмір стада

Для вологих місцевостей та екстенсивних умов випасу рекомендується норма поголів'я від 0,8 до 1,5 ОЖМ га⁻¹. У випадку продуктивного зростання (очерет, очеретяні зарості, високі трави) також можливий короткий, 1-2 тижневий інтенсивний випас з 10 ОЖМ га⁻¹. Однак ці біотопи можна випасати лише за допомогою адаптованих видів рослин (наприклад, ковила білої).

Що слід враховувати при управлінні стадом

Місце для ночівлі має бути розташоване на сухій ділянці, подалі від рослинності, що має природоохоронне значення, оскільки під час відпочинку виділяється більше фекалій. Оскільки, на початку пасовищного періоду екскрементів також виділяється більше, місце для відпочинку має бути розташоване на відстані не менше 100 м від пасовища. У випадку вигульового утримання, місце відпочинку (укриття/вітрозахист з солонцем) також повинно бути розташоване подалі від флористично цінних територій.

У цикл випасання можна включити одно- або дворазове скошування (середина червня і вересень). Це сіно можна використовувати як зимовий корм, при цьому можна також утилізувати велику частку осоки та очерету з маргінальних ділянок боліт.

Протягом зимових місяців утримання овець триває 90-180 днів, залежно від регіону та типу приміщення. Вівці мають низькі вимоги до кошари, але вона повинна бути сухою і без протягів. Найпоширенішим типом утримання є глибоко заглиблений корівник з підстилкою і без спеціальної теплоізоляції.

Як захистити отару від вовків

Окремих заходів слід вжити для захисту отари від вовків. Поради щодо того, як забезпечити отару і що робити в разі пошкодження, можна отримати в експертів.

Актуальні аспекти догляду та профілактики здоров'я

Компетентний догляд за тваринами є основною передумовою успіху. Спостереження за тваринами необхідне для інтерпретації поведінки під час спокою та руху. Оцінка екскрементів і стану окремих частин тіла, включаючи копита і слизові оболонки, має вирішальне значення.

Ознаками хвороби є обвислі вуха, часто в поєднанні з апатичною поведінкою. Іншими ознаками можуть бути: відокремлення від стада, блідість слизової оболонки рота, кров'янисті фекалії або сеча, втрата шерсті, підвищення температури тіла, небажання їсти, відсутність жуйної активності та звуків рубця. Респіраторні захворювання можна розпізнати за явно напруженим або нерівномірним диханням. При появі будь-якої з цих ознак необхідно вжити термінових заходів. В принципі, паразитологічний догляд за тваринами необхідний залежно від стада і місця утримання. Найпоширенішим внутрішнім паразитом жуйних на водно-болотних угіддях є печінковий сисун. Якщо тварини пасуться на м'яких і вологих ґрунтах, необхідний регулярний моніторинг і догляд за копитами. Вологі ділянки можуть бути джерелом захворювань копит. Для овець особливо важлива профілактика копитної гнилі (*ragonuchia contagiosa*), що включає ветеринарний огляд не рідше одного разу на 2 місяці, розчищення копит у всіх тварин отари не рідше одного разу на 10 днів тощо.

³² Наприклад, [ГО «Асоціація вівчарів»](#), Голова Стефурак Василь Васильович.

Що слід враховувати при управлінні пасовищем

Пасовищне господарство повинно базуватися на порційному або ротаційному випасі за схемою: "короткий період випасу - довгий період відпочинку". Слід уникати постійного випасу, не в останню чергу через вищий ризик зараження ендопаразитами. Зимовий випас в основному зустрічається в кліматично сприятливих регіонах, таких як південна Німеччина як частина традиційного утримання. Тут овечі отари знімають шар трави, що нависає над землею, що сприяє весняному росту лугових рослин.

Щоб запобігти поширенню небажаних видів, таких як щучник дернистий (*Deschampsia caespitosa*), ситники (*Juncus spp.*), осот (*Cirsium spp.*) або види щавлів (*Rumex spp.*), що поширюються при вибірковому випасі, а також для видалення перележалого корму, слід проводити після косіння ворущіння та мульчування. Це одночасно пригнічує появу дерев, таких як верба та вільха, а також посів небажаних видів. Крім того, для контролю вищезгаданих видів, які можуть бути ознакою недостатнього випасу, можна збільшити щільність поголів'я або дозволити тваринам довший час годування на вигулі. З іншого боку, на надмірний випас вказує збільшення кількості стійких до витоптування видів, таких як мітлиця повзуча (*Agrostis stolonifera*), подорожник великий (*Plantago major*) або перстач гусячий (*Potentilla anserina*), на що слід реагувати зниженням щільності поголів'я або подовженням періодів відпочинку. Замерзлі після зими шари ґрунту знову ущільнюються коткуванням або раннім попереднім випасанням овець. Водночас стимулюється куціння трав, що забезпечує хорошу щільність дернини. На противагу цьому, можна відмовитися від ворущіння для аерації та розпушування дернини.

Оскільки калій часто є лімітуючим фактором для росту рослин у погано дренованих, тобто все ще мінералізуючих болотах, доцільно розподіляти екскременти тварин, що випасаються, за допомогою лугового волочіння або постійно змінювати місця зимової підгодівлі. Місця годівлі можна додатково накрити, щоб зв'язати екскременти в підстилці. Утворений гній можна потім знову розподілити по землі.

Крім вищезгаданих видів з низькою кормовою цінністю, слід звернути увагу на поширення отруйних рослин, таких як хвощ болотяний (*Equisetum palustre*), паслін солодко-гіркий (*Solanum dulcamara*), якобея (*Jacobaea aquatica*), а на більш сухих ділянках — якобея звичайна

(*Jacobaea vulgaris*), жовтець їдкий (*Ranunculus acris*), пізноцвіт осінній (*Colchicum autumnale*) та цикута отруйна (*Cicuta virosa*). Ці рослини можна контролювати й пригнічувати відповідною системою косіння і виполуванням.

У чому переваги сінокісного пасовища

Територію сінокісного пасовища час від часу скошують. В такому випадку територія нагадує пасовище, і має чіткі відмінності від луків. Із збільшенням частоти косіння збільшуються частка підросту та кількість розеткових рослин, стійких до витоптування. Послідовність скошування та випасання залежить від швидкості росту рослин. Косіння проводиться один або два рази за вегетаційний період, з акцентом на випасання худоби. Ми рекомендуємо тільки екстенсивне скошування для торфовищ.

На відміну від екстенсивного використання луків, сінокісні пасовища дають можливість безперервного забезпечення овець високоякісним кормом. Якщо протягом пасовищного періоду послідовно включати в пасовище ділянки, які раніше використовувалися для заготівлі консервованих кормів, тваринам завжди можна запропонувати багатий на протеїн корм з достатньою енергетичною щільністю і достатнім вмістом сирової клітковини; або надлишки корму, які не можуть бути керовані випасом, можна зібрати у відповідний оптимальний час. Така форма використання пропонує високу економічну ефективність завдяки невеликій потребі у робочій силі та можливості використання великих площ. За можливістю використовуйте для цього цілі округлені ділянки. Тип управління також позитивно впливає на продуктивність та здоров'я окремих тварин. Безперервний випас зі щільністю випасу < 2 гол./га та перерва на випас взимку може розвинути густий травостій.

Якість м'яса

Найкраща якість м'яса у молодих тварин віком до шести місяців, з вагою в кінці відгодівлі (баран - не менше 43 кг, самка - не менше 38 кг) і забійним виходом близько 48 %. Іншими важливими характеристиками якості є розподіл жиру та текстура м'яса.

Як найкраще продавати вироблене м'ясо овець

В основному, це робиться за допомогою прямого маркетингу. Завдяки прямому контакту зі споживачем можна вказати на особливі якісні характеристики м'яса, а також умови утримання тварин. М'ясо деяких порід характеризу-

ється гарними, схожими на дичину смаковими властивостями та низьким вмістом жиру. Існують також хороші маркетингові можливості для баранини та ягнятини у спеціальних органічних м'ясокомбінатах та магазинах натуральних продуктів харчування.

Чи існують системи сертифікації та які переваги вони дають

Органічне маркування або регіональні бренди можуть мати позитивний вплив на місцевий та регіональний маркетинг продуктів. Прикладами є органічний логотип ЄС або логотипи фермерських асоціацій, таких як Bioland, Naturland або Demeter.

Приклади екстенсивного вівчарства на болотах

У Diepholzer Moorniederung (Німеччина) управління торфовищами має давні традиції. Місцева асоціація ландшафтного менеджменту була заснована у 2018 році, щоб економічно підтримати пастухів і водночас зберегти болотний ландшафт. Основною метою є створення регіональної біоти, щоб мати можливість продавати овече м'ясо з гарантованим походженням.

Як процес впливає на викиди парникових газів

Рівень ґрунтових вод на глибині 15-45 см нижче рівня ґрунту (клас водності 3+) забезпечує постійну аерацію верхнього шару торфу, сприяючи кисневозалежним процесам розкладання, просіданню та усадці торфовища. Очікуються викиди близько 16-19 т CO₂-екв. га⁻¹ рік⁻¹. Для порівняння, осушені орні землі на торфі викидають понад 30 т CO₂-екв. га⁻¹ рік⁻¹. Вологі пасовища з вівцями належать до практик з низьким споживанням торфу. Зменшення викидів парникових газів та запобігання прогресуючій деградації торфовищ можна досягти лише шляхом підняття рівня води. Однак навіть серед витривалих порід овець лише деякі (наприклад, е.г. White Polled Heath) можуть впоратися зі значно вищим рівнем води. Інші види худоби, такі як буйволи та благородні олені, краще пристосовані до рівня води, близького до луків, які є справді торф'яними й сприятливими для клімату. Тому, з точки зору захисту клімату, вівчарство при рівні води 3+ має сенс лише для тих територій, де рівень води на рівні ґрунту не може бути повністю відновлений.

Вплив на біорізноманіття

Детальних досліджень впливу випасу овець на біорізноманіття боліт немає. Однак, можна припустити, що екстенсивний випас овець змінює

високорослі та бідні на види рослинні угруповання і створює багату на види та структуру рослинну мозаїку. Важливу роль відіграють відповідні харчові уподобання різних тварин, що випасаються на пасовищах. Вівці вважаються тваринами, що споживають певні види рослин, але вони також більшою мірою споживають трави та деревні рослини. Додаткові прогалини для піонерних видів можуть бути створені за допомогою сходинок на часто використовуваних переходах. Розповсюдження насіння відбувається також через фекалії та шерсть тварин, що випасаються на пасовищах. Багата на структуру рослинна мозаїка створює велике різноманіття середовищ існування для фауни. Павуки та комахи отримують вигоду від різноманітних структур. Території, звільнені від рослинності шляхом витоптування, є важливим місцем для годування та розмноження кількох видів птахів. Однак витоптування випасанням тварин також може завдати шкоди фауні (особливо луговим птахам). Щоб уникнути пошкодження існуючих гнізд або молодих птахів, рекомендується дотримуватися адаптованих періодів використання угідь. У разі додаткового скошування рекомендується використовувати методи, сприятливі для біорізноманіття (наприклад, високе зрізання, коливальні, а не ротаційні косарки), а також створення однорічних перелогів, з метою збереження біорізноманіття.

Витрати та доходи

Витрати й доходи (в євро на гектар і рік) взяті з літературних джерел у Німеччині. Із розрахунку на 450 овець. Сприятливий сценарій передбачає 1,5 одиниці живої маси на гектар, середній сценарій - 1,15 ОЖМ га⁻¹ і несприятливий сценарій - 0,8 ОЖМ га⁻¹. Для сприятливого, середнього та несприятливого сценаріїв були взяті різні вимоги до робочого часу (9,6; 7,4 та 5,9 години на вівцю, відповідно) та ціни (максимальна, середня та мінімальна). Для показників виходу ягнят та їхньої забійної ваги були враховані породні відмінності. При найсприятливішому сценарії (інтенсивна порода) було прийнято 1,4 ягняти на вівцематку з забійною вагою 40 кг. При середньому сценарії припускалася продуктивність напівекстенсивних порід (на вівцематку: 1,3 ягняти забійною вагою 38 кг), а при несприятливому сценарії - екстенсивних порід (на вівцематку: 1,2 ягняти забійною вагою 30 кг). Крім того, доходи за старих вівцематок (одна п'ята частина старих вівцематок, замінені за рік), вовну та твердий гній включені до вигод.

Таблиця 13.

Витрати та доходи вівчарства в Німеччині на гектар та рік (Birr et al.2021)

		Несприятливий сценарій	Середній сценарій	Сприятливий сценарій
Понесені витрати	Змінні спеціальні витрати/ матеріальні витрати	-667 €	-958 €	-1.250 €
	Фіксовані спеціальні витрати	-161 €	-232 €	-302 €
	Витрати на оплату праці	-768 €	-851 €	-885 €
	Всього	-1.596 €	-2.041 €	-2.437 €
Валовий дохід	Дохід (виторг, виручка від реалізації продукції)	352 €	935 €	1.998 €
	Субсидія на пасовища	100 €	256 €	680 €
	Дотація на тваринництво	0 €	117 € (максимум 300 €)	Немає для інтенсивних порід
Прибуток		-1.144 €	-733 €	241 €

Усі приклади в таблиці 13 показують, що утримання овець в умовах Німеччини вигідне лише за наявності будь-яких субсидій. Доходи від продажу м'яса та вовни, навіть у сприятливому випадку, не покривають витрат.

Рекомендації

Утримання будь-якої породи овець на обводнених торфовищах не рекомендується, тому що утримання отари вимагає занадто низьких рівнів ґрунтових вод, за яких торф буде продовжувати розкладатися і викиди ПГ будуть продовжуватися. Лише буйволи, качки та гуси є палюдикультурними тваринами та можуть переносити умови повторного зволоження. Однак, коли мова йде про повторне зволоження великих територій, осушених давно, можна очікувати, що не вся територія може бути затоплена через несприятливі водні умови у всьому водозбірному басейні. Отже, для кожної території необхідно провести моделювання

для прогнозу очікуваного рівня ґрунтових вод і на основі прогнозу та рівня води розділити територію на ділянки за типами найбільш економічно перспективних варіантів. Отже, інші варіанти окрім буйволів, качок і гусей слід розглядати на територіях, які неможливо повторно обводнити через гідрологічні особливості.

5.8.4 Пасовище з великою рогатою худобою (змінено за (Birr et al. 2021).

Витривалі породи великої рогатої худоби з невеликою вагою підходять для екстенсивного управління вологими низинними пасовищами на торфовищах з меншою несучою здатністю, ніж більш дренажні свіжі пасовища з високим рівнем дренажу. Утримання корів за системою "корова-теля" (sucker-cows)³³ та відгодівля молодих самок ВРХ відіграють центральну роль у дружньому до тварин і водночас сумісному з низинними торфовищами землекористуванні.

Пасовище з худобою

Рівень води:	20 - 45 см нижче рівня ґрунту влітку, 15 - 35 см нижче рівня ґрунту взимку (клас вологості ґрунту 3+), також можливе тимчасове або загальне підвищення рівня ґрунтових вод (клас вологості ґрунту 4+)
Вирощування:	Вологі пасовища, що утворилися природним шляхом після підняття рівня води або навмисно засіяні
Приріст:	600-800 г на день (залежно від породи)
Щільність:	0,8-1,5 ОЖМ га ⁻¹
Виробництво:	М'ясо, можливо, молоко
Прогнозовані довгострокові викиди на пасовищі:	~16-19 т CO ₂ -екв. га ⁻¹ рік ⁻¹ (клас вологості ґрунту 3+) ~8-12 т CO ₂ -екв. га ⁻¹ рік ⁻¹ (клас вологості ґрунту 4+) застосування підходу GEST

³³ Див пояснення на стор. 14



Фото 56, 57.

Ліворуч: шотландська високогірна худоба, (Віхтманн 2009), праворуч: відносно легка і пристосована до боліт порода ф'ель у Рейнській області (Бранденбург, Німеччина), (Бірр 2019)

Які породи великої рогатої худоби підходять для екстенсивного випасу на вологих торфовищах

Екстенсивні міцні породи, а також деякі середньоінтенсивні породи великої рогатої худоби підходять для екстенсивного використання на вологих пасовищах, тобто, при рівні ґрунтових вод на 15-45 см нижче рівня поверхні ґрунту. Завдяки своїй малій вазі, екстенсивні або міцні породи завдають менше шкоди від витоптування, ніж середньо-інтенсивні породи та інтенсивні породи. Крім того, вони менш вибагливі до кормів та утримання, а також більш придатні для цілорічного утримання на відкритому повітрі. Від інтенсивних порід їх відрізняє витривалість, відносно невелика вага і здатність вправно пересуватися по складній місцевості. З порід середньої інтенсивності можна використовувати менші та легші, які добре перетравлюють грубі корми. Типові види рослин на торфовищах, такі як очерет, рогіз та очеретянка канаркова, легко поїдаються великою рогатою худобою. Неглибокі затоплені ділянки глибиною до 50 см також є прийнятними.

У таблиці нижче наведено огляд порід великої рогатої худоби, які підходять для виробничого утримання корів, а також для догляду за біотопами на водно-болотних угіддях.

Які екстенсивні типи виробництва придатні для випасу на вологих торф'яних луках

При вирощуванні телят по системі "стадо - теля", як екстенсивній формі утримання великої рогатої худоби, вирощується одне товарне теля на рік на одну корову по системі "корова - теля". Телята починають їсти траву протягом трьох місяців. Якщо корови-годувальниці дають достатньо молока, споживання трави все ще залишається досить низьким у дев'ятимісячному віці. Окрім утримання корів по системі "корова - теля", відгодівля молодих самок великої рогатої худоби підходить для екстенсивного використання пасовищних угідь. На відміну від відгодівлі бичків, відгодівля телиць можлива за умови вирощування основних кормів на бідніших ділянках.

Таблиця 14.

Підбір легких порід великої рогатої худоби, придатних для утримання молодняку, та їх характеристики для екстенсивного управління водно-болотними угіддями на вологих ділянках

Порода великої рогатої худоби	Вага*, характеристики	Виробнича лінія	Вимоги до клімату та продовольства	Чи існує ця порода в Україні
Абердин-ангуська ³⁴	450-550 кг, легко отелення, не агресивна, безрога	М'ясо	Надійні, адаптивні, невибагливі	Так
Декстер ³⁵	300-350 кг, довгожителі, невеликої будови, але погано теляться	М'ясо, молоко	Невибагливі, добре використовують грубі корми, міцні	Так
Fjäll	380-420 кг, плідні, довгоживучі, добродушні, безрогі	М'ясо, молоко	Пристосовані до суворого клімату, недорогі в утриманні, з широкими копитами для вологих ділянок	Скоріше за все ні
Галловей ³⁶	400-500 кг, легкі отелення, широкі копита, безрогі, миролюбні	М'ясо	Міцні, невибагливі з широкими копитами для вологих ділянок	Міцні, невибагливі з широкими копитами для вологих ділянок

34 Компанія племрепродуктор ТОВ «Бондарівське» <https://kurkul.com/kompanii/2362-tov-bondarivske> (Житомир), ТОВ «СГП «Дніпро» <https://kurkul.com/kompanii/2361-tov-sgp-dnipro> (Хмельницька область), ТОВ «Глемінний завод «Агро-Регіон» <https://kurkul.com/kompanii/2360-tov-pleminniy-zavod-agro-region> (Київська область)

35 Племрепродуктор <https://kurkul.com/kompanii/2367-pap-agroprodservis>

36 Компанія племрепродуктор СТОВ «Черкасиплемсервіс» (Черкаси) <https://kurkul.com/kompanii/2368-stov-cherkasiplemservis>

Порода великої рогатої худоби	Вага*, характеристики	Виробнича лінія	Вимоги до клімату та продовольства	Чи існує ця порода в Україні
Heck cattle/Aurochs	550 кг, стійка до хвороб, не агресивні, довгі роги	М'ясо	Надійні, недорогі в утриманні	ні
Hinterwald	400-450 кг, легко отелюються, довгоживучі	Молоко, м'ясо	Невибагливі із низькою потребою в обслуговуванні	ні
Murnau-Werdenfels Cattle	500-600 кг, довгоживучі, плідні, темпераментні	Молоко, м'ясо	Пристосовані до суворого клімату, недорогі в утриманні	ні
Хайленд³⁷	400-580 кг, довгоживучі, не агресивні, з довгими рогами	М'ясо	Стійкі до погодних умов, невибагливі	Стійкі до погодних умов, невибагливі

*самки великої рогатої худоби

Ми цілком припускаємо, що в Україні є місцеві породи корів, які пристосовані для вирощування на вологих ґрунтах, але не були враховані у даному дослідженні.

Який розмір площі екстенсивного використання пасовищ є економічно вигідним

Прибутковість залежить від багатьох факторів і не є, в першу чергу, функцією розміру території. У випадку екстенсивних порід необхідно вивчити можливості збуту, які часто обмежуються прямим маркетингом або маркетингом племінних тварин.

Екстенсивне випасання стада «корова-теля» екстенсивних і середньоінтенсивних порід без внесення мінеральних азотних добрив є менш трудомістким і витратним, порівняно з молочним утриманням корів і відгодівлею великої рогатої худоби. Цілорічне вирощування на відкритому повітрі дозволяє заощадити 25-30% зусиль і загальних витрат, порівняно із зимовим вирощуванням у приміщенні. Не потрібні складні споруди для утримання та додаткова годівля концентрованими кормами. Крім того, завдяки хорошій пристосованості до клімату, міцності та легкому отеленню, витрати на ветеринарне обслуговування та лікування є нижчими.

М'ясо міцних порід та порід середньої інтенсивності характеризується хорошими смаковими якостями та низьким вмістом жиру, що можна вважати додатковою перевагою для продажу. Однак, необхідно враховувати специфічні характеристики кожної окремої породи. Їх придатність до екстенсивного вирощування на вологих низинних пасовищах також залежить від ваги та поведінкових особливостей, характерних для даної породи.

На що слід звернути увагу при купівлі або у кого купувати

Після того, як рішення щодо породи прийнято, рекомендується зв'язатися з фермою або пасовищним проектом, який працює з тією ж породою, щоб встановити контакти з селекціонерами. Якщо відповідного пасовищного проекту немає, ви можете шукати контакти безпосередньо в асоціації тваринників. Закупівельну ціну важко розрахувати, оскільки ринки дуже малі, а ціни сильно коливаються. Якщо ціна дуже низька в порівнянні з іншими пропозиціями, вам слід бути обережними. Іноді це тварини, яких вибракували для розведення або через їхню поведінку.

Який розмір стада рекомендується

Головним пріоритетом при виборі розміру стада є дружнє до тварин і болота утримання. Це залежить від наступного:

- умови ділянки (стан ґрунту та рослинності, структура та розмір території),
- забезпечення необхідного контролю за тваринами,
- технічні можливості заготівлі грубих кормів на зимовий період (необхідна кількість кормів, витрати на зберігання, транспортування).

При дотриманні відповідних умов, 20-30 тварин, що відповідає природному розміру стада дикої худоби, можуть бути емпіричним правилом і для домашніх порід великої рогатої худоби. Крім того, при розмірі стада близько 30 корів і одного-двох бугаїв можна очікувати на їх хорошу парувальну здатність. Норма поголів'я від 0,8 до 1,5 ОЖМ /га може розглядатися як орієнтир.

37 Компанія племрепродуктор ПАП «Агропродсервіс» <https://kurkul.com/kompanii/2367-pap-agroprodservis>

Що слід враховувати при цілорічному утриманні тварин на відкритому повітрі

Цілорічне утримання на відкритому повітрі на (дуже) вологих низинних торфовищах рекомендується лише в тому випадку, якщо на території є піщані або мінеральні ділянки, куди тварини можуть сховатися при надто високому рівні води та вночі. Крім того, обов'язковою умовою є наявність здорових і добре підготовлених тварин, які поступово звикли до утримання на відкритому повітрі й до зниження температури. Також, слід звернути увагу на збалансовану вікову структуру стада з наявністю досвідчених тварин. Незважаючи на те, що деякі породи великої рогатої худоби, зокрема, хайлендська, вважаються витривалими, цілорічне утримання на відкритому повітрі завжди вимагає захисту від холоду, вологи, вітру та спеки. Для захисту від холоду їм слід забезпечити пасовище-навіс на сухій ділянці з достатньою площею лежання для всіх тварин. Як правило, для великої рогатої худоби вагою до 500 кг площа лежання повинна становити 4 м² (безрога) або 6 м² (рогата), а для великої рогатої худоби вагою понад 700 кг - 6 м² (безрога) або 8 м² (рогата). Місця для лежання повинні регулярно підстилатися сухим матеріалом і знаходитися на відстані не більше 100 м від зони годівлі. Крім того, взимку має бути забезпечене морозостійке постачання питної води та додаткове годування. У системах безприв'язного утримання велика рогата худоба має більшу потребу в енергії, ніж у стайнях. Додаткова потреба в енергії може становити до 10-20 % від потреби в утриманні. Якщо корм не дається щодня, слід створити закрите і захищене місце для його зберігання найкращим чином, наприклад, укритий стіг сіна (польовий сарай) з рухомою огорожею для корму, земляний силос з рухомою огорожею для корму, кормовий вагон з дахом. Щільність поголів'я, постачання кормів та кількість місць для годівлі також повинні бути скоординовані у співвідношенні 1:1. Крім того, ліси, кущі та групи дерев можуть забезпечити тінь влітку та захист від вітру.

Які переваги має система часткового випасу

Система повного випасу, за якої тварини повинні харчуватися рослинністю водно-болотного угіддя протягом усього періоду випасу, часто не є економічно доцільною. Тому дуже важливим є правильне управління випасом, щоб худоба могла випасатися навіть на більш

вологих ділянках рослинності. Передумовою для цього є сухіші мінеральні ґрунти, які безпосередньо прилягають до органічних ділянок. Якщо територія використовується як стійлове пасовище з вільним вибором корму, вологі ділянки навесні будуть відвідуватися лише спорадично, водночас, на мінеральні ділянки буде високий тиск випасання худоби. Навесні на вологих і мокрих ділянках також спостерігається відносно якісний ріст корму, який, однак, швидко зменшується протягом року, тому ці ділянки необхідно випасати в правильно підібраний час. Тому ділянки з кращою кормовою цінністю на мінеральних пасовищах можна обгородити з червня і скошувати як запас сіна на зиму (близько 40 % мінеральних пасовищ). Одночасно, випас худоби на вологих і мокрих ділянках з прийнятною кормовою цінністю буде забезпечений у червні (частковий випас). В іншому випадку, ці ділянки не будуть відвідуватися до кінця літа і більше не забезпечуватимуть достатню поживну базу для тварин, що випасаються. При далекоглядному управлінні частковим випасом приріст живої маси 800 г на тварину в день в літній сезон можливий при щільності поголів'я нижче 1,5 голови/га, навіть без додаткової підгодівлі.

Що слід враховувати при управлінні стадом

Якщо стадо утримується на відкритому повітрі цілий рік, слід уникати отелень у зимові місяці, оскільки молоді телята набагато гірше переносять холод, ніж доросла худоба. Якщо це можливо, отелення слід організувати таким чином, щоб воно відбувалося з весни до літа. Для досягнення оптимальної дати отелення в березні-квітні бики повинні використовуватися для спарювання лише протягом шести-восьми тижнів (червень-серпень) і повинні бігати разом зі стадом. Якщо отелення очікується взимку, необхідне стійлове утримання.

Які аспекти догляду та охорони здоров'я є актуальними

Компетентний догляд за тваринами є основною вимогою. Стадо слід відвідувати щодня і перевіряти на наявність ознак захворювань. Якщо тварин надовго залишити без нагляду, хвороби будуть виявлені занадто пізно, і будь-яке рішення і ветеринарна допомога можуть перетворитися на проблему. Рухливість, яку, як кажуть, мають гелловей і хайлендери, може бути досягнута тільки при постійному догляді.

Ознаками нездужання є обвислі вуха, які часто з'являються в поєднанні з апатичною поведінкою по відношенню до навколишнього середовища. Іншими ознаками можуть бути: ізоляція від стада, помітно довгі періоди лежання, згорблене стояння, відсутність жуйної активності, а також порожній рубець (так звана голодна яма з лівого боку). Респіраторні захворювання можна розпізнати за явно напруженим диханням, у важких випадках - за свистячими або деренчливими звуками й кашлем, а також виділеннями з носа. У цьому випадку також слід запідозрити пневмонію або зараження легневими глистами. При появі будь-якої з цих ознак необхідно вжити термінових заходів.

Необхідний паразитологічний догляд за тваринами залежить від стада та місця розташування. Вакцинація корів зводить до мінімуму захворювання телят при вирощуванні (колі-септицемія, коли-ентеротоксемія, інфекційні респіраторні захворювання). Крім того, для великої рогатої худоби обов'язковими є регулярні аналізи крові, щорічні обстеження на герпес великої рогатої худоби (вірус BHV-1) і тестування на бруцельоз і лейкоз кожні три роки. У разі змін у ротовій порожнині, які не пов'язані з впливом сонця, слід завжди консультиватися з ветеринаром. Повідомляти треба також про хвороби, які проявляються змінами на слизовій оболонці морди (наприклад, BHV-1, BVD/MD, BKF і ящур).

Як лікувати ендопаразитів

Печінкові сисуні, які заражають велику рогату худобу як кінцевого хазяїна і яких, у разі сильної інвазії, кілька разів обробляють антигельмінтними препаратами у високих дозах, вважаються основною проблемою для здоров'я тварин у вологих районах. Щоб запобігти виникненню резистентності, лікування повинно бути вибіркоким і не застосовуватися до всього поголів'я.

Загалом, існують способи контролю зараження печінковими сисуніми при управлінні пасовищами: обмежити вільний доступ до води, де мешкає карликовий равлик. Вологе лугове сіно, яке перевертають на початку літа і, за необхідності, згодовують взимку, слід зберігати протягом шести місяців або силосувати протягом 30 днів, щоб забезпечити знищення всіх інвазійних стадій печінкових сисунів. Зараженість гельмінтами зменшується шляхом ран-

нього літнього скошування, оскільки зимуючі личинки видаляються з території. Крім того, рекомендована екстенсивна щільність поголів'я знижує ймовірність зараження тварин. Трудомісткий порційний випас з коротким часом перебування тварин і тривалими періодами відпочинку також мінімізує контакт між інвазійними стадіями паразитів та їхніми господарями.

Використовуючи медикаменти для лікування гельмінтів, слід зазначити, що традиційні препарати, такі як авермектини та продукти їх розпаду, є токсичними й значною мірою виводяться з фекаліями. Особливо шкідливими є болюси та препарати тривалої дії, які виділяють активну діючу речовину протягом тривалого періоду часу і, таким чином, можуть порушувати розвиток і розмноження комах-копрофагів протягом усього пасовищного сезону.

Якщо, незважаючи на всі профілактичні заходи, лікування худоби від глистів стає необхідним, ризик ураження комахами-копрофагами можна зменшити наступним чином:

- уникати непотрібного (наприклад, профілактичного) лікування,
- не обробляти всіх тварин на одній ділянці одночасно,
- розміщувати оброблених тварин (молодняк ВРХ) поруч з необробленими тваринами (коровами) на пасовищі,
- тимчасове утримання тварин, які отримували авермектин (приблизно 2 тижні),
- використовувати екологічно безпечні діючі речовини (бензimidазолі, левамизол) на початку літа та влітку під час основного періоду розмноження комах.

Якщо тварини пасуться на м'яких і вологих ґрунтах, необхідний регулярний контроль і догляд за копитами. Вологі ділянки можуть бути джерелом їх захворювань. Для ветеринарного лікування у разі захворювання або епідемії (навіть на невеликих фермах) має бути доступне відповідне обладнання для відлову тварин (навіть на малих фермах). Більшість ускладнень виникають у suckler cows після народження. Телята сприйнятливі до хвороб, особливо в перші тижні життя, і як молоді тварини вони набагато чутливіші, ніж дорослі.

Що необхідно враховувати при управлінні пасовищами

Щоб запобігти поширенню небажаних видів, таких як щучник дернистий (*Deschampsia cespitosa*), види ситнику (*Juncus spp.*), осотів (*Cirsium spp.*) або щавлів (*Rumex spp.*), які поширюються за умови вибіркового поїдання рослин, а також для видалення надлишкових кормових угідь і гребенів, слід проводити обробіток ґрунту після косіння (ворушіння, мульчування). Це одночасно пригнічує появу дерев, таких як верба та вільха, а також посів небажаних видів. Крім того, для контролю вищезгаданих видів, які можуть бути ознакою недостатнього випасу, можна збільшити щільність поголів'я або дозволити тваринам довший час годування на вигулі. Надмірний випас, з іншого боку, проявляється у збільшенні кількості стійких до витоптування видів, таких як мітлиця повзуча, подорожник широколистий або сріблястий, на що слід реагувати зниженням щільності поголів'я або подовженням періодів відпочинку.

Чого потрібно уникати

Заходи, які рекомендуються для луків на мінеральних ґрунтах та осушених торфовищах, такі як прикочування шарів ґрунту після зими шляхом коткування, згрібання, пересіву, підживлення луків органічними добривами тощо, можна проводити лише за умови, що рівень ґрунтових вод навесні є достатньо глибоким, щоб ґрунт був прохідним для важкої техніки - це означає приблизно від -40 до -60 см у квітні. Якщо такі рівні ґрунтових вод встановлюються на початку року, це означає, що води від зимових дощів будуть відведені з території, що призведе до глибокого залягання ґрунтових вод на рівні близько -100 см і глибше, якщо додаткові води не можуть бути використані для зрошення влітку. Це означає, що такий тип управління призводить до деградації торфовищ. Це суперечить усім зусиллям, спрямованим на пом'якшення наслідків зміни клімату. Крім того, заборонено викидати гній на обводнені торфовища! Негативним наслідком цього є те, що на обводнених територіях потрібно відмовитися від високих вимог до якості кормів.

Крім вищезгаданих видів з низькою кормовою цінністю, важливо стежити за поширенням отруйних рослин, таких як хвощ болотяний (*Equisetum palustre*), крокус осінній (*Colchicum autumnale*), жовтець отруйний (*Ranunculus*

sceleratus), якобея звичайна (*Jacobaea vulgaris*), жовтозілля водяне (*Jacobaea aquatica*), паслін гірко-солодкий (*Solanum dulcamare*) та цикута отруйна (*Cicuta virosa*).

У чому переваги сінокісного пасовища

Територію сінокісного пасовища час від часу скошують. В такому випадку територія нагадує пасовище, і має чіткі відмінності від луків. Із збільшенням частоти косіння збільшуються частка підросту та кількість розеткових рослин, стійких до витоптування. Послідовність скошування та випасання залежить від швидкості росту рослин. Косіння проводиться один або два рази за вегетаційний період, з акцентом на випасання худоби. Ми рекомендуємо тільки екстенсивне скошування для торфовищ.

На відміну від екстенсивного використання луків, сінокісні пасовища дають можливість безперервного забезпечення високоякісним кормом. Якщо протягом пасовищного періоду послідовно включати в пасовище ділянки, які раніше використовувалися для заготівлі консервованих кормів, тваринам завжди можна запропонувати багатий на протеїн корм з достатньою енергетичною щільністю і достатнім вмістом сирової клітковини; або надлишки корму, які не можуть бути керовані випасом, можна зібрати у відповідний оптимальний час. Така форма використання пропонує високу економічну ефективність завдяки невеликій потребі у робочій силі та можливості використання великих площ. Система управління також позитивно впливає на індивідуальну продуктивність і здоров'я тварин. Безперервний випас при щільності поголів'я < 1,5 голови/га та перерва у випасі взимку може призвести до утворення щільного травостою.

Приріст живої маси

Приріст живої маси у витривалих порід, таких як герефордська та хайлендська, порівняно низький. Середньорічний середньодобовий приріст 600 г можна припустити для самців великої рогатої худоби Хайлендської породи. Для порід середньої інтенсивності вирощування в системі з частковим випасом можна очікувати прирости близько 800 г на добу. Швидкість росту самок на 5-15% нижча, ніж у молодих самців.

Як на якість м'яса впливають дата забою, холодне зберігання та дозрівання

У разі цілорічного випасу з невеликою кількістю підгодівлі взимку або взагалі без неї, тва-

рин не слід забивати з лютого по червень. У цей період вони значною мірою використали свої жирові запаси або ще не відновили їх в достатній кількості. М'ясо цих тварин жорстке навіть за умови оптимальної обробки. Стрес і перенапруження, спричинені розлученням, відловом, іноді довгими маршрутами транспортування та утриманням безпосередньо перед забоєм, не тільки погіршують добробут тварин, але й призводять до обмеженого процесу дозрівання м'яса, що негативно впливає на його якість.

На противагу цьому, так званий постріл на пасовищі може бути послідовним завершенням адаптованого до виду тваринництва. У цьому випадку тварину оглушують пострілом у голову на пасовищі у звичному середовищі, а потім вбивають через кровотечу. Відстріл на пасовищі вимагає ретельного планування: у Німеччині компетентні органи повинні бути повідомлені за 24 години, необхідна також кулеуловлювальна пастка і хороший, досвідчений стрілець. Протягом 60 хвилин тварина повинна бути доставлена на сертифіковану бійню. Відсутність стресу відображається на кращих значеннях різних параметрів (ніжність, колір м'яса, здатність утримувати воду), що стосуються якості м'яса. Передсмертні стресові реакції значно нижчі при пасовищному відстрілі, ніж при звичайному забої. Зрештою, забій на пасовищі також слугує ще одним позитивним моментом для продажу м'яса, отриманого в результаті екстенсивного вільного виходу.

Перед тим, як покинути бійню, за німецькими стандартами м'ясо в середині повинно мати температуру 7°C. Необхідно враховувати, що виробництво високоякісного м'яса також залежить від швидкості охолодження туші. Якщо м'ясо охолодити занадто швидко відразу після забою, воно може стати жорстким від холоду. Цьому можна зарадити шляхом поступового охолодження спочатку до 14-19°C, а потім інтенсивного охолодження до 7°C. Протягом першого тижня дозрівання аромат і ніжність яловичини досягають найвищого рівня, тому оптимальним вважається двотижневий період дозрівання. Більш тривалий період вимагає особливо високих гігієнічних стандартів і спеціальних технологій пакування.

Як найкраще продавати вироблену яловичину
Маркетинг в основному здійснюється за допомогою прямих продажів, що особливо важли-

во для збуту яловичини екстенсивних порід. Завдяки прямому контакту зі споживачем можна вказати на особливі якісні характеристики м'яса та умови, в яких утримуються тварини. Хороші маркетингові можливості для органічно виробленої яловичини є також у спеціальних органічних м'ясних крамницях та в торгівлі здоровою їжею.

Чи існують сертифікати і в чому їх переваги

Регіональне та органічне маркування може мати позитивний вплив на місцевий та регіональний маркетинг продуктів. Асоціації порід великої рогатої худоби також зазвичай мають власні знаки якості. При переході на органічну ферму слід звернути увагу на те, що тварин можна купувати лише зі стад, які мають органічний сертифікат.

Як цей процес впливає на викиди парникових газів у атмосферу

Коли велика рогата худоба утримується на полях з рівнем ґрунтових вод від 45 до 15 см нижче поверхні ґрунту (клас водності 3+), верхній шар торфу постійно аерується. Це сприяє кисневозалежним процесам розкладання, просідання та усадці торфовища і спричиняє викиди на рівні ~16-19 т CO₂ -екв. га⁻¹ рік⁻¹. Якщо худобу утримують на полях з вищим рівнем ґрунтових вод від 20 до 5 см нижче поверхні ґрунту (клас рівня ґрунтових вод 4+), викиди будуть дорівнювати ~8-12 т CO₂ -екв. га⁻¹ рік⁻¹. Для порівняння, осушені сільськогосподарські угіддя на торфовищах викидають понад 30 т CO₂ -екв. га⁻¹ рік⁻¹. Випас великої рогатої худоби є однією з практик з низьким споживанням торфу, тому з точки зору зміни клімату, випас худоби має сенс лише для (часткових) територій, де рівень води не може бути повністю відновлений до рівня заплави.

Як управління впливає на біорізноманіття

Екстенсивний випас відкриває високорослі та бідні на види рослинні угруповання і створює багату на види та структуру рослинну мозаїку. Важливу роль у цьому процесі відіграють відповідні харчові вподобання різних витривалих порід. Додаткові прогалини для піонерних видів створюються завдяки сходінкам на часто використовуваних переходах. Насіння також поширюється через фекалії та шерсть тварин, що випасаються на пасовищах. Структурно багата рослинна мозаїка створює високу різноманітність середовищ існування для фауни,

особливо це важливо для павуків і комах. Території, звільнені від рослинності шляхом витоптування, є важливим середовищем для харчування та розмноження кількох видів птахів. Однак, витоптування тваринами також може впливати на фауну, особливо на лугових птахів. Щоб уникнути пошкодження існуючих гнізд або молодих птахів, рекомендується дотримуватися адаптованих періодів використання угідь. У разі додаткового скошування рекомендується використовувати методи, сприятливі для біорізноманіття (наприклад, високе зрізання, коливальні, а не обертові косарки).

Витрати та доходи

Витрати були отримані з Karhengst та ін. (2005) для статей витрат, в яких щільність поголів'я має значення (корми, підстилка тощо), результати були отримані для щільності поголів'я 0,8 та 1 і 1,2 ОЖМ/га відповідно. Погодинна оплата праці була збільшена з 12 €/год до 15 €/год. Значення, наведені Karhengst та ін. (2005), у поєднанні з наведеною щільністю поголів'я, дають від 14 до 26 годин праці на одну ОЖМ. Розрахунок базувався на 25 робочих годинах на одну тварину, що призводить до різних витрат для трьох різних варіантів щільності поголів'я. До того ж, до змінних витрат була додана потреба у питній воді. На основі даних KTBL (Das Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. - Опікунська рада з питань техніки та будівництва в сільському господарстві) для лактуючих і сухостійних корів, вирощування телят і молодняку великої рогатої

худоби із середніми потребами у питній воді, припустимий склад групи призводить до потреби приблизно 425 м³ на рік. Залежно від щільності стада, різні витрати на гектар призводять до різних результатів. Для фіксованих витрат були обрані максимальні значення з Karhengst et al. (2005) для несприятливого сценарію, середні витрати для середнього сценарію і найнижчі витрати для сприятливого сценарію.

Передбачається, що 20 дійних корів утримуються з 2 телятами на 3 корови на рік. Телят-самців забивають у віці 8 місяців, коли вони досягають ваги 250 кг, як молочну м'ясну худобу. Молодих самок продовжують відгодувати (відокремлюють через 6 місяців) і забивають у віці 18 місяців при вазі 450 кг. Частки товарних частин яловичини (наприклад, стейк з хребта, м'ясо для гуляшу, фарш) у загальній вазі були взяті з даних для буйволів та перераховані на дві забійні ваги (теля 250 кг, телиця 450 кг). Ціни на відповідні яловичі відруби були взяті з Scholz (2019), вони нижчі, ніж ціни на відруби буйволів з Sweers et al. (2014), в результаті чого, дохід становить близько 1632 євро за теля-самця і 2938 євро за молоду самку.

При несприятливому сценарії утримується 0,8 ОЖМ га⁻¹, у середньому - 1 ОЖМ га⁻¹, а у сприятливому - 1,2 ОЖМ га⁻¹. Залежно від цього, на гектар та рік забивається різна кількість молочної м'ясної худоби та молодих самок великої рогатої худоби.

Таблиця 15.

Витрати та доходи від вирощування великої рогатої худоби на півночі Німеччини на гектар та рік

		Несприятливий сценарій	Середній сценарій	Сприятливий сценарій
Понесені витрати	Змінні витрати	-145 €	-175 €	-202 €
	Витрати на оплату праці	-300 €	-374 €	-450 €
	Фіксовані витрати	-57 €	-47 €	-40 €
	Всього	-502 €	-596 €	-692 €
Валовий дохід	Дохід (виторг, виручка від реалізації продукції)	1.079 €	1.012 €	1.214 €
	Субсидії на пасовища	100 €	235 €	680 €
	Дотації на тваринництво	0 €	45 €	181 €
Прибуток		677 €	696 €	1.383 €

Породи корів в Україні із Поліського регіону

В XIX – на початку XX століття на Поліссі існувала Поліська порода великої рогатої худоби, що була пристосована до особливостей утримання на цієї території: переважно болотиста місцевість, бідна на поживні речовини рослинність: кислі трави, осока, ситники. Заболоченість лук іноді була настільки значною, що дощовим літом не вдавалося прибрати сіно і тварини паслися, подекуди загрузнувши по черево.

Згадується, що корови Поліської породи не їли отруйний для них рододендрон жовтий (*Azalia pontica*), від якого дуже часто хворіла та гинула незвична до Полісся худоба. На жаль, Поліська порода зникла у 20 столітті (Резникова 2022).

Червона польська – найстаріша порода худоби Польщі, що має наступні переваги: гарна адаптивність, стійкість до хвороб, у тому числі хвороб копит, пристосованість до бідної на поживні речовини рослинності. До другої світової війни ця порода була популярною на всій території Польщі (у тому числі на території сучасної України). Зараз вона складає приблизно 1% від загальної кількості корів у Польщі³⁸.

Існують дві породи ВРХ, що було виведено наприкінці 20 століття в Українському Поліссі: Волинська м'ясна і Поліська м'ясна. Обидві породи добре себе почувають на пасовищах.

Волинська м'ясна була виведена спеціально для Полісся і Прикарпаття України, де м'ясні породи худоби погано акліматизуються. При її створенні використовували стару породу – Червону польську.

Поліська м'ясна була виведена на основі старої породи української сірої.³⁹ В основу нової породи було покладено генетичне поліпшення масиву тварин поліського зонального типу.⁴⁰

Використання стада української сірої породи великої рогатої худоби у проекті з екологічного відновлення острова Малий Татару Дельти Дунаю (за матеріалами, що підготувала Фурса Н.М.) (WWF Україна 2019)

Сіра українська порода – це єдина корінна порода в Україні, яка не зазнала схрещування з чужими генотипами. На початку 20 століття вона була універсальною породою в Україні – основне джерело молока, яловичини, тяглової сили. Тоді налічувалося до 5 млн голів худоби.

Попри давність генофонду сіра українська порода чудово пристосовується до сучасних умов і виявляє високий продуктивний і репродуктивний потенціал на рівні кращих світових м'ясних порід. Тварини цієї породи вирізняються високою живою масою, молодняк має значну енергію зростання (900–1100 г добу). Корови дуже плодовиті: кожна корова раз на рік приносить теля; до 10% корів можуть телитися двічі на рік; досить високий відсоток (до 6%) двійні.

Острів Малий Татару знаходиться у Дельті Дунаю. За радянських часів його по периметру було виокремлено від Дунаю дамбою, для використання території у сільському господарстві. У 2003-2004 дамбу було демонтовано, і у 2005 році завезено 10 голів сірої української степової породи корів. Передбачалося, що худоба стане головним інструментом менеджменту очеретяних заростей на острові після відновлення природного гідрорежиму. З 2005 року стадо перебуває на вільному випасі, в червні 2018 року на острові зафіксовано 35 голів.

В екстремальних, абсолютно нових екологічних умовах для сірої української породи сформувалася популяція високо адаптованих тварин у достатній чисельності, яка стійко розмножується. Адже стадо, цілий рік перебуваючи в умовах дикої природи, без будь-якої допомоги з боку людини, зуміло вижити, успішно розмножитися та продовжує розвиватися.

38 <http://www.pfhb.home.pl/www/english/index.php?strona=breeds.htm>

39 <https://agrostory.com/info-centre/zivotnovodstvo/sovremennye-ukrainskie-porody-krs/>

40 <https://kurkul.com/porody/69-poliska-myasna>

Переваги сірої української породи худоби в екологічних проектах з відновлення:

- Міцна конституція, висока адаптивність, резистентність до захворювань
- Міцний копитний ріг, відсутність захворювань копит у вологому середовищі
- Товста еластична шкіра – надійний захист від комах
- Висока плодючість і висока життєздатність молодняка
- Відмінний розвиток шлунково-кишкового тракту, здатного перетравлювати грубий рослинний і гілковий корм
- Розвинений стадний інстинкт – основа захисту молодняка і життєздатності стада
- Сильний материнський інстинкт
- Кмітливість, гарне вміння орієнтуватися в довкіллі

5.8.5 Висновки для тваринництва на вологих торфовищах

Як виняток, випас водяних буйволів (*Bubalus bubalis*) для виробництва м'яса і відгодівля гусей та качок особливо підходить для частково затоплених торфовищ, коли рівень води відповідає класу вологості ґрунту 4+/5+, оскільки клас вологості ґрунту 4+ вже є сприятливим для збереження торфовищ. Оскільки витоптування ущільнює ґрунт, то розкладання торфу зводиться до мінімуму. Буйволи витримують рівень води, близький до поверхні, і харчуються кормовою біомасою з низьким вмістом енергії. Утримання гусей не є проблемою навіть при більш високому рівні води. Управління вологими пасовищами за допомогою буйволів є майбутнім підходом, який застосовується в декількох природоохоронних проектах (Wiegand und Krawczynski 2010). З економічної точки зору, утримання водяних буйволів видається "економічно життєздатним", за умови, що м'ясо продається безпосередньо на ринку. Виходячи з того, що ми спостерігаємо у Північній Німеччині, виробництво молока буйволами (та й взагалі молочними породами) на неудобренних

вологих пасовищах є неможливим через недостатню якість кормів, оскільки потенційні надой молока є досить низькими. Але, ми припускаємо, що за економічних умов інших країн ситуація може бути іншою.

Екосистемні послуги тваринництва (особливо водяних буйволів та гусей) на основі управління на вологих торфовищах є наступними:

- М'ясо, інші продукти,
- Обслуговування та догляд за землею, збереження ландшафтів відкритими,
- Біорізноманіття (рослини, жуки, птахи тощо),
- Пом'якшення наслідків зміни клімату, поліпшення якості води.

Окрім утримання буйволів, гусей, качок всі інші варіанти тваринництва на обводнених торфовищах, слід розглядати з обережністю, оскільки вони ігнорують кліматичну функцію торфовищ через зниження рівня води, і не надають в повній мірі екосистемних послуг, про які йшлося вище.

5.9 Інші види використання торфовищ

Крім низки можливостей (деякі з них описані нижче), обводнені торфовища можуть дати простір для екологічного туризму, особливо, якщо буде створена відповідна інфраструктура, наприклад, оглядові вежі, екологічні стежки та марковані маршрути, а також, можливості для спостереження за птахами або для полювання (Tanneberger und Wichtmann 2011). Для більш детальної інформації див (Tanneberger und Wichtmann 2011) стор 108.

5.9.1 Лікарські рослини та ліки

Виробництво росички (*Drosera rotundifolia*) є варіантом вирощування на болотних торфовищах разом з торф'яними мохами (*Sphagnum* spec). Виснажені торф'яні поклади мають потенціал для вирощування лікарських і медоносних трав. У Білорусі понад 50 видів рослин торфовищ використовуються як сировина для фармацевтичної промисловості або є гарними медоносними. Ці лікарські рослини збирають у

природних заростях або вирощують на обводнених торфовищах. Дані про лікарські рослини боліт було отримано в результаті експериментів з бобівником трилистим (*Menyanthes trifoliata*), сідачем конопляним (*Eupatorium cannabinum*), гадючником болотяним (*Filipendula ulmaria*),

лелехою звичайною (*Acorus calamus*) та вовконігом європейським (*Lycopus europaeus*) в північно-східній Німеччині. Їх можна успішно вирощувати на землях з високим рівнем ґрунтових вод (Tanneberger und Wichtmann 2011).

Вирощування лікарських рослин

Вирощування лікарських рослин вважається однією із найбільш перспективних ніш в агробізнесі для України⁴¹. У 2017 році Україна експортувала лікарські рослини на 7,5 млн доларів, у 2022 — на 12,5 млн доларів. Рентабельність виробництва експерти оцінюють в 46% у перші 4 роки. В наступні роки прибутковість буде ще вищою. Перелік палюдикультурних лікарських рослин наведено у Табл. 2

За даними Держстату України, посівна площа лікарських рослин становить 3,8 тис. га, а загальний обсяг виробництва — 27 тис. ц⁴².

Перевагою є те, що компанії, які займаються переробкою лікарських рослин, активно пропонують співпрацю фермерам і беруть на себе переробку сировини, транспортування, маркетинг, продажі.

Серед рослин, що вважаються палюдикультурними, достатньо велика кількість лікарських ростуть у природі. Напевно, їх збір та вирощування можна поєднувати із бджільництвом.

Нижче приведено три компанії, що можуть стати партнерами.

Herbs Zaporozje ТМ <https://travizaporoja.com.ua/>

Вирощування і заготівля лікарських рослин, виробництво фітопродукції, розробка та виробництво обладнання для роботи з лікарськими рослинами.

Асортимент нараховує близько 200 рослин.

Growness group <https://growness-group.com/>

Найбільший експортер лікарської сировини в Україні. Заготовляє, переробляє і реалізує більш ніж 1,5 тисячі тонн сушеної продукції за рік. Зберігання і переробка здійснюється на складах біля Івано-Франківська. Площа складських і виробничих приміщень сягає 7 000 м².

Співпрацює з більш ніж 100 фермерами й заготівельниками з більшості регіонів України. Має органічне маркування.

ТОВ “Шльосем Україна” <https://shlosem.com/about/> – це агрофармацевтична компанія з культивування, заготівлі лікарських і ароматичних рослин, виготовлення з них екстрактів і ефірних олій та функціональних (профілактично-оздоровчих) продуктів.

Культивування та виробництво продукції здійснюється, як на власних виробничих площах, так і на потужностях партнерів, розташованих в Черкаській, Житомирській та Волинських областях.

Бджільництво

Україна входить у трійку світових лідерів з експорту меду. Мед є нішевим продуктом, який рекомендують виробляти експерти⁴³.

Тому, збільшується кількість фермерів, які займаються бджільництвом і, відповідно, необхідно збільшувати площі де бджоли можуть збирати мед.

Ідею використання ґрунтів, що непридатні для сільського господарства, як площ для медоносних культур, пропонують самі фермери⁴⁴.

41 <https://kurkul.com/spetsproekty/332-top-5-nayerspektivnishih-likarskih-roslin-dlya-fermeriv>

42 Вирощування лікарських рослин, як бізнес - AgroApp: Швидке кредитування для агробізнесу

43 Cherevko H., Cheverko I. (2020). Efficiency of Niche Agriculture in Ukraine. Problems of World Agriculture, 20(4), 18-28; DOI: 10.22630/PRS.2020.20.4.19.

44 <https://www.honeyprice.ua/blog/zhara-spasaem-pchyl-dumaem-na-perspektivu-o-metodah-selektcii/>

У рослин, що ростуть на вологих ґрунтах, є декілька переваг і вони можуть використовуватися для промислового медозбору. Особливістю боліт є наявність постійного медозбору навіть у жарку погоду, оскільки рослини мають достатньо вологи й нектар виділяється постійно (Боднарчук та ін 1993), що є перевагою з огляду на зміну клімату.

Болотна рослинність має значення для розвитку бджільництва на Поліссі. Рослинність боліт є гарним варіантом для бджіл весною, коли відбувається інтенсивний розвиток бджолосімей. Особливо цінне те, що медоноси цвітуть від ранньої весни до цвітіння білої акації. Болотний вереск, що росте на болотах, входить у 10 найкращих медоносів країни⁴⁵.

Нижче приведено перелік природних Поліських медоносів із вказанням кількості меду на 1 га.

Ledum palustre (багно болотяне) – 60-70 кг на 1 га, *Salix Sineria* - 60-70 кг на 1 га, *S. pentandra*, *S. myrtilloides* L., *S. lapponum* L. – верби, *Lysimachia Vulgaris* (вербозілля звичайне) – 20-25 кг на 1 га, *Alnus glutinosa* (вільха), *Comarum palustre* (вовче тіло болотне) – 25 -30 кг на 1 га, *Polygonum bistorta* (гірчак зміїний) – 40 кг на 1 га, *Geum rivale* (гравілат річковий) – 100-150 кг на 1 га, *Archangelica officinalis* (дягель лікарський), *Epilobium hirsutum* (Зніт шорсткий), *Caltha palustris* (Калюжниця болотна), *Lychnis flos-cuculi* (зозулин цвіт) – 65 кг на 1 га, *Petasites hybridus* (Кремена лікарська), *Frangula alnus* (Крушина ламка), *Mentha aquatic*, *Iris pseudacorus* (Півники болотяні), *Butomus umbellatus* (Сусак звичайний), *Populus nigra* (тополя чорна), *Stachys palustris* (Чистець болотяний) 100-120 кг на 1 га.

Бджільництво може поєднуватися із вирощуванням лікарських трав на палюдикультурних полях.

У ННЦ «Інституті бджільництва ім. П.І. Прокоповича» (<http://prokopovich.com.ua/>) існує Сектор економіки, організації виробництва продукції та розвитку кормової бази бджільництва.

5.9.2 Верба (*Salix spec.*)

(змінено після Birr et al 2020)

Вербу можна використовувати для різних цілей: низькорослі плантації - для біоенергетики, однорічні пагони верби (*Salix spec.*; див. фото 58) - для декоративно-прикладного мистецтва, наприклад, для плетених кошків або меблів, таких як стільці та інші корисні речі.

Неглибокі, деградовані, вологі сільськогосподарські землі на болотах - особливо маргінальні ділянки обводнених земель, придатні для

створення короткоротаційних енергетичних плантацій (КЕП). Пасовища придатні для короткої ротації до чотирьох років. КЕП, які мають бути пересажені через 20 років, можуть бути рекомендовані лише для обводнених, органічних орних ділянок з міркувань захисту клімату та, відповідно, до поточних умов захисту болотних ґрунтів. Зараз такі плантації можуть бути рекомендовані лише в рамках пілотних проєктів з дослідницькою метою. Тут має бути інтегрований моніторинг, який враховує аспекти біорізноманіття та впливу на клімат.

Верба (*Salix spec.*) вирощування в КЕП

Рівень води:	Влітку 20-45 см нижче рівня ґрунту, взимку 15-35 см нижче рівня ґрунту (клас вологості ґрунту 3+)
Вирощування:	Плантація
Врожай:	Залежно від сорту врожайність 3-6,3 т/га за рік та цільового використання, можливо кілька пагонів
Використання:	Енергетична деревина, плетені вироби, кошики
Стандартні викиди:	Необхідні подальші дослідження

⁴⁵ <https://www.honeyprice.ua/blog/medoproduktivnost-rastenij/#10.-veresk>

Які місця підходять для посадки верби

Верби можна вирощувати у вигляді КЕП на вологих і напіввологих ділянках без постійного обводнення (інтервал залягання ґрунтових вод 15-45 см нижче рівня землі). Оскільки, верби добре переносять тимчасово вологий ґрунт і навіть обводнення, вони є слушним варіантом господарювання на перехідних ділянках між сільськогосподарськими угіддями з однорічними культурами або пасовищами й більш вологими ділянками, де також може тимчасово виникати обводнення. Верби можуть досягати хороших темпів росту на неглибоких, деградованих болотних ґрунтах.

Які фактори слід враховувати під час вирощування

Якщо це орний ґрунт, що використовувався раніше, достатньо культивування або оранки восени. Незадовго до посадки, ґрунт слід підготувати шляхом обробітку. Якщо це орний пар або пасовище, де слід уникати оранки або використання гербіцидів, то при підготовці до посадки необхідно провести або мульчування, або скошування. Якщо скошений матеріал не використовується для інших цілей, його слід залишити на ділянці, щоб пригнічувати відростання супутньої рослинності, принаймні, на початковому етапі. Крім того, ділянку можна підготувати за допомогою стрічкового розпушувача, що значно зменшує конкуренцію з боку супутньої рослинності в перші тижні. Ще більш ефектив-

ним виявилось використання компостованої плівки, при цьому необхідно фрезерувати між рядами посадки, щоб мати можливість обтяжити плівку ґрунтом з обох боків. Недоліком цього методу, однак, є висока трудомісткість, а отже, і більші витрати.

Який посадковий матеріал можна використовувати

Існують сорти верби, які особливо підходять для КЕП. Наприклад, такі шведські сорти, як Тордіс [(*Salix viminalis* x *S. schwerinii*) x *S. viminalis*], Тора (*S. viminalis* x *S. schwerinii*), Інгер (*S. triandra* x *S. viminalis*) і Свен [*S. viminalis* x (*S. viminalis* x *S. schwerinii*)]. Якщо є можливість вирощувати кілька сортів верби зі схожими характеристиками росту, можна висаджувати їх у вигляді смугової суміші. Однак, існує ймовірність того, що окремі сорти будуть демонструвати відмінності у рості на даній ділянці.

Кількість рослин на ділянці залежить, насамперед, від виробничої мети та відповідного цільового періоду сівозміни. Для цільового періоду ротації від двох до чотирьох років рекомендується висаджувати від 8 000 до 15 000 рослин/га. При розрахунку кількості рослин також важливо враховувати оптимальну ширину міжрядь для вирощування, як з точки зору техніки догляду, так і концепції збирання врожаю. Відстань між рослинами в рядку не повинна бути меншою за 30 см.



Фото 58.

Плантація верби на краю водно-болотного угіддя, що використовується для заготівлі хмизу для плетіння кошиків, декоративно-прикладного мистецтва та інших ремесел, Дністровська низовина (Віхманн, 2017)

Який спосіб посадки є оптимальним

Незалежно від способу посадки, важливо переконатися, що рослини щільно сидять у ґрунті й не мають порожнин. Вибір такого способу залежить від посадкового матеріалу, доступної технології та рівня вологості місцевості.

Якщо на ділянку можна заїхати важкою технікою й обробіток ґрунту можливий без обмежень, рекомендується механічна посадка. Це найбільш економічно вигідний варіант. У цьому випадку живці довжиною 20 см, які безперервно завантажуються вручну в спеціальні машини, щільно висаджуються в ґрунт.

Якщо природоохоронні міркування важливіші за економічні і слід уникати оранки та/або використання важкої техніки, обирають стрижневу посадку. Якщо ділянка не розорується, необхідно переконатися, що живці досягають капілярної облямівки ґрунтових вод, а конкуруюча рослинність повинна бути короткою, щоб зменшити надземну світлову конкуренцію. Посадка може здійснюватися за допомогою машин, а також, вручну посадковим буром. За допомогою посадкового бура найменшого можливого діаметру висвердлюють лунку потрібної глибини. Потім живці вставляються в отвори вручну, а навколишній ґрунт притоптується, щоб посадковий матеріал міцно сидів у землі. Механічне створення вербової КЕП коштує близько 1750 євро/га, при цьому посадковий матеріал (включно з транспортуванням до місця) і посадка (включно з персоналом і відрядженнями) займають найбільші статті витрат - 1000 євро і 500 євро відповідно.

Коли найкращий час для посадки

Посадку слід проводити навесні (березень-травень) у безвітряну, суху, похмуру погоду, як тільки ділянка стане прохідною, а ґрунт не замерзне, щоб забезпечити ріст і проростання до можливої весняної посухи. Крім того, саджанці, отримані взимку, втрачають життєздатність, якщо їх зберігати занадто довго. Якщо немає ризику висихання, посадку можна проводити трохи пізніше, ніж зазвичай, аж до початку літа, за умови постійного охолодження посадкового матеріалу при температурі -2 °С.

Чи потрібен регулярний догляд за культурою

Особливо в рік закладання, а залежно від росту, можливо, і на початку другого року, необхідно регулювати супутню рослинність, щоб

звести до мінімуму конкурентний тиск рослин за воду і світло. Якщо ґрунт прохідний і забезпечена відповідна ширина міжрядь для важких машин, для догляду можна використовувати поверхневі машини, такі, як культиватор або дискові борони. Якщо ви хочете підтримати дерен і зберегти запаси вуглецю в ґрунті, не рекомендується використовувати машини, що проникають у ґрунт; натомість слід проводити скошування або мульчування кожні 3-4 тижні. Якщо перед посадкою не проводився суцільний обробіток ґрунту, в перший рік може знадобитися щомісячне скошування. Якщо ґрунт занадто м'який або використання великих машин небажане, можна використовувати високі газонокосарки, інші невеликі косарки (з насадкою для мульчування або без неї) або кущорізи. Відповідно, слід враховувати більші часові та фінансові витрати.

Чи потрібно регулярно вносити добрива

На відміну від вирощування однорічних культур, для КЕП не потрібні додаткові добрива. Під час збору врожаю взимку після опадання листя частина поживних речовин повертається до ґрунту. Осушені болота також безперервно поповнюються завдяки процесам мінералізації органічних речовин і багатству ґрунтових вод.

Які профілактичні заходи для охорони від тварин

Найбільшої шкоди молодим рослинам завдають парнокопитні тварини (козулі, лані, олені). Пошкодження верби відбувається переважно на молодих пагонах. У цьому віці верба також зазнає вітровальних пошкоджень. Пошкодження луцення стає актуальним лише для старих рослин з розвиненими стеблами. Загалом, доцільно висаджувати великомасштабні КЕП на територіях з високою чисельністю диких тварин, щоб розподілити тиск мисливських тварин. Належне полювання є найкращим рішенням для уникнення значних пошкоджень.

Поблизу водойм бобрі можуть пошкоджувати дерева (від 3 см в діаметрі). У цьому випадку паркани можуть виявитися ефективним заходом для захисту насаджень. Особливо на колишніх перелогах з дуже глибоким дренажем може відбуватися нашестя мишей (водяні полівки, земноводні *Arvicola*), але це призводить до значних пошкоджень лише у виняткових випадках. Комахи-шкідники: фратора звичайна (*Phratora vulgatissima*), дротяники (личинки

жуків-коваликів, родина *Elateridae*) та пильщик (*Nematus caeruleocarpos*) можуть траплятися й іноді завдавати серйозних економічних збитків. Корисні комахи, такі як: хальцидові оси (*Chalcidoidea*), види мух-грабіжників і мух, що літають, є важливими партнерами й можуть зменшити або навіть повністю запобігти поширенню шкідників на КЕП.

Коли найкращий час для збору врожаю і чому

Як правило, збирання врожаю відбувається лише в період спокою з листопада по березень, щоб уникнути пошкодження і, відповідно, втрати життєздатності рослин. Для механізованого збирання необхідні тривалі періоди морозів, під час яких ґрунт глибоко промерзає, щоб гарантувати, що по ньому можна буде проїхати. У досліді з вирощування сорту верби "Тордіс" на обводнених болотних луках було отримано врожайність від 3,0 до 6,3 т абсолютно сухої речовини га⁻¹ рік⁻¹ (1-ша ротація, 4 вегетаційні роки). У Нідерландах (Зегвельд) на площі близько 400 м² при середньому рівні води в коридорі з попереднім зняттям верхнього шару ґрунту було виявлено хороші показники росту верби сріблястої (*Salix alba*), плантація створена методом живцювання (3 рослини/м²), при середньому рівні води в коридорі. На противагу цьому, при постійному високому рівні води 10-30 см над рівнем ґрунту або при низькому рівні води близько 50 см нижче рівня ґрунту, ефективність росту була від помірної до поганої.

Які методи збирання рекомендуються

Короткоротаційні плантації з інтервалами між збиранням врожаю від двох до чотирьох років можуть бути обрізані по рубальних або по стрижневих лініях. На лісосіці подрібнювач і трактор з причепом повинні рухатися паралельно. Дереву звалюються і подрібнюються подрібнювачем за одну операцію, а потім завантажуються в причіп у вигляді тріски. Цей метод сьогодні забезпечує найнижчі витрати на заготівлю. Продуктивність подрібнювача становить близько 40 т га⁻¹ (20 т абсолютно сухої речовини га⁻¹), що відповідає продуктивності 1 га/годину для дворічного деревостану. Витрати на заготівлю становлять близько 27 євро/т абсолютно сухої речовини з варіацією 18-42 євро/т абсолютно сухої речовини.

У випадку зі стрижневими лініями дерева зрізаються за допомогою відповідної технології, наприклад, за допомогою валочного верстата,

і тимчасово зберігаються на краю поля, транспортування до якого може бути здійснене самим стовбурником для стовбурів довжиною приблизно до 200 м, для довгих рядів необхідне транспортування зворотним транспортним засобом, що спричиняє додаткові витрати. На краю поля стебла зазвичай залишаються на кілька місяців для висихання і лише потім подрібнюються на тріску. Сушіння очерету призводить до значно менших втрат сухої речовини, ніж зберігання тріски протягом того ж періоду часу. Врожайність тут дещо нижча, ніж на лінії з виробництва тріски, і становить близько 26 т абсолютно сухої речовини/га. Витрати на заготівлю становлять близько 25-45 євро/т абсолютно сухої речовини.

Яка технологія збирання потрібна

Для ліній подрібнення можна використовувати кормозбиральні комбайни або навісні подрібнювачі, призначені для переднього або заднього приєднання до тракторів. Комбайни можуть бути адаптовані до умов ґрунту за допомогою різних ходових частин, таких, як подвійні, здвоєні шини або широкі шини з пневматичним керуванням. Навісні подрібнювачі коштують дешевше, ніж кормозбиральні комбайни. Вони можуть використовуватися для однорядного і, в деяких випадках, дворядного обробітку деревних рослин з діаметром зрізу до 15 см. Подрібнений матеріал може бути поданий безпосередньо в підвіску, прикріплену до комбайна. З одного боку, досить груба тріска, вироблена культиваторними подрібнювачами, дуже добре підходить для тривалого зберігання, але з іншого - вона може викликати проблеми в малих і середніх спалювальних установках.

Залежно від довжини інтервалів заготівлі й, відповідно, діаметра зрізу деревних рослин, для пруткових ліній використовуються різні технології. При діаметрі зрізу деревних рослин менше ніж 8 см, заготівля може здійснюватися косарками-збирачами або після чого можуть бути використані технологічні процеси на лісосіках.

Які особливості потрібно враховувати при зберіганні тріски

Під час зберігання важливо мінімізувати мікробіологічну активність, яка може призвести до значних втрат сухої речовини та поширення небезпечних для здоров'я пліснявих грибків у трісці. Вирішальним фактором є розмір тріски.

Завдяки більшим щілинам, як наслідок, кращій вентиляції під час зберігання, крупна тріска розміром понад 80 мм висихає приблизно до 20% вологості протягом одного року, порівняно з дрібною тріскою. В результаті, зменшується як мікробна активність, так і розмноження плісняви. Крім того, сушіння підвищує теплотворну здатність і, таким чином, технічно придатну енергію.

Невеликі кількості дрібної та середньої тріски можна зберігати в накритих і добре провітрюваних приміщеннях. Великі обсяги врожаю бажано зберігати в конічних або витягнутих, загострених штабелях і на твердому ґрунті просто неба. Покриття компостною плівкою дозволяє зменшити потрапляння дощової води. Встановлення аераційних каналів або технічне сушіння, наприклад, з використанням відпрацьованого тепла з біогазових установок, допомагає поліпшити якість.

Таблиця 16.
Середні властивості палива для вербових КЕП

Розподіл	P45: 80 % маси 3,15-45 мм, дрібна фракція (< 5 %) < 1 мм, крупна фракція (макс. 1 %) 63 мм; P100: 80 % маси 3,15-100 мм, дрібна фракція (< 5 %) < 1 мм, крупна фракція (макс. 1 %) 200 мм
Вміст води (відсоток від маси вологого палива)	30-60 %
Зольність зі сторонніми домішками (у відсотках від маси абсолютно сухого палива)	< 10 %
Теплотворна здатність	10-15 МДж/кг

Інші варіанти використання

В останні роки верба відновила своє значення як фармацевтична сировинна рослина. Багато видів верби містять саліцилати, які ефективні при болях, у тому числі, ревматичного походження. Залежно від виду верби, кора містить від 1,5 до понад 11 % саліцилатів різного складу. Для отримання екстракту спочатку подрібнюють гілочки одно- або трирічних верб, а потім екстрагують речовину.

В якому масштабі КЕП є прибутковими

Прибутковість КЕП залежить від багатьох факторів. Окрім врожайності, особливо вирішальну роль відіграють витрати на збирання та транспортування. Чим більша відстань від місця збирання до місця зберігання або переробки, тим більші витрати.

Які варіанти використання енергії та продукту доступні

Енергетична утилізація деревини може відбуватися у вигляді деревних брикетів, деревних гранул, але найчастіше у вигляді деревної тріски. При виробництві пелет сировина продавлюється через матрицю за допомогою вальців (роликів), а пасма пелет нарізаються на потрібну довжину за допомогою ріжучого ножа. Завдяки своїй однорідній якості, пелети особливо підходять для електростанцій з автоматичною подачею. Тріска може продаватися відсортованою за розміром і вмістом води в кубометрах навалом. Потужність заводів з виробництва деревної тріски коливається від 15 кВт до декількох МВт.

Які вимоги до якості

Успіх продажу тріски залежить від однорідності матеріалу, вмісту води, грудкуватості, зольності та частки залишків листя. Середні дані для верби з КЕП представлені в наступній таблиці.

Як процес впливає на викиди парникових газів на майданчику

На пасовищах з рівнем ґрунтових вод від 15 до 45 см нижче рівня ґрунту (клас водності 3+) верхній шар торфу постійно аерується. Це сприяє кисневозалежним процесам розкладання, просідання та усадці торфовищ. Точні викиди парникових газів на цих ділянках, що перебувають під КЕП, наразі не можуть бути достовірно визначені. Однак, можна очікувати, що при використанні КЕП при рівні води класу 3+, викиди парникових газів будуть такого ж порядку величини, як і при використанні інших практик при рівні води класу 3+, тоді як при більш низьких рівнях води можна очікувати більших викидів. Згідно з сучасними знаннями, використання плантацій КЕП має сенс з точки зору захисту клімату лише для (часткових) територій, де рівень води не може бути повністю відновлений на рівні поля.

6. ВИКИДИ/ПОГЛИНАННЯ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ ТА ВПЛИВИ НА ПАЛЮДИКУЛЬТУРНЕ ВИРОБНИЦТВО, ПОВ'ЯЗАНІ З НИМИ

6.1 Карбонові ринки

Запровадження палюдикультури зменшує викиди парникових газів, тому думка продати ці зменшення на карбоновому ринку є слушною. Україна поки що не є учасником Системи торгівлі викидами Європейського Союзу, тому може брати участь лише у добровільному карбоновому ринку. Але виконання жорстких вимог Verified Carbon Standard (VCS) "створення" вуглецевих кредитів добровільного ринку пов'язане з високими витратами. Для нових типів проєктів вторинного обводнення торфовищ методологія повинна надавати детальну інформацію про те, як оцінюються викиди та яким чином відбувається скорочення викидів. Потім така методологія повинна бути перевірена, принаймні, двома незалежними консультантами. Наступним кроком є створення проєктно-технічної документації, у якій детально описані цілі проєкту, оцінка викидів і практичні заходи. Окрім практичних витрат на технічне впровадження, управління та моніто-

ринг, додаткові витрати виникають у зв'язку з незалежною валідацією проєкту та перевіркою його результатів (Joosten et al. 2016a). Жорсткі вимоги, що гарантують високу якість кредитів, передбачають адміністративні витрати на добровільний вуглецевий проєкт у кілька десятків тисяч євро. Отже, це стає непомірно дорогим, особливо для невеликих проєктів із застосуванням загальноновизнаного стандарту, такого як VCS. Регіональні стандарти, такі як MoorFutures у Німеччині (Joosten et al. 2016a), пропонують хорошу альтернативу при зниженні витрат. Зазвичай вони діють у рамках фіксованого набору юридичних норм, які не потребують незалежної оцінки. Крім того, вони спрямовані на інший ринок, який є набагато більш прозорим, порівняно з анонімним глобальним ринком вуглецю. Хороші регіональні стандарти забезпечують вуглецеві кредити такої ж якості, але за значно нижчою ціною.

6.2 Визначення прямих викидів парникових газів та запобігання їм

Існує декілька методів оцінки викидів парникових газів. Прямі вимірювання можна виконати за допомогою методу вихрової коваріації (eddy covariance technique). Метод вихрової коваріації (ВК) — це прямий метод вимірювання мікрометеорологічного потоку, який забезпечує швидкості обміну (потоки) енергії, газів і аерозольних частинок у масштабі екосистеми (від 100 м до 1 км) і з високою часовою роздільною здатністю (зазвичай 30-хвилинний крок у часі). Серед мікрометеорологічних методів ВК має найменше похибок. Вимірювання парникових газів та оцінка балансу парникових газів на основі цих даних є складним завданням (Tanneberger und Wichtmann 2011).

Багато досліджень потоків парникових газів між ґрунтом, рослинами та атмосферою покладаються на вимірювання за допомогою непрозорих камер і додаткових прозорих камер (див. Фото 59 і 60). За останні десятиліття були розроблені різні методики такого типу. Вони дають змогу робити висновки про викиди парникових газів для певного типу рослинності (наприклад, форми рослинності ((Succow und Joosten 2001)) за відповідних умов навколишнього середовища (наприклад, рівня води). Це складна робота, що стикається із практичними та теоретичними викликами вимірювання потоків ґрунтових газів за допомогою нестаціонарних камер, покращення якості окремих вимірювань потоку і, таким чином,

повного спектру досліджень парникових газів шляхом зменшення невизначеності та похибок.

Для того, щоб мати можливість визначити викиди парникових газів з цілого торфовища, необхідно провести відповідні вимірювання за допомогою камер для кожної окремої форми рослинності. Це займає дуже багато часу, тому простіше використовувати проксі⁴⁶ для відповідної форми рослинності або класу вологості ґрунту.

На малюнку 16 показано результати вимірювань у камері та прогнозований потенціал глобального потепління (Global Warming Potential (GWP)), виражений у тоннах CO₂-екв. га⁻¹ рік⁻¹ на основі вимірювань CO₂, N₂O та CH₄, порівняно із середніми рівнями води. Ми бачимо, що CO₂ збільшується зі зменшенням значення рівня ґрунтових вод, N₂O здається досить непостійним і має свій пік при рівнях ґрунтових вод близько -50 см. Викиди CH₄ починаються приблизно на рівні -10 см і зростають з підвищенням рівня ґрунтових вод. Рисунок 2 (Розділ 2.2) узагальнює ці графіки.

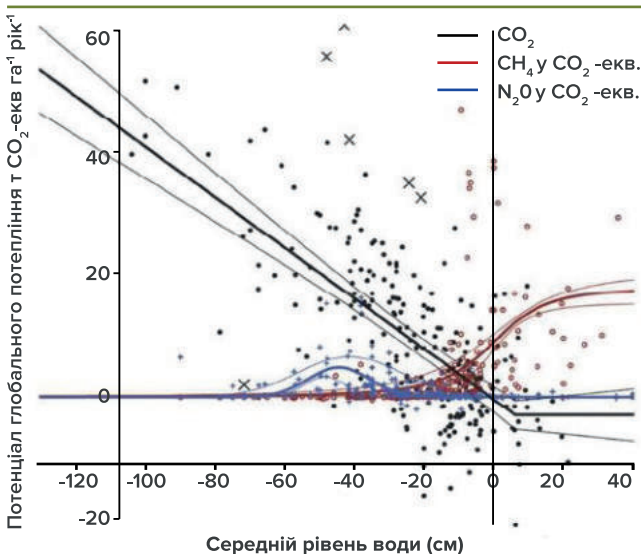


Рисунок 16. Емісії парникових газів з торфовища за різних середніх показників рівнів води (за Jurasinski et al. у (Wichtmann et al. 2016b)), виміряно за допомогою методу із застосуванням камер

6.3 Непрямі виміри – підхід GEST

Концепція «форми рослинності» (Succow und Joosten 2001) є основою для підходу GEST (Greenhouse gas Emission Site Type) - оцінка типу місця викидів парникових газів. Це класифікаційний підхід, який об'єднує флористичні та екологічні параметри. Він побудований на спостереженні, що в градієнті середовища (наприклад, від сухого до вологого) деякі види рослин зустрічаються разом, тоді як інші виключають один од-



Фото 59 і 60. Використання камер для вимірювання парникових газів з території із рослинністю. Ліворуч: Третя прозора камера ставиться для вимірювання на очерет; Праворуч: Камера для вимірювання обміну газів на осоках, обидва фото зроблені на торфовищах річки Яселда, Білорусь (Віхтманн, 2010)

ного (див. Рисунок 17). Комбінована поширеність певних груп видів рослин, а також, їх взаємне виключення, дають набагато точнішу інформацію про параметри ділянки, ніж окремі види рослин (наприклад, добре відомі значення індикатора Елленберга). Амплітуди різних груп видів дозволяють диференціювати класи факторів (див. Таблицю 1: Класи вологості ґрунту) за Couwenberg 2011 у (Tanneberger und Wichtmann 2011).

⁴⁶ Проксі – це вимірний фактор, який можна використовувати для оцінки іншого фактора, який важко виміряти безпосередньо.

градієнт фактору середовища

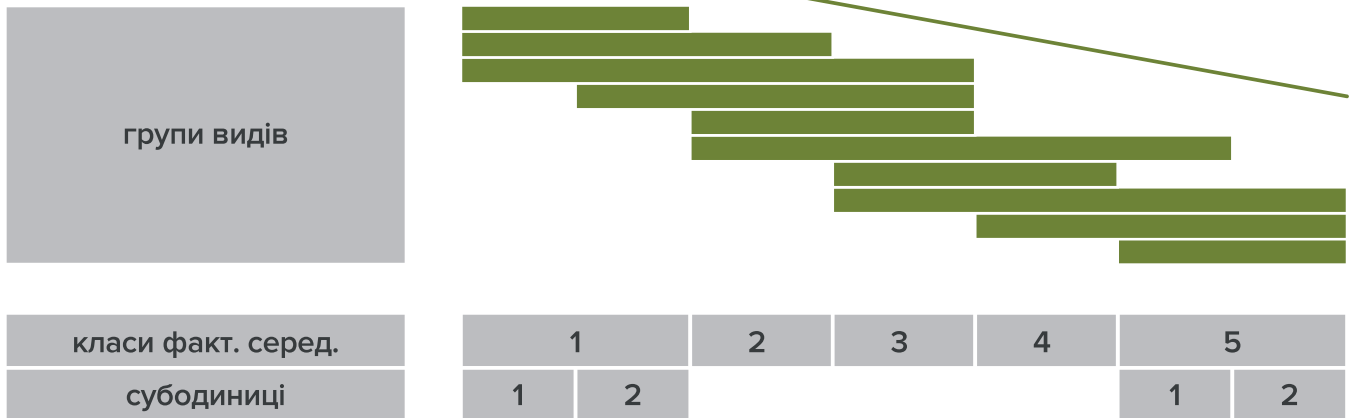


Рисунок 17.
Співпадіння груп видів уздовж градієнта факторів середовища

Форми рослинності називають шляхом поєднання назв характерних видів рослин і терміна, що належить до типу землекористування (наприклад, різнотрав'я *Caltha-Filipendula*). Їх можна швидко ідентифікувати в полі шляхом перевірки наявності та/або відсутності груп видів.

Підхід GEST за Couwenberg 2011 (Tanneberger und Wichtmann 2011) базується на описах місць, наданих у літературі з парниковими газами (ПГ). Форми рослинності були пов'язані з місцями вимірювання потоку газів. Для форм рослинності, які не відрізняються між вологими та дуже вологими ділянками, вологі та дуже вологі підтипи були отримані на основі видів-індикаторів або змін у домінуванні. Чисті значення потоку CO_2 і CH_4 були призначені формам рослинності за допомогою наступного протоколу:

1. Порівняйте виділені типи рослинності з рослинними та флористичними характеристиками, описаними в літературі по ПГ. У разі однакової присутності та відсутності груп видів приймаються значення потоку ПГ з літератури.

2. Щоб перевірити та визначити значення потоку, порівняйте на другому кроці дані про рівень води, отримані в результаті польових спостережень, індикатори форми рослинності (Succow und Joosten 2001) та значення Елленберга з регресійними моделями потоків ПГ щодо середньорічного рівня води. Якщо дані про рівень води не дають переконливих результатів, застосуйте експертну оцінку, беручи до уваги схожість із добре вивченими та описаними типами рослинності.
3. Якщо відомості про рослинність відсутні в літературі, порівняйте лише дані про рівень води та наявність видів із аеренхімою із моделями регресії, щоб отримати значення потоку.
4. Якщо ці дані не дають переконливих результатів, застосуйте експертну оцінку, беручи до уваги загальний характер ділянки та умови рівня води та значення потоку відповідних типів рослинності.

Таким чином, підхід GEST дає змогу отримати викиди парникових газів із карти типів рослинності торфовища, що робить непотрібними прямі вимірювання з камерним методом (Couwenberg та ін. 2011).

6.4. Розрахунки просідання

Втрата торфу – це сума розкладання, вітрової та водної ерозії та осідання торф'яного тіла. Емпіричне правило для оцінки втрат торфу з осушених торфовищ у помірному кліматі становить ~1 см на рік. У тропіках цей показник досягає кількох см втрати рівня торфовищ на рік.

Враховуючи зв'язок між окисненням, викидом CO_2 і просіданням, можна розрахувати викиди CO_2 , що може бути використано для прогнозування швидкості окисного просідання. Крім того, більшість досліджень взаємозв'язку між просіданням та викидом CO_2 припускають по-

стійне співвідношення окислювального просідання до ущільнення, яке для торфовищ помірного клімату зазвичай становить 1:1. Якщо прогнозується постійне співвідношення, то прогнозовані втрати CO₂ також можна використовувати для оцінки загального осідання (Mullholland et al. 2020).

У таблиці 17 наведено приклади розрахунку моделі просідання для ділянок і пар болотних/звичайних культур. Калькулятор використовує оцінку С-балансу на рівні поля та вимагає додаткових даних користувача щодо вмісту вуглецю та об'ємної щільності ґрунту. Ця проста модель лише розраховує ступінь зменшення темпів осідання після переходу до палюди-

культури, з «найкращим випадком» нульового осідання в болотних системах, які перестають бути джерелом CO₂. Ми не включили оцінки величини «відскоку» висоти поверхні, яка може статися в результаті повторного зволоження, про це можна говорити пізніше, коли ми отримаємо більше даних про зв'язок між рухом поверхні торфу та зміною рівня води. Система збирає ці дані на кількох територіях за допомогою вимірювання на основі сповільненої камери. Подібним чином, якщо деякі системи болотного землеробства призводять до вторинного активного процесу утворення торфу, це можна включити в модель, що призведе до додаткової чистої вигоди (Mullholland et al. 2020).

Таблиця 17.

Калькулятор просідання: розраховане окисне та загальне осідання для набору теоретичних прикладів територій. Дані, виділені жирним шрифтом, вказуються користувачем, дані, виділені курсивом, взяті з калькулятора викидів

КУЛЬТУРА	ВЛАСТИВОСТІ ТЕРИТОРІЇ			ОСІДАННЯ		
	Вміст С %	Об'ємна щільність г см ⁻³	Баланс С г С см ² рік ⁻¹	Окислювальне см рік ⁻¹	Разом см рік ⁻¹	Пом'якшення рік ⁻¹
Палюдикультурна 1			-140	0.00	0.00	-0.33
Традиційна 1	40	0.3	201	0.17	0.33	
Палюдикультурна 2			-61	0.00	0.00	-0.54
Традиційна 2	35	0.4	379	0.27	0.57	
Палюдикультурна 3			25	0.02	0.04	-0.95
Традиційна 3	45	0.25	557	0.50	0.99	
Палюдикультурна 4			112	0.11	0.22	-1.25
Традиційна 4	50	0.2	736	0.74	1.47	

Калькулятор просідання може використовуватися для прогнозування майбутніх змін висоти торф'яної поверхні за різних варіантів землеустрою (включно з вищим рівнем води для звичайної ріллі та садівництва, а також болотного землеробства), які можуть бути пов'язані з іншими навколишніми умовами. Наприклад, комбінація пом'якшення, просідання та зміни

середньої глибини ґрунтових вод може бути використана для прогнозування змін у майбутніх енергетичних витратах дренажних насосів на основі змін у відносній висоті, до якої потрібно буде закачувати воду. Його також можна використовувати для оцінки змін у потенційній ємності накопичувачів паводкової води та ризиків для інфраструктури (Mullholland et al. 2020).

7. ПОТЕНЦІЙНІ СУПУТНІ ВИГОДИ ВІД ПАЛЮДИКУЛЬТУРИ

Палюдикультурне землеробство дозволяє відновити або створити та/або підтримати екосистемні послуги вологих торфовищ, такі як поглинання та зберігання вуглецю, утримання води в ландшафті та поживних речовин, а також локальне охолодження клімату та забезпечення середовищ існування рідкісних видів.

7.1 Екосистемні послуги та вигоди

Обводнення торфовищ і впровадження палюдикультури є єдиною формою землекористування на торфових ґрунтах, за якої послуги із ресурсозабезпечення отримуються без суттєвого погіршення регулюючих й культурних послуг (див нижче). Зокрема, регулюючі по-

слуги означає зміну сільськогосподарської парадигми. Замість осушення торфовища використовуються в умовах постійної вологості, що зберігають торф. Глибоко осушені й сильно деградовані торфовища мають найбільшу потребу в діях з екологічного погляду і забезпечують найбільший земельний потенціал.

слуги можуть бути значно покращені або відновлені, порівняно з осушеними торфовищами, після вторинного обводнення (Luthardt und Wichmann 2016). Наступні послуги, як правило, зв'язані із різним ступенем впливу управління вологими торфовищами (Таблиця 18).

Таблиця 18.
Екосистемні послуги вологих торфовищ, на яких здійснюється управління (Joosten 2016b)

Тип послуг	Група
Ресурсозабезпечення	<ul style="list-style-type: none">• Біомаса для харчування: їжа та корми (Närmann et al. 2021)• Рослинні волокна: будівельні матеріали, підстилки, субстрати (Nordt und Wichtmann 2024)• Паливо (Eller et al. 2020, (Czubaszek et al. 2021; Wenzel et al. 2022))
Регулюючі	<ul style="list-style-type: none">• Місцевий та регіональний клімат (Joosten 2016a)• Очищення води, утримання її (у ландшафті) (Walton et al. 2020)• Кругообіг води (Wahren et al. 2016)• Оселища для видів – спеціалістів⁴⁷ (Tanneberger und Kubacka 2018)
Культурні	<ul style="list-style-type: none">• Естетичне сприйняття та натхнення, фізична і ментальна реабілітація, зелений туризм на болотах (Joosten 2016a)• Інформація та наукові знахідки: процеси, архіви (збереження у товщі торфових боліт залишків від органічного пилку до мумій людей) (Joosten 2016b)

Вигоди, які зазвичай можна очікувати від обводнення і подальшого підтримання вологих умов, включають скорочення викидів парникових газів, поліпшення якості води, утримання паводків, поповнення ґрунтових вод і охолодження шляхом випаровування.

⁴⁷ види, що мешкають вузькому діапазоні середовища існування та/або мають обмежений раціон

7.1.1 Скорочення викидів CO₂

Основні міркування щодо генерування вуглецевих кредитів від обводнення торфовищ були узагальнені ще у 2011 році (Tanneberger und Wichtmann 2011; Couwenberg et al. 2011). Перші вуглецеві кредити від обводнення торфовищ були продані у 2011 році (з німецької регіональної схеми Moorfutures). Перша національна схема була запроваджена у 2017 році (Кодекс торфовищ Великої Британії), також у 2017 році була створена методологія для вторинного обводнення осушених торфовищ помірного пояса в рамках Verified Carbon Standard (VCS).

7.1.2 Біорізноманіття

Вплив збору біомаси на біорізноманіття вже описано в розділі 2.4 (Інші результати обводнення торфовищ та переведення їх на палюдикультуру). У минулому обводнення торфовищ проводилося, переважно, для відновлення біорізноманіття. Незаймані торфовища слугували еталоном (van Dijk et al. 2007; Klimkowska et al. 2007). Проте, біорізноманіття вторинно зволжених, болотних пасовищ не слід порівнювати з біорізноманіттям боліт, що перебувають у близькому до природного стані. Скоріше, для порівняння слід використовувати стан до обводнення, тобто, пасовища або орні землі в інтенсивному використанні. У східноєвропейських країнах це також території родовищ видобутку торфу, і, як правило, інтенсивно використовувані пасовища. Масштабне осушення, яке почалося з 1960-х років, призвело до зникнення біорізноманіття боліт, характерного для Центральної Європи (Succow und Joosten 2001). Осушені болота інтенсивно використовуються як пасовища та орні землі й мають низьку екологічну цінність (Klimkowska et al. 2010). Припинення високоінтенсивного землекористування, безумовно, призведе до значного покращення стану боліт та біорізноманіття на них порівняно з поточним станом.

Збереження біорізноманіття може виграти від палюдикультури, але, оскільки, палюдикультура є відносно новою концепцією, досліджень про те, як біорізноманіття реагує на палюдикультуру, недостатньо. Було проведено мультитаксономічне дослідження рослинності, гніздування птахів та різноманіття членистоногих на шести перезволжених ділянках боліт, де домінують види *Carex* або *Typha*. Ділянки були незайманими, з низькою або високою інтенсивністю господарювання, розташовані в Мек-

ленбург - Передній Померанії на північному сході Німеччини. Дослідження продемонструвало, що ділянки палюдикультури можуть забезпечувати цінність біорізноманіття, навіть якщо вони не відображають історичні умови боліт. Ділянки ж, де здійснювався менеджмент, мали високе рослинне різноманіття, а також червонокнижних членистоногих і птахів, що гніздилися. Отже, палюдикультура має потенціал для забезпечення цінних оселищ для видів, навіть за умови продовження продуктивного господарювання (Martens et al. 2023).

Якщо для рослин і птахів існують дані різних досліджень, то таксони безхребетних та інші групи організмів поки що вивчені недостатньо. Значний дефіцит інформації спостерігається також щодо потенційного впливу вологих пасовищ і палюдикультурного землеробства на біорізноманіття. Загалом, дотеперішні дослідження здебільшого вивчали або вторинне обводнення, або управління болотними ділянками. Однак, у випадку з палюдикультурою, обидва процеси необхідно розглядати разом, що стосується не тільки Німеччини, але й інших болотних торфовищ помірного клімату в Європі. Моніторинг біорізноманіття слід проводити на всіх демонстраційних ділянках палюдикультуривання і, де це можливо, порівнювати його зі станом до обводнення.

Наявні дослідження (van de Poel and Zehm 2014) розглядають загрози для тварин, пов'язані з викошуванням, і пропонує способи їх зменшення. Щоб зменшити вплив косовиці на тварин, ми маємо кілька варіантів. Найефективніший з них - уникати косіння на певній території та/або в певний час. Це також може бути збереження смуг старої трави, ротація перелогів, зменшення кількості косіння на рік та відтермінування першої дати косіння. Косіння зсередини луку до зовнішнього кордону - метод, який витісняє тварин у притулки поблизу кордону, є простим у виконанні й дуже ефективним. Мета полягає в тому, щоб проїхати по якомога меншій площі поверхні, збільшуючи або стандартизуючи ширину косарки. Цей параметр вже має значний вплив на ймовірність виживання тварин. Перевагу слід надавати прутковим косаркам і, загалом, уникати використання плющилок. Мульчування не є належною заміною скошування. Висота зрізу повинна бути мінімум 10 см, а краще більше. Скошений матеріал не слід ні ворушити, ні згрібати, і, як мінімум, його слід

завантажити в причіп на наступний день після скошування. Дотримання цих правил при косінні може забезпечити виживання популяції (van de Poel und Zehm 2014).

Van de Poel und Zehm (2014) надають приблизний огляд варіантів захисту різних видів тварин шляхом адаптації управлінської діяльності, наприклад косіння. У конкретних випадках індивідуальні заходи можуть бути адаптовані до потреб окремих видів. Наприклад, чергування раннього і пізнього скошування необхідно для створення середовищ існування очеретянки прудкої (*Acrocephalus paludicola*) на переважно багатих поживними речовинами болотах. Можливо, знадобиться розробити та впровадити варіанти управління для інших видів та інших умов території. Тому необхідно перед початком робіт розробити концепцію, яка включатиме різноманітні цілі заходів вторинного обводнення. Якщо, наприклад, захід має на меті забезпечити появу типового для торфовища біорізноманіття із включенням конкретних видів, управління має бути адаптовано відповідно до їхніх вимог (час скошування, техніка скошування, глибина скошування тощо).

В результаті збільшення обсягів палюдикультури в Північній Німеччині можуть з'явитися площі, на яких щорічно вирощують очерет для виробництва стріх, що забезпечить можливе середовище існування для мешканців очерету. Для того, щоб оцінити потенціал оселищ для співочих птахів, що розмножуються в очереті, було проведено дослідження птахів, а також - огляд літератури про вплив комерційного зимового вирубування очерету на цих спеціалізованих мешканців (Zitzmann 2023). Щорічне вирубування очерету має значний негативний вплив на співочих птахів, що розмножуються в очереті. Види, які залежать від старих очеретяних заростей (кобилочка солов'їна (*Locustella luscinioides*), синиця вусата (*Panurus biarmicus*), очеретянка лучна (*Acrocephalus schoenobaenus*), уникають нещодавно вирубаних ділянок. Проте навіть менш вибагливі види, такі як очеретянка ставкова (*A. scirpaceus*) або вівсянка очеретяна (*Emberiza schoeniclus*), заселяють очеретяні зарості на наступний рік після збирання врожаю лише у порівняно низькій щільності. Таким чином, щорічне вирощування очерету в рамках палюдикультурного землеробства не створить якісних біотопів для очеретянок, що розмножуються в очеретяних за-

ростях. Проте, ці культури пропонують численні можливості як для фермерів, так і для збереження птахів. Території вирощування очерету також можуть зменшити тиск на природні очеретяні плавні, так що цілі захисту видів і збереження природи можуть бути досягнуті в першу чергу там. Крім того, на ділянках вирощування очерету можна інтегрувати заходи, спрямовані на поліпшення якості середовища існування птахів, що гніздяться в очереті. За їх реалізацію можна було б фінансово винагороджувати фермерів, наприклад, за допомогою агроекологічних схем. У контексті широкомасштабних заходів з обводнення можна поєднувати різні типи палюдикультури та відновлення деградованих (напів)природних оселищ, щоб сприяти збереженню типового біорізноманіття та боліт в цілому (Zitzmann 2023).

Палюдикультура може також підтримувати типову біоту торфовищ, як це було продемонстровано на прикладі багатой на види болотяної рослинності та водного співочого птаха, що перебуває під загрозою зникнення в Польщі (Tanneberger und Kubacka 2018). Особливо, коли скошування відбувається не щорічно, а частини ділянок залишаються без скошування, створюючи мозаїку видів, заготівля біомаси болота може сприяти збереженню безхребетних і птахів.

Використання вологих торфовищ для випасу буйволів може створити більш гетерогенну структуру ґрунту і рослинності, сприяти збереженню рослинного різноманіття, забезпечити середовище для розмноження амфібій і поліпшити - у поєднанні з пізнім скошуванням - умови проживання для лучних птахів, що перебувають під загрозою зникнення. Оскільки буйволи майже не потребують ліків, їхній гній не забруднений антигельмінтиками й підтримує багату мікрофлору і фауну, які формують основу розгалуженої харчової мережі (Joosten et al. 2016)

7.1.3 Рекомендації щодо підвищення біорізноманіття при палюдикультурних практиках та справедлива винагорода

Інтенсифікація сільськогосподарських практик в останні десятиліття призвела до значної втрати біорізноманіття в сільськогосподарських ландшафтах. Tanneberger et al. 2022 показали, що повторне обводнення осушених боліт і впровадження палюдикультурного

землеробства з великою ймовірністю збільшить біорізноманіття боліт порівняно з попереднім осушеним станом. Наступні заходи повинні стати палюдикультурним стандартом, щоб уникнути тих же грабель, на які в минулому наступало традиційне сільське господарство (Närmann et al. 2021):

- Утримайтеся від внесення азотних або фосфорних добрив.
- Утримайтеся від інсектицидів.
- Утримайтеся від обробітку та перевертання ґрунту.
- Проєктуйте та обслуговуйте канали таким чином, щоб вони сприяли збереженню біорізноманіття.

7.2 Економічні аспекти палюдикультури

Заходи зі збереження біорізноманіття часто потребують додаткових витрат. Для того, щоб екосистемні послуги вологих торфовищ і розвиток палюдикультури приносили користь суспільству, ми повинні розробити систему винагороди, а не просто відшкодовувати витрати. Виробники повинні бачити власну вигоду у тому, що торфовища надають екологічні послуги. Зрештою, управління вологими торфовищами є цікавим для виробника лише тоді, коли сума доходів (продаж біомаси, платежі за скорочення викидів парникових газів та агроекологічна підтримка) значно перевищує загальні витрати (див. Рисунок 18). Довгострокова перспектива отримання значного чистого доходу для фермера є передумовою для широкомасштабного впровадження.

Платежі за екосистемні послуги можуть складатися з наступного:

- Платежі на підтримку/покращення біорізноманіття.
- Винагорода за скорочення скидів поживних речовин.
- Уникнення викидів парникових газів та поглинання вуглецю.
- Інші послуги (місцеве охолодження, утримання води).

Для того, щоб повністю реалізувати потенціал відновлення та збереження біорізноманіття в управлінні водно-болотними угіддями, можна застосовувати заходи, що сприяють збереженню біорізноманіття. Такі заходи можуть як посилити позитивні ефекти, так і пом'якшити фактори, що їх стримують. До можливих заходів у палюдикультурі належать наступні (Närmann і Tanneberger, 2021):

- Встановлення 1-річного пару як частини сівозміни.
- Не коткуйте, не волочіть і не боронуйте навесні перед скошуванням.
- Висота зрізу має бути не менше, ніж 8 см.
- Застосовуйте ріжучу (осцилюючу) технологію замість ротаційної технології косіння.
- Вводьте обмеження під час гніздування птахів.

Сценарій А (рис. 18) показує, що виробництво очерету може бути економічно життєздатним у країнах ЄС без зовнішніх джерел доходу, в той час, як випадок Б (біомаса для виробництва енергії) вимагає додаткових вкладень із зовнішніх джерел. Проте, у випадку А можна вітати додаткові платежі, наприклад, за уникнення викидів.

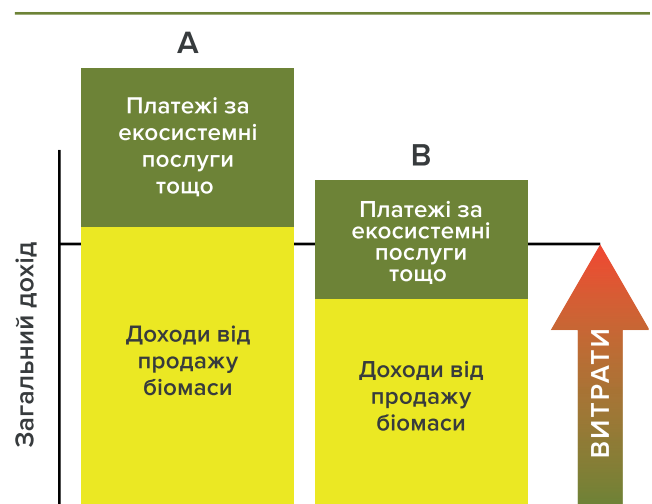


Рисунок 18. Оцінка економіки палюдикультури через поєднання різних джерел отримання доходу від палюдикультури. А: Оцінка виробництва очерету для отримання біомаси; В: Оцінка виробництва біомаси для отримання енергії

Для багатьох форм палюдикультури все ще існують прогалини в усіх країнах щодо даних про витрати і доходи. Навіть для відносно поширених вологих луків, про які є багато детальної

інформації, все ще бракує даних про те, які умови та врожайність біомаси найчастіше зустрічаються на практиці на палюдикультурних ділянках. Проте, умови та характеристики ділянки, такі, як розмір площі, твердість ґрунту, нерівності ґрунту, частота перешкод та відстань від ферми у поєднанні з врожайністю біомаси визначають техніку, яка може бути використана, необхідні трудовитрати, а також, співвідношення витрат та доходів. Тому слід розглядати кілька сценаріїв. Точкові оцінки прибутковості

легко порахувати, а детермінований облік з використанням фіксованих значень обмежується конкретними випадками. Моделювання, що демонструє умови й можливий діапазон збитків або прибутків, швидше за все, дасть більш точну картину реальності (Wichmann 2017). Крім того, потенційний дохід від агроекологічних схем суттєво впливає на результат, тому майбутні схеми фінансування повинні бути ретельно продумані (див. Рисунок 18).

7.3 Вплив вторинного обводнення і впровадження палюдикультури на здоров'я мешканців громад

Незаймані та вторинно заболочені торфовища сприяють добробуту людей, знижуючи ризик пожеж, регулюючи водопостачання та пропонуючи альтернативні засоби до існування. У районах, де торфовища значно осушені, часті пожежі загрожують здоров'ю населення через утворення небезпечних речовин при горінні та економіці. Постачання питної води у водозборах, де переважають торфовища, залежить від управління цими екосистемами. Естетичні та рекреаційні цінності торфовищ і пов'язаних з ними водно-болотних угідь створюють можливості для регіонального прибутку від екотуризму.

Пожежі навесні 2020 року пройшли через багато осушених торфовищ і охопили 23% території Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника, знищивши 12 000 га лісів (переважно насаджень) та пошкодивши 3 500 га торфовищ. Ці пожежі довели враз-

ливість антропогенно змінених екосистем і продемонстрували високі ризики ремобілізації радіонуклідів на територіях радіоактивного забруднення. Пожежі, що виникли за межами Чорнобильської зони відчуження, до середини квітня 2020 року поширилися в безпосередній близькості від зони зберігання радіоактивних відходів. Пожежі не лише збільшили забруднення повітря (в тому числі радіонуклідами) на місцях, а й вплинули на якість повітря в регіоні. Насправді, через пожежі забруднення атмосферного повітря подекуди у Києві у квітні 2020 року показники досягли значення 380 (індекс якості повітря США), перевищивши поріг «небезпечного» рівня в 301. Російське вторгнення у 2022 році спричинило нову серію пожеж на осушених торфовищах, у тому числі на території Чорнобильської зони відчуження. З 24 лютого 2022 року по 18 березня 2022 року вигоріло понад 6653 га⁴⁷.

7.4 Гендерні аспекти палюдикультури

І жінки, і чоловіки займаються сільським господарством у всьому світі, хоча їхні ролі значно відрізняються, залежно від регіону, та швидко змінюються. Це стосується і господарства на водно-болотних угіддях. Стать визначає доступ до виробничих ресурсів і можливостей, при цьому, жінки мають менший доступ до багатьох активів, ресурсів і послуг. Гендерні дослідження щодо робіт з управління торфовищами зустрічаються рідко.

В Україні, згідно зі статистикою, чоловіки становлять 71 відсоток всіх офіційно працевлаштованих у сільському, лісовому та рибному господарствах. Жінки менше представлені

на керівних посадах і посадах вищого рівня, порівняно з канцелярською та допоміжною роботою. Гендерний розрив в оплаті праці в сільському господарстві є вужчим, ніж, в середньому, по економіці, але в той же час, значна частина сільськогосподарських робіт, включаючи роботу, яку зазвичай виконують жінки, здійснюється в неформальній та неоплачуваній сферах (FAO, 2021).

Тоді як у більш широкому сільськогосподарському ландшафті спостерігається помітний гендерний розрив, органічний сектор демонструє більш справедливий розподіл ролей і обов'язків між чоловіками і жінками. За ста-

48 <https://mepr.gov.ua/informatsiya-pro-naslidky-dlya-dovkilliya-vid-rosijskoyi-agresiyi-v-ukrayini-24-lyutogo-18-bereznya-2022-roku-2/>

тистикою, на початок 2021 року жінки керували 20,8% господарств в Україні. А за результатами нещодавнього дослідження, близько 27% керівників органічних господарств - жінки. Таку різницю з традиційним сільським господарством можна пояснити, серед іншого, тим, що органічне землеробство часто починають люди, які не мають успадкованих традиційних стереотипів і замість цього вивчають сучасні методи ведення сільського господарства та бізнесу (Organic Initiative, 2024).

У найближчому майбутньому повоєнне відновлення України багато в чому залежатиме від жінок, оскільки воно має враховувати багато аспектів, зокрема, впровадження Європейського зеленого курсу, що безпосередньо пов'язано з участю жінок, які є рушійною силою зелених трансформацій (Organic Initiative, 2024).

Серед рекомендацій ФАО щодо поліпшення ситуації, доцільними для палюдикультури є такі (FAO, 2021):

- Під час підтримки програм, спрямованих на економічне розширення прав і можливостей жінок, що мешкають у сільській місцевості:
 - Створювати гідну працю (оплачувані робочі місця у формальному секторі) для жінок у сільському господарстві та позасільськогосподарських секторах економіки. Прагнути до диверсифікації можливостей працевлаштування жінок у сільській місцевості та зменшення гендерного розриву в оплаті праці.
 - Збільшувати підтримку жінок-фермерів та жінок, які хочуть займатися підприємницькою діяльністю у сільській місцевості (як сільськогосподарською, так і не сільськогосподарською). Підтримка може включати фінансову та юридичну допомогу, а також, нарощування потенціалу, щоб підвищити підприємницькі навички жінок та усунути прогалини у знаннях.
- Під час підвищення видимості жінок та ролі жінок у сільському господарстві:
 - Слідувати національним пріоритетам у боротьбі з гендерними стереотипами, використовувати можливості для просування образу "жінки-фермера в Україні" та жінок в інших професіях, пов'язаних із сільським господарством, та підвищувати обізнаність

про можливості жінок у сільській місцевості, а також їх вразливість.

- Залучати лідерів-чоловіків та зацікавлені сторони до зусиль щодо подолання гендерних стереотипів, особливо у секторах, пов'язаних із сільським господарством та розвитком сільських територій.

Оскільки, осушені торфовища, як правило, є землею, що використовується, вторинне обводнення торфовищ і впровадження болотного землеробства вплине на землекористування та засоби до існування. Досвід використання перезволожених і раніше не осушених торфовищ можна знайти також в Україні (див. Розділ 1). У деяких селах місцеві господарства заробляють на зборі ягід із торф'яних боліт. Тут стало збирання продукції торфовищ, яке не погіршує їхній стан, є потенційною можливістю для існування. Для захисту клімату охорона та відновлення торфовищ є особливим пріоритетом.

Для того, щоб розв'язати низьку проблем, пов'язаних із торфовищами, (Ziegler et al. 2021) пропонують подивитися на ту роль, що відіграють торфовища у забезпечення життєдіяльності людини, починаючи від глобальної ролі до унітарної ролі у побуті. Щоб пов'язати палюдикультуру з потребами людей та підвищити їхню мотивацію щодо розвитку цього напрямку. Палюдикультура має розглядатися, як виробнича ніша в рамках сталого співіснування людини із торфовищами (Ziegler et al. 2021).



8. ПОТЕНЦІЙНІ ВПЛИВИ ЗМІНИ КЛІМАТУ НА ПАЛЮДИКУЛЬТУРУ

Є певна кількість досліджень, присвячених впливу зміни клімату на палюдикультуру. Різні сценарії передбачають загрози, а також потенційні виклики та можливості зміни клімату для болотного господарства. Можна припустити, що в Україні буде перерозподіл опадів, літо стане більш посушливим і виникатиме потреба у великій кількості води. Це означає, що запаси води на торфовищах мають бути оптимізовані. Воду від сильних дощів не можна відводити безпосередньо, а потрібно зберігати на місці. Це створює резерви, які потім можна використувати протягом вегетаційного періоду.

Можна припустити, що це можливо лише за

умови повного затоплення від 30 до 60 см раною весною, щоб мати можливість підтримувати середні рівні води вищими за -20 см нижче рівня ґрунту під час літніх сухих фаз. Теплі умови можуть спричинити вищу продуктивність болотних культур. Також можуть виникнути умови для вирощування нових водно-болотних культур, які раніше не адаптувалися до клімату України. Зони болотного землеробства можуть бути спроектовані для накопичення надлишку річкової води взимку, щоб забезпечити захист від повеней сільськогосподарських угідь і міських територій, та можливість випуску води на сільськогосподарські угіддя за потреби протягом літніх місяців (Mullholland et al. 2020).

9. ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

9.1 Бар'єри до переходу

Існує ряд причин, які ускладнюють впровадження палюдикультури:

- Втрата цінності землі: не дивлячись на всі мінуси осушення торфовищ вони все одно вважаються громадянами ціннішими, ніж повторно заболочені.
- Витрати на перехід: переорієнтація використання торфовищ для повторного зволоження та створення болотних культур може відбутися лише після планування, технічної реалізації. Сюди також входить придбання та обслуговування спецтехніки. Усі ці кроки потребують часу та грошей. Збережен-

9.2 Стимули для переходу

З одного боку, держава може створити рамкові умови, які забезпечать стимули для вторинного обводнення та впровадження болотних культур (наприклад, агроекологічні програми, такі, як плата за екосистемні послуги від болотних культур, програми ринкового стимулювання, запровадження карбонових ринків тощо). Додатковим стимулом може бути заміна неекологічних продуктів (наприклад, як полістирольні ізоляційні плити), екологічними (ізоляційні плити з рогозу й очерету). Або ініціативи приватного сектора можуть забезпечити відповідні стимули (наприклад, приватний ринок CO2 сертифікатів зі скорочення викидів).

Індивідуальні економічні інтереси є основним аргументом для будь-якої форми рішення щодо управління водно-болотними угіддями та будь-яких думок землекористувачів про те, щоб щось змінити. Виробнича функція торфовища, зрештою, ціна на продукцію від вирощування та збору спеціальних культур (очерету, мохів, росичок) стане:

ня управління на основі дренажу часто є економічно ефективнішою альтернативою, якщо, наприклад, не потрібно купувати права на викиди.

- Відсутні ринки: ринки палюдикультурної біомаси або продуктів, виготовлених з неї, можуть розвиватися лише паралельно зі зростанням пропозиції цих продуктів (проблема курки і яйця). Найпростіший спосіб зробити це, замінюючи менш екологічні продукти палюдикультурною продукцією на існуючих ринках.

- Винагородою за охорону природи
 - Платою або премією за екосистемні послуги
- Міжнародна торгівля продуктами болотного господарства також може мати вирішальне значення. Експорт продукції з болотного господарства може бути набагато цікавішим, ніж місцеві ринки (наприклад, експорт пелет або соломи).

Інструменти/кошти для фінансування вторинного заболочування торфовищ та палюдикультури:

- Moorfutures [MoorFutures - Klimaschutz trifft Biodiversität - Home](#)
- NABU Klima+ approach [Moorflächen nass bewirtschaften - NABU](#)
- AECO Schemes [aeco – Peatland restoration](#)
- [AAA_GDNK-Groen-Veenweide-002-1-english_def_def.pdf \(nationaleco2markt.nl\)](#)

Наприклад, для застосування підходу NABU Klima+ потрібно виконати наступні кроки (подібні до АЕСО, що планує виходити на Український ринок):

1. Заява власника землі або землекористувача.
2. Прогноз потенціалу зменшення викидів через підвищення рівня ґрунтових вод.
3. Картування сайту відповідно до підходу GEST.
4. Договір.
5. Платежі за скорочення викидів парникових газів.

Сертифікація продуктів палюдикультури може дати землевласникам додаткові стимули для переходу до більш сталого управління торфовищами. У процесі сертифікації логотип може бути присвоєно продуктам, які відповідають

принципам палюдикультурного виробництва (див. Розділ 3.1). Це дає інформацію, наприклад про екологічно чисте виробництво і може бути причиною вищих цін, ніж на несертифіковану продукцію. Для цього необхідно створити організацію, яка керує процесом, забезпечує контроль і видає сертифікати на продукти. Потужним стимулом може бути запуск в Україні системи розподілу дозволів на викиди парникових газів, які надаються, наприклад, фермерам, які працюють на осушених торфовищах, ціна яких зростає з кожним роком. Тоді сільгосп підприємство мало б платити за кожну тонну викидів ПГ. Зі зростанням цін це зробило б управління осушеними торфовищами непризвлекливим і спонукало б виробників обробляти свої торфовища за вологих умов, тобто переходити до палюдикультурного землеробства.

9.3 Внесок у відбудову та відновлення України

Розвиток палюдикультури в Україні сприятиме реалізації наступних принципів Зеленого Відродження України, проголошених українськими громадськими організаціями у 2022 році:

1. Інтеграція екологічної та кліматичної політики в усі сектори, включаючи внесок у декарбонізацію сільськогосподарського виробництва, збереження біорізноманіття та перехід до стійких сільськогосподарських практик.
2. Реконструкція має служити потребам українців та сприяти сталому розвитку України. Включення повного циклу палюдикультурного виробництва в національну економіку сприятиме розвитку виробничих ланцюгів з високою доданою вартістю, наприклад, виробництва ізоляційних матеріалів. Крім того, вдосконалення технологій догляду за природними насадженнями ягід і трав, що ростуть на природ-

них торфовищах, сприятиме довгостроковій стабільності життєдіяльності місцевих громад та збереженню біорізноманіття.

3. Дотримання європейських інструментів екологічного планування для відновлення України. 17 червня 2024 року Рада Європейського Союзу прийняла новий закон про відновлення природи. Це також включає відновлення осушених торфовищ під сільськогосподарське використання, тому болотне землеробство є оптимальним рішенням для поєднання вторинного зволоження торфовищ із безперервним сільськогосподарським виробництвом.

Варто також зазначити, що розвиток болотного господарства в Україні призведе до стійких та децентралізованих аграрних систем, які підтримуватимуть місцеві громади.

9.4. Перспективи палюдикультури

За умови дотримання вимог, що встановлені кліматичними цілями, палюдикультура не допускає половинчастих заходів. Але люди завжди намагаються оптимізувати та пристосуватися до економічної ситуації. Оскільки рослини водно-болотних угідь часто мають велику амплітуду для оптимального зростання, то можна було б отримувати вищі врожаї при нижчих рівнях ґрунтових вод. До того ж, нижчий їх рівень дозволяє використовувати звичайну техніку для збирання врожаю, що дає змогу уникнути

інвестицій у спеціальні машини. Але, це може призвести до недостатнього підняття рівня ґрунтових вод, наприклад, шляхом встановлення підземного зрошення або занадто низького рівня гребель при будівництві. Середній рівень ґрунтових вод повинен бути вище -20 см від поверхні ґрунту протягом літнього сезону, взимку він повинен бути ще вищим. Це умови, які підходять для багатьох видів палюдикультурних рослин (зелене коло на рисунку 19).

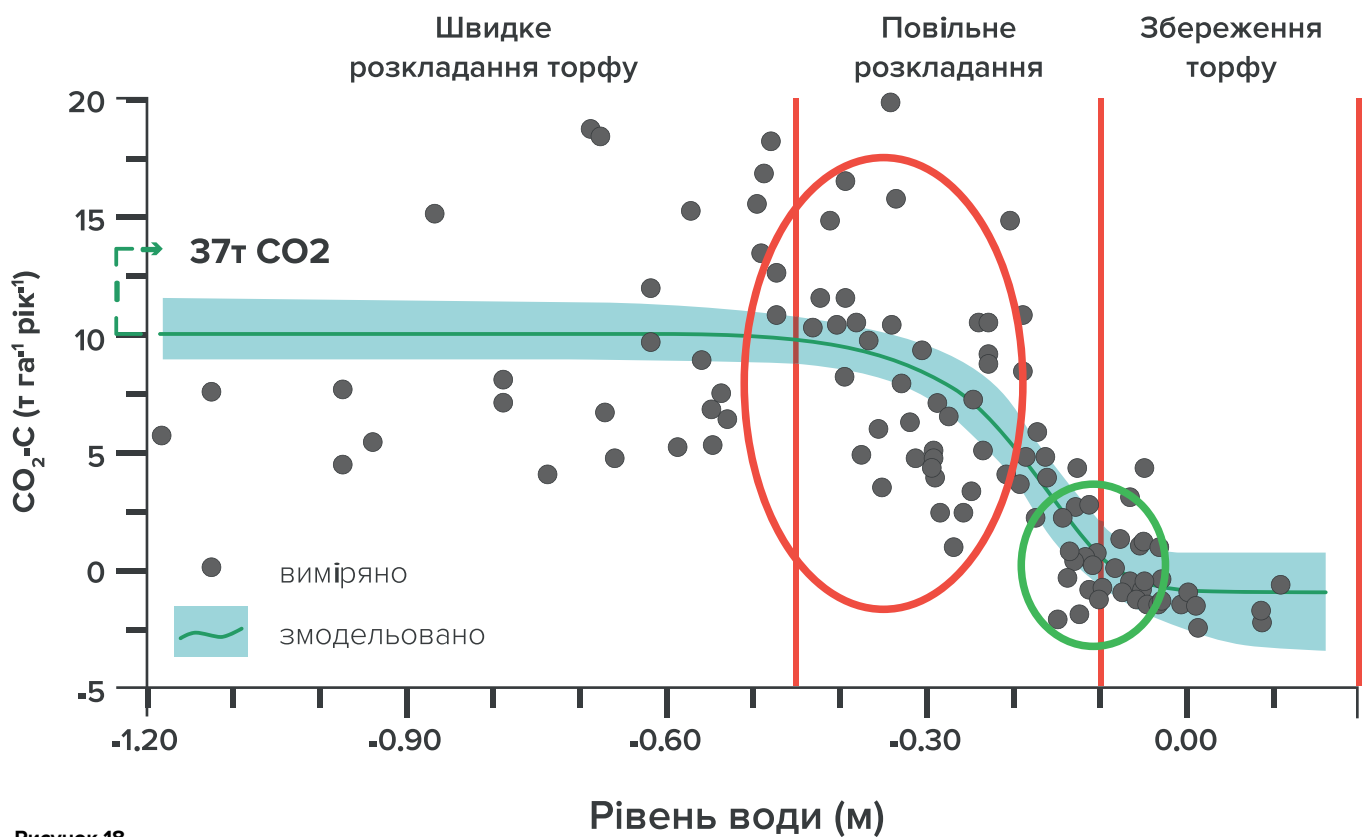


Рисунок 18.
Викиди CO₂ з органічних ґрунтів у помірному поясі (змінено за Tiemeijer et al. 2020)

Іншим аргументом на користь впровадження дещо нижчого рівня води могло б бути те, що за таких умов фермери та землевласники можуть поступово звикнути до обводнення торфовищ, яке не буде дуже відрізнятися від звичайного управління територією. Тоді для досягнення цілей палюдикультурного землеробства на таких торфовищах будуть необхідні додаткові етапи обводнення. Однак, багатоетапний підхід може бути виснажливим, оскільки напрямки роботи фермерських господарств орієнтовані на тривалі періоди часу (наприклад, 25 років), і вони не можуть швидко змінюватися. Щоб уникнути таких проблем, необхідно встановити регулярний моніторинг дотримання рамкових умов, яких вимагає палюдикультура.

Не потрібно відступати від вимог палюдикультурного землеробства, яке завжди є поєднанням максимального скорочення викидів і ви-

робництва біомаси, з урахуванням фактично досягнутого рівня ґрунтових вод. Вони повинні бути щонайменше -10 см або вище взимку і -15 см влітку. В іншому випадку екосистемна послуга із виробництва біомаси переважатиме над скороченням викидів та іншими функціями, пов'язаними з торфовищами.

Утримання свійських тварин на перезволожених торфовищах може бути другим найкращим рішенням для управління вологими торфовищами. Лише кілька окремих видів придатні для пасовищного тваринництва (водяні буйволи, гуси та качки). Однак, можна припустити, що їх утримання неможливе у великих масштабах, а може бути рекомендоване лише як нішеве використання, не в останню чергу, через відсутність очікуваної прибутковості або обмеження рішень, що передбачають прямий збут продукції.

10. СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Abel, S & Kallweit, T. (2022): Potential Paludiculture Plants of the Holarctic. Proceedings of the Greifswald Mire Centre 04/2022. Greifswald. Online verfügbar unter https://greifswaldmoor.de/files/dokumente/GMC%20Schriften/2022_Abel%20&%20Kallweit_2022_DPPP_Holarctis.pdf.

Abel, S.; Couwenberg, J.; Dahms, T.; Joosten, H. (2013): The Database of Potential Paludiculture Plants (DPPP) and results for Western Pomerania. In: *Plant Diversity and Evolution* 130 (3-4), S. 219–228.

Abel, S.; Haberl, A.; Joosten, H. (2011): A decision support system for degraded abandoned peat-lands illustrated by reference to peatlands of the Russian Federation. Michael-Succow-Stiftung zum Schutz der Natur, Greifswald. A decision support system for degraded abandoned peat-lands illustrated by reference to peatlands of the Russian Federation. Greifswald: Succow Stiftung.

Audet, J.; Zak, D.; Bidstrup, J.; Hoffmann, C. (2020): Nitrogen and phosphorus retention in Danish restored wetlands. In: *Ambio* 49, S. 324–336.

Becker, L.; Wichmann, S.; Beckmann, V. (2020): Common Reed for Thatching in Northern Germany: Estimating the Market Potential of Reed of Regional Origin. In: *Resources* 9 (12), S. 146. DOI: 10.3390/resources9120146.

Birr, F.; Abel, S.; Kaiser, M.; Närmann, F.; Oppermann, R.; Pfister, S. (2021): Zukunftsfähige Land- und Forstwirtschaft auf Niedermooren – Steckbriefe für klimaschonende, biodiversitätsfördernde Bewirtschaftungsverfahren: Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde und Greifswald.

Birr, F.; Luthardt, V. (2021): Weide mit Wasserbüffel. In: F. Närmann, F. Birr, M. Kaiser, M. Nerger, V. Luthardt, J. Zeitz und F. Tanneberger (Hg.): Klimaschonende, biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung von Niedermoorböden. Bonn: Bundeamt für Naturschutz (BfN-Skripten, 616), S. 51–57.

Bryers, Richard W. (1996): Fireside slagging, fouling, and high-temperature corrosion of heat-transfer surface due to impurities in steam-raising fuels. In: *Progress in Energy and Combustion Science* 22 (1), S. 29–120. DOI: 10.1016/0360-1285(95)00012-7.

Chemisana, D.; Lamnatou, Chr. (2014): Photovoltaic-green roofs: An experimental evaluation of system performance. In: *Applied Energy* 119, S. 246–256. DOI: 10.1016/j.apenergy.2013.12.027.

Cherevko H., Cheverko I. (2020). Efficiency of Niche Agriculture in Ukraine. *Problems of World Agriculture*, 20(4), 18-28; DOI: 10.22630/PRS.2020.20.4.19.3

Clarke, Donal; Joosten, Hans (2002): Wise use of mires and peatlands. Background and principles including a framework for decision-making. Helsinki: International peat society.

Clymo, R. S.; Hayward, P. M. (1982): The Ecology of Sphagnum. *Ecology*. London : Chapman and Hall, pp.. (ISBN: 9789400958937). Bryophyte Ecology. In: A. J. E. Smith (Hg.): Bryophyte Ecology. Dordrecht: Springer Netherlands, S. 229–289.

Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. *Official Journal L 206*, 22/07/1992 P. 0007 – 0050.

Couwenberg, J.; Thiele, A.; Tanneberger, F.; Augustin, J.; Bärtsch, S.; Dubovik, D. et al. (2011): Assessing greenhouse gas emissions from peatlands using vegetation as a proxy. In: *Hydrobiologia* 674 (1), S. 67–89. DOI: 10.1007/s10750-011-0729-x.

Czubaszek, R.; Wysocka-Czubaszek, A.; Wichtmann, W.; Banaszuk, P. (2021): Specific Methane Yield of Wetland Biomass in Dry and Wet Fermentation Technologies. In: *Energies* 14 (24), S. 8373. DOI: 10.3390/en14248373.

- Czubaszek, Robert; Wysocka-Czubaszek, Agnieszka; Wichtmann, Wendelin; Zając, Grzegorz; Banaszuk, Piotr (2023): Common Reed and Maize Silage Co-Digestion as a Pathway towards Sustainable Biogas Production. In: *Energies* 16 (2), S. 695. DOI: 10.3390/en16020695.
- Dahms, T. (2012): Life cycle assessment of energy biomass from rewetted peatlands. Extended Abstract No. 394. Hg. v. 14th International peat congress.
- Dahms, T.; Oehmke, C.; Kowatsch, A.; Abel, S.; Wichmann, S.; Wichtmann, W.; Schröder, C. (2017): Halmgutartige Festbrennstoffe aus nassen Mooren. Hg. v. Greifswald Moor Centrum | Greifswald Mire Centre. Greifswald.
- Dahms, T.; Schröder, C.; Wichtmann, W. (2012): Pilotprojekte zur Nutzung von Biomasse aus Paludikultur in integrierten Biomasseheizwerken in Mecklenburg-Vorpommern. Schriftenreihe Umweltingenieurwesen. Rostock (Tagungsband 6. Rostocker Bioenergieforum, 32).
- Danylyk, Ivan M.; Koopman, J. Cyperaceae of Ukraine: taxonomy and linear classification In *Phytotaxa*: Vol. 578 No. 1: 4 January 2023
- Dewi, Kurniawati Hastuti (2023): The Dimension of Gender in Peatland Management in Rantau Baru Village. In: Masaaki Okamoto, Takamasa Osawa, Wahyu Prasetyawan und Akhwan Binawan (Hg.): Local Governance of Peatland Restoration in Riau, Indonesia. Singapore: Springer Nature Singapore (Global Environmental Studies), S. 147–168.
- Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. *Official Journal L 327, 22/12/2000 P. 0001 – 0073*.
- Directive 2009/147/EC of the European Parliament and of the Council of 30 November 2009 on the conservation of wild birds. *OJ L 20, 26.1.2010, p. 7–25*.
- Eller, F.; Ehde, P. M.; Oehmke, C.; Ren, L.; Brix, H.; Sorrell, B. K.; Weisner, S. E. B. (2020): Biomethane yield from different European phragmites australis genotypes, compared with other herbaceous wetland species grown at different fertilization regimes. In: *Resources* (9(5)), S. 1–14. Online <https://www.mdpi.com/2079-9276/9/5/57>.
- European Commission (2018): A Sustainable Bioeconomy for Europe: Strengthening the Connection between Economy, Society and the Environment Updated Bioeconomy Strategy. Brussels: European Commission.
- FAO. 2021. National gender profile of agriculture and rural livelihoods – Ukraine, Revised. Budapest. <https://doi.org/10.4060/cb4501en>
- Gaudig, G.; Tanneberger, F. (2019): Peatland Science and Conservation: Contributions of the Greifswald Mire Centre, Germany. *Current Trends in Landscape Research. Innovations in Landscape Research*, S. 619–629.
- Gender Study of the Organic Sector in Ukraine. Organic Initiative. Kyiv, 2024.
- Geurts, J.; Oehmke, C.; Lambertini, C.; Eller, F.; Sorrell, B.; Mandiola, S. R. et al. (2020): Nutrient removal potential and biomass production by Phragmites australis and Typha latifolia on European rewetted peat and mineral soils. In: *Science of the Total Environment*. Online verfügbar unter <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969720346313?via%3Dihub>.
- Giannini, Vittoria; Oehmke, Claudia; Silvestri, Nicola; Wichtmann, Wendelin; Dragoni, Federico; Bonari, Enrico (2016): Combustibility of biomass from perennial crops cultivated on a rewetted Mediterranean peatland. In: *Ecological Engineering* 97, S. 157–169. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2016.09.008.
- Gusovius, Hans-Jörg; Lühr, Carsten; Hoffmann, Thomas; Pecenka, Ralf; Idler, Christine (2019): An Alternative to Field Retting: Fibrous Materials Based on Wet Preserved Hemp for the Manufacture of Composites. In: *Agriculture* 9 (7), S. 140. DOI: 10.3390/agriculture9070140.
- Hadders, Gunnar; Olsson, Rolf (1997): Harvest of grass for combustion in late summer and in spring. In: *Biomass and Bioenergy* 12 (3), S. 171–175. DOI: 10.1016/S0961-9534(96)00047-5.
- Hartmann, Hans (2009): Transport, Lagerung, Konservierung und Trocknung. In: Martin Kaltschmitt, Hans Hartmann und Hermann Hofbauer (Hg.): *Energie aus Biomasse*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 277–332.
- Hartung, Christina; Dandikas, Vasilis; Eickenscheidt, Tim; Zollfrank, Cordt; Heuwinkel, Hauke (2023): Optimal harvest time for high biogas and biomass yield of Typha latifolia, Typha angustifolia and Phalaris arundinacea. In: *Biomass and Bioenergy* 175, S. 106847. DOI: 10.1016/j.biombioe.2023.106847.
- Heckendorn, F.; Frutschi, V. (2014): Innere Parasiten der Rinder mit Weidemanagement nachhaltig regulieren. *Frick, Schweiz*, 12 S. Online verfügbar unter <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1630-weideparasiten.pdf>.
- Heinsoo, Katrin; Hein, Katre; Melts, Indrek; Holm, Bert; Ivask, Mari (2011): Reed canary grass yield and fuel quality in Estonian farmers' fields. In: *Biomass and Bioenergy* 35 (1), S. 617–625. DOI: 10.1016/j.biombioe.2010.10.022.

- Hinzke, Tjorven; Tanneberger, Franziska; Aggenbach, Camiel; Dahlke, Sven; Knorr, Klaus-Holger; Kotowski, Wiktor et al. (2021): Can nutrient uptake by *Carex* counteract eutrophication in fen peatlands? In: *The Science of the total environment* 785, S. 147276. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.147276.
- Hohlbein et al. (2023): Stellungnahme des Greifswald Moor Centrum zum Festlegungsentwurf. Hg. v. GMC. Online verfügbar unter https://www.greifswaldmoor.de/files/dokumente/Infopapiere/Briefings/2023_GMC-Stellungnahme%20Konsultation%20MoorPV_2023_Endf.pdf.
- Hohlbein, M. (2022): Informationspapier des Greifswald Moor Centrum zu Photovoltaik-Anlagen auf Moorböden. Hg. v. GMC. Online verfügbar unter https://www.greifswaldmoor.de/files/dokumente/Infopapiere/Briefings/Positionspapier_PV-auf-Moor_fin.pdf.
- Holden, J.; Chapman, P. J.; Labadz, J. C. (2004): Artificial drainage of peatlands: hydrological and hydrochemical process and wetland restoration. In: *Progress in Physical Geography: Earth and Environment* 28 (1), S. 95–123. DOI: 10.1191/0309133304pp403ra.
- Jabłońska, Ewa; Wiśniewska, Marta; Marcinkowski, Paweł; Grygoruk, Mateusz; Walton, Craig R.; Zak, Dominik et al. (2020): Catchment-Scale Analysis Reveals High Cost-Effectiveness of Wetland Buffer Zones as a Remedy to Non-Point Nutrient Pollution in North-Eastern Poland. In: *Water* 12 (3), S. 629. DOI: 10.3390/w12030629.
- Joosten, H. (2016a): Ökosystemleistungen von Mooren. In: W. Wichtmann, C. Schroeder und H. Joosten (Hg.): Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore. Klimaschutz Biodiversität regionale Wertschöpfung. Stuttgart: Schweizerbart, S. 15–19.
- Joosten, H. (2016b): Ökosystemleistungen von Mooren. In: W. Wichtmann, C. Schroeder und H. Joosten (Hg.): Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore. Klimaschutz Biodiversität regionale Wertschöpfung. Stuttgart: Schweizerbart.
- Joosten, H.; Brust, K.; Couwenberg, J.; Gerner, A.; Holsten, B.; Permien, T. et al. (2016a): MoorFutures®. Integration of additional ecosystems services (including biodiversity) into carbon credits : standard, methodology and transferability to other regions. 2. Aufl. Bonn: BfN, Federal Agency for Nature Conservation (BfN-Skripten, 407).
- Joosten, H.; Clarke, D. (2002): Wise use of mires and Peatlands - Background and principles including a framework for decision-making: International peat society.
- Joosten, H.; Gaudig, G.; Tanneberger, F.; Wichmann, S.; Wichtmann, W.; 2016 (Hg.) (2016b): Paludiculture: sustainable productive use of wet and rewetted peatlands. Unter Mitarbeit von A. et al. Bonn. peatland restoration and ecosystem services. Cambridge: ecological reviews.
- Joosten, H.; Tanneberger, F.; Moen, A. (2017): Mires and peatlands of Europe. Status, distribution and conservation. Stuttgart: Schweizerbart Science Publishers.
- Jurasinski, G.; Günther, A.; Huth, V.; Couwenberg, J.; Glatzel, S. (2016): Greenhouse gas emissions. In: W. Wichtmann, C. Schroeder und H. Joosten (Hg.): Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore. Klimaschutz Biodiversität regionale Wertschöpfung. Stuttgart: Schweizerbart, S. 79–93.
- Kaltschmitt, Martin; Hartmann, Hans; Hofbauer, Hermann (Hg.) (2009): Energie aus Biomasse. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Klimkowska, Agata; Goldstein, Klara; Wyszomirski, Tomasz; Kozub, Łukasz; Wilk, Mateusz; Aggenbach, Camiel et al. (2019): Are we restoring functional fens? - The outcomes of restoration projects in fens re-analysed with plant functional traits. In: *PloS one* 14 (4), e0215645. DOI: 10.1371/journal.pone.0215645.
- Klimkowska, Agata; van Diggelen, Rudy; Bakker, Jan P.; Grootjans, Ab P. (2007): Wet meadow restoration in Western Europe: A quantitative assessment of the effectiveness of several techniques. In: *Biological Conservation* 140 (3-4), S. 318–328. DOI: 10.1016/j.biocon.2007.08.024.
- Klimkowska, Agata; van Diggelen, Rudy; Grootjans, Ab P.; Kotowski, Wiktor (2010): Prospects for fen meadow restoration on severely degraded fens. In: *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 12 (3), S. 245–255. DOI: 10.1016/j.ppees.2010.02.004.
- Knieß, A. (2007): Development and application of a semi-quantitative decision support system to predict long-term changes of peatland functions. Kiel. Online verfügbar unter https://macau.uni-kiel.de/receive/diss_mods_00003090.
- Kreyling, J.; Tanneberger, F.; Jansen, F.; van der Linden, S.; Aggenbach, C.; Blüml, V. et al. (2021): Rewetting does not return drained fen peatlands to their old selves. In: *Nature communications* 12 (1), S. 5693. DOI: 10.1038/s41467-021-25619-y.
- Krus, M.; Theuerkorn, W.; Großskinsky, Th.; Kraft, R. (2023): Entwicklung verschiedener Baumaterialien auf der Basis der Paludikultur Rohrkolben. In: *ce papers* 6 (6), S. 1629–1635. DOI: 10.1002/cepa.3003.

- Land, Magnus; Granéli, Wilhelm; Grimvall, Anders; Hoffmann, Carl Christian; Mitsch, William J.; Tonderski, Karin S.; Verhoeven, Jos T. A. (2016): How effective are created or restored freshwater wetlands for nitrogen and phosphorus removal? A systematic review. In: *Environ Evid* 5 (1). DOI: 10.1186/s13750-016-0060-0.
- Leifeld, J.; Menichetti, L. (2018): The underappreciated potential of peatlands in global climate change mitigation strategies. In: *Nature communications* 9 (1), S. 1071. DOI: 10.1038/s41467-018-03406-6.
- Lundin, Lars; Nilsson, Torbjörn; Jordan, Sabine; Lode, Elve; Strömgren, Monika (2017): Impacts of rewetting on peat, hydrology and water chemical composition over 15 years in two finished peat extraction areas in Sweden. In: *Wetlands Ecol Manage* 25 (4), S. 405–419. DOI: 10.1007/s11273-016-9524-9.
- Luthardt, V.; Wichmann, S. (2016): Ökosystemdienstleistungen von Mooren. In: W. Wichmann, C. Schroeder und H. Joosten (Hg.): *Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore. Klimaschutz Biodiversität regionale Wertschöpfung*. Stuttgart: Schweizerbart, S. 13–20.
- Martens, H. R.; Laage, K.; Eickmanns, M.; Drexler, A.; Heinsohn, V.; Wegner, N. et al. (2023): Paludiculture can support biodiversity conservation in rewetted fen peatlands. In: *Scientific reports* 13 (1), S. 18091. DOI: 10.1038/s41598-023-44481-0.
- Menberu, Meseret Walle; Haghighi, Ali Torabi; Ronkanen, Anna-Kaisa; Marttila, Hannu; Kløve, Bjørn (2018): Effects of Drainage and Subsequent Restoration on Peatland Hydrological Processes at Catchment Scale. In: *Water Resources Research* 54 (7), S. 4479–4497. DOI: 10.1029/2017WR022362.
- Minayeva, T., Sirin, A., Bragg, O. (eds.) (2009) *A Quick Scan of Peatlands in Central and Eastern Europe*. Wetlands International, Wageningen, The Netherlands. 132 pp, tabl. 6, fig. 17.
- Movchan, I.; Parchuk, H.; Vakarenko, L. (Hg.) (2017): *Ukraine*. Unter Mitarbeit von H. Joosten, F. Tanneberger und A. Moen. Stuttgart: Schweizerbart.
- Mulholland, B.; Abdel-Aziz, I.; Lindsay, R.; McNamara, N.; Keith, A.; Page, S. et al. (2020): An assessment of the potential for paludiculture in England and Wales. Report to Defra for Project SP1218. Defra.
- Närman, F.; Birr, F.; Kaiser, M.; Nerger, M.; Luthardt, V.; Zeitz, J.; Tanneberger, F. (Hg.) (2021): *Klimaschonende, biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung von Niedermoorböden*. Bonn: Bundeamt für Naturschutz (BfN-Skripten, 616).
- Nordt, A.; Abel, S.; Hirschelmann, S.; Lechtape, C.; Neubert, J. (2022): *Leitfaden für die Umsetzung von Paludikultur*. Hg. v. Greifswald Moor Centrum | Greifswald Mire Centre. Greifswald (Greifswald Moor Centrum-Schriftenreihe, 05/2022).
- Nordt, A.; Wichmann, W. (2024): *Paludikultur: Faserverarbeitung für unterschiedliche Zielmärkte*: Springer Nature B.V.
- Obernberger, I.; Brunner, T.; Barnthaler, G. (2006): Chemical properties of solid biofuels—significance and impact. In: *Biomass and Bioenergy* 30 (11), S. 973–982. DOI: 10.1016/j.biombioe.2006.06.011.
- Oehmke, C.; Abel, S. (2016): Ausgewählte Paludikulturen. In: W. Wichmann, C. Schroeder und H. Joosten (Hg.): *Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore. Klimaschutz Biodiversität regionale Wertschöpfung*. Stuttgart: Schweizerbart, S. 22–38.
- Oehmke, Claudia; Eller, Franziska; Ren, Linjing; Guo, Wenyoung; Köhn, Nora; Dahms, Tobias et al. (2020): Effects of harvest time and nutrient supply on fuel quality of Paludiculture plant species.
- Parchuk, G. (2001) *Central European Peatland Project. National report of Ukraine*. 162 p. Kyiv: Ministry of Environmental Protection and Nuclear Safety. Unpublished report.
- Paris Agreement (adopted 12 Dec. 2015, entered into force 4 Nov. 2016) United Nations Treaty Collection, Chapter XXVII 7d.
- Pfadenhauer, Jörg; Grootjans, Ab (1999): Wetland restoration in Central Europe: aims and methods. In: *Appl Veg Sci* 2 (1), S. 95–106. DOI: 10.2307/1478886.
- Prochnow, A.; Kraschinski, S. (2001): *Angepasstes Befahren von Niedermoorgrünland*. Hg. v. Fachbereich Landtechnik DLG (Merkblatt, 323).
- Pude, Ralf (Hg.) (2006): *Miscanthus - Potentiale und Perspektiven. Regionale und überregionale Anbau- und Verwertungskonzepte*. Internationale Miscanthus-Tagung. 1. Aufl. Bonn: ILB.
- Regulation (EU) 2024/1991 of the European Parliament and of the Council of 24 June 2024 on nature restoration and amending Regulation (EU) 2022/869. PE/74/2023/REV/1. OJ L, 2024/1991, 29.7.2024.
- Rehell, S.; Laitinen, J. (2014): Vascular plant and moss species across successional mire basins on the land uplift coast of Northern Ostrobothnia, Finland. In: *Memoranda Soc. Fauna Flora Fennica* 90, S. 33–54.

- Remm, Liina; Lõhmus, Asko; Leibak, Eerik; Kohv, Marko; Salm, Jüri-Ott; Lõhmus, Piret et al. (2019): Restoration dilemmas between future ecosystem and current species values: The concept and a practical approach in Estonian mires. In: *Journal of environmental management* 250, S. 109439. DOI: 10.1016/j.jenvman.2019.109439.
- Salminah, M.; Nurfatriani, F.; Rochmayanto, Y.; Wicaksono, D.; Ramawati; Ardhana, A. et al. (2021): Market development of local peatland commodities to support successful peatland restoration. In: *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 917 (1), S. 12032–12040. DOI: 10.1088/1755-1315/917/1/012032.
- Schäfer, A.; Joosten, H. (2005): Erlenaufforstung auf wiedervernässten Niedermooren. Alnusleitfaden. Greifswald.
- Schäfer, A.; Wichtmann, W. (2023): Schäfer, A. & Wichtmann, W. (2023 in prep): Strategy and economic assessment of paludiculture for nutrient retention and other ecosystem services in the Neman River basin. Internal paper derived from the Interreg BSR DESIRE project. Greifswald University. Greifswald. Online verfügbar unter <https://mowi.botanik.uni-greifswald.de/files/doc/Projekte%20und%20Praxis/desire/Economic%20assessment%20and%20strategy-for%20homepage-fin.pdf>.
- Schlattmann, A.; Rode, M. (2019): Spatial potential for paludicultures to reduce agricultural greenhouse gas emissions: an analytic tool. In: *Mires and Peat* 25, S. 1–14. Online verfügbar unter https://www.researchgate.net/publication/332413761_Spatial_potential_for_paludicultures_to_reduce_agricultural_greenhouse_gas_emissions_an_analytic_tool.
- Schulze, P.; Schröder, C.; Luthardt, V.; Zeitz, J. (2016): The decision support tool TORBOS Wichtmann, W.; Schröder, C.; Joosten, H.
- Seiberling, S. (2003): Auswirkungen veränderter Überflutungsdynamik auf Polder- und Salzgraslandvegetation der vorpommerschen Boddenlandschaft. Inauguraldissertation. Greifswald: Ernst Moritz Arndt Universität Greifswald.
- Silvestri, N.; Giannini, V.; Dragoni, F.; Bonari, E. (2017): A multi-adaptive framework for the crop choice in paludicultural cropping systems. In: *Ital J Agronomy* 12 (1). DOI: 10.4081/ija.2016.734.
- Succow, Michael; Joosten, Hans (Hg.) (2001): Landschaftsökologische Moorkunde. 2., völlig neu bearb. Aufl.; unveränderter Nachdruck der 2. Aufl. Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung.
- Sweers, W.; Möhring, T.; Müller, J. (2014): The economics of water buffalo (*Bubalus bubalis*) breeding, rearing and direct marketing. In: *Arch. Anim. Breed.* 57 (1), S. 1–11. DOI: 10.7482/0003-9438-57-022.
- Tanneberger, F.; Appulo, L.; Ewert, S.; Lakner, S.; Ó Brolcháin, Nn; Peters, J.; Wichtmann, W. (2021): The Power of Nature-Based Solutions: How Peatlands Can Help Us to Achieve Key EU Sustainability Objectives. In: *Adv. Sustainable Syst.* 5 (1), S. 2000146. DOI: 10.1002/adsu.202000146.
- Tanneberger, F.; Kubacka, J. (Hg.) (2018): The aquatic warbler conservation handbook. Brandenburg state office for environment (LfU). Potsdam.
- Tanneberger, F.; Schröder, C.; Hohlbein, M.; Lenschow, U.; Permien, T.; Wichmann, S.; Wichtmann, W. (2020): Climate Change Mitigation through Land Use on Rewetted Peatlands – Cross-Sectoral Spatial Planning for Paludiculture in Northeast Germany. In: *Wetlands* 40 (6), S. 2309–2320. DOI: 10.1007/s13157-020-01310-8.
- Tanneberger, F.; Wichtmann, W. (2011): Carbon credits from peatland rewetting. Climate, biodiversity, land use : science, policy, implementation, and recommendations of a pilot project in Belarus. Stuttgart: Schweizerbart Science Publishers.
- Tonn, B.; Thumm, U.; Claupein, W. (2010): Semi-natural grassland biomass for combustion: influence of botanical composition, harvest date and site conditions on fuel composition. In: *Grass and Forage Science* 65 (4), S. 383–397. DOI: 10.1111/j.1365-2494.2010.00758.x.
- Trehan, M.; Wichtmann, W.; Grygoruk, M. (2022): Assessment of Nutrient Loads into the Ryck River and Options for Their Reduction. In: *Water* 14 (13), S. 2055. DOI: 10.3390/w14132055.
- van de Poel, D.; Zehm, A. (2014): Die Wirkung des Mähens auf die Fauna der Wiesen – Eine Literaturoberprüfung für den Naturschutz. In: *Anliegen Natur* 36 (2), S. 36–51.
- van der Hilst, F.; Dornburg, V.; Sanders, J.P.M.; Elbersen, B.; Graves, A.; Turkenburg, W. C. et al. (2010): Potential, spatial distribution and economic performance of regional biomass chains: The North of the Netherlands as example. In: *Agricultural Systems* 103 (7), S. 403–417. DOI: 10.1016/j.agry.2010.03.010.
- van Dijk, J.; Stroetenga, M.; van Bodegom, P. M.; Aerts, R. (2007): The contribution of rewetting to vegetation restoration of degraded peat meadows. In: *Appl Veg Sci* 10 (3), S. 315–324. DOI: 10.1111/j.1654-109X.2007.tb00430.x.
- van Hardeveld, H.; Jong, H. de; Kneppflé, M.; Lange, T. de; Schot, P. et al. (2020): Integrated impact assessment of adaptive management strategies in a Dutch peatland polder. In: *Proc. IAHS* 382, S. 553–557. Online verfügbar unter <https://piahs.copernicus.org/articles/382/553/2020/piahs-382-553-2020.html>.

- Vroom, Renske J.E.; Xie, Fujun; Geurts, Jeroen J.M.; Chojnowska, Aleksandra; Smolders, Alfons J.P.; Lamers, Leon P.M.; Fritz, Christian (2018): *Typha latifolia* paludiculture effectively improves water quality and reduces greenhouse gas emissions in rewetted peatlands. In: *Ecological Engineering* 124, S. 88–98. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2018.09.008.
- Wahren, A.; Brust, K.; Dittrich, I.; Edom, F. (2016): Regionalklima und Landschaftswasserhaushalt. In: *Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore*, S. 102–105.
- Walton, C. R.; Zak, D.; Audet, J.; Petersen, R. J.; Lange, J.; Oehmke, C. et al. (2020): Wetland buffer zones for nitrogen and phosphorus retention: Impacts of soil type, hydrology and vegetation. In: *The Science of the total environment* 727, S. 138709. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.138709.
- Wassen, Martin J.; Olde Venterink, Harry (2006): Comparison of nitrogen and phosphorus fluxes in some European fens and floodplains. In: *Appl Veg Sci* 9 (2), S. 213–222. DOI: 10.1111/j.1654-109X.2006.tb00670.x.
- Wenzel, M.; Kabengele, G.; Dahms, T.; Barz, M. & Wichtmann, W. (2022): Bioenergie aus nassen Mooren - Thermische Verwertung von halmgutartiger Biomasse aus Paludikultur. 300. Aufl. Hg. v. Institut für Botanik und Landschaftsökologie, Uni Greifswald. Greifswald. Online verfügbar unter 220617-GMC-broschuere-gesamt-digi-ES.pdf (moorwissen.de).
- Wichmann, S.; Krebs, M.; Kumar, S.; Gaudig, G. (2020): Paludiculture on former bog grassland: Profitability of Sphagnum farming in North West Germany. *Mires and Peat* 26 (08), 18p. Online verfügbar unter <http://www.mires-and-peat.net/pages/volumes/map26/map2608.php>.
- Wichmann, Sabine (2017): Commercial viability of paludiculture: A comparison of harvesting reeds for biogas production, direct combustion, and thatching. In: *Ecological Engineering* 103, S. 497–505. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2016.03.018.
- Wichtmann, W. & Beckmann, V. (2024 in prep.): Zertifizierung von Paludikultur (Certification of paludiculture). Institute for Botany and Landscape ecology, AG Landschaftsökonomie, Soldmannstrasse 15, 17489 Greifswald. Berichte über Landwirtschaft.
- Wichtmann, W. & Tanneberger, F. (2009, unpublished): Feasibility of the use of biomass from re-wetted peatlands for climate and biodiversity protection in Belarus. Report to the Project: 'Restoring Peatlands and applying Concepts for Sustainable Management in Belarus – Climate Change Mitigation with Economic and Biodiversity Benefits' Michael Succow Stiftung zum Schutz der Natur. 112 pages.
- Wichtmann, W.; Couwenberg, J.; Kowatsch, A. (2009): Klimaschutz durch Schilfanbau. In: *ÖW* 24 (1). DOI: 10.14512/oew.v24i1.617.
- Wichtmann, W.; Haberl, A.; Tanneberger, F. (2012): Production of biomass in wet peatlands (paludiculture). The EU-AID project 'Wetland energy' in Belarus – solutions for the substitution of fossil fuels (peat briquettes) by biomass from wet peatlands. Bioenergieforum Rostock. In: *Schriftenreihe Umweltingenieurwesen* 32, S. 85–96.
- Wichtmann, W.; Peters, J. (2022): Paludikultur und Bioökonomie. Bioökonomie im Lichte der Nachhaltigkeit. Gerhardt, P.; Daldrup, J.; Eppler, U.; 629, S. 49–55.
- Wichtmann, W.; Schröder, C.; Joosten, H. (Hg.) (2016a): Paludiculture - productive use of wet peatlands. Ecosystem services of peatlands. Unter Mitarbeit von Luthardt, V. & Wichmann, S. Stuttgart: Schweizerbart.
- Wichtmann, W.; Schroeder, C.; Joosten, H. (Hg.) (2016b): Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore. Klimaschutz Biodiversität regionale Wertschöpfung. Stuttgart: Schweizerbart.
- Wichtmann, W.; Wichmann, S. (2011): Paludikultur: Standortgerechte Bewirtschaftung wiedervernässter Moore. In: *Telma Beiheft 4, Deutsche Gesellschaft für Moor- und Torfkunde (DGMT), Hannover, pp*, S. 215–234.
- Wiegand, G.; Krawczynski, R. (2010): Biodiversity Management by Water Buffalos in Restored Wetlands. In: *Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz* (10), S. 17–22. Online verfügbar unter <https://www.afsv.de/index.php/waldoekologie-landschaftsforschung-und-naturschutz/heft-10-2010>.
- Wulf, A.; Wichtmann, W.; Barz, M.; Ahlhaus, M. (Hg.) (2008): Energy Biomass from rewetted peatlands for combined heat and power generation. 15. Symposium Nutzung Regenerativer Energiequellen und Wasserstofftechnik (REGWA). Stralsund. pp 187 - 195: Prof. Dr.-Ing. Thomas Luschtinetz, Prof. Dr. em. rer. nat. Jochen Lehmann (5).
- Zak, D.; Gelbrecht, J.; Zerbe, S.; Shatwell, T.; Barth, M.; Cabezas, A.; Steffenhagen, P. (2014): How helophytes influence the phosphorus cycle in degraded inundated peat soils – Implications for fen restoration. In: *Ecological Engineering* 66, S. 82–90. DOI: 10.1016/J.ECOLENG.2013.10.003.
- Zegada-Lizarazu, W.; Elbersen, H. W.; Cosentino, S. L.; Zatta, A.; Alexopoulou, E.; Monti, A. (2010): Agronomic aspects of future energy crops in Europe. In: *Biofuels, Bioprod. Bioref.* 4 (6), S. 674–691. DOI: 10.1002/bbb.242.

- Zhong, Y.; Jiang, M.; Middleton, B.A. (2020): Effects of water level alteration on carbon cycling in peatlands. In: *Ecosyst Health Sustain* 6 (1), Artikel 1806113. DOI: 10.1080/20964129.2020.1806113.
- Ziegler, R.; Wichtmann, W.; Abel, S.; Kemp, R.; Simard, M.; Joosten, H. (2021): Wet peatland utilisation for climate protection – An international survey of paludiculture innovation. In: *Cleaner Engineering and Technology* 5, S. 100305. DOI: 10.1016/j.clet.2021.100305.
- Zitzmann, Sc. Felix (2023): Schilfanbauflächen als Lebensraum für Röhrichtbrüter? - Abschätzung des Lebensraumpotenzials anhand der Auswirkungen der winterlichen Rohrmahd auf röhrichtbrütende Singvögel in natürlichen Schilfbeständen. In: *Naturschutz und Landschaftsplanung (NuL)* 55 (2), S. 26–35. DOI: 10.13999/NuL.2023.02.02.
- Атлас медоносних рослин України / Л.І. Боднарчук, Т.Д. Соломаха, А.М.Ілляш та ін. – К.: Урожай, 1993.- 272 с.: іл.
- Вознюк, С. Т., Мошинський, В. С., Клименко, М. О., Лико, Д. В. and Гнеушев, В. О., Лагоднюк, О. А., Вознюк, Н. М., Кучерова, А. В. (2017) Торфво-земельний ресурс Північно-Західного регіону України. UNSPECIFIED. НУВГП, Рівне.
- Вронська, Л. В. (2018). Розробка спектрофотометричної методики визначення флавоноїдів у пагонах чорниці звичайної. *Фармацевтичний часопис*, №4, 49-56.
- Дикорастущие пищевые, технические и медоносные растения Украины/Н.М.Грисюк, И.Л. Гринчак, Е.Я.Е-лин.-К.: Урожай, 1989.-200с.: ил.
- Дикорастущие полезные растения Украины /В.И.Чопик, Л.Г.Дудченко, А.Н.Краснова.-К.: Наукова думка, 1983.-398с.: ил.
- Коновальчук В.К., Лавренюк Б.В. Стан та перспективи розвитку вирощування журавлини великоплідної на вироблених торфовищах Західного Полісся. *Екологія водно-болотних угідь і торфовищ (збірник наукових статей)* //Головний редактор В.В. Коніщук. – Київ: ДІА, 2013. – 300 с.
- Кухтіна І. Чому заробляти на лохині стає все важче, або Які тенденції спостерігаються на українському ринку лохини. *Ягідник*, 4 (34), 12-14, 2023. http://www.jagodnik.info/wp-content/uploads/2023/10/YAgidnyk_4_34_2023_VEB.pdf .
- Малий Татару: оцінка результатів проекту з екологічного відновлення та рекомендації. – К.: WWF-Україна, 2019. – 82 с.
- Про затвердження Порядку розроблення плану управління річковим басейном: Постанова Кабінету Міністрів України від 18 травня 2017 р. № 336.
- Про ратифікацію Паризької угоди: Закон України від 14 липня 2016 року № 1469-VIII. Відомості Верховної Ради. 2016. № 35. С. 595.
- Проворкин, А.С., Сидаский А.А. (1969) Торфяной Фонд Украинской ССР. Книги 1-3. Второе издание. 320 стр. Москва: Главное управление торфяного фонда при Совете Министров РСФСР.
- Пряноароматические и пряно-вкусовые растения / Л.Г.Дудченко, А.С.Козьяков, В.В.Кривенко.-К.:Наукова думка, 1989.-304 с.: ил.
- Резникова, Н. Л. (2022). Поліська порода великої рогатої худоби. *Розведення і генетика тварин*, 63, 191-198. <https://doi.org/10.31073/abg.63.18>
- Статистичний щорічник України за 2022 рік // За редакцією Вернера І.Є. – Київ: Державна служба статистики України, 2023 – 385 с.
- Торфво-земельний ресурс України (концепція комплексного використання) / За ред. В.П.Ситніка, Р.С.Трускавецького. – Харків: ННЦ «ІГА імені О.Н.Соколовського», 2010. – 71с.
- Торфяной Фонд Украинской ССР по состоянию разведанности на 1 января 1959 года. - Москва: Главное управление торфяного фонда при совете министров РСФСР, Украинский научно-исследовательский институт местной и топливной промышленности, 1959.-945с.

Додаток 1:

Витяг із Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні

	Ботанічний таксон (українською)	Ботанічний таксон (латинською)	Назва сорту	Патент	Країна походження сорту
1	Верба біла	<i>Salix alba</i> L.	Н1		UA
2	Верба ламка	<i>Salix fragilis</i> L.	А3		UA
3	Верба ламка	<i>Salix fragilis</i> L.	Адам		
4	Верба ламка	<i>Salix fragilis</i> L.	Адам2		UA
5	Верба ламка	<i>Salix fragilis</i> L.	Євангеліна		UA
6	Верба ламка	<i>Salix fragilis</i> L.	Козак		UA
7	Верба прутовидна	<i>Salix viminalis</i> L.	Вільгельм	®	SE
8	Верба прутовидна	<i>Salix viminalis</i> L.	Збруч	®	UA
9	Верба прутовидна	<i>Salix viminalis</i> L.	К2		UA
10	Верба прутовидна	<i>Salix viminalis</i> L.	Катя		UA
11	Верба прутовидна	<i>Salix viminalis</i> L.	Ліннея	®	SE
12	Верба прутовидна	<i>Salix viminalis</i> L.	М1		UA
13	Верба прутовидна	<i>Salix viminalis</i> L.	М2		UA
14	Верба прутовидна	<i>Salix viminalis</i> L.	М3		UA
15	Верба прутовидна	<i>Salix viminalis</i> L.	Марцяна	®	UA
16	Верба прутовидна	<i>Salix viminalis</i> L.	Панфильська 2	®	UA
17	Верба тритичинкова	<i>Vitis</i> L.	Панфильська	®	UA
18	Верба тритичинкова	<i>Vitis</i> L.	Ярослава	®	UA
19	Сосна звичайна	<i>Pinus sylvestris</i> L.	БЖ 6	®	UA
20	Тополя	<i>Populus</i> L.	Макс-4		UA

Фонд Зуккова, Грайфсвальд, Німеччина, від імені ПРООН в Україні





Фото: Олександра Зубченка