



BRAVÖ

Bodenfruchtbarkeit vieharmen Ökobetriebe

Підвищення родючості ґрунту й забезпечення сталого розвитку шляхом запровадження інноваційних технологій господарювання в органічних фермерських господарствах без утримання тварин або з малим поголів'ям



Проект EIP



Проект здійснюється за підтримки фермерів Асоціації Demeter у федеральній землі Баден-Вюртемберг, Об'єднання науково-дослідних інститутів, Консалтингової компанії асоціації Demeter та Університету міста Готенгайм і Прикладного університету економіки й навколишнього середовища м. Нюртінген-Гайслінген. У фокусі уваги- інноваційні технології.



Європейський сільськогосподарський фонд для розвитку сільської місцевості (ELER), Європейські інвестиції у розвиток сільських територій за співфінансування федеральної землі Баден-Вюртемберг



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LÄNDLICHEN RAUM UND VERBRAUCHERSCHUTZ



ВИХІДНІ ДАНІ

Видавник

OPG BRAVÖ, Провідний партнер

Demeter

Baden-Württemberg, Hauptstraße 82,

70771 Leinfelden-Echterdingen

Редакторка і контактна особа:

Майке Ольтманс

Центр біодинамічних методів господарювання асоціації Demeter

Brandschneise 5

64295 Darmstadt

Тел.: +4961558421-13

Факс: +4961558421-33

Mail:oltmanns@forschungsring.de

ВСТУП	стор. 4-5
Авторський колектив	
МЕТОДИ	стор. 6-17
<ul style="list-style-type: none">• Баланс поживних речовин• Баланс надходження-виносу• Баланс у ґрунті• Діаграми потоку поживних речовин• Розрахунок балансу гумусу• Розрахунок екобалансу• Мета та рамкові умови дослідження• Фактичний баланс• Оцінювання дієвості• Інтерпретація аналізу• Економіка• Розрахунок доходів і витрат• Загальні виклики економічного оцінювання	
Господарство 1: СУЦІЛЬНА СІВБА БОБОВИХ	стор. 18-29
Господарство 2: ТЕХНОЛОГІЯ CUT & CARRY (удобрення компостом з конюшини)	стор. 30-41
Господарство 3: ВЛАСНЕ ВИРОБНИЦТВО КОМПОСТУ	стор. 42-53
Господарство 4: ЗАКУПІВЛЯ КОМПОСТУ В ІНШИХ ПОСТАЧАЛЬНИКІВ	стор.54-65
Господарство 5: ІНТЕНСИВНЕ ВИРОЩУВАННЯ ПРОМІЖНИХ КУЛЬТУР З ВИКОРИСТАННЯМ ФЕРМЕНТУ	стор.66-77
ПІДСУМОК	стор. 78-79
УЧАСНИКИ Й ПАРТНЕРИ ПРОЄКТУ	стор. 80-81
СПИСОК ДЖЕРЕЛ	стор. 82-83

Вступ

Господарства без утримання тварин або з невеликою кількістю поголів'я в багатьох відношеннях відрізняються від фермерських господарств змішаного типу з вирощуванням великої рогатої худоби, котрі й досі вважаються ідеальним варіантом органічного фермерського господарства. Добрив тваринного походження на фермах з малим поголів'ям або без утримання тварин немає зовсім або ж їхня кількість незначна, а вкрай важлива для родючості ґрунту конюшина не може використовуватися за своїм прямим призначенням - для відгодівлі худоби. Внаслідок цього часто скорочуються площі під конюшину, а зелена маса мульчується. Тим самим суттєво знижується корисний вплив цієї рослини на постачання поживних речовин та утворення гумусу, приглушення бур'янів, а також її фітосанітарний вплив на стан ґрунту. З метою збереження родючості ґрунту фермери створили різноманітні альтернативні варіанти вирішення цієї проблеми.

Це й стало відправною точкою проекту EIP (Європейське інноваційне партнерство) під назвою «BRAVÖ» з метою дослідження й оцінки різноманітних інноваційних методів зі збереження родючості ґрунтів та покращення їхньої якості, що вже використовуються багатьма органічними фермами з малою кількістю тварин або без них. Проект здійснюється за підтримки фермерів Асоціації Demeter у Баден-Вюртемберзі, Об'єднання науково-дослідних інститутів, Консалтингової компанії асоціації Demeter, а також Університету міста Гогенгайм та Прикладного університету економіки й навколишнього середовища міста Нюртлінген-Гайслінген. У фокусі уваги – інноваційні методи господарювання.

Проект складався із чотирьох частин:

1) Оцінки наявних практик («інновацій»), що були створені фермерськими господарствами-учасниками проекту для збереження й забезпечення високого рівня родючості ґрунту на сільськогосподарських підприємствах з малою кількістю тварин або без них.

2) Польових досліджень з метою оцінки дієвості добрив, виготовлених на базі конюшини.

3) Експериментальних досліджень реальних виробничих процесів з метою кращого розуміння технологій, що застосовуються в них.

4) Трансферу знань від «інноваційних» до «експериментальних» господарств, тобто їхньої передачі «новачкам» що цікавляться однією із технологій і прагнуть випробувати її у себе.

Стрижневою частиною проекту, орієнтованого на потреби практики, стали відкриті Дні поля, в рамках яких фермерам за підтримки консультантів надавалась можливість представити свої підходи до підвищення родючості ґрунтів з урахуванням місцевих особливостей. Таке ознайомлення з їхнім досвідом завершувалося, як правило, жвавою дискусією між практиками, спеціалістами дорадчих служб та дослідниками.

В цій інформаційній брошурі представлені результати екологічного й економічного сталого розвитку в галузі сільського господарства. Прикладний університет економіки й навколишнього середовища міста Нюртлінген-Гайслінген досліджував вплив реалізованих заходів на баланс поживних речовин, вміст гумусу в ґрунті й екологічний баланс. Університет міста Гогенгайм здійснював розрахунки економічного ефекту й витрат при реалізації цих заходів.

Зокрема здійснювалися спостереження за технологією суцільної сівби бобових культур (як альтернативи роговому борошну), технологією "Cut & Carry" (як альтернативи підходу «гній в обмін на корм») та виготовленням власного або закупівлею чужого компосту (як альтернативи закупівлі гною великої рогатої худоби).

Хочу подякувати всім учасникам проекту за успішну співпрацю й висловити сподівання на те, що він надасть поштовх подальшому розвитку органічного сільського господарства.

Майке Ольтманс

Авторський колектив інформаційної брошури:

Екологічна сталість п'яти господарств:

Проф. д-р Марія Мюллер-Лінденлауф
Дипл. геоеколог Ютта Віль
Магістр Даніель Вілвок
Магістр Мара Бонней
Інститут прикладних аграрних досліджень

Економічна оцінка інновацій, запроваджених у фермерських господарствах для підвищення родючості ґрунту:

Магістр наук Сабріна Франксен
Д-р Барбара Енглер
Центр органічного сільського господарства, Університет Гогенгайм, Штутгарт

Вступ

Майке Ольтманс
Центр біодинамічних методів господарювання асоціації Demeter

«Проект реалізовано за фінансової підтримки Європейського інноваційного партнерства в рамках програми «Продуктивність і сталість сільського господарства» (EIP-AGRI). Він включений до плану заходів та розвитку сільських територій федеральної землі Баден-Вюртемберг на 2014-2020 рр. (MEPL III). Проект фінансується федеральною землею Баден-Вюртемберг та «Європейським фондом сільського господарств й розвитку сільських територій (ELER).»



BRAVO
Improving soil fertility on biodynamic and organic farms with low stocking densities or no animal husbandry?
Oltmanns, M., Zickel, S., Rieps, A.-M., Müller-Lindenlauf, M., Engler, B., El-Schnurr, J., Hampf, U.

- 1. Evaluation of existing practices to maintain soil fertility**
Innovations from „inventors“
- 2. Field trial on the assessment of clover grass based fertilizers**
- 3. On-farm trials for a better understanding of innovations applied by the „inventors“**
- 4. Knowledge transfer to the „inventors“ and test farms.**
The project includes an intensive networking (P2P learning)

10+10 FARMS

10 „inventor“ farms
(6 Demeter and 4 Bioland farms)

- Use of clover grass based fertilizers
- Methods of composting of organic matter from the farm
- Combination of green manures (including the application of fermented plant materials)
- Modified soil tillage systems
- Selected innovations should be highly sustainable
- The purchase of organic and nitrogenous fertilizers is limited

They present their practices for maintaining soil fertility in field days to other farmers.

10 test farms

- They are interested in the adoption of these innovations
- The test farms will be supported during the introduction of the innovations by advisors and the „inventors“

The test farms have the possibility to **try out one or more**

Sustainability Analysis
lifecycle assessment, humus balance and economic evaluation

- A sustainability analysis of the „inventor“ farms will be carried out
- Based on that, recommendations for the farms will be given by advisors and researchers
- A sustainability analysis in the 3rd year will monitor the success of the farm development.

On-farm trials
Focus: fertilization with compost, use of green manures

Field trial
Clover grass based-fertilizers production on or neighboring farms

- Resulting in higher N-fixation
- Can save straw transfer fertilizers for crops with high nutrient demand (e.g. field vegetables or maize)

Assessed in potatoes:

1. Clover grass silage with two different application times
2. Biogas residues from clover grass
3. Clover grass pallets
4. Fresh cut-and-carry clover grass biomass
5. Composted manure
6. Horn grit
7. Unfertilized control

The applied N for the different treatments is 100 kg ha⁻¹ in addition to the straw and other organic fertilizers

Logo of the European Union (ELER) and Baden-Württemberg.

Методи

Екологічна оцінка інноваційних підходів до підвищення родючості ґрунту в рамках проєкту EIP-Agri BRAVÖ ґрунтується на аналізі:

- балансу поживних речовин (балансу надходження-виносу поживних речовин у фермерських господарствах, балансу поживних речовин у ґрунті, діаграм потоку поживних речовин)
- балансу вмісту гумусу (за методикою VDLUFA/Союзу сільськогосподарських науково-дослідних установ Німеччини)
- екологічного балансу (вибірка певних чинників впливу)

Баланс поживних речовин

Баланс поживних речовин обраховувався на основі статистичних даних по кожному з інноваційних фермерських господарств за 2015 – 2017 рр. Для визначення кількісних показників відвантаженого врожаю, закуплених добрив тощо проводились опитування керівників господарств, а також аналіз картотек ділянок поля та фінансово-бухгалтерської документації. Для оцінки вмісту поживних речовин, що вносяться в ґрунт та виносяться з нього, застосовувалися переважно нормативні показники банків даних (LFL 2018, LEL 2016, LfULG 2011). В окремих випадках використовувалися й показники лабораторного аналізу. При застосуванні нормативних показників із банків даних гарантувати абсолютно точні результати неможливо, адже показники вмісту поживних речовин у зібраному врожаї або в закуплених органічних добривах можуть суттєво коливатися.

Щоб забезпечити співставність балансів поживних речовин різних господарств, а також балансу надходження-виносу поживних речовин та балансу в ґрунті в розрізі окремого господарства, показники абсолютного сальдо балансу (у кг) на вході й виході фермерського господарства та у ґрунті ділилися на загальну площу сільськогосподарських угідь й визначався відносний показник у кг/га. Показники сальдо балансу по таких поживних речовинах як фосфор (P) та калій (K) вказуються як у формі оксиду фосфору (P_2O_5) й оксиду калію (K_2O), так і у перерахунку на чистий фосфор і калій. Це пов'язано з тим, що облік вмісту поживних речовин у добривах здійснюється господарствами частково у формі P_2O_5 та K_2O , а частково у формі чистого фосфору й калію.

Баланс надходження-виносу

На ілюстрації 1 показаний баланс надходження-виносу поживних речовин, що обчислюється на основі їхнього надходження й винесення. Як свідчить сама назва «баланс надходження-виносу» при цьому сальдуються ті обсяги поживних речовин, які образно кажучи, «проходять через ворота ферми». При цьому не має значення, звідки вилучаються (виносяться) поживні речовини разом із урожаєм і звідки вони надходять у ґрунт: із поля, лук чи пасовищ, тваринницької ферми чи інших джерел, зокрема компосту, гною (гноївки) чи силосу. В рамках цього дослідження було взято до уваги не лише обсяги закуплених поживних речовин, а й кількість азоту, засвоєного з повітря зернобобовими культурами, як один із важливих компонентів балансу надходження-виносу.

Однак при цьому не враховувалися втрати від дифузії у зв'язку з виділенням азоту у формі газу та накопичення азоту в результаті засвоєння азотних сполук з повітря. Зважений баланс надходження-виносу – це ознака сталого господарювання. В такому випадку в довгостроковій перспективі можна виключити ймовірність серйозного забруднення навколишнього середовища та зниження



родючості ґрунту. Значний від'ємний чи позитивний баланс надходження-виносу є сигналом того, що в середньостроковій або довгостроковій перспективі господарство може зіштовхнутися з проблемою бюджету поживних речовин. Керівництву такого господарства слід вдатися до більш глибокого аналізу і вивчити причини та можливі наслідки дефіциту чи надлишків. Так, наприклад, негативний баланс надходження-виносу через деякий час може зумовити збіднення ґрунтів, а позитивний баланс – надмірне внесення добрив і пов'язані з ним втрати. Проте сам по собі баланс надходження-виносу з багатьох причин не є достатньо надійною основою для ухвалення господарчих рішень.

Його результати дають уявлення про ситуацію у господарстві в цілому, а не в розрізі окремих сфер господарювання, наприклад, сільськогосподарські угіддя, луки й пасовища або тваринницька ферма. Типові саме для органічного сільського господарства перетоки

поживних речовин, як правило, з лук і пасовищ на ріллю, у балансі надходження-виносу не фіксуються. З іншого боку, не враховуються надходження й втрати поживних речовин через дифузію, наприклад, виділення азоту в повітря при зберіганні та внесенні органічних добрив.

З метою більш глибокого аналізу таких «незримих величин» використовуються діаграми потоку (руху) поживних речовин та балансу в ґрунті. Ці обидва параметри охоплюють всі кількісні показники на вході й виході господарств, однак діаграми потоку поживних речовин дають картину на рівні всього господарства, натомість баланс поживних речовин у ґрунті орієнтований передусім на орну площу.

Ілюстрація 1. Надходження й вилучення поживних речовин в балансі надходження-виносу, що бралися до уваги при реалізації проєкту BRAVO

Баланс у ґрунті

На **Ілюстрації 2** зображено надходження й винесення поживних речовин, які враховуються при визначенні сальдо балансу в ґрунті. **Баланс у ґрунті стосується лише орних площ і в ньому враховано не лише зовнішні закупівлі й продаж поживних речовин, а й поживні речовини, що вносяться або виносяться всередині господарства, а також втрати внаслідок денітрифікації та засвоєння (депозиції) з повітря.** Не бралися до уваги надходження й винесення у субстанції ґрунту, що важко піддаються вимірюванню й оцінці, наприклад, мінералізація й іммобілізація поживних речовин, а також втрати через вимивання й ерозію.

В будь-якому разі варто вдатися до більш точного аналізу з акцентом на окремі ділянки поля. На рівні ділянок дефіцит поживних речовин в коротко- й середньостроковій перспективі можна компенсувати застосуванням відповідної сівозміни або вжиттям заходів всередині самого господарства. Проте в довгостроковій перспективі від'ємний баланс у ґрунті призводить до його збіднення, а тому менеджменту необхідно або збільшити обсяги надходження поживних речовин, або зменшити їхне винесення з ґрунту/вивезення за межі господарства. Перенасичення ґрунту поживними речовинами у короткостроковій і довгостроковій перспективі може спричинити проблеми, яких слід уникати з економічних та екологічних міркувань.

Так перенасичення ґрунту поживними речовинами на окремих ділянках сільськогосподарських площ може в короткостроковій перспективі спричинити небажані ефекти через вимивання.

**Ілюстрація 2.
Надходження й винесення поживних речовин в балансі у ґрунті, що враховувалися проєктом BRAVO**

Зважений баланс у ґрунті, як правило, можна вважати позитивним індикатором. Він свідчить, що впродовж періоду спостережень сума всіх винесених з орних площ, тобто «втрачених» поживних речовин і сума всіх внесених, тобто «отриманих» поживних речовин є збалансованою. Різко від'ємний чи різко позитивний баланс у ґрунті є свідченням того, що орний шар ґрунту в середньому або недоотримав потрібну кількість поживних речовин, або ж отримав їх у надмірній кількості.

Надходження

Фіксація N₂-бобовими

Депозиція/ Імісія

Асимптоматичне зв'язування N

Насіння й саджанці

Мінеральні добрива

Органічні добрива

Розгорнутий баланс притоку й відтоку

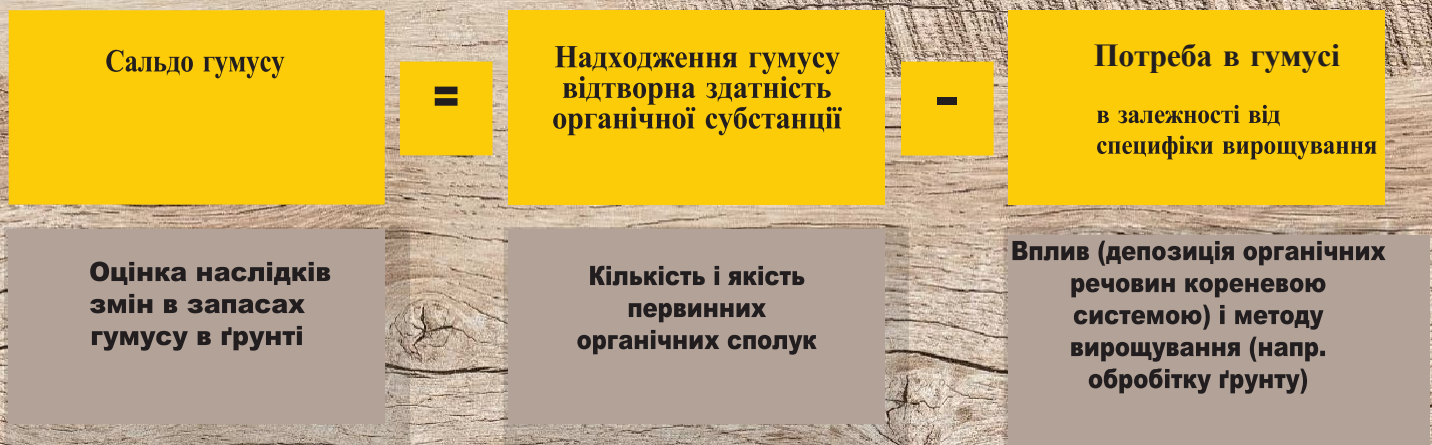


Відтік

Втрати N₂ через емісію

Денітрифікація

Рослинні продукти



Це залежить і від якості й технології застосування добрив. Якщо показники балансу надходження-виносу різко відрізняються від показників балансу в ґрунті, то це, як правило, ознака великих втрат поживних речовин за межами поля – зокрема втрат азоту у тваринницькому приміщенні чи інших місцях зберігання добрив – або ж переносу (перетоку) поживних речовин всередині господарства – зазвичай з лук і пасовищ через тваринницьке приміщення в поле. Оскільки баланс у ґрунті лук та пасовищ в цьому дослідженні не вивчався, то за умови їхньої великої частки в загальній площі ще однією причиною таких розходжень може бути різко від'ємний чи різко позитивний баланс в ґрунті лук і пасовищ.

Діаграми потоку поживних речовин

У наочній формі баланс поживних речовин зображено у вигляді діаграм потоку поживних речовин. Для цього за допомогою програмного забезпечення e!Sankey здійснювалося моделювання господарств. Діаграми потоку поживних речовин включають в себе три компоненти: рілля, луки й пасовища й ферми, а також й інші місця зберігання поживних речовин, зокрема компости та гноє-або силосховища. По кожному з цих об'єктів за допомогою стрілок, розмір яких пропорційний кількості поживних речовин, зображено обіг поживних речовин. У діаграмах потоку наведені абсолютні показники кількості поживних речовин по окремих потоках (у кг), а також сальдо балансу за трьома напрямками, рілля, луки й пасовища та ферми. По формі стрілок і їхній товщині можна переконаватися в тому, наскільки комплексними є переміщення в кожному господарстві та наскільки кожен окремих потік впливає на

баланс поживних речовин в цілому.

Розрахунок балансу гумусу

На Ілюстрації 3 зображено підхід до розрахунку балансу гумусу. На його основі можна здійснити оцінку запасів гумусу в ріллі при застосуванні різних методів вирощування. Він покликаний забезпечити оптимальний рівень запасів гумусу й застосування оптимальної технології вирощування. Існує декілька методів розрахунку балансу гумусу, починаючи від простих моделей, де можна обійтися мінімальною кількістю даних, і аж до комплексних, які потребують великої кількості даних та параметрів. Чим більше опрацьовується даних і чим комплексніша система, тим, як правило, достовірніші висновки щодо змін запасів гумусу в ґрунті. Оцінку абсолютних змін у запасах гумусу в ґрунті можна здійснити лише за допомогою небагатьох з них.

Оскільки ці моделі потребують наповнення великими масивами даних щодо ґрунту, клімату, початкових запасів гумусу та вирощуваних культур, складання такого балансу неможливе без аналізів, які вимагають неабияких затрат.

У цьому дослідженні спочатку використовувалось визначення балансу гумусу за методикою HU-MOD (Brock et al.2012), що була розроблена спеціально для органічного землеробства. Хоча за допомогою цієї моделі неможливо підрахувати абсолютні зміни в запасах гумусу, проте можна отримати дані принаймні про відносні зміни, тобто про

Ілюстрація 3.
Принцип визначення балансу гумусу (Leithold et al. 2007)

збільшення чи зменшення цих запасів. Однак з огляду на відсутність в деяких господарствах-учасниках проекту потрібних параметрів по окремих вирощуваних, а особливо спеціальних та проміжних культурах, які доволі часто зустрічаються на фермах інноваційного типу, розрахунок балансу проводився на базі більш простої методики, рекомендованої VDLUFA(2014).

Для визначення балансу гумусу за методом VDLUFA/Союзу сільськогосподарських науково-дослідних установ Німеччини (2014) потрібно зовсім небагато даних, **однак на його основі можна зробити лише висновок щодо потреби в добривах для збереження продуктивності ґрунту.** Свідченням цьому є одиниця виміру, що застосовується в рамках цієї методики. **І для робіт, що можуть зменшити вміст гумусу в ґрунті (наприклад, вирощування культур з високим споживанням гумусу), і для заходів, що можуть підвищити цей показник (зокрема, внесення органічних добрив), використовується абстрактна одиниця виміру: «еквівалент гумусу» (Näq).** Щоправда вона відповідає одиниці «1 кг вуглецю в гумусі», проте позначає не зміни в кількості гумусу, а лише певну кількість вуглецю, яка може зумовити зміни в запасах гумусу в ґрунті. При цьому мова не йде про вплив надходження вуглецю на структуру гумусу.

Розрахунок балансу гумусу за методикою VDLUFA складається із двох кроків. Перший полягає у визначенні так званої потреби у відтворенні гумусу за рахунок вирощуваних культур. Згідно з висновками VDLUFA більшість товарних культур, зокрема зернових, картоплі й овочів, виснажують гумус, тобто зумовлюють потребу у його відтворенні. При цьому окрім виду культури враховуються й типи ґрунтів, а також інтенсивність обробітку при вирощуванні відповідних культур. **Нижні показники стосуються ґрунтів в хорошому стані, де йдеться лише про збереження їхньої родючості, або ж території із низькою врожайністю. Середні показники стосуються ґрунтів, що потребують покращення своїх функціональних параметрів і родючість яких потрібно**

підвищити. Верхні – відносяться до ґрунтів у поганому культивованому стані, які потребують значного покращення своїх функціональних властивостей та родючості, та технологій вирощування з високою потребою в гумусі без внесення мінеральних добрив, наприклад, органічного рослинництва з високим рівнем врожайності.

Чим вищий рівень інтенсивності використання або потреба у покращенні запасів гумусу у ґрунті, тим вищий рівень виснаження гумусу вирощуваними культурами і тим більше органічних добрив потрібно застосовувати для того, щоб добитися зваженого балансу гумусу.

Деякі культури, наприклад, бобові чи сидерати, збільшують рівень гумусу, тобто не зумовлюють потреби у його відтворенні. Цю властивість називають ще й здатністю до відтворення гумусу. При визначенні здатності до відтворення гумусу враховуються і побічні продукти деяких культур, що залишаються в полі. У сальдо всіх вирощуваних культур, як правило, в результаті наявна потреба у відтворенні гумусу, що є свідченням потенційного відтоку (вилучення з урожаєм) органічної субстанції ґрунту.

В рамках другого кроку при розрахунку балансу гумусу за методикою VDLUFA рівень здатності до відтворення гумусу визначається на основі внесених органічних добрив. Тут особливо велике значення відіграє частка сухої маси у добривах. У цьому дослідженні використовувалися орієнтовні (оціночні) показники, що зумовлює певну неточність у результатах. **Врешті решт показники потреби у відтворенні гумусу й здатності до відтворення гумусу порівнювалися між собою, а отримане сальдо ділилося на площу ріллі, в результаті чого було отримано відносний показник у Näq/га. На основі цього показника можна здійснити порівняння між господарствами.**



Розрахунок еко-балансу

Розрахунок екологічного балансу – важливий метод оцінки екологічного впливу певного продукту або послуги в рамках всього їхнього життєвого циклу. За допомогою еко-балансу можна виявити шляхи покращення екологічних характеристик продуктів і послуг впродовж всього життєвого циклу. Цими даними можуть скористатися й представники політики чи промисловості, однак вони можуть стати в нагоді й зацікавленим приватним суб'єктам при ухваленні ними рішень, зокрема у своєму позиціонуванні на споживчому ринку. У цьому дослідженні здійснювався розрахунок так званого оглядового еко-балансу. Цей розрахунок проведено з урахуванням міжнародних норм стандарту ISO 14040 та 14044 (Екологічне управління. Оцінювання життєвого циклу). Однак при цьому не здійснювалося визначення еко-балансу, сумісного з нормами ISO, бо для цього потрібна зовнішня експертиза.

Мета та рамкові умови дослідження

Розрахунок екологічного балансу здійснюється в чотири етапи. На першій стадії визначається мета й рамкові умови дослідження. Приймається рішення про об'єкт та обсяг дослідження. При ухваленні цього рішення аналізуються не лише його актуальність, а й цільові групи, котрим воно адресоване, а також орієнтовні сфери використання його результатів. Це дослідження покликане стати помічником в ухваленні рішень в галузі органічного сільського господарства.

Його мета полягає в тому, щоб наочно й обґрунтовано продемонструвати аграріям вплив різноманітних інноваційних методів підвищення родючості ґрунту в порівнянні з альтернативними методами, так званими референтними технологіями, з точки зору викиду парникових газів, евтрофікації наземних екосистем та потреб у первинній енергії. Референтні технології потрібні для оцінювання еко-балансів. Це – технології, які можуть бути реалізовані замість інноваційних методів.

При виборі референтних технологій слід стежити за тим, щоб їхній вплив на родючість ґрунту чи на ефект від внесення добрив був схожим до впливу інноваційних методів обробітку.

Результати дослідження в рамках проєкту BRAVÖ інноваційних методів п'яти господарств та відібраних для порівняння з ними референтних технологій представлені в Таблиці 1. Щоб показати залежність досліджуваних чинників впливу від відстані перевезень та внесення різноманітних референтних субстратів, розрахунок показників по референтних методах здійснювався при різних відстанях перевезень та способах внесення добрив. Дальність перевезення впливає на еко-баланс через споживання пального, а спосіб внесення субстратів впливає передусім на виділення в повітря аміаку, проте в залежності від нього може змінюватися і споживання пального. В Таблиці 2 наведені дані щодо дальності транспортування референтних субстратів і привозного компосту. Для наочної демонстрації результатів щоразу закладалася відстань транспортування в 15 км, а також типовий спосіб внесення.

Результати, отримані при аналізі інших варіантів, позначені на діаграмах чорною лінією. Вони ілюструють максимальні й мінімальні обсяги очікуваних викидів при застосуванні відповідного методу. Викиди, що утворюються внаслідок виробництва рогового борошна (переробка й збут) та компосту, теж включалися до балансів й містяться в ілюстраціях, що стосуються споживання матеріальних ресурсів.

Таблиця 1. Технології, які досліджувалися проектом BRAVÖ, й референтні технології, що залучалися до розрахунку екологічного балансу

Технологія	Референтна технологія
Суцільна сівба бобових	Рогове борошно
Технологія Cut&Carry	Гноївка ВРХ
Удобрення силосом	
Компост власного виробництва	Залишки бродіння
Компост від ін.постачальників	Гній ВРХ
Інтенсивна сівозміна з проміжними культурами	Пташиний послід

Таблиця 2. Спосіб внесення й дальність перевезення референтних субстанцій і зовнішнього компосту

	типовий	Спосіб внесення		Дальність перевезення			
		мінімальні викиди	максимальні викиди	V1	V2	V3	V4
Рогове борошно	Ротаційна борона	-	без зароблення в ґрунт	2 км	15 км	30 км	-
Гноївка ВРХ	Волочильний шланг	Інжекторний культиватор	з регулюванням ширини	2 км	15 км	30 км	-
Залишки бродіння	Без зароблення в ґрунт	Ротаційна борона	без зароблення в ґрунт	2 км	15 км	30 км	-
Гній ВРХ	Ротаційна борона через 4 год.	Ротаційна борона, негайно	без зароблення в ґрунт	2 км	15 км	30 км	-
Послід птиці	Без зароблення в ґрунт	Ротаційна борона	без зароблення в ґрунт	2 км	15 км	30 км	600 км
Компост	Ротаційна борона	-	-	2 км	15 км	30 км	

В основу еко-балансу покладено порівняльну одиницю виміру, так звану функціональну одиницю. В дослідженні такою одиницею є гектар. Це означає, що переміщення поживних речовин по окремих видах робіт стосуються відповідно 1 га площі. Таким чином, показники по кожному методу і кожній референтній технології розраховувалися таким чином, ніби здійснювалося щоразу «удобрення» 1 гектару площі землі. З метою кращого порівняння методів всі способи, крім вирощування проміжних культур та відповідного йому референтного методу – внесення пташиного посліду, проектувалися

на еквівалент удобрення в розмірі 50 кг N на гектар.

Особливість удобрювального ефекту при вирощуванні проміжних культур полягає у добуванні фосфору, що не міститься в рослинах, із фосфорних запасів у ґрунті. Тому в цьому випадку застосовується еквівалент удобрення у 5 кг P на гектар. В якості референтної методики використовується удобрення пташиним послідом.

Таким чином, при всіх методах ми відштовхуємося від розрахунку, згідно з яким на кожен гектар будь-якої площі обробітку вноситься 50 кг N або 5 кг P. З огляду на наявність даних, трудові затрати і очікуваний ефект при визначенні рамкових умов дослідження було увалене рішення не включати до розрахунку балансу виробника відповідної техніки. Таке рішення стосується всіх методів (способів) обробітку, що розглядаються в цьому дослідженні, і є типовим підходом при роботі з еко-балансами.

Фактичний баланс

Після визначення рамкових передумов на другому етапі розрахунку еко-балансу проводиться співставлення й визначення кількісних параметрів на вході й виході в рамках фактичного балансу. Для цього **по-перше встановлюються окремі технологічні робочі операції та використана техніка по кожному методу. На основі цих даних розраховуються витрати пального й матеріальних ресурсів.** Потрібна кількість матеріальних ресурсів визначається також і по інших засобах виробництва, зокрема силосній пилівці. Потім по кожному спожитому засобу виробництва встановлюються обсяги зумовлених при цьому викидів та витрат. Ці так звані «набори даних LCA» можна отримати з банків даних LCA. В нашому випадку використовувався банк даних ecoinvent Version 3.6. З цього банку даних можна, наприклад, отримати перелік всіх матеріалів (сировина, класи речовин, окремі речовини), які застосовуються для виготовлення або спалювання одного кілограма дизелю, а також всі викиди (наприклад, CO₂, оксиди азоту і т.д.), які виділяються при цьому.

При відборі наборів даних потрібно стежити за дотриманням критеріїв, встановлених при визначенні рамкових умов дослідження. В нашому випадку для дизелю, наприклад, було обрано набір даних, що охоплює всі точки проходження: від закупівлі сирої нафти, її транспортування і до нафтопереробного заводу, процесу переробки з усіма її етапами та аж до наступного перевезення до заправної станції, процесу заправки й спалювання дизелю в моторі сільськогосподарського агрегата.

Оцінювання дієвості

На третьому етапі, тобто оцінюванні дієвості, показники на вході й виході об'єднуються у так звані категорії впливу. Так, наприклад, всі викиди парникового газу зводяться в категорію «вплив парникового газу». Для цього в залежності від впливу на клімат здійснюється перерахунок всіх викидів у так званий умовний еквівалент CO₂ і визначається сумарний показник. Категорії, отримані в рамках реалізації проекту BRAVÖ, наведені в **Таблиці 3**.

Потреба в первинній енергії включає в себе як прямі, так і непрямі потреби в енергії, пов'язані з попередніми ланками виробничих процесів, наприклад, генерацією, трансформацією чи розподілом енергії. В категорію чинника впливу «ефект парникових газів» зведені в одне ціле всі значимі з точки зору клімату газу. Ці газу зумовлюють зміни в балансі сонячного опромінення в атмосфері, що призводить до підвищення температури. В рамках евтрофікації наземних і водних екосистем зведені в одне ціле речовини, котрі спричиняють наявність в цих системах надмірної кількості добрив. Надлишок добрив спричиняє бурхливе розмноження водоростей у водоймах, що у свою чергу може призвести до втрат у біорізноманітності.

В наземних екосистемах евтрофікація також може створювати загрозу для біологічного різноманіття, оскільки сприяє розмноженню рослин, що споживають велику кількість поживних речовин. **В результаті дії евтрофікації на наземні екосистеми виникають газоподібні викиди, передовсім аміаку чи оксидів азоту, що передаються по повітрю й**

Таблиця 3. Категорії впливу при розрахунку екобалансу, що досліджувалися проектом BRAVÖ

Категорія впливу	Одиниця	Скорочення
Потреба в первинній енергії (абіотичний фактор)	мегаджоуль/гектар	мдж/га
Викиди парникових газів (Global Warming Potential)	кілограм еквіваленту двоокису вуглецю на гектар	кгCO ₂ екв./га
Наземна евтрофікація	кількість азоту/гектар	моль N екв./га

осідають в природних екосистемах. Евтрофікація водоймищ спричиняється передусім вимиванням нітратів й змиванням розчинних фосфорних сполук. Оскільки й викиди нітратів, і вимивання фосфору здебільшого залежать від загальної організації виробництва у господарствах й не можуть бути зведені до окремих видів культур чи методик удобрення, було ухвалене рішення надалі не наводити результати по цій категорії чинників впливу.

Результати по цій категорії впливу, отримані в процесі дослідження відібраних методів (технологій) обробітку, не є достатньо показовими, оскільки відображають лише малу частину евтрофікації водних екосистем, що дійсно зумовлюється землеробством.

Оцінювання й інтерпретація

На основі цих загальних спостережень та розрахунків на четвертому етапі можна здійснити оцінювання й інтерпретацію еко-балансу. При інтерпретації важливо пам'ятати про залежність отриманих результатів від надійності базових даних чи обраної методики. В цілому ж можна констатувати, що порівняння результатів різних наукових досліджень еко-балансу в абсолютному вираженні можливе лише в обмеженому обсязі.

Натомість результати, отримані шляхом порівняння двох методів в рамках одного дослідження є відносно надійними. На відміну від балансів поживних речовин еко-баланси в рамках цього проекту стосуються лише інноваційних методів господарювання, а не всієї господарчої діяльності відповідного підприємства.





Економіка

Розрахунок доходів і витрат

Розрахунок доходів і витрат, що використовується в цьому дослідженні, стосується лише частини витрат. Враховуються лише доходи й витрати, які можна прямо пов'язати з інноваційним способом або його альтернативою.

Рентабельність можна виразити у формі **маржинального доходу (вкладу на покриття) (DB) або доходу без врахування прямих витрат і витрат на виконання робіт (DAL)**.

Згідно з визначенням поняття маржинального доходу як різниці між виручкою від реалізації й змінними витратами, кількість робочих годин штатного персоналу підприємства не береться при цьому до уваги. Витрати на оплату праці штатних співробітників, а також робочий час керівника господарства відносяться до постійних витрат і не враховуються при обрахунку маржинального доходу.

Сума постійних витрат на оплату праці й постійних витрат на техніку дорівнює витратам на виконання робіт. Якщо цей показник відняти від маржинального доходу, можна отримати дохід без врахування прямих витрат і витрат на виконання робіт.

Перевага застосування DB полягає в тому, що до уваги не беруться постійні витрати на техніку. Техніка в більшості випадків вже є в наявності у досліджуваних господарствах, а тому не має значення для оцінювання інноваційних способів господарювання. Перевага використання DAL полягає в тому, що в розрахунок включаться вартість робочого часу керівника господарства у формі розрахункової ставки на оплату праці в розмірі 20 євро за 1 годину. Затрати праці, що виникають внаслідок запровадження інновацій є доволі вагомим показником для оцінювання. Отже в дослідженні здійснюється порівняння обох цих параметрів – DB та DAL.

Методам виробництва (відповідній інновації чи її альтернативі), в результаті яких не виробляється товарна продукція, звісно ж присвоюються від'ємні DB та DAL. Це стосується зокрема вирощування проміжних культур. Якщо інноваційний спосіб господарювання і його альтернатива відрізняються лише в плані підготовки землі до сівби товарної продукції, то до порівняльного аналізу залучаються показники DB та DAL.



проміжного продукта.

У застосунку „Leistung-Kostenrechner“ KTBL (Наглядової ради з питань техніки й будівництва у сільському господарстві) (2019) можна знайти відповідну технологію виробництва, адаптувати її до потреб дослідження й завантажити у формі файла Excel. Якщо інноваційного методу господарювання у застосунку немає, обирається метод, максимально подібний до інноваційного. Отриманий файл згодом ще раз приводиться у відповідність з даними, які є у розпорядженні керівників господарств. При цьому за можливості запрограмовані наперед показники врожаю, витрат на насіннєвий матеріал та ціна реалізації в торговельній мережі, а також технологічні операції, замінюються даними відповідного фермера. Сумарний дохід як по інноваційному, так і по альтернативному методу складається із виручки від продажу виробленої товарної продукції та отриманих показників доходу від внесення добрив. Під прямими витратами слід розуміти прямі матеріальні витрати (наприклад, насіння). До змінних витрат відносяться змінні витрати на техніку й оплату праці включно з відсотками на позичковий капітал.

Для здійснення порівняльного аналізу інноваційних методів господарювання кожна така технологія по домовленості з керівниками підприємств співставляється з відповідним альтернативним методом.

Загальні виклики у зв'язку з економічним оцінюванням

Підвищення родючості ґрунту, що супроводжується зростанням врожайності, можна виміряти лише в довгостроковій перспективі, а тому відповідні показники здебільшого не можуть бути залучені до економічного оцінювання. Проте вигоди не монетарного характеру, які вдалося виявити в процесі розрахунків, все ж слід брати до уваги при інтерпретації отриманих результатів.



1

„ Дбай про структуру ґрунту, обробляй його лише в міру необхідності й дотримуйся належного режиму вологості.“

Думка одного із керівників підприємств

Господарство 1. Суцільна сівба бобових

Інноваційний метод суцільної сівби бобових полягає у вирощуванні зернобобових з наступним їхнім зароблянням в ґрунт. Для цього навесні здійснюється висів кінського (кормового) бобу з нормою висіву у 700-800 кг/га. Окрім того, господарство вирощує ще й озимі бобові та озимий горох як сидерати з нормою висіву 200 кг/га. Чим коротший вегетаційний період, тим вищою повинна бути норма висіву. Рослинні сходи приблизно за 2 тижні до посіву мульчуються дисковою бороною чи фрезою, а потім площа обробляється культиватором на малій чи великій глибині.

В проекті BRAVO кінський біб використовувався як весняна проміжна культура, що передує висадці брокколі. Мета полягала в тому, щоб після року вирощування кормових бобових культур (другий рік висіву конюшини) здійснити суцільну сівбу зернобобової культури. У цьому господарстві існує два види сівозміни – один суто для агротехнічних потреб, інший – для вирощування овочів. При першому способі вирощуються зернобобові, які згодом використовуються як насіннєвий матеріал для вирощування проміжних культур в рамках сівозміни овочевих культур. Завдяки цьому забезпечується замкнутий цикл азоту для виробничих потреб господарства й відбувається перенесення (переміщення) К та Р із сівозміни для загальних агрономічних потреб у сівозміну для вирощування овочів.

Шляхом суцільного посіву бобових культур забезпечується фіксація азоту, а тим самим і включення його у виробничий оборот підприємства.



Профіль підприємства 2017

Господарство 1. Суцільна сівба бобових

22,5 га

ріллі

15 га

лук і пасовищ
одиниць ВРХ: приблизно 500 кг живої ваги)

24 GV

умовних

Вирощуються:

- Зернові (близько 10 га)
- Картопля (близько 5 га)
- Конюшина (3 га)
- Кінський біб (близько 1,5 га)
- Овочі у відкритому ґрунті (близько 3 га)

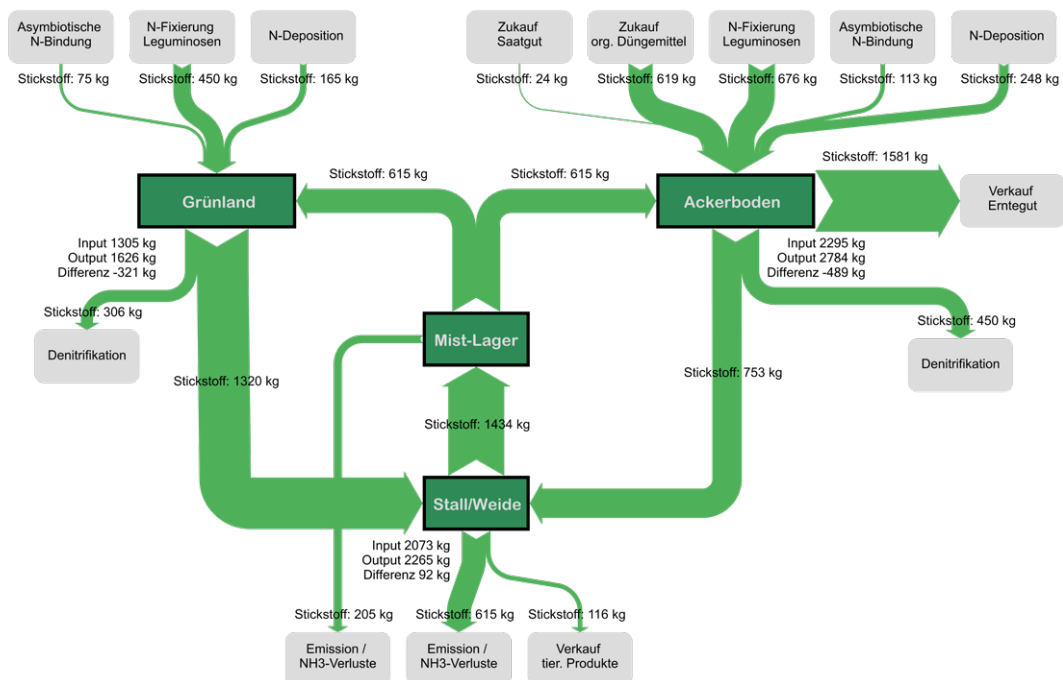
Як проводиться удобрення?

- гній із тваринницького приміщення для племінних корів та коней
- закупівля рогового борошна й органічного добрива Vinasse
- закупівля мінеральних калійно-магнієвих добрив
- удобрення частини овочевих культур за рахунок суцільної сівби бобових

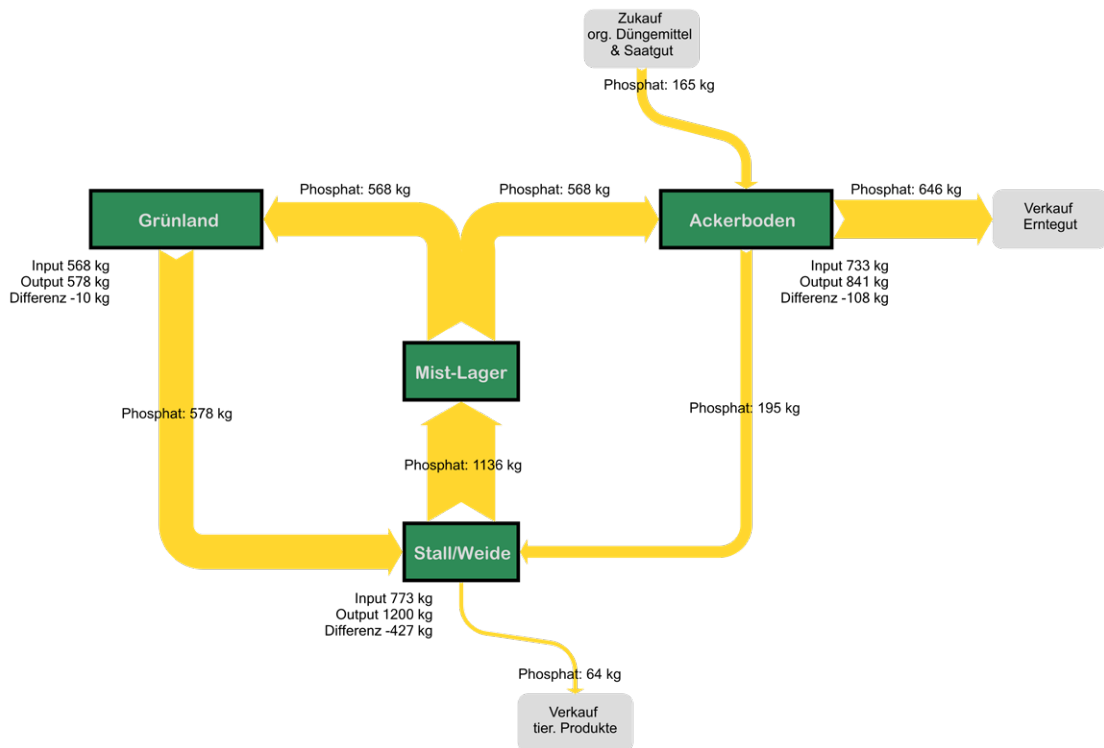
Поголів'я тварин

(0,65 GV на 1 гектар):
племінні корови та молодняк, коні

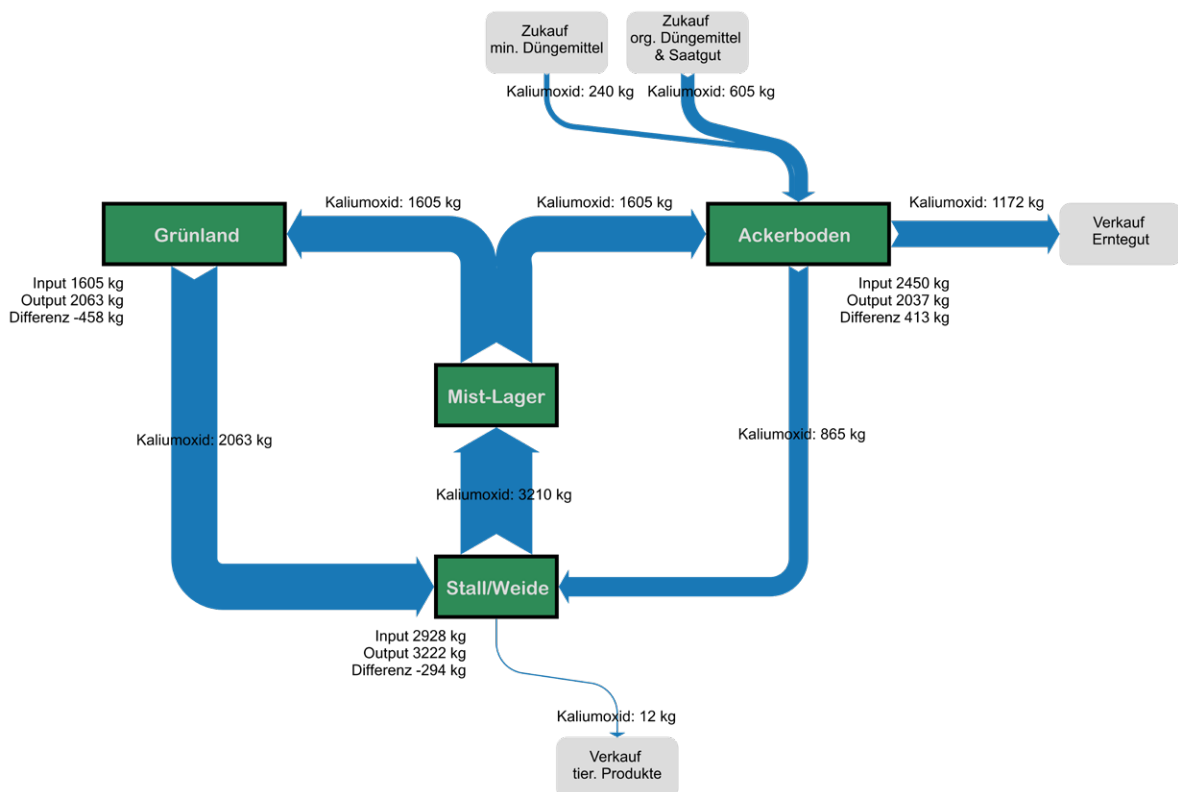
Переміщення поживних речовин у 2017 році



Ілюстрація 4. Переміщення поживних речовин інноваційного господарства, що застосовує технологію суцільної сівби бобових, 2017 рік



Ілюстрація 5. Переміщення фосфору в інноваційному господарстві, що застосовує технологію суцільної сівби бобових, 2017 рік



Ілюстрація 6. Переміщення калію в інноваційному господарстві, що застосовує технологію суцільної сівби бобових, 2017 рік

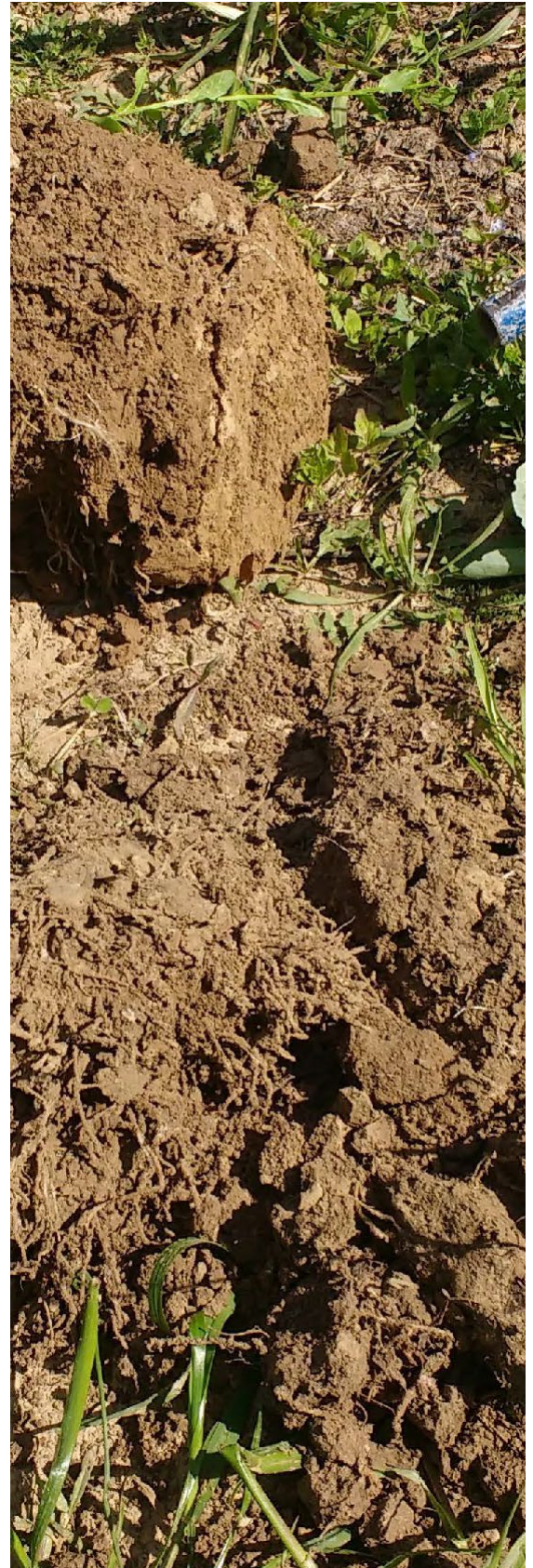
На ілюстраціях 4 – 6 зображено переміщення поживних речовин інноваційного господарства у 2017 році. Шляхом арифметичних підрахунків можна пересвідчитися в дефіциті азоту як на площах під луками й пасовищами, так і під ріллею.

Проте отримані показники балансу азоту по луках і пасовищах є дуже приблизними. Показники фіксації азоту бобовими і показники вмісту азотних речовин у врожаї сильно коливаються. Втрати приблизно дорівнюють втратам від денітрифікації, які теж не є надійною величиною. Тобто з фахової точки зору підстав для занепокоєння в цьому випадку ще немає. Дефіцит балансу в ріллі перебуває також в межах статистичної похибки. Показники до +/- 20 кг N/га можуть вважатися приблизно зваженими.

Та все ж потрібно не втрачати пильність: високий рівень виносу поживних речовин із господарства не в повній мірі компенсується надходженням добрив із різноманітних джерел. Тому керівникові підприємства потрібно постійно тримати в полі зору динаміку врожайності.

Типовим для органічних господарств, що утримують тварин, є перенесення поживних речовин із лук та пасовищ через тваринницькі приміщення на ріллі. Таким чином частково компенсується дефіцит балансу поживних речовин в землеробстві, проте це відбувається за рахунок лук та пасовищ. Найбагатшим джерелом азоту в ріллі є його фіксація бобовими культурами.

Проте вирощування кінського бобу на площі 1,5 га й отримання завдяки цьому 200 кг азоту не вирішує проблеми. Конюшина, що здатна фіксувати близько 500 кг азоту на площі в 3 га, має відчутно більшу фіксуючу здатність. Ще одним джерелом поживних речовин є покупні органічні добрива, зокрема роговий шрот, добриво Vinasse та привізний кінський гній, які збагачують площу земельного обробітку на майже 600 кг азоту.



Баланс надходження-виносу

У таблиці 4 наведено середньостатистичний баланс надходження-виносу в інноваційному господарстві за 2015 – 2017 роки. Баланс надходження-виносу інноваційного господарства за цей період характеризується позитивним сальдо в розмірі 13 кг/га. Однак баланс у ґрунті, що становив 28 кг/га, є доволі від'ємним. Це пояснюється втратами поживних речовин всередині господарства. В цьому випадку – і це типове явище – передусім у тваринницьких приміщеннях та при зберіганні гною. По фосфору й калію зафіксовано відчутний від'ємний баланс як по надходженню-виносу, так і в ґрунті. Винесення через продаж продукції майже не компенсується надходженням (закупівлею) добрив. На відміну від азоту по фосфору й калію практично не існує можливості залучення їх у господарчий обіг через фіксацію поживних речовин з повітря. У випадку з цим господарством добрива, що закуповуються, це в основному органічні добрива з низьким вмістом фосфору й калію.

Те, що баланс у ґрунті по калію та фосфору є трохи кращим у порівнянні з балансом по надходженню-виносу, пояснюється перенесенням поживних речовин з лук і пасовищ на сільськогосподарські площі через гній з ферми. Від'ємне сальдо по фосфору й калію може бути компенсоване всередині господарства лише за рахунок мінералізації з материнської породи. Проте виділення поживних речовин, що містяться в доступному для засвоєння культурами вигляді в материнській породі, є дуже незначним і не може тривати довго. Тому варто рекомендувати компенсацію дефіциту фосфору й калію шляхом створення замкнутого регіонального колообігу поживних речовин (біогеохімічного циклу).

Таблиця 4. Баланс поживних речовин інноваційного господарства, що використовує технологію суцільної сівби бобових. Показники сальдо балансу надходження-виносу стосуються лише орних площ. Це зроблено з метою кращого порівняльного аналізу із балансом у ґрунті

Баланс поживних речовин		Сальдо поживних речовин (кг/га/рік)					
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P	K
Розгорнутий баланс надходження-виносу	в середньому за 2015-2017 рр.	13	-25	-28	13	-11	-23
Розгорнутий баланс у ґрунті	в середньому за 2015-2017 рр.	-28	-16	-20	-28	-7	-17

Баланс гумусу

В залежності від стану ґрунту показники балансу гумусу в господарстві за 2015-2017 роки в середньому коливалися в межах від 131 до 145 Нäq/га/рік. Таким чином середньостатистичний баланс гумусу є трохи від'ємним. Щоб запобігти виснаження гумусу в умовах органічного господарювання, потрібно прагнути до позитивного балансу гумусу за середніми й верхніми показниками.

Через переважне вирощування культур із високим рівнем споживання гумусу, зокрема зернових, картоплі й овочів, потреба у відтворенні гумусу в ґрунтах середньої якості в 2017 році становила -11.554 Нäq/рік. Протилежна картина спостерігається при вирощуванні культур, що збагачують ґрунт гумусом, зокрема кормових бобових і зернобобових культур, де потреба у відтворенні гумусу перебуває на рівні 2.153 Нäq/рік. Тим самим з огляду на вирощувані культури в результаті спостерігається сальдо в -9.401 Нäq/рік, що з урахуванням загальної площі орних земель в 22,5 га дорівнює виснаженню гумусу в розмірі -418 Нäq/рік. Шляхом удобрення орних земель кінським гноєм та гноєм ВРХ можна суттєво підвищити вміст органічної субстанції в розмірі 10.248 Нäq/рік або 455 Нäq/га/рік. В загальному балансі гумусу в ґрунті середньої якості сальдо в остаточному результаті дорівнювало 38 Нäq/га.

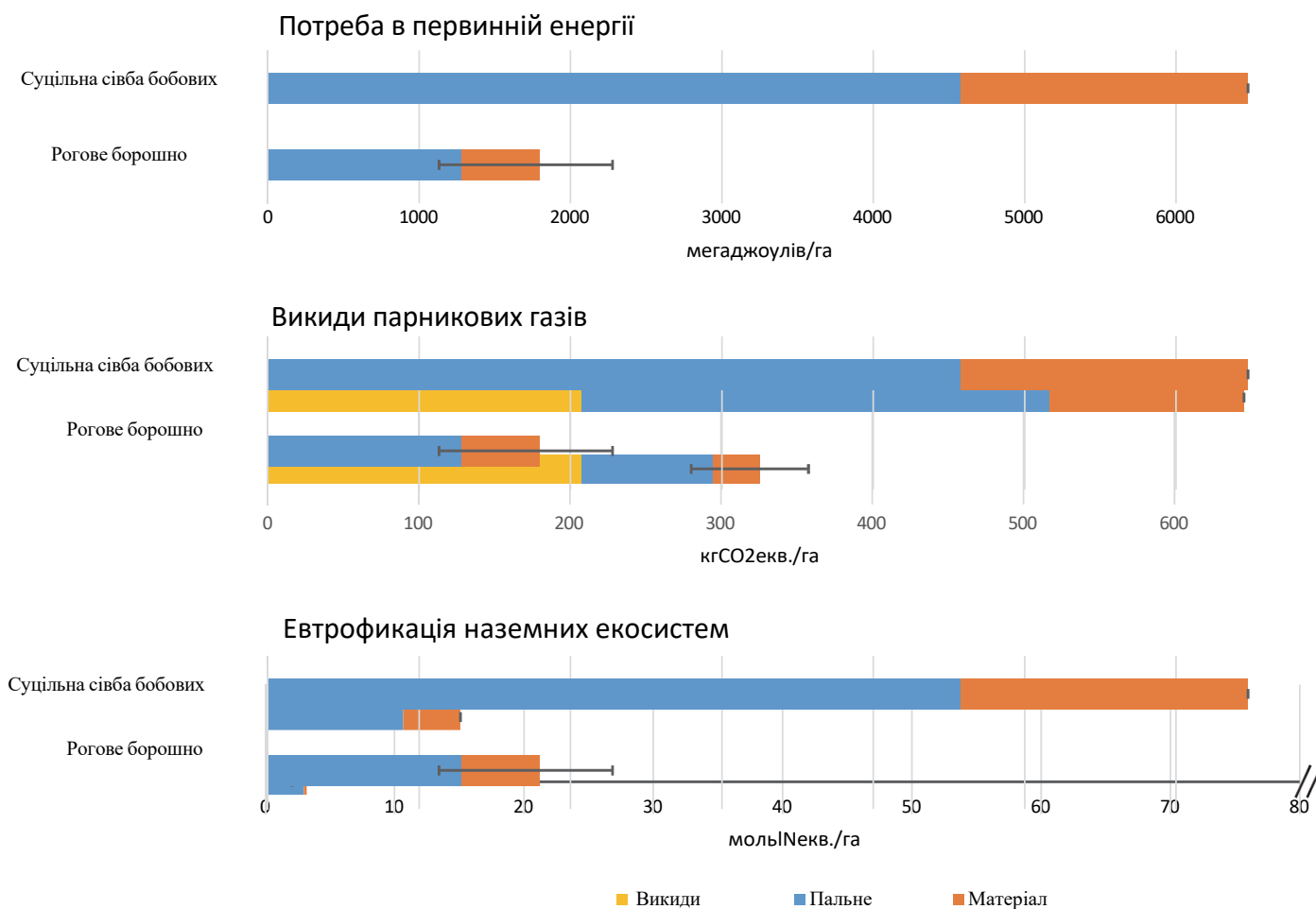
Таблиця 5. Баланс гумусу в інноваційному господарстві, що використовує технологію суцільної сівби бобових за методикою VDLUFA

Баланс гумусу за методикою VDLUFA	Сальдо гумусу (Нäq/га/рiк)		
	Нижні показники	Середні показники	Верхні показники
2015	90	-52	-194
2017	172	38	-97
в середньому за 2015 - 2017 рр.	131	-7	-145

Еко-баланс

На ілюстрації 7 зображено розрахунок еко-балансу при удобренні 50 кг N шляхом суцільної сівби бобових у порівнянні з внесенням рогового борошна (референтний метод). При цьому досліджувалися різні варіанти референтного методу, щоб продемонструвати їхній вплив на еко-баланс. Результати аналізу цих варіантів представлені на графіку чорними лініями на горизонтальних стовпцях, що стосуються рогового борошна.

Суцільна сівба бобових культур складається із двох окремих етапів: вирощування бобових культур з метою отримання насіннєвого матеріалу та суцільної сівби. Обидва технологічні етапи потребують численних робочих операцій, котрі зумовлюють великий обсяг споживання пального у порівнянні з референтним методом. Рогове борошно як залишковий продукт тваринництва, пов'язане з невеликою кількістю передуючих його виготовленню технологічних операцій. На горизонтальних стовпцях блакитного кольору показано рівень викидів або потреби в енергії при суцільній рядковій сівбі бобових культур чи виготовленні рогового борошна. Горизонтальними стовпцями помаранчевого кольору позначені викиди або потреба в енергії через споживання пального. На жовтих горизонтальних стовпцях зображено прямі викиди, зумовлені внесенням рогового борошна та внесенням і заробленням у ґрунт кінського (кормового) бобу.



Ілюстрація 7. Результати розрахунку еко-балансу при удобренні 50 кг N шляхом суцільної сівби бобових культур у порівнянні з удобренням роговим борошном

Потреби в первинній енергії

Потреби в первинній енергії при суцільній сівбі бобових культур складають понад 6000 мегаджоулів/га й суттєво перевищують аналогічний показник при удобренні роговим борошном. Потреби в первинній енергії при суцільній сівбі бобових навіть при ймовірному транспортуванні рогового борошна на віддалі 30 км все ще будуть вдвічі вищими, аніж при використанні рогового борошна.

Потреби в площі

При суцільній сівбі бобових не слід забувати й потреби в площі. Перед суцільною сівбою кінський (кормовий) біб спочатку вирощується в полі, а після цього відбувається власне суцільний висів на іншому полі. Це зумовлює підвищену потребу в площі. Якщо потрібно здійснити удобрення в розмірі 50 кг N на 1 гектар методом суцільної сівби бобових, то для цього знадобиться 0,38 га під вирощування цих бобових культур.

Викиди парникових газів

При суцільній сівбі бобових через високий рівень споживання пального спостерігається більш високий рівень виділення CO₂ і зростання обсягу парникових газів. До того ж, при використанні обох видів удобрення слід пам'ятати й про викиди оксиду азоту (горизонтальний стовпець помаранчевого кольору). Втім, показники викидів по обох методах характеризуються дуже великими коливаннями.

Евтрофікація наземних екосистем

Рівень евтрофікації наземних екосистем при суцільному рядковому висіві бобових значно вищий у порівнянні з внесенням рогового борошна. В межах цієї категорії впливу результат по суцільній сівбі та внесенню рогового борошна, отриманий за стандартним методом, зумовлений виключно рівнем споживання пального та викидами NO_x, що впливають з нього. Проте, якщо відштовхуватися від максимального обсягу прямих викидів при внесенні рогового борошна (внесення з використанням агрегатів з регулюванням ширини робочого захвату, без зароблення пелет в ґрунт, теплі погодні умови), то в результаті отримуємо високі показники викиду аміаку. В таких випадках евтрофікація наземних екосистем при удобренні роговим борошном буде значно більшою у порівнянні з удобренням шляхом суцільної сівби бобових культур.



Висновки

- Вирощування кінського бобу з огляду на невелику його питому вагу в загальній площі земель в цьому інноваційному господарстві суттєво не впливає на баланс поживних речовин та баланс гумусу.
- Баланс надходження-виносу азотних сполук є трохи позитивним, натомість баланс у ґрунті – від'ємним. Це зумовлено втратами поживних речовин всередині господарства, зокрема через виділення в повітря поживних речовин із гною та органічних добрив власного виробництва. Однак показники балансу азотних сполук є доволі нестійкими. Вміст азотних речовин у зібраному врожаї, їхнє виділення із власних органічних добрив, а також фіксує здатність бобових культур на практиці можуть суттєво коливатися.
- Баланс фосфору й калію – від'ємний. Підприємство вивозить поживні речовини у великій кількості із зібраним врожаєм й компенсує лише вкрай невелику кількість цих втрат шляхом закупівлі добрив. Тому в довгостроковій перспективі існує небезпека появи дефіциту, оскільки мінералізація з материнської породи більше не в змозі компенсувати такі великі втрати.
- Суцільна сівба бобових – це можливість з мінімальними втратами забезпечити азотом бобових ті культури, що не мають азотфіксуючих властивостей. Проте через велику потребу в орній площі територія вирощування бобових у цьому господарстві незначна, а тому й вплив на баланс поживних речовин на рівні всього підприємства теж невеликий.
- Натомість зафіксовано від'ємний екобаланс при суцільній сівбі бобових у порівнянні з альтернативними органічними добривами (тут – роговим борошном). Це зумовлено тим, що рогове борошно є побічним продуктом тваринництва, який не потребує окремого виробництва, а лише певного збагачення. Проте слід пам'ятати, що рогове борошно наявне лише в обмеженому обсязі. Крім того, не варто забувати, що воно є побічним продуктом традиційного, а часто й промислового тваринництва.

Економіка/ Розрахунок доходів і витрат

Порівнюються:

Інновація (V 1): суцільна сівба бобових як проміжної культури весняного посіву, що передреє брокколи.

- Навесні методом суцільної сівби вирощується як рослина-сидерат кінський біб й перед висівом швидкоростучих овочів заробляється в ґрунт.

Альтернатива (V 2): інтенсивне удобрення покупними добривами

- Потреба в азоті швидкоростучих овочів покривається більшим обсягом внесення покупних добрив.

Підсумок

Загалом як при інноваційному, так і при альтернативному варіанті зафіксовано від'ємний маржинальний дохід (DB V 1:-140 євро/га; V 2:-229 євро/га).

Різницю в розмірі 92 євро/га між показниками маржинального доходу на користь інноваційного методу можна оцінити як відносно незначну (Таблиця 6). Доход від суцільної сівби бобових у формі доходу від заміщення N, P, K й гумусу вищий від доходу при інтенсивному удобренні. Однак змінні витрати при використанні методу V 1 майже вдвічі вищі у порівнянні із змінними витратами методу V 2. Оскільки дохід від V 1 в більш ніж достатній мірі компенсує більші витрати, метод V 1 з маржинальним доходом вищим на 92 євро/га слід оцінити як економічно більш вигідний у порівнянні з V2. Постійні витрати на техніку й оплату праці при застосуванні V 1 вищі у порівнянні з V 2. Показники DAL при V 2 перевищують показники DAL при V 1 на 57 євро/га. З урахуванням великої кількості оціночних даних цією різницею можна знехтувати. Загалом обидва методи можна оцінити як економічно рівноцінні.

Таблиця 6. Порівняльна характеристика суцільної сівби бобових як проміжної культури весняного висіву з точки зору розрахунку доходів і витрат.

	Інновація	Альтернатива	Різниця	
	V 1	V 2	V 1 - V 2	
Сумарний дохід	924	201	724	€/ha
Сумарні прямі витрати	967	430	537	€/ha
Доход без врахування прямих витрат	-43	-229	186	€/ha
Сумарні змінні витрати	1.064	433	631	€/ha
Маржинальний дохід	-140	-232	92	€/ha
Постійні витрати на техніку	70	4	66	€/ha
Постійні витрати на оплату праці	91	8	83	€/ha
Сумарні прямі витрати й витрати на виконання робіт	1.226	445	781	€/ha
Доход без прямих витрат і витрат на виконання робіт	-301	-244	-57	€/ha
Витрати на виконання робіт	259	15	244	€/ha

Джерело: власні розрахунки на основі даних, представлених керівниками господарств, **KTBL (2019), LELSchwäbisch Gmünd (2018), StoffBilV (2017, наведеними у дослідженні Bonney та Müller-Lindenlauf (2018), LflBayern (2018), VDLUFA (2014) й BGK(2013).**

Оцінка/Дискусія

З огляду на відсутність всіх показників доходу від заміщення вартості поживних речовин і гумусу по обох досліджуваних варіантах врахувати дохід від заміщення гумусу насінням кінського бобу, а також гранулами з волосяного борошна, не було можливості.

Розрахунок вартості заміщення насінням кінського (кормового) бобу від власного виробництва в грошовому виразі з огляду на коливання у показниках врожайності в цьому господарстві теж виявився неможливим.

В розрахунок не було можливості включити зокрема й такі позитивні чинники впливу (Hubbard et al. 2013):

- захист від ерозії,
- збільшення запасів гумусу,
- сприятливий вплив на едафон,
- захист ґрунтових вод,
- рівномірний розподіл пікових навантажень.

Можливість використання іншими господарствами

Передумовою успішного застосування методу є знання місцевої специфіки та особливостей вирощування кінського бобу. На думку керівників господарств, цей метод загалом можна оцінити як доволі складний, а його реалізація пов'язана з неабиякими викликами.

Регулярний моніторинг посівів бобових позитивно впливає на оцінку ефективності методу і внесення в разі необхідності відповідних коректив.

З точки зору кліматичних умов важливим є передусім достатнє забезпечення бобових водою в період цвітіння та формування зав'язі стручків, і такий же режим має бути забезпечений, як і у випадку з усіма іншими проміжними культурами, для наступної основної культури. Потрібна для цього техніка є у розпорядженні пересічних органічних господарств.

Наявність насіння кінського бобу не є гарантованою.

Успішне виробництво власного насінневого матеріалу кінського бобу може позитивно вплинути на баланс доходів і витрат, через що інноваційний метод в сприятливих для цього місцевостях може виявитися економічно вигідним.

Можливість використання іншими органічними аграрними господарствами оцінити важко.







2

„Наслідки від внесення органічних добрив можна побачити лише згодом, по наступній культурі, проте силос – дорогий і потребує великих затрат праці.

Гній все ж слід визнати кращим способом удобрення, й нам доведеться дедалі більше переходити на співпрацю за принципом «гній в обмін на корми».

Думка керівників господарств

Господарство 2:

Технологія “Cut & Carry” (косити й перевозити)

Оскільки використання біомаси рослин конюшини на корм в господарствах без утримання тварин не користується попитом, конюшину часто не косять і не вивозять з поля, а мульчують.

Однак наявність мульчі та її розклад може знизити фіксуючу здатність конюшини (Helmert et al. 2003; Stinneret al.2008) й підвищити виділення оксиду азоту (Helmert et al. 2004), хоча в інших дослідженнях цей факт не знайшов свого підтвердження (Brozyna et al.2013).

Шляхом вивозу мульчі та її альтернативного використання можна запобігти втратам й наростити обсяг азотних сполук у своєму господарстві (Möller 2018; Fragstein та Niemsdorff 2018).

Тому слухні альтернативні варіанти використання кормових бобових як мобільного добрива (добрива, що може передаватися з одного органу рослини іншому) можуть бути цікавими для господарств з малою кількістю тварин або без них.

В рамках проекту досліджувалося господарство, що застосовує інноваційний метод вирощування конюшини з метою використання її зеленої маси (весна) або силосу з неї (осінь) на добриво. Конюшина (співвідношення між бобовими й іншою травою 70:30) вирощується впродовж більше одного року на площі близько 10 га й на 100% використовується самим господарством.

Для інноваційного обробітку здійснюється підсів конюшини за допомогою спеціального розкидувача зерна до вже посіяних вівса або спельти.

Перший етап робіт виконується наприкінці квітня, а врожай становить близько 100 ц/га зеленої маси. Потім проводиться валкування й погрузка на вантажівку. Після цього за допомогою фронтального навантажувача зелена маса подається в три гноєрозкидачі й свіжа біомаса вноситься безпосередньо на розташовані поблизу ділянки пшениці.

Для цього потрібні два-три працівники. Внесення займає загалом від 5 до 6 годин робочого часу.

Наступний етап робіт виконується наприкінці травня чи на початку червня. Йдеться про силосування. Строки залежать передовсім від наявності робочих потужностей, котрі в період косовиці працюють з особливим навантаженням. Після скошування, як і на першому етапі, здійснюється ворошіння, валкування, складання на краю поля, коткування та накриття силосу дерев'яною стружкою. Загалом для виготовлення силосу потрібні 5 – 6 робітників. Восени здійснюється внесення силосу, причому проводяться ті ж робочі операції, що й при внесенні свіжої маси на першому етапі.

На третьому й четвертому етапі проводиться скошування, ворошіння й зібрана маса залишається в полі.

Профіль підприємства 2017

Господарство, що застосовує технологію «Cut & Carry»

75 га

ріллі

34 га

лук і пасовищ

8 GV

Großvieheinheiten* (умовних

одиниць ВРХ: приблизно 500 кг живої ваги)

Вирощується:

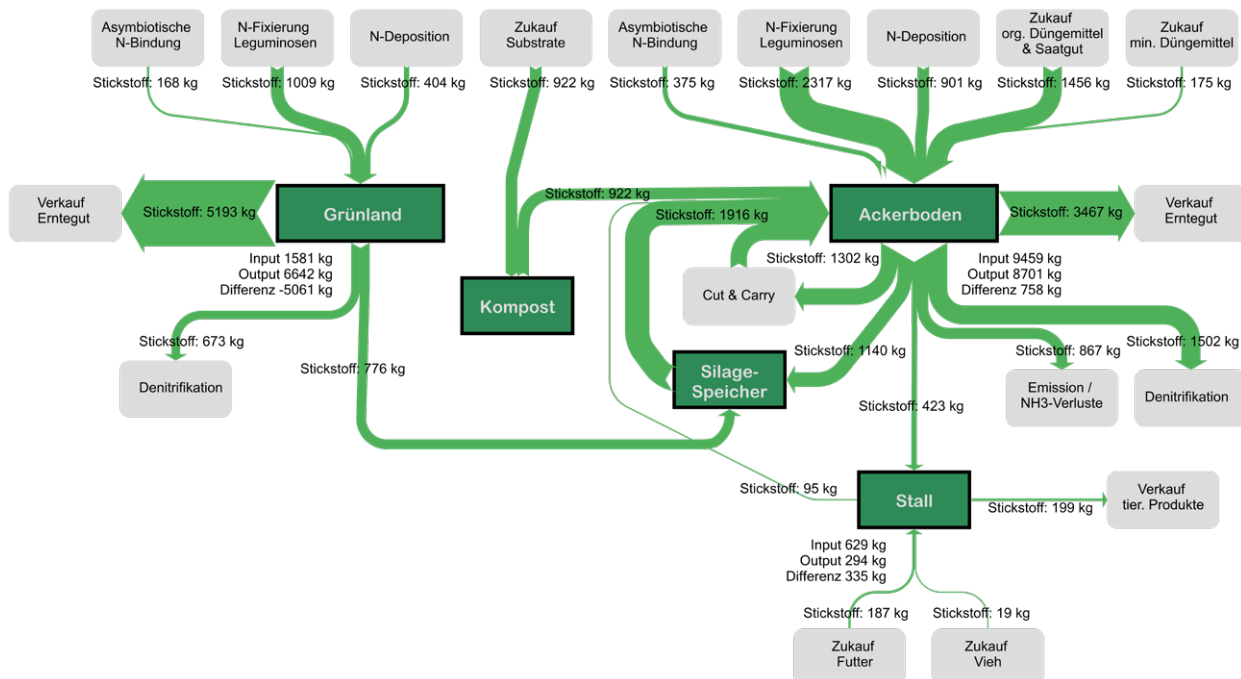
- зерно (біля 43,5 га),
- соняшник (біля 11 га),
- горох (біля 10 га),
- конюшина (біля 10 га)
- зернова гірчиця (біля 0,6 га)
- пажитниця (біля 0,15 га)

Як проводиться удобрення?

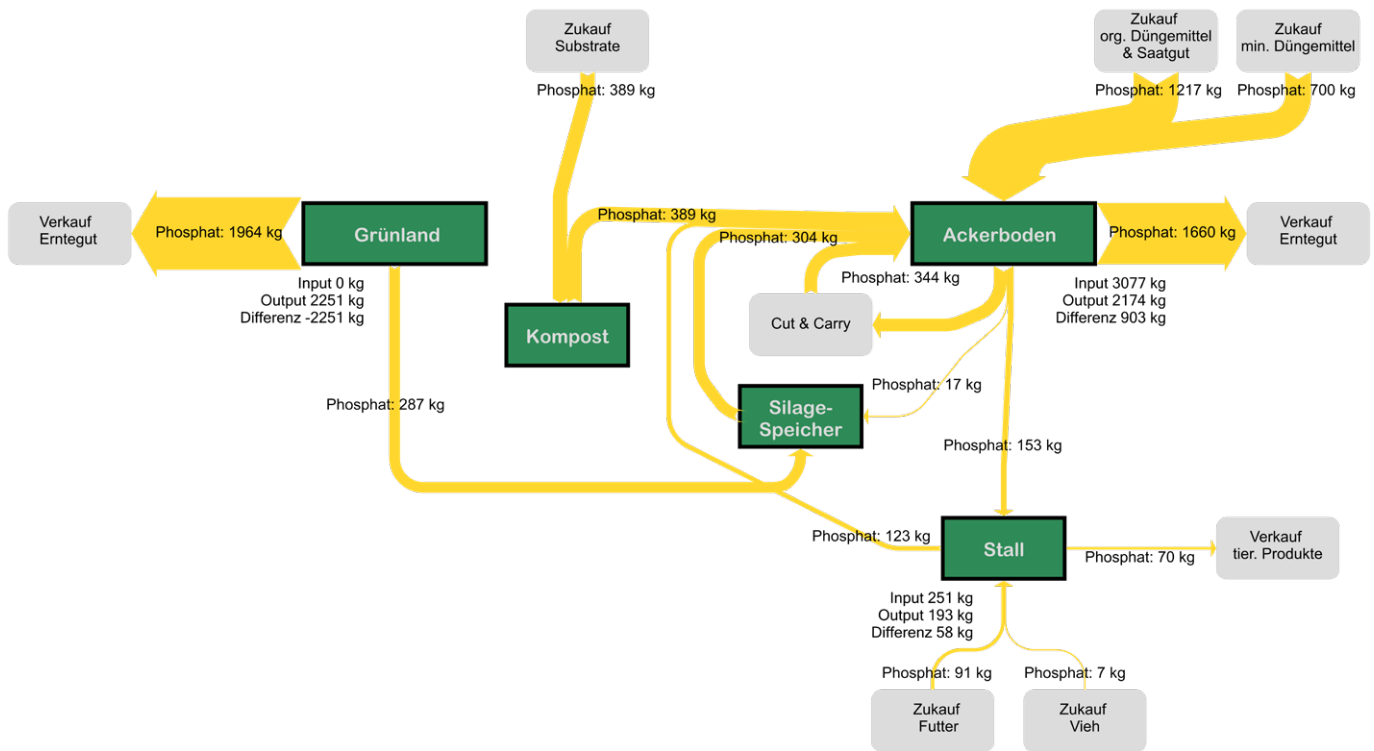
- Послід, отриманий від відгодівлі індиків
- Скошування зеленої маси конюшини (Cut&Carry)
- Силос із конюшини
- Компост власного виробництва (покупна зелена маса й листя)
- Покупний кінський гній
- Покупне карбонатне вапно

Поголів'я тварин
(0,07 GV на 1 гектар):
індики на відгодівлю

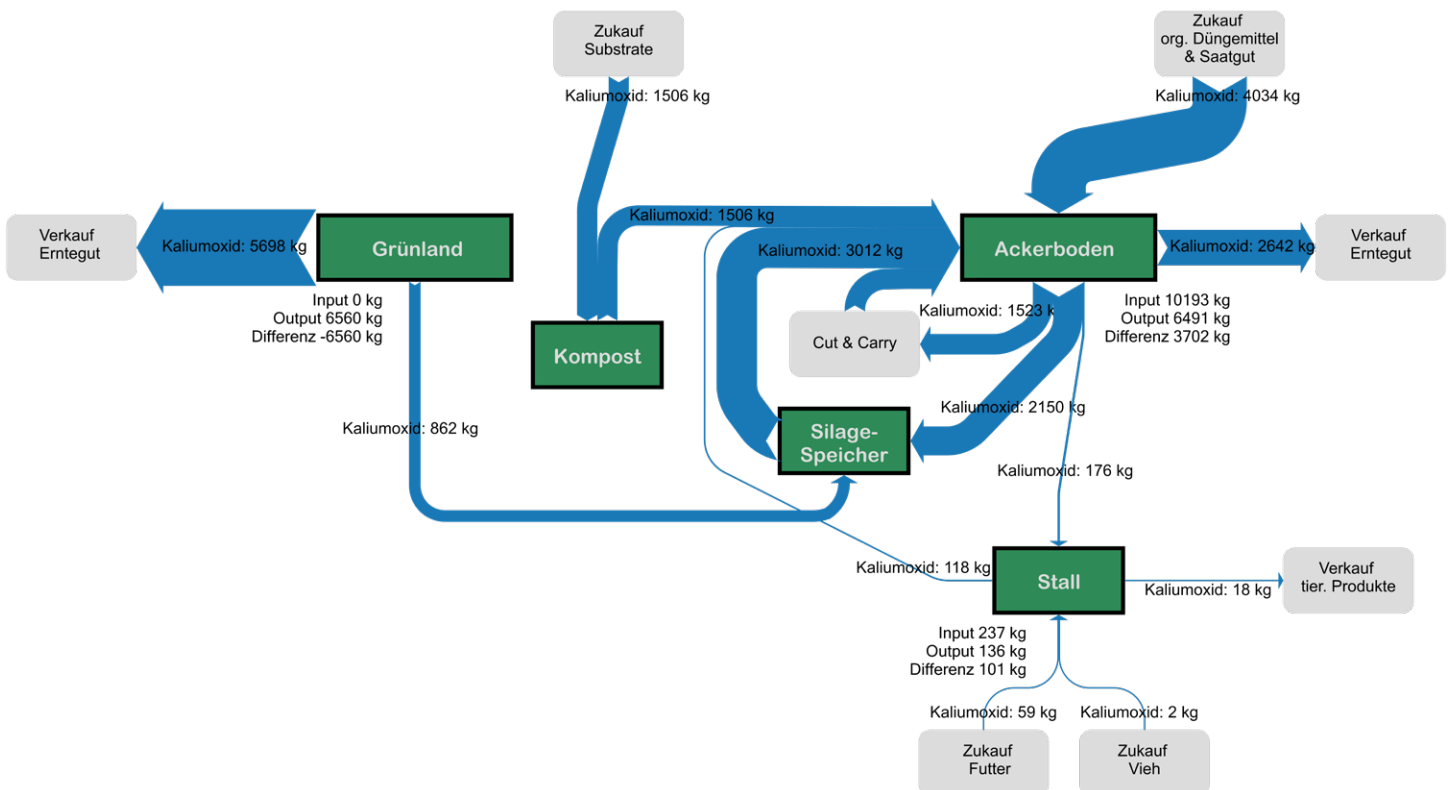
Переміщення поживних речовин у 2017 році



Ілюстрація 8. Переміщення поживних речовин в інноваційному господарстві, що використовує технологію «Cut & Carry», 2017 рік



Ілюстрація 9. **Переміщення фосфору** в інноваційному господарстві, що використовує технологію «Cut & Carry», 2017 рік



Ілюстрація 10. **Переміщення калію** в інноваційному господарстві, що працює за технологією «Cut & Carry», 2017 рік

На ілюстраціях 8 – 10 зображено переміщення поживних речовин у інноваційному господарстві в 2017 році. Суттєвий дефіцит поживних речовин спостерігається на луках і пасовищах. Причиною такого явища є вивіз великої кількості поживних речовин із зібраного врожаю на луках і пасовищах без їхнього наступного удобрення.

Фіксація азотних сполук бобовими на луках і пасовищах становить лише 1/5 від загального обсягу вивозу азотних сполук, а тому не може компенсувати його. Втім слід зазначити, що отримані дані не є достатньо надійними, бо як показники вмісту азоту в зібраному врожаї, так і показники фіксації азоту бобовими можуть сильно коливатися. Зате із впевненістю можна констатувати дефіцит калію та фосфору. В довгостроковій перспективі можна прогнозувати збіднення ґрунтів лук і пасовищ.

Завдяки внесенню різноманітних добрив із внутрішніх і зовнішніх джерел при обробі ґрунту отримано позитивні сальдо по ріллі. Особливо сприятливо на живлення ґрунтів поживними речовинами впливають повторне залучення у господарчий оборот всього врожаю конюшини (10 га) завдяки застосуванню технології «Cut & Carry» та використання силосу із рослин конюшини, незначне переміщення поживних речовин з лук та пасовищ й закупівля компостних субстратів та кінського гною, органічне добриво із власних тваринницьких приміщень в цьому господарстві відіграє другорядну роль.



Баланс надходження-виносу та баланс у ґрунті

Таблиця 7. Баланс поживних речовин в інноваційному господарстві, що використовує технологію «Cut & Carry». Показники сальдо балансу надходження-виносу стосуються лише орної площі. Це зроблено задля кращого порівняльного аналізу із балансом у ґрунті.

Баланс поживних речовин		Сальдо поживних речовин (кг/га/рік)					
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P	K
Розгорнутий баланс надходження-виносу	в середньому 2015-2017	-42	-20	-45	-42	-9	-37
Розгорнутий баланс у ґрунті	в середньому 2015-2017	4	4	50	4	2	41

В таблиці наведені середньостатистичні дані балансу надходження-виносу та балансу в ґрунті в інноваційному господарстві, що застосовує технологію «Cut & Carry», за 2015 – 2017 рік. Баланс надходження-виносу по всіх трьох поживних речовинах в цьому господарстві різко від'ємний. Причина полягає у продажу більшої частини врожаю, що збирається на площах під луками й пасовищами. Продається 85% від усієї кількості поживних речовин, що містяться у зібраному врожаї, і лише 15% через силос повертаються на орні площі. Баланс надходження-виносу можна покращити шляхом нарощування обсягів внутрішнього використання зеленої маси лук і пасовищ, наприклад, у формі силосного добрива або «внутрішнього імпорту» органічних добрив в обсягах, рівних кількості проданої зеленої маси з лук і пасовищ.

Баланс азоту й фосфору у ґрунті в більшій мірі зважений, а по калію він навіть різко позитивний. Причина полягає в застосуванні різноманітних покупних мінеральних і органічних добрив, а також карбонатного вапна (багатого на фосфор) і кінського гною (містить дуже багато калію), а також субстратів для виробництва власного компосту. До цього слід додати ще й перенесення поживних речовин з лук і пасовищ на рілля.

Баланс гумусу

Таблиця 8. Баланс гумусу в інноваційному господарстві, що використовує технологію «Cut & Carry», за методикою VDLUFA.

Баланс гумусу за методикою VDLUFA	Сальдо гумусу(екв. гумусу/га/рік)		
	Нижні показники	Середні показники	Верхні показники
2015	661	561	460
2016	601	490	379
2017	650	562	473
в середньому за 2015-2017	638	537	437

У таблиці 8 наведено показники балансу гумусу в інноваційному господарстві, отримані за методикою VDLUFA В залежності від стану ґрунтів баланс гумусу цього господарства за 2017 рік в середньому коливається в діапазоні від 638 до 437 Ндґ/га/рік і є різко позитивним. Можна очікувати накопичення гумусу у довгостроковій перспективі.

Через вирощування на великих площах культур, що виснажують гумус, зокрема зернових і соняшника, в 2017 році спостерігається помітне зменшення органічної субстанції у ґрунті (-22.128 Ндґ/рік у ґрунтах середньої якості). Однак за рахунок вирощування культур, що збагачують гумус, зокрема кормових бобових та зернобобових, а також озимих проміжних культур, забезпечується збагачення органічної субстанції ґрунту в розмірі 10.518 Ндґ/рік. Тим самим завдяки цим культурам в результаті отримуємо сальдо в розмірі -11.610 Ндґ/рік, що у перерахунку на загальну площу ріллі в 75 га дає в кінцевому результаті збагачення рівня гумусу в розмірі -155 Ндґ/га/рік. Однак, з огляду на те, що після багатьох культур, зокрема соняшника на площі 11 га, на полі залишаються побічні продукти, до балансу включаються ще 17.959 Ндґ/рік або 239 Ндґ/га/рік. Завдяки удобренню орних площ конюшиною й особливо добривами, що максимально сприяють гумусоутворенню, як кінський гній та компост, забезпечується відтворення гумусу в розмірі 35.768 Ндґ/рік або 477 Ндґ/га/рік. Таким чином сальдо балансу гумусу в цілому становить 562 Ндґ/га/рік в ґрунтах середньої якості.

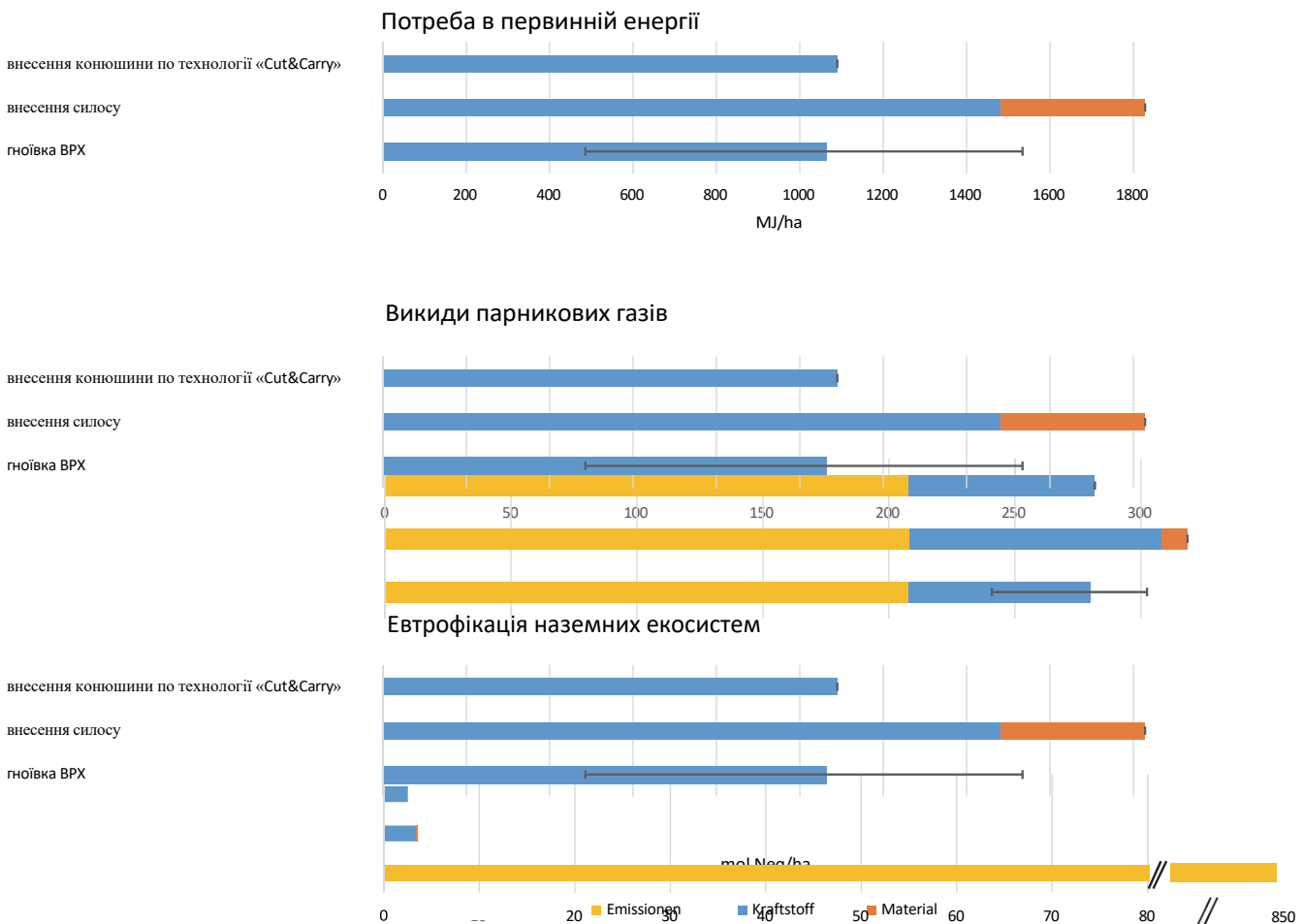
Еко-баланс

На ілюстрації 11 показано результати розрахунку еко-балансу при удобренні в розмірі 50 кг N/га із застосуванням технології «Cut & Carry» на базі конюшини, а також удобрення силосом із конюшини у порівнянні з удобренням гноївкою ВРХ (еталонний/референтний метод). При дослідженні референтного методу враховувалися різні відстані перевезень гноївки, а також різні методи її внесення (див. **таблицю 2**), щоб у повній мірі продемонструвати вплив цієї технології на еко-баланс. При варіанті з максимальним рівнем викидів аміаку ми відштовхувалися від внесення розкидачем із регулюванням ширини робочого захвату, по варіанту з мінімальною емісією – від внесення культиватором для гноївки. Типовим (стандартним) методом вважалося внесення тяговим шлангом.

Однак зменшення викидів при внесенні гноївки ВРХ тягне за собою збільшення витрат пального, та виділення пов'язаних з цим газів. На графіку чорний горизонтальний стовпець демонструє широкий спектр результатів, отриманих при аналізі різних варіантів референтного методу удобрення гноївкою ВРХ, що залучалися до підрахунків. Подекуди спостерігаються великі розходження між мінімальними та максимальними показниками. Гноївка ВРХ є залишковою речовиною від тваринництва, а тому їй передують невелика кількість технологічних операцій. Виділення газоподібних сполук у повітря, що виникає при утриманні тварин, не включається до емісії, що зумовлюється гноївкою як добривом.

Горизонтальні стовпці блакитного кольору на діаграмах позначають викиди, спричинені споживанням пального у процесі вирощування конюшини та внесення добрив. Горизонтальні стовпці помаранчевого кольору відображають викиди, зумовлені споживанням матеріальних ресурсів, необхідних для цього методу. На горизонтальних стовпцях жовтого кольору зображено прямі викиди, зумовлені внесенням добрив та їхньою дією в ґрунті.

При вирощуванні конюшини ми відштовхуємося від чотирьохразового скошування для різних потреб. Після першого скошування відбувається ворошіння, потім – валкування й завантаження на вантажний транспортний засіб.



Ілюстрація 11. Результати розрахунку еко-балансу при удобренні 50 кг N шляхом застосування технології «Cut&Carry» або удобрення силосом із рослин конюшини у порівнянні з удобренням гноївкою ВРХ

За допомогою гноєрозкидачів свіжа зелена маса конюшини вноситься на площу, що підлягає удобренню (Cut & Carry). Другий укіс силосується. При цьому після скошування проводиться ворошіння, валкування й складування у силосховищі із ущільненням та утрамбовуванням.

Силос вкривається силосною плівкою або захисною решіткою. Для внесення цього силосу на ділянку, що удобрюється, застосовуються гноєрозкидачі. Третій і четвертий укіс виконуються в рамках технології «Cut&Carry» й обрахунки здійснюються тим же чином, що й при першому скошуванні.

Потреба в первинній енергії

Для удобрення свіжою зеленою масою конюшини потрібна приблизно та ж кількість первинної енергії, що й для удобрення гноївкою ВРХ. При завозі гноївки і її внесенні в ґрунт із зменшенням викидів (культиватор із пристосуванням для внесення гноївки) споживання первинної енергії при застосуванні цього референтного методу вище у порівнянні з удобренням свіжими рослинами (зеленою масою) конюшини. Удобрення з використанням силосу конюшини з огляду на більший обсяг споживання матеріальних ресурсів та пального вимагає більшого обсягу первинної енергії, ніж референтний метод. Застосування силосної плівки та захисних решіток для силосу (помаранчевий горизонтальний стовпець, матеріал) з урахуванням витрат на виробництво матеріалів у розмірі понад 300 мегаджулів/га доволі відчутно впливає на потребу у первинній енергії. Якби замість плівки й захисних решіток силос вкривався б природними матеріалами, в результаті можна було б отримати більш низький показник по матеріальних ресурсах.

Викиди парникових газів

Показники викидів парникових газів по свіжій зеленій масі конюшини та удобренню силосом з конюшини приблизно ті ж, що й при референтному методі удобрення гноївкою ВРХ, хоча в останньому випадку вони є все ж дещо вищими з огляду на вищий рівень споживання пального й матеріальних ресурсів. Вирішальним чинником ефекту виділення парникових газів при цій технології є викиди оксиду азоту. Дані по них доволі приблизні. Показники, що використовуються для підрахунків, є нормативними, натомість реальні показники можуть відрізнятися від них в залежності від специфічних умов. Оскільки виміри обсягу викидів не проводилися, точні висновки щодо емісії N₂O зробити неможливо.

Наземна евтрофікація

У порівнянні з удобренням гноївкою ВРХ удобрення свіжою конюшиною та силосом з неї майже не впливає на евтрофікацію наземних екосистем. Оскільки при внесенні гноївки ВРХ у повітря виділяється велика кількість аміаку, то навіть при внесенні ін'єкційним культиватором очікуваний рівень викидів аміаку все ще становить 75 моль N_{eq}/га.

Потреба у площі

Для удобрення одного гектара ріллі 50 кг N із конюшини потрібно 0,16 га площі для її вирощування. Така потреба у площі впливає із припущення про чотириохразове використання конюшини. Перший, третій і четвертий укіс, що здійснюються в рамках технології «Cut& Carry», дають у сумі 75% від загальної кількості азоту, а другий укіс використовується для отримання силосу. Ми відштовхуємося від загального річного врожаю у 58 т зеленої маси/га та вмісту азоту у 5,8 кг N/т зеленої маси. Якби всі чотири укоси використовувалися для виробництва силосу, то при удобренні одного гектара ріллі 50 кг азоту знадобилась би дещо більша площа у 0,18 га. Це пояснюється тим, що при виробництві силосу потрібно брати до уваги 15-20 % втрат маси (наприклад через кришіння підв'ялих рослин конюшини під час завантаження в силососховище), що не спостерігається при переміщенні свіжої біомаси конюшини в рамках технології «Cut & Carry».

Висновки

- З огляду на високу питому вагу у загальній площі, вирощування конюшини зумовлює суттєвий позитивний вплив на баланс азотних речовин і баланс гумусу в цьому інноваційному господарстві.
- Баланс надходження–виносу по всіх трьох поживних речовинах, що включалися в розрахунки, в цьому господарстві різко від’ємний. Причина полягає у продажу 85% кількості поживних речовин, що містяться у врожаї на площах під луками й пасовищах. Інші 15% через удобрення силосом переносяться на орні площі.
- Баланс у ґрунті орних земель доволі зважений (азот і фосфор) або явно позитивний (калій). Це зумовлено внесенням різних покупних добрив. Особливо багатий на калій кінський гній.
- Використання конюшини шляхом застосування технології «Cut&Carry» та удобрення силосом з конюшини всередині самого господарства відкриває хорошу можливість для надходження азоту, що накопичується азотфіксуючими рослинами, у внутрішній виробничий оборот та його розподіл по різноманітних ділянках в певні моменти часу впродовж усього року. Інноваційне господарство використовує цю технологію удобрення у поєднанні з багатьма іншими видами добрив для досягнення позитивного балансу у ґрунті й позитивного балансу гумусу.
- Еко-баланс при технології «Cut&Carry» з використанням конюшини як з точки зору потреби в первинній енергії, так і з точки зору викидів парникових газів мало чим відрізняється від удобрення гноївкою ВРХ, що закуповується в цьому ж регіоні. При використанні гноївки, що поставляється з інших регіонів, зафіксовано гірші показники. Параметри евтрофікації наземних екосистем при технології «Cut&Carry» значно кращі у порівнянні з референтним методом.
- Еко-баланс при удобренні силосом з конюшини в плані евтрофікації наземних екосистем значно кращий у порівнянні з референтним методом. При удобренні силосом зафіксовано дещо вищий рівень викидів парникових газів аніж при удобренні гноївкою. І лише з точки зору споживання первинної енергії удобрення силосом з огляду на застосування силосної плівки і захисних решіток дає дещо гірший результат у порівнянні з референтним методом. Якби в цьому випадку замість силосної плівки та решітки для покриття використовувалися б природні матеріали, то цей показник виявився б кращим.
- Відносно хороший еко-баланс по гноївці ВРХ можна пояснити тим, що це – побічний продукт, якому не передують виробничі процеси (затрати на виробництво корму відносяться до продуктів тваринництва, а не до органічних добрив). Проте не слід забувати, що в разі подальшого розширення напрямку землеробства без утримання тварин може виникнути проблема недостатньої наявності гноївки для удобрення.
- Для виробництва зеленої маси конюшини чи силосу із конюшинно-трав'яної суміші потрібні доволі великі площі, які в еко-балансі постійно слід відносити на рахунок культур, що удобрюються. Для удобрення 1 гектара в розмірі 50 кг N шляхом використання силосу або зеленої маси конюшини потрібна додаткова площа біля 0,16 га.

Економіка / Розрахунок доходів і витрат

Порівнюється економічний ефект таких методів обробітку:

Інновація (V 1): технологія (Cut&Carry) на базі конюшини.

- Зелена маса конюшини з двох укосів використовується у формі свіжоскошеної зеленої маси або силосу як добриво для зернових культур.

Альтернатива (V 2): співпраця за принципом «корми в обмін на гній»

- Свіжоскошена зелена маса конюшини з двох укосів віддається в обмін на гній ВРХ, що вноситься як добриво під зернові культури.

Підсумок

Таблиця 9. Порівняльний аналіз доходів і витрат при технології «Cut & Carry»

	Інновація V1	Альтернатива V2	Різниця V1-V2	
Сумарний дохід	1.814	1.969	-155	€/ha
Сумарні прямі витрати	266	266	0	€/ha
Дохід без врахування прямих витрат	1.548	1.703	-155	€/ha
Сумарний показник змінних витрат	394	371	23	€/ha
Маржинальний дохід (DB)	1.420	1.598	-178	€/ha
Постійні витрати на техніку	179	130	49	€/ha
Постійні витрати на оплату праці	112	90	22	€/ha
Сумарні прямі витрати й витрати на виконання робіт	685	591	94	€/ha
Дохід без прямих витрат і витрат на виконання робіт	1.129	1.378	-248	€/ha
Витрати на виконання робіт	419	325	94	€/ha

Джерело: власні розрахунки на основі даних, представлених керівниками господарств, **KTBL (2019), LELSchwäbisch Gmünd (2018), StoffBilV (2017, наведеними у дослідженні Bonney та Müller-Lindenlauf (2018), LFJBayern (2018), VDLUFA (2014) й BGK(2013)**

У короткостроковій перспективі інноваційний метод V 1 з показником DB у 1.420 євро/га слід оцінити як економічно більш вигідний. Дохід від заміщення монетарної вартості N, P, K й гумусу сповна компенсує змінні витрати. Вартість при V 2 складається із доходу від заміщення вартості N, P, K й гумусу при вирощуванні конюшини та удобренні гноем ВРХ. Загальна продуктивність при V 2 з показником 1.969 євро/га на 156 євро вища у порівнянні з продуктивністю при інновації V 1. Змінні витрати при інновації V 1 до того ж дещо вищі у порівнянні з V 2, через що обрахований маржинальний дохід нижчий загалом на 178 євро/га. Альтернатива V 2 у короткостроковій перспективі з показником маржинального доходу у 1.598 євро/га теж виявляється рентабельною.

перспективу, котрі не увійшли до розрахунку DB, то можна констатувати, що метод V 2 (співпраця за принципом «гній в обмін на корм») є дещо менш трудомісткий у порівнянні з методом V 1 (Cut & Carry). У тривалій перспективі обидва методи є економічно рентабельними, причому рівень рентабельності інноваційного методу в цьому випадку поступається рівню рентабельності альтернативного методу.

Якщо ж брати до уваги постійні витрати на тривалу

З огляду на чималу кількість оціночних або недостатньо надійних даних можна лише констатувати, що економічні показники розрахунку доходів і витрат по обох методах (інноваційному й альтернативному) перебувають приблизно на однаковому рівні, хоча інноваційний метод дещо поступається за своїми показниками.

Оцінка/Дискусія

Керівник господарства наприкінці збору даних для цього проекту й справді пішов на співпрацю за принципом «корм в обмін на гній», який розглядався нами як можливий альтернативний спосіб господарювання. Отже він усвідомив економічну вигоду цього методу і його реалізації на практиці. Проте він водночас наголошує на відсутності твердих гарантій поставок у потрібному обсязі.

Господарство має доволі потужну техніку, яка не є абсолютно необхідною й збільшує постійні витрати згідно із проведеними розрахунками.

У дослідженні Alpers (2014) наведено не монетарні переваги від внесення мульчі, які втім або зовсім, або лише не в повному обсязі можуть бути взяті до уваги при розрахунку доходів і витрат інноваційного методу (Cut & Carry):

- Сприятливий вплив на розвиток мікроорганізмів у ґрунті
- Покращення режиму тепла й вологості в орному шарі
- Пригнічення бур'янів шляхом внесення зеленої маси конюшини
- Швидке забезпечення N.

Можливість застосування іншими господарствами

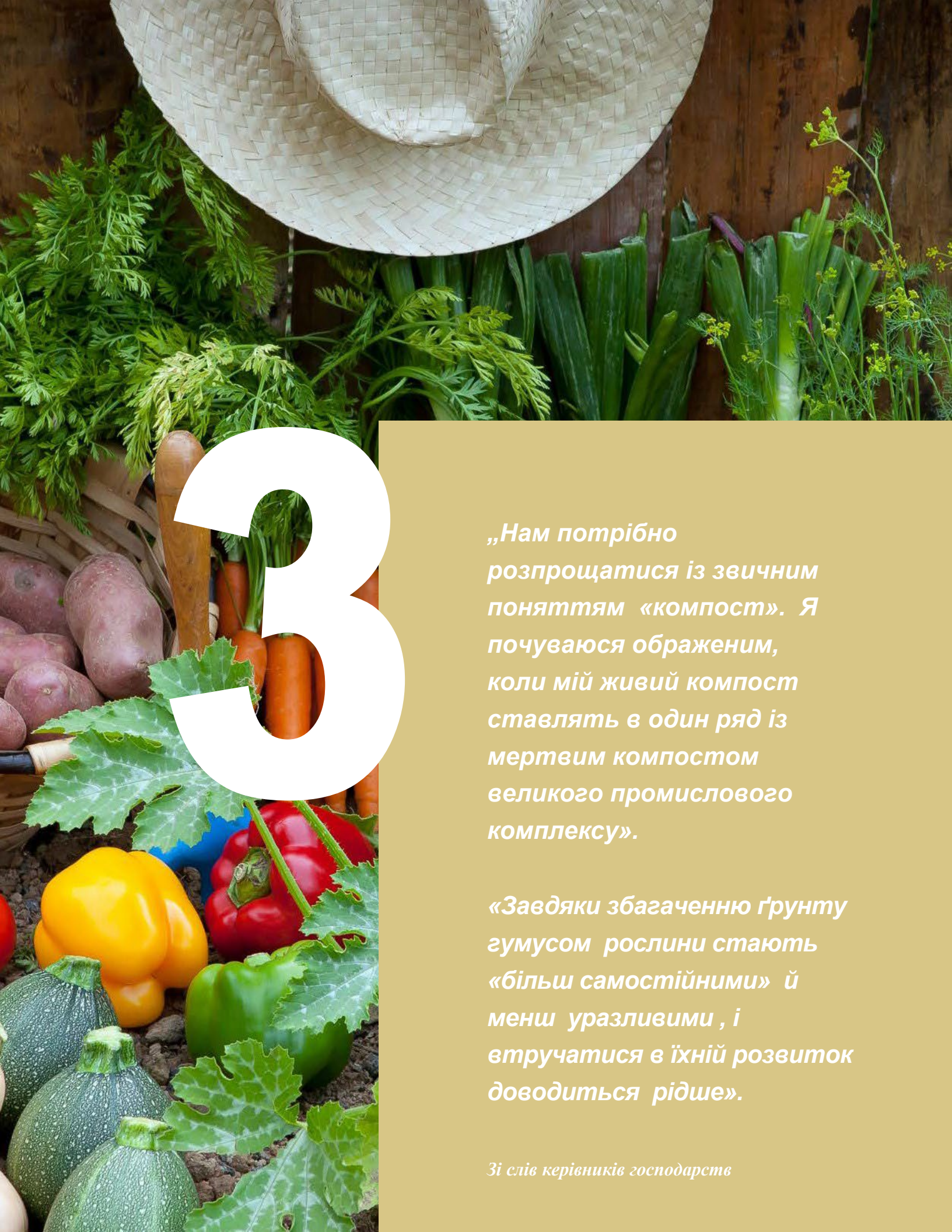
У цьому господарстві ділянки під конюшиною розташовані неподалік від ділянок під пшеницею, що полегшує поєднання технологічно складного і трудомісткого процесу скошування з одночасним внесенням зеленої маси.

З технічної точки зору інноваційний метод можна реалізувати звичайною технікою, що є у розпорядженні господарств, проте таке оснащення як кілька потужних тракторів та самозавантажувальних причепів або ж розкидачів компосту чи гною, як у цьому господарстві, звичайно ж є бажаним. Неохідності у використанні колишнього гное- або ж силосховища для силосування в цьому випадку немає. Крім того, для вкриття в цьому випадку потрібні лише щепи або схожий до неї матеріал для мульчування. Можливе й вкриття за допомогою звичайної силосної плівки, що є у продажу, або ж силосування у тюках.

Вирощування конюшини не потребує особливих кліматичних умов. Тому метод перенесення поживних речовин з конюшини може порівняно просто застосовуватися звичайними господарствами з обробітку землі.

Інноваційний метод може стати хорошим способом покращення родючості ґрунтів, якщо закупівля зеленої маси конюшини не можлива або можлива лише за високою відпускнуою ціною, а можливості для співпраці за принципом «корм в обмін на гній» немає.





3

„Нам потрібно розпрощатися із звичним поняттям «компост». Я почуваюся ображеним, коли мій живий компост ставлять в один ряд із мертвим компостом великого промислового комплексу».

«Завдяки збагаченню ґрунту гумусом рослини стають «більш самостійними» й менш уразливими , і втручатися в їхній розвиток доводиться рідше».

Зі слів керівників господарств

Господарство 3. Виробництво власного компосту

Удобрення компостом позитивно впливає на родючість ґрунту в багатьох відношеннях. Передусім воно сприяє утворенню гумусу, оскільки компост містить в собі велику кількість органічних речовин. Це, у свою чергу, підвищує здатність ґрунту до катіонного обміну, оскільки органічний вуглець має негативний заряд (Bhattacharyae et al. 2016).

До того ж, внесення компосту підвищує стійкість агрегатного стану ґрунту та його вологоємність, що у свою чергу зменшує ризик ерозії (Diacono та Montemurro 2010; Jørgensen 2018; Bhattacharyae et al. 2016). Удобрення компостом сприяє підвищенню активності мікроорганізмів у ґрунті (Jørgensen 2018), що живляться органікою. Завдяки такому споживанню органічної субстанції мікроорганізмами відбувається ще й виділення поживних речовин із компосту.

У цьому господарстві, що бере участь у проєкті, саме з таких міркувань впродовж майже 30 років на професійній

основі виробляється компост для власних потреб та на продаж. Для його виробництва використовуються такі вихідні субстрати, як кінський чи коров'ячий гній, шкірка (обрізки) овочів, свіжоскошена зелена маса, сіно чи солома, а також виноградна макуха. Питома вага субстратів, що використовуються для виробництва компосту, змінюється в залежності від сезону. Так із загалом 200 м³ овочевих обрізків близько 70% припадає на літо. Компост вноситься під усі культури, що вирощуються господарством. Вихідні субстрати доставляються до краю поля або до місця компостування й укладаються буртами довжиною у 100 м. Загалом для цього потрібно біля 2.600 м³ матеріалу рослинного чи тваринного походження й землі, котрі в процесі компостування переробляються на близько 1.300 м³ готового компосту. Кожен бурт відстоюється вісім тижнів і контролюється згідно з методом «керованого процесу гниття» Любке. В залежності від температури та вмісту кисню компостну масу потрібно час від часу перевертати.



Профіль підприємства 2017

Господарство, що виготовляє компост для власних потреб

15 га

рілля та спеціальні культури

0 га

луки й пасовища **Großviehleistungen*** (умовних одиниць ВРХ: приблизно 500 кг живої ваги)

0

Культури:

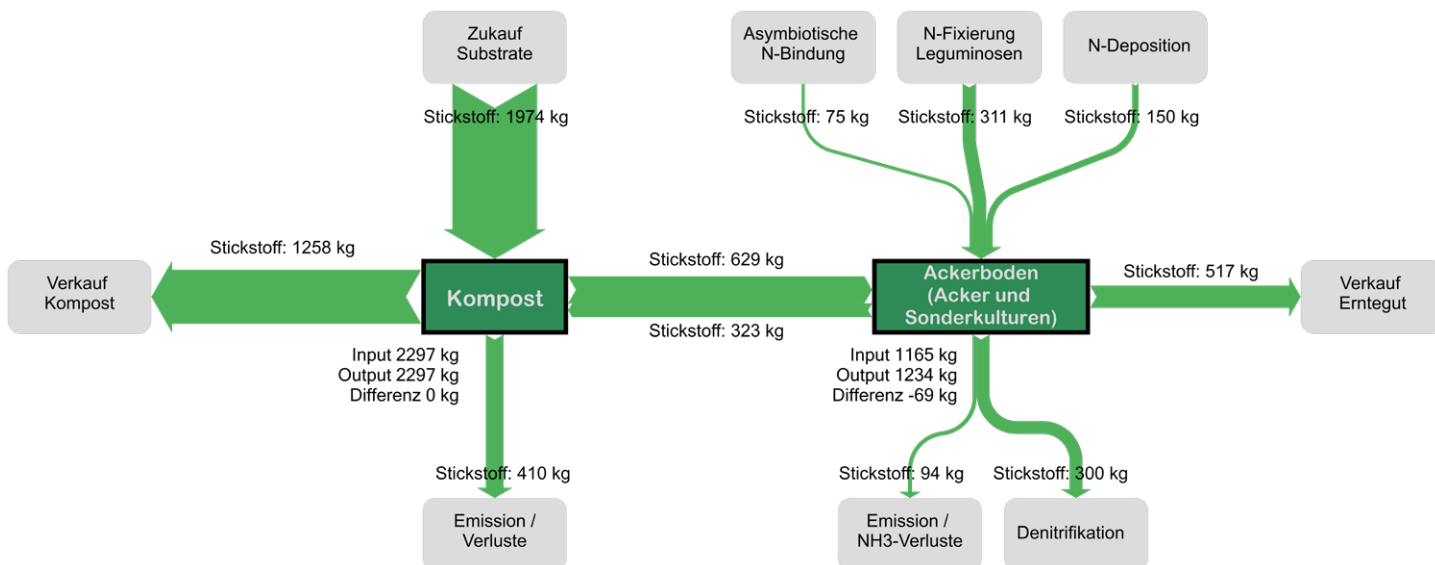
- овочі** (біля 5,5 га)
- спаржа** (біля 5 га)
- кісточкові фрукти** (біля 3,5 га)
- виноград** (біля 0,6 га)
- смородина** (0,4 га)

Як проводиться удобрення?

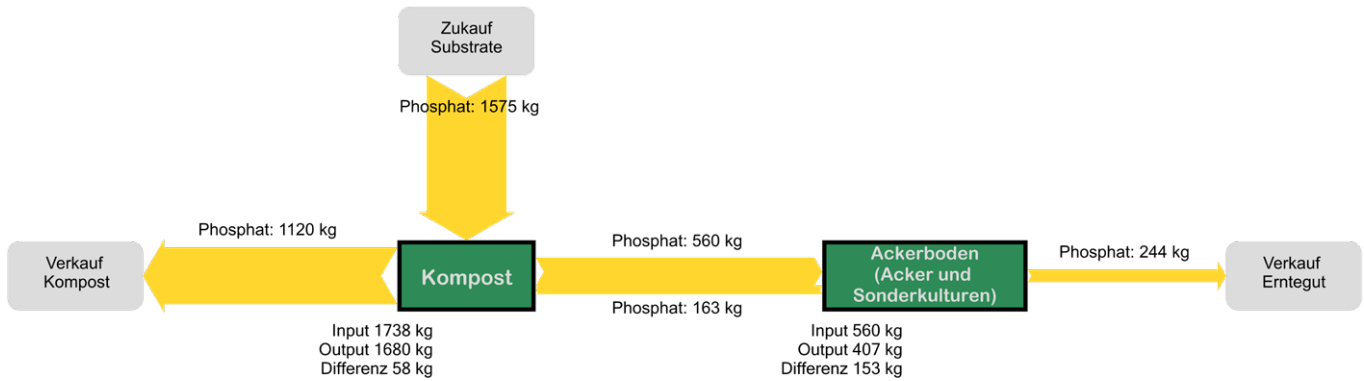
Компост власного виробництва (кінський гній, гній ВРХ, овочеві обрізки та подрібнена зелена маса закупаються)

Поголів'я: тварин немає

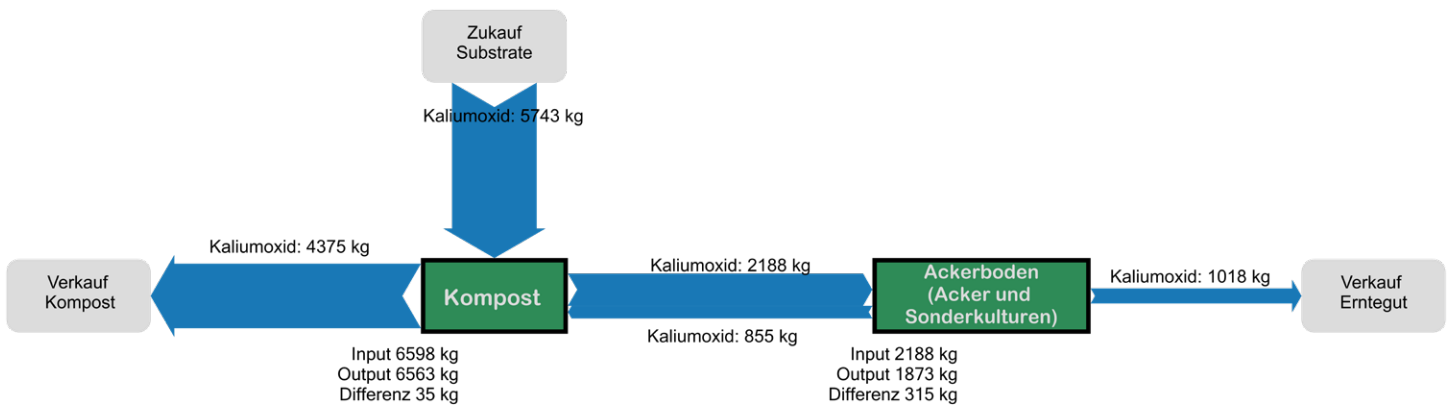
Переміщення поживних речовин у 2017 році



Ілюстрація 12. Переміщення азотних речовин в інноваційному господарстві, що має власне виробництво компосту, 2017 рік



Ілюстрація 13. Переміщення фосфору в інноваційному господарстві, що має власне виробництво компосту, 2017 рік



Ілюстрація 14. Переміщення калію в інноваційному господарстві, що має власне виробництво компосту, 2017 рік

Підсумок

На ілюстраціях 12 – 14 представлено переміщення поживних речовин за 2015 – 2017 рр., оскільки саме в цей період інноваційне господарство впродовж кількох років постійно вирощувало одні й ті ж культури та застосовувало одні й ті ж методи обробітку. Компост, що виготовляється у господарстві, виявився головним місцем, через яке проходять потоки поживних речовин. Основним джерелом їхнього надходження були закупівлі субстратів, вкрай багатих на поживні речовини, зокрема кінського та коров'ячого гною овочевих обрізків та подрібненої зеленої маси. Сюди слід додати і власні субстрати, наприклад, побічні продукти вирощування овочів та кісточкових плодів, що містять порівняно невелику кількість поживних речовин. Більша частина готового компосту продається, невелика частина поступає для удобрення посівних площ. Тим самим господарство з виробництвом власного компосту «дотує» обробіток землі за рахунок «імпорту» поживних речовин. За винятком втрат азоту, що міститься у завезеному субстратах та внесеному як добриво компості, в розмірі від 15 до 20%, інших втрат поживних речовин з компосту не спостерігалось. Реальні втрати поживних речовин у процесі компостування сильно коливаються й можуть виявитися набагато вищими. Через втрати внаслідок вимивання господарство може також понести суттєві втрати калію. Якщо брати ріллю, то тут крім удобрення компостом не використовуються жодні інші добрива. По азоту слід враховувати його фіксацію бобовими, проміжними культурами та ділянками під паром. Таким чином баланс у ґрунті по всіх трьох поживних речовинах визначається в основному різницею між удобренням компостом та вивозом зібраного врожаю, а також побічних продуктів.



Баланс надходження-виносу та Баланс гумусу

ВИНОСУ

У таблиці 10 вказано дані щодо балансу надходження й виносу та балансу гумусу в інноваційному господарстві за період з 2015 по 2017 рр. В рамках розрахунків балансу надходження-виносу в результаті отримано позитивне сальдо по всіх трьох поживних речовинах. Причина полягає в тому, що це господарство закупає субстрати для виробництва компосту, особливо багаті на поживні речовини, й продає дещо меншу їхню кількість разом із дещо біднішим на поживні речовини компостом. Завдяки цьому поживні речовини у суттєвому обсязі завозяться у господарство із зовнішніх джерел. Фіксація азоту бобовими також дещо поліпшує позитивний баланс надходження-виносу.

Щодо балансу в ґрунті, то тут зафіксоване невелике від'ємне сальдо по азоту й позитивне – по фосфору й калію. Однак брак і надлишок цих речовин перебувають у межах статистичної похибки. Тому ці баланси в цілому можна вважати приблизно зваженими.

У таблиці 11 вказано дані по балансу гумусу в інноваційному господарстві, отримані за методикою VDLUFA, по однорічних культурах. Параметрів по спеціальних культурах: кісточкових плодкових, винограду та смородині немає. В залежності від стану ґрунту, баланс гумусу цього господарства коливається в межах від 1.111 до 911 Нәq/га/рік. Тим самим баланс гумусу перебуває на дуже високому позитивному рівні. У довгостроковій перспективі існує висока ймовірність накопичення органічної субстанції в ґрунті й можна очікувати надходження великої кількості поживних речовин із органічної субстанції ґрунту. В період з 2015 по 2017 рік через вирощування овочів, які зменшують рівень гумусу, потреба у його відтворенні становила від -3.800 Нәq/рік на ґрунтах середньої якості. Відтворювальна здатність гумусу при вирощуванні проміжних культур і на ділянках під паром натомість склала 2.310 Нәq/рік. Тим самим, в результаті по культурах, які вивчались, отримане сальдо у -1.490 Нәq/рік, що у перерахунку на площу під однорічними культурами на 10 га дає у підсумку показник потреби у відтворенні гумусу в розмірі -149 Нәq/га/рік. Завдяки удобренню компостом забезпечується відтворювальна здатність гумусу в розмірі 11.600 Нәq/рік або 1160 Нәq/га/рік. Сальдо балансу гумусу в цілому становить 10.110 Нәq/рік або 1.011 Нәq/га/рік на ґрунтах середньої якості.

Таблиця 10. Баланс поживних речовин інноваційного господарства з виробництвом власного компосту. Показники сальдо балансу надходження-виносу стосуються лише орної площі. Це зроблено задля кращого порівняльного аналізу із балансом у ґрунті.

Баланс поживних речовин		Сальдо поживних речовин (кг/га/рік)					
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P	K
Розгорнутий баланс надходження-виносу	в середньому 2015-2017 рр.	34	14	23	34	6	19
Розгорнутий баланс вмісту у ґрунті	в середньому 2015-2017 рр.	-5	10	21	-5	4	17

Таблиця 11. Баланс гумусу інноваційного господарства з виробництвом власного компосту за методикою VDLUFA

Баланс гумусу за методикою VDLUFA		Сальдо гумусу (Нәq/га/рік)	
		Нижні показники	Верхні показники
2015-2017	1111	1011	911

Еко-баланс

На ілюстрації 15 відображено результати розрахунку еко-балансу при удобренні 50 кг N/га компосту у порівнянні з удобренням рештками від процесів бродіння. Властивості вихідного матеріалу (співвідношення C/N, поживні речовини, вміст вологи, структура) тип технологічного процесу (закладання компосту в буртах (навалом), відкриті/закриті компостування), а також обробка при компостуванні (гуміфікації): перегортання, вентилявання, зволоження) є головними чинниками викидів від компостування.

Оскільки дія цих чинників може доволі сильно відрізнятись як між різними господарствами, так і в межах одного господарства, зокрема в залежності від типу вихідного матеріалу, при розрахунку еко-балансу для компосту використовувався набір даних, що поєднує в собі різні види компосту та технології його виробництва. В цьому наборі даних присутні відходи від садівництва, побутові та органічні відходи, перемішані між собою або у формі окремих компонентів, що використовуються на промислових установках з виробництва компосту, в домашніх компостних ямах чи компостних контейнерах.

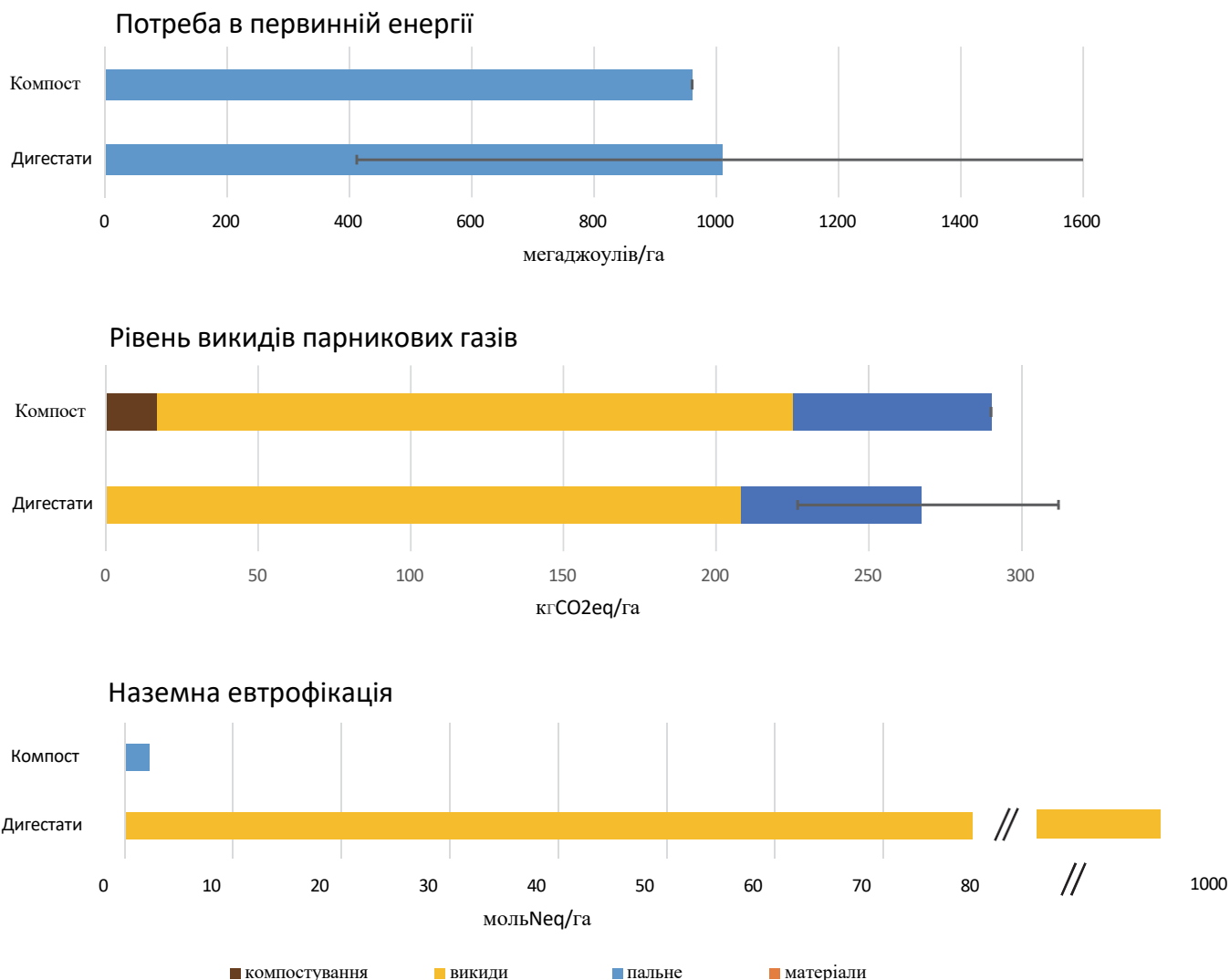
Референтним методом для внутрішнього компостування було обрано удобрення дигестатами, що доставляються тракторами на поле на відстані 15 км. Дигестати містять багато вологи. Для удобрення 50 кг N/га потрібно близько 10 т дигестатів та лише 5 т компосту. Дигестати було обрано для порівняння тому, що процеси бродіння можуть бути до певної міри альтернативою компостуванню відходів овочівництва.

Як варіант з максимальними викидами аміаку розглядалося внесення соломи при температурі 25°C без зароблення в ґрунт. Варіантом з найменшим рівнем викидів аміаку вважалося зароблення дигестату в ґрунт за температури 5°C. Чорним горизонтальним стовпцем позначено відмінності між результатами по різних варіантах. Зароблення дигестату з огляду на більше споживання пального зумовлює вищий рівень викидів та споживання

первинної енергії у порівнянні з варіантом без зароблення у ґрунт. Блакитним горизонтальним стовпцем на діаграмі зображено рівень викидів чи споживання первинної енергії, зумовлений споживанням пального. Горизонтальний стовпець жовтого кольору ілюструє рівень викидів при внесенні дигестату. Коричневі горизонтальні стовпці відображають рівень викидів в процесі компостування.

Потреби в первинній енергії

Потреби в первинній енергії при удобренні компостом приблизно такі ж, як і при удобренні дигестатом. Блакитні горизонтальні стовпці на діаграмі ілюструють потребу у пальному. Її рівень приблизно однаковий по обох технологіях. Хоча дигестати потрібно перевозити на чималу відстань (15 км; компост виробляється на території господарства і з господарчого двору доставляється прямо на поле), проте компост доводиться заробляти у ґрунт ротаційною бороною на противагу дигестатам, які цього не потребують. Використання енергії в рамках обох технологій не увійшло до розрахунку еко-балансу. В разі використання теплової енергії, що виділяється при компостуванні чи виробництві біогазу, та врахування цих показників у еко-балансі в результаті можна було б отримати негативний показник потреби в первинній енергії.



Ілюстрація 15. Результати розрахунку еко-балансу при удобренні 50 кгN/га компостом у порівнянні з удобренням дигестатами.

Викиди парникових газів

Обсяг викидів парникових газів, що виникає внаслідок компостування, приблизно той же, що й при удобренні дигестатами. Коричневий горизонтальний стовпець відображає рівень викидів, що утворюються внаслідок компостування. Жовті горизонтальні стовпці стосуються викидів оксиду азоту, котрі спостерігаються в полі при внесенні чи розкладанні субстратів. Ці показники є доволі мінливими й можуть суттєво відрізнятися від показників, наведених у цьому дослідженні.

Евтрофікація наземних екосистем

Рівень евтрофікації наземних екосистем при удобренні компостом нижчий у порівнянні з удобренням дигестатами. Однак показники прямих викидів можуть коливатися. Якщо дигестати більш рідкі й заробляються у ґрунт за низької температури, утворюється менше аміаку. При внесенні компосту ми відштовхуємося від його зрілості, при якій взагалі не очікується виділення аміаку.

Висновки

- В цьому інноваційному господарстві компост є головним центром транспортування поживних речовин і єдиним добривом, що відіграє головну роль у його балансі поживних речовин та гумусу.
- Загалом баланс надходження-виносу є позитивним. Це зумовлено закупівлями для потреб виробництва компосту субстратів, особливо багатих на поживні речовини, та меншим обсягом продажу компосту, що містить трохи меншу кількість поживних речовин. Завдяки цьому поживні речовини у суттєвому обсязі завозяться (привносяться) у господарство із зовнішніх джерел.
- Баланс поживних речовин у ґрунті по азоту й фосфору є зваженим, оскільки виніс поживних речовин разом із зібраним врожаєм в достатньому обсязі компенсується за рахунок удобрення компостом. По калію також отримано яскраво виражені позитивні показники балансу в ґрунті, оскільки компост багатий на калій.
- Баланс гумусу доволі позитивний. Однак не слід забувати, що цей баланс розраховувався лише по однорічних культурах. Спаржа, виноград, смородина та фрукти не включалися до розрахунків з огляду на відсутність параметрів.
- Виробництво власного компосту із закупівлею субстратів є хорошою можливістю використання поживних речовин, що виробляються в самому господарстві, у поєднанні з «імпортом» (закупівлею) інших поживних речовин. Проте використання цієї технології можна було б здійснювати з більш чіткою цільовою орієнтацією на часові параметри й місцеву специфіку. Потреби в площі - низькі.
- Споживання первинної енергії та рівень викидів парникових газів при удобренні компостом і дигестатами приблизно однакові, в окремих випадках показники балансу сильно залежать від відстані перевезень, виду технології, способу компостування а також використання відпрацьованого тепла.
- Показники евтрофікації наземних екосистем при удобренні компостуванням значно кращі, ніж при удобренні дигестатами, оскільки в першому випадку можна очікувати менші викиди аміаку.

Економіка / Розрахунок доходів і витрат

Компост власного виробництва

Здійснюється порівняльний аналіз економічної ефективності обох способів:

Інновація (V 1): виробництво і внесення компосту

- Господарство впродовж близько 30 років займається виробництвом компосту та його внесенням під всі культури.

Альтернатива (V 2): закупівля і внесення гною ВРХ

- Здійснюється закупівля гною ВРХ, який вноситься під усі культури.

Підсумок

Таблиця 12. Компост власного виробництва: розрахунок доходів і витрат.

	Інновація V1	Альтернатива V2	Різниця V1-V2	
Обсяг внесення на 1 га	11,33	3,36		m ³
Сумарний дохід	658	234	424	€/ha
Сумарні прямі витрати	26	10	16	€/ha
Дохід без прямих витрат	632	224	408	€/ha
Змінні витрати	26	23	3	€/ha
Маржинальний дохід	632	211	421	€/ha
Загальні витрати на техніку	125	14	110	€/ha
Постійні витрати на оплату праці	100	12	88	€/ha
Сумарні прямі витрати й витрати на виконання робіт	251	50	201	€/ha
Дохід без вартості прямих витрат і витрат на виконання робіт	434	184	250	€/ha
Витрати на виконання робіт	225	39,80	184,73	€/ha

Джерело: власні розрахунки на основі даних, представлених керівниками господарств, KTBL (2019), LEL Schwäbisch Gmünd (2018), StoffBiIV (2017, наведеними у дослідженні Bonney та Müller-Lindenlauf (2018), LfL Bayern (2018), VDLUFA (2014) й BGK (2013).

Досліджене господарство налаштоване на використання компосту й адаптоване до цієї технології. В середньому воно вносить 11,33 м³/га при загальній сільськогосподарській площі 15 га та загальній кількості компосту 170 м³ /рік. Обсяг внесення при альтернативному методі обраховується по вмісту азоту. При застосуванні V 1 вноситься 20,37 кг N/га у формі 11,33м³ компосту/га. При V 2

та ж кількість азоту вноситься у формі 3,36 м³ гною ВРХ/га. При інноваційному методі в цілому досягається дохід, вищий на 424 євро/га у формі доходу від заміщення вартості поживних речовин та гумусу (див. таблицю 12). Показники DAL при обох способах є позитивними. Проте у довгостроковій перспективі рентабельність виробництва і внесення компосту на 250 євро/га вища у порівнянні із закупівлею гною ВРХ.

Оцінка/Дискусія

- Реальне застосування альтернативного методу малоїмовірне.
- Існують великі розбіжності у впливі різних методів на родючість ґрунту.
- Ціни на коров'ячий гній на ринку можуть коливатися й не мають єдиної ринкової вартості.
- З огляду на багаторічне власне виробництво компосту інвестиційні витрати відсутні. Це ще більше посилює економічні переваги інноваційного методу.

При розрахунку вартості методу V 1 (виробництво і внесення компосту) не враховувалися або враховувалися не в повному обсязі такі економічні вигоди не монетарного характеру (Diacono und Mon-temurro2010):

- Формування сприятливої структури ґрунту.
- Сприятливий вплив на едафон.
- Збільшення запасів гумусу.

Керівник господарства успішно вирощує спеціальні й плодові культури й оцінює стан ґрунтів як дуже родючий, що пояснюється тривалим удобренням компостом.

Можливість використання іншими господарствами

Рентабельність інноваційного методу виробництва і внесення компосту значною мірою залежать від наявності вихідних субстратів. В різних регіонах обсяги пропозиції, а також вартість чи виручка від їхнього збуту, можуть сильно коливатися. Якщо існує можливість закупівлі субстратів за вигідною ціною, інноваційний метод може забезпечити підвищення родючості ґрунтів на економічно сприятливих умовах.

З технічної точки зору потрібна наявність агрегатів для виробництва чи внесення компосту або ж інвестиції на її придбання. Адже в базовому технічному парку господарств, що займаються вирощуванням плодових і спеціальних культур та землеробством, як правило, немає ворошилок та розкидачів для компосту, придатних для використання при обробітку спеціальних культур. Метод потребує чималих затрат праці й наявності достатніх робочих потужностей. Якщо ці вимоги вдасться задовольнити, то цей спосіб обробітку може забезпечити господарствам без утримання тварин або з малим поголів'ям можливість поліпшення якості (родючості) ґрунту на економічно вигідних умовах.





4

***«Щоб досягти
успіху, потрібно
дбати про ґрунт!»***

Зі слів керівників господарств

Господарство 4.

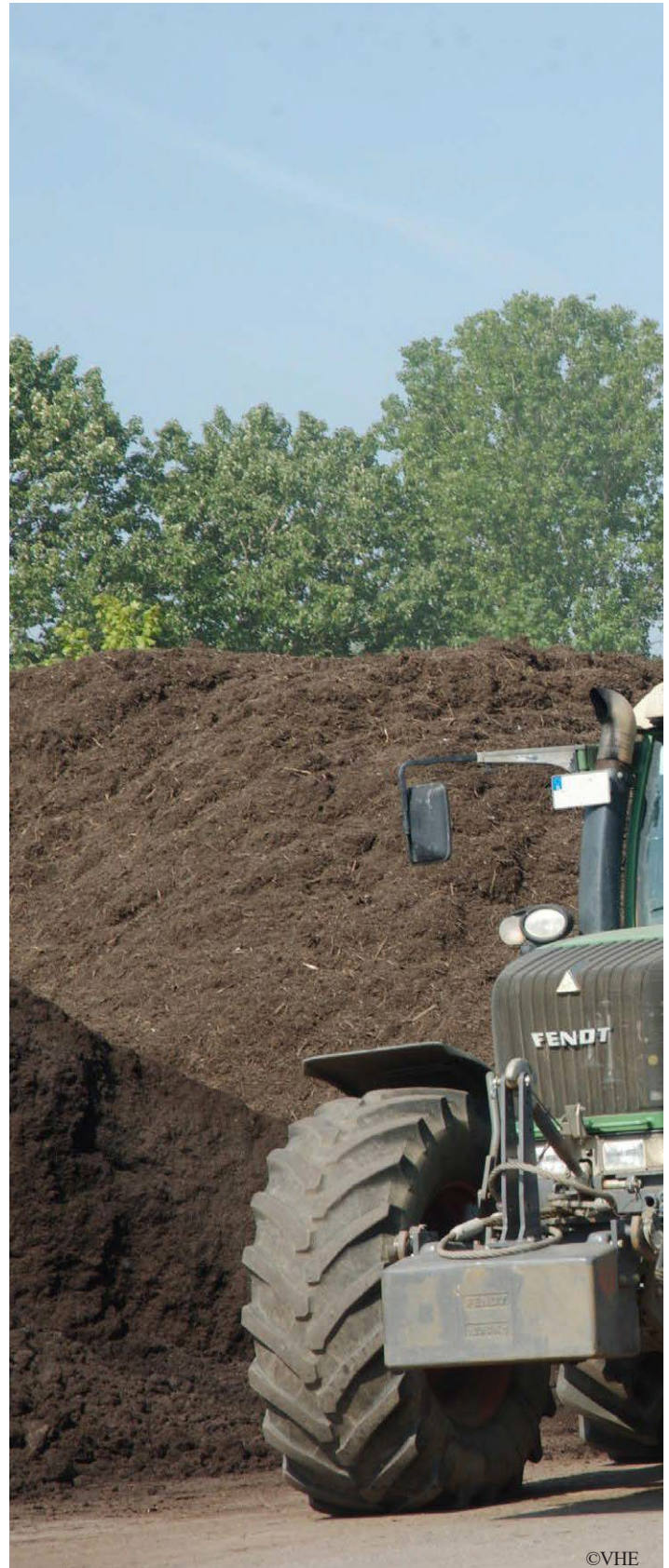
Закупівля компосту в інших постачальників

У цьому господарстві, що взяло участь у проекті, в якості інноваційного методу застосовується закупівля компосту із зовнішніх джерел та внесення його в ґрунт з одночасним вирощуванням в рамках сівозміни на великих ділянках люцерни та її продажем.

При п'ятирічній сівозміні два роки вирощується люцерна й озима пшениця, потім – наступна культура, після неї сіється суміш кінського бобу й сочевиці, потім – знову наступна культура, а завершується все висівом спельти. Ці культури вирощуються відповідно на площі 5 га. Солома залишається в полі і за винятком кінського бобу заробляється у ґрунт після всіх культур.

Господар підприємства сіє люцерну після спельти. Всі наступні технологічні роботи, в т. ч. п'ятиразове скошування, збір врожаю й продаж здійснюються підприємством-підрядником. Компост із зеленої маси у готовому вигляді продається за ціною 11 євро/т при вивозі з поля.

Основна кількість компосту вноситься восени перед сівбою озимої пшениці та спельти й заробляється у ґрунт при виконанні робіт з обробітку землі.



©VHE

Профіль господарства 2017

Господарство, що закупає компост із зовнішніх джерел

28 га

рілля

5 га

луки й пасовища

5 GV

Großvieheinheiten (умовних

одиниць ВРХ: приблизно 500 кг живої ваги)

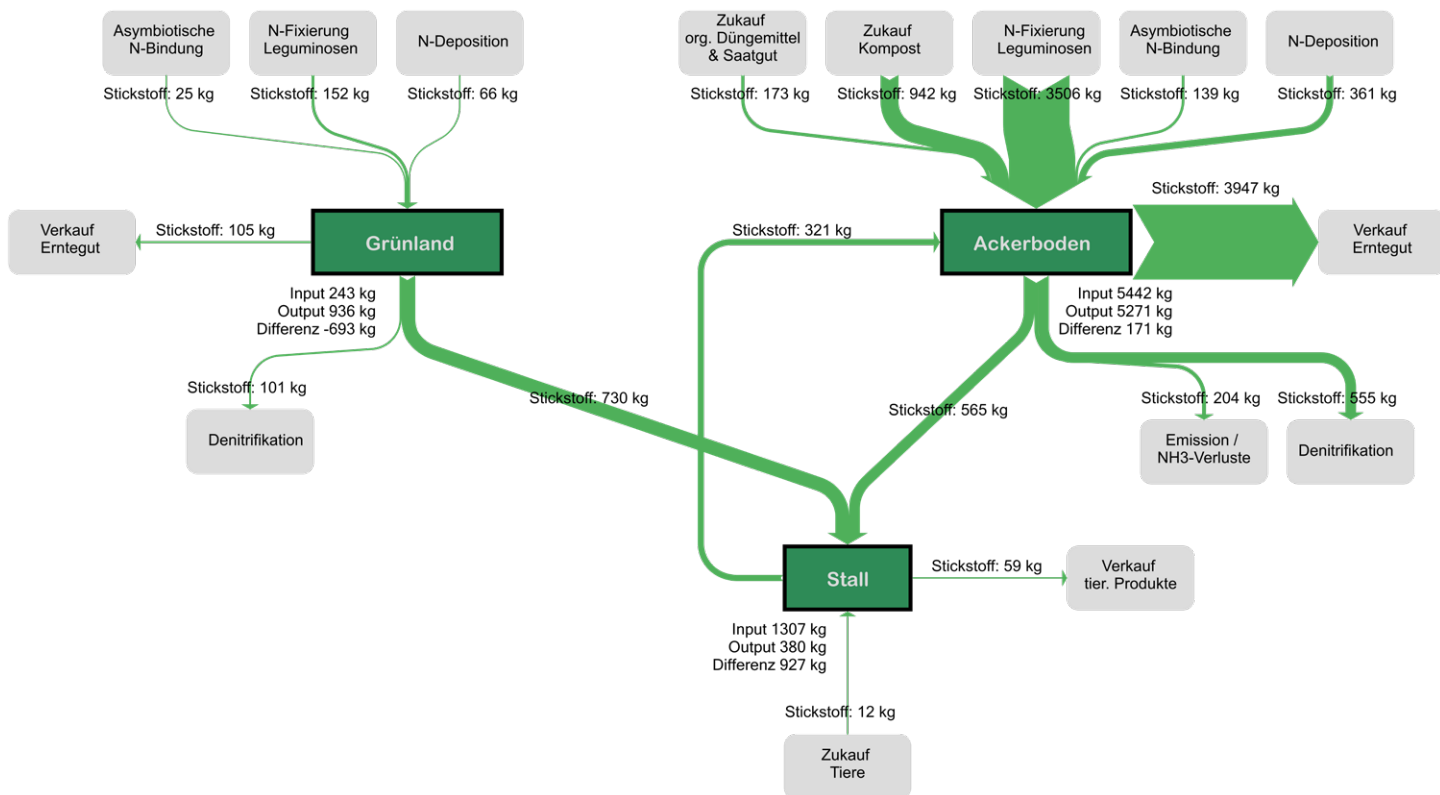
Вирощувані культури:
зернові (біля 12,5 га)
люцерна (біля 10,5 га)
кінський біб (біля 5 га)

Як проводиться удобрення?

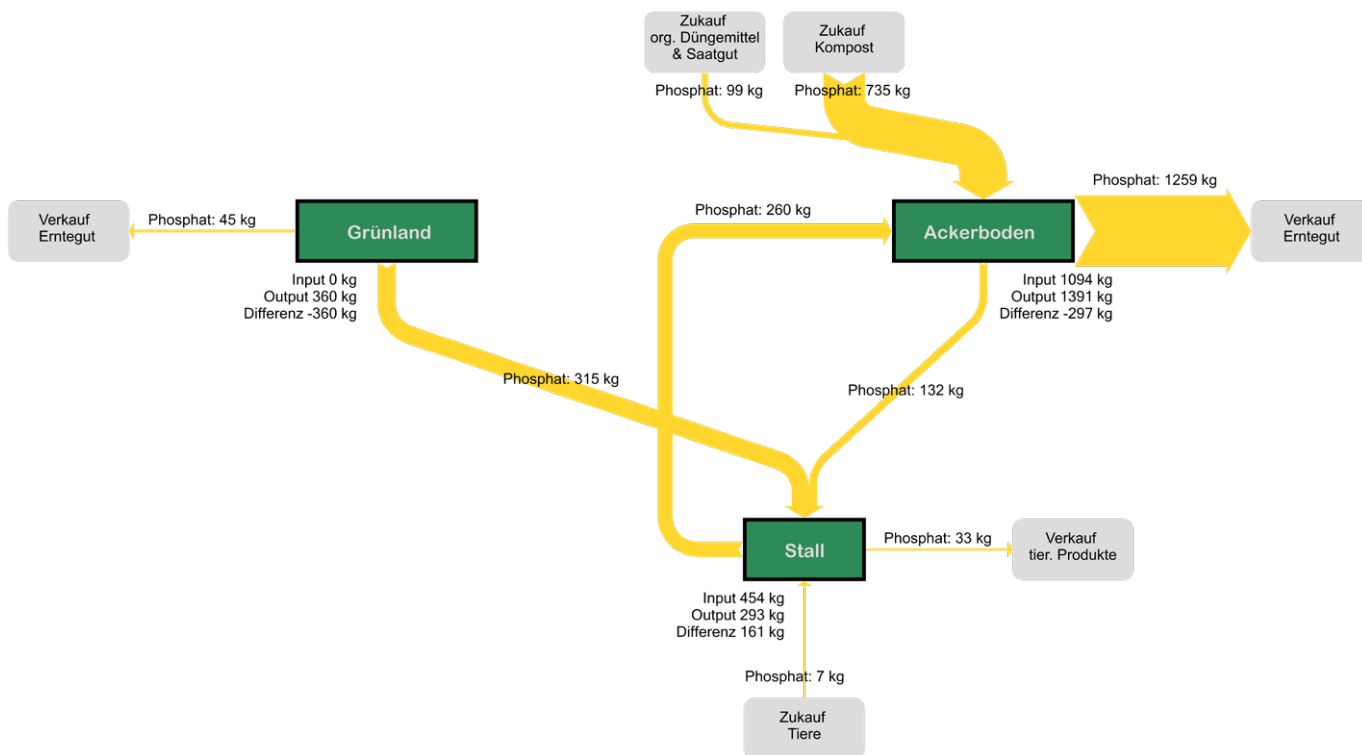
- гній із власної ферми для ВРХ
- закупівля коров'ячого гною
- закупівля компосту

Поголів'я
 (0,15 GV на 1 гектар):
 ВРХ

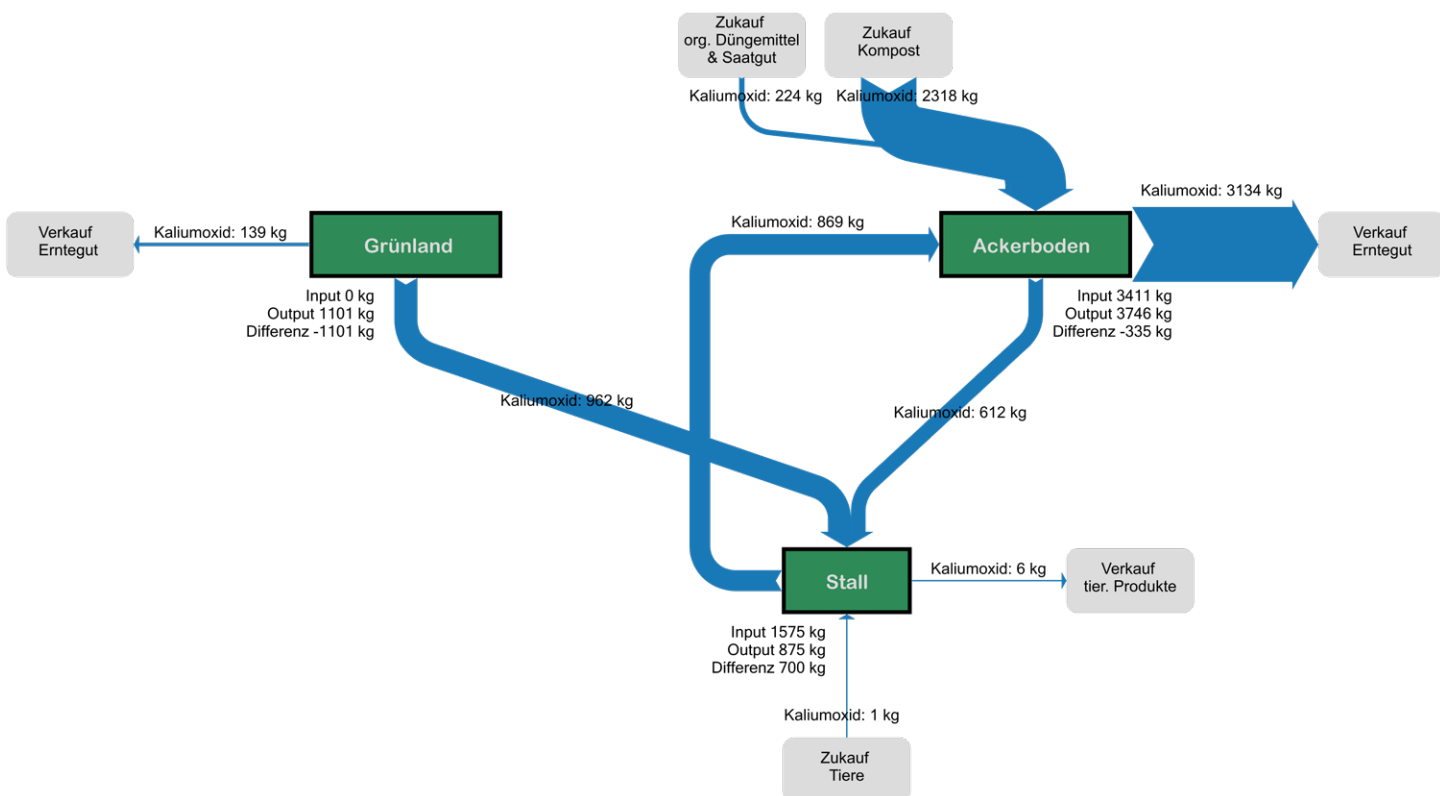
Переміщення поживних речовин у 2017 році



Ілюстрація 16. Переміщення азотних речовин в інноваційному господарстві, що закупає компост у інших постачальників, 2017 рік



Ілюстрація 17. Переміщення фосфору в інноваційному господарстві, що закуповує компост у інших постачальників, 2017 рік

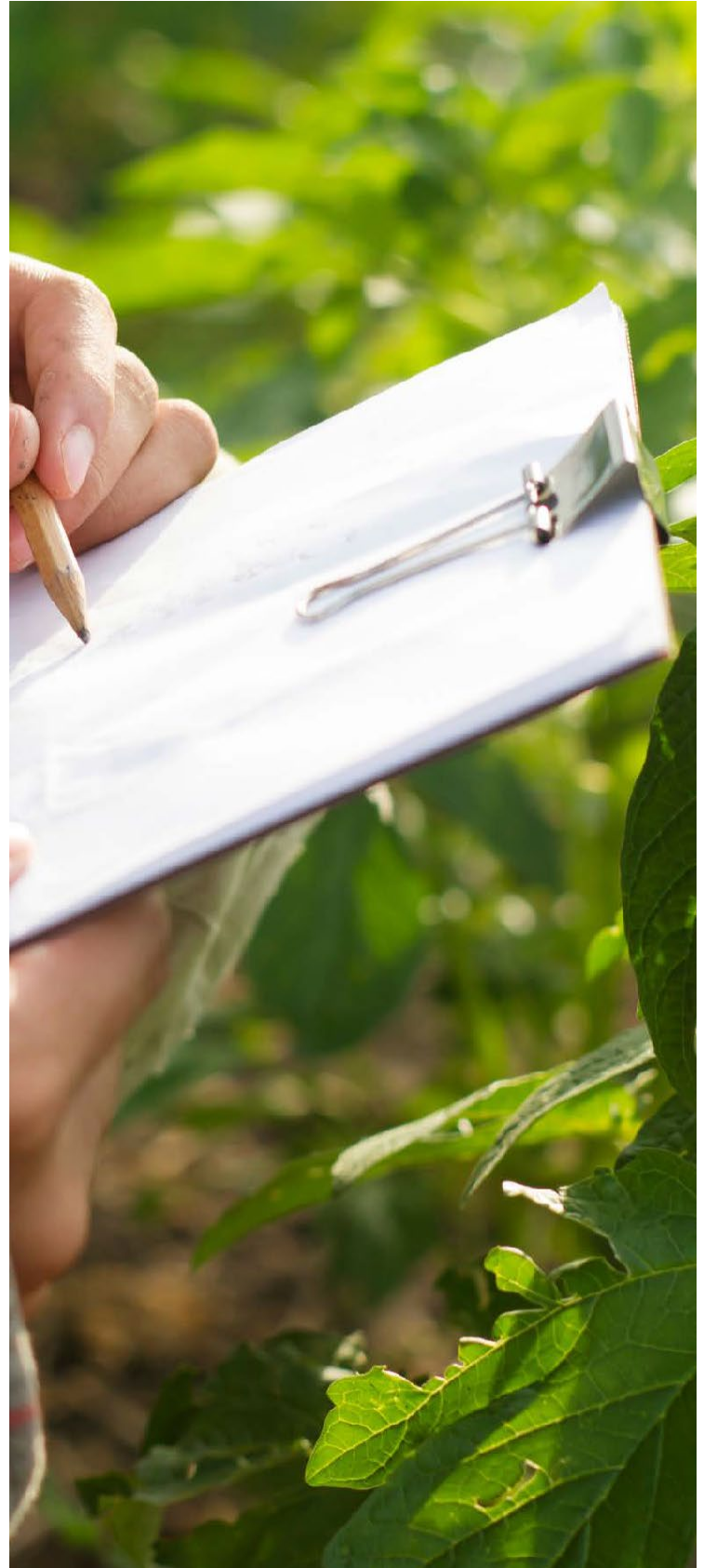


Ілюстрація 18. Переміщення калію в інноваційному господарстві, що закуповує компост у інших постачальників, 2017 рік

Підсумок

На ілюстраціях 16-18 показано переміщення поживних речовин цього інноваційного господарства у 2017 році. На площах під луками й пасовищами за арифметичними підрахунками є дефіцит поживних речовин через те, що їхній вивіз із урожаєм не компенсується удобренням. Внаслідок цього може відбутися збіднення площ під луками й пасовищами. Більша частина поживних речовин, що містяться в урожаї з лук і пасовищ, через власну ферму переноситься на поле. У цих розрахунках зафіксовано яскраво виражені позитивні баланси саме в розрізі ферми. Ймовірно йдеться не про втрати поживних речовин, а про переоцінені чи недооцінені дані по кількості. Можна припустити, що кількість коров'ячого гною та гноївки для удобрення полів була недооцінена в обсязі, рівному різниці.

Втім надходження компосту й коров'ячого гною у формі органічного покупного добрива, навіть попри можливу недооцінку власних органічних добрив, все ж залишаються набагато важливішим джерелом поживних речовин для оброблювальних площ господарства. У випадку з азотом важливим джерелом його надходжень є бобові культури завдяки своїм азотфіксуючим властивостям. Порівняно суттєвий обсяг поживних речовин вивозиться з господарства з урожаєм особливо багатий на поживні речовини люцерни. Лише невелика частка люцерни поступає на власну ферму, більша ж її частина продається. Через це господарство втрачає велику кількість фосфору й калію.



Баланс надходження-виносу

Таблиця 13 ілюструє середньостатистичний баланс надходження-виносу в цьому інноваційному господарстві за 2015 – 2017 рр. В середньому за цей період спостерігалось невелике позитивне сальдо цього балансу по азоту й фосфору, й негативне – по калію. Через високий рівень виносу поживних речовин разом із урожаєм, в першу чергу з багатою на поживні речовини люцерною, важливо в достатній мірі здійснювати поповнення запасів шляхом удобрення.

Впадає у вічі той факт, що показники балансу надходження-виносу за кілька років сильно відрізняються між собою, оскільки вміст поживних речовин у покупному компості також може бути доволі різним. Керівникам господарства важливо пильно тримати в полі зору показники вмісту поживних речовин у компості й компенсувати їхній можливий дефіцит, зокрема по фосфору й калію, за

рахунок альтернативних джерел. Посилене використання люцерни для власних потреб або збільшення кількості завізного коров'ячого гною сприяло б покращенню балансу поживних речовин.

Баланс по всіх трьох досліджуваних поживних речовинах у ґрунті є трохи позитивним. По азоту зафіксовано дещо менш позитивний баланс у порівнянні з балансом надходження-виносу. Це можна пояснити втратами азоту всередині самого господарства. Те, що показники балансу у ґрунті по фосфору й калію виявилися кращими у порівнянні з балансом надходження-виносу можна пояснити перенесенням разом із коров'ячим гноєм поживних речовин із площ під луками й пасовищами на посівні площі.

Таблиця 13. Баланс поживних речовин в інноваційному господарстві, що закуповує компост у інших постачальників. Показники сальдо балансу надходження-виносу стосуються лише оброблюваної площі. Це зроблено задля кращого порівняльного аналізу із балансом у ґрунті.

Баланс поживних речовин		Сальдо поживних речовин (кг/га/рік)					
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P	K
Розгорнутий баланс надходження-виносу	в середньому 2015-2017 рр.	14	4	-22	14	2	-18
Розгорнутий баланс у ґрунті	в середньому 2015-2017 рр.	9	13	7	9	6	6

Баланс гумусу

Таблиця 14. Баланс гумусу в інноваційному господарстві, що закуповує компост у інших постачальників, отриманий за методикою VDLUFA.

Баланс гумусу за методикою VDLUFA	Сальдо гумусу (Нäq/га/рік)		
	Нижні показники	Середні показники	Верхні показники
2015	1456	1422	1389
2016	1428	1354	1280
2017	1354	1301	1247
В середньому 2015-2017	1413	1359	1305



У таблиці 14 наведено показники балансу гумусу цього інноваційного господарства, отримані за методикою VDLUFA. В залежності від стану ґрунтів показники балансу гумусу за період з 2015 по 2017 рік коливаються в середньому від 1.413 до 1.305 Нäq/га/рік. Тим самим баланс гумусу дуже позитивний. Можна очікувати підвищення вмісту гумусу в довгостроковій перспективі. В разі збереження способів обробітку впродовж тривалого часу можна очікувати інтенсивного поповнення запасів поживних речовин з органічної субстанції ґрунту.

З огляду на вирощування зернових, що виснажують рівень гумусу, потреба у його відтворенні становила у 2017 році - 4.960 Нäq/рік на ґрунтах середньої якості. Протилежна картина спостерігається при вирощуванні культур, що збагачують гумус, зокрема кормових бобових і зернобобових культур, а в першу чергу – люцерни. В такі періоди потреба у відтворенні гумусу перебувала на рівні 8.930 Нäq/рік. Таким чином, з огляду на вирощувані культури, в результаті отримане сальдо в розмірі 3.970 Нäq/рік, що у перерахунку на загальну площу ріллі в 28 га дорівнює показнику відтворення у 142 Нäq/га/рік. Інші показники відтворювальної здатності гумусу досягаються завдяки соломі зернових, що залишається в полі (4.278 Нäq/рік або 153 Нäq/га/рік), органічному удобренню коров'ячим гноєм і компостом (28.169 Нäq/рік або 1006 Нäq/га/рік). Проте дані по компосту стосовно вмісту вологи й вуглецю в компості є доволі приблизними через використання нормативних показників.



Еко-баланс

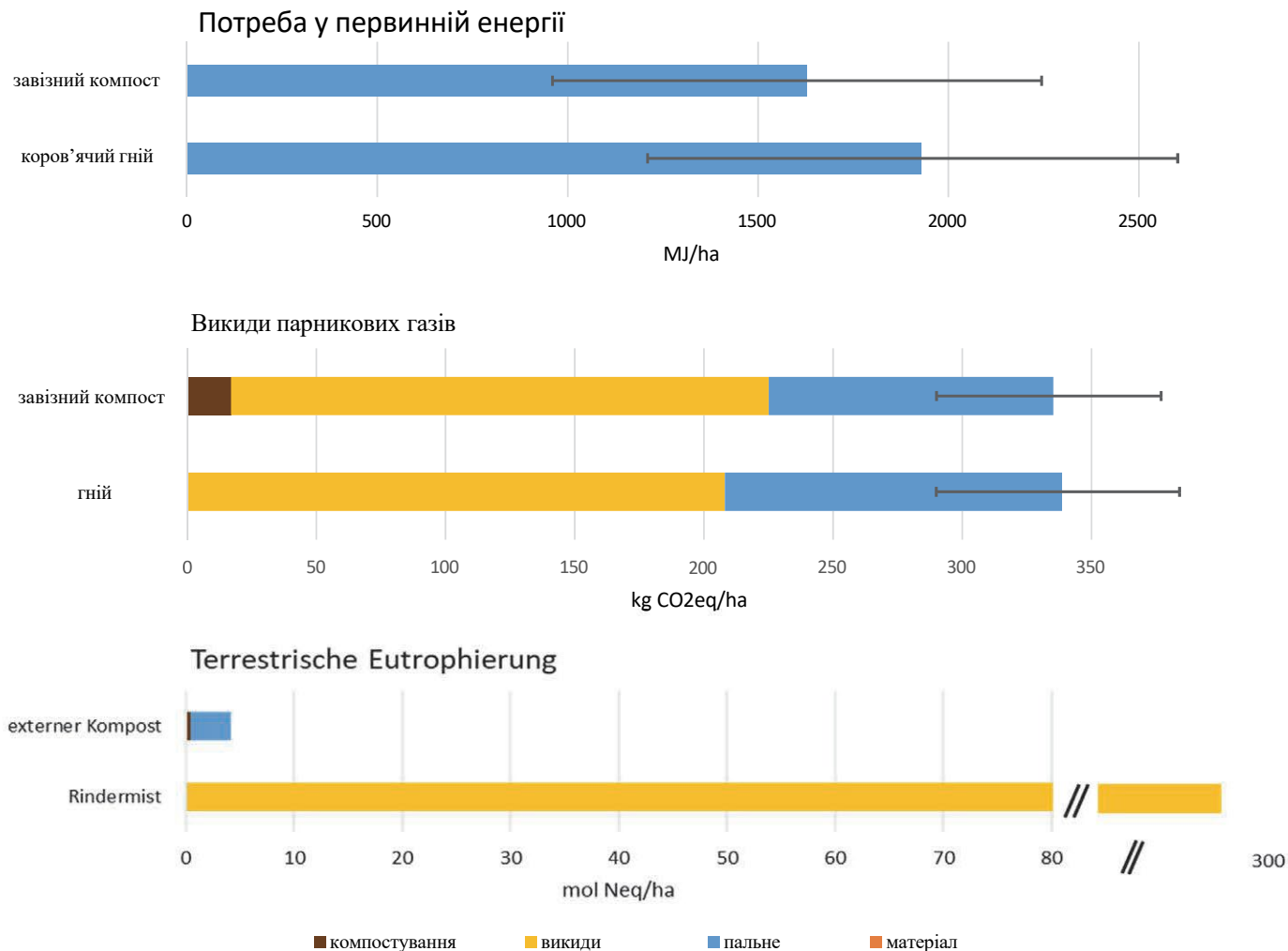
На ілюстрації 19 показано результати розрахунку еко-балансу при удобренні в розмірі 50 кг N/га у порівнянні з удобренням коров'ячим гноєм. На відміну від балансу поживних речовин еко-баланс стосується лише інноваційного методу господарства і не поширюється на всю його господарчу діяльність. Цей метод порівнюється з альтернативними можливостями. При компостуванні, окрім інших викидів, утворюються й гази, що впливають на клімат (парникові гази) або зумовлюють евтрофікацію наземних екосистем (аміак). Обсяги викидів, що виникають при компостуванні, залежать від різних факторів:

- Тип способу виробництва (відкрите, закрите компостування).
- Характеристики матеріалів (вміст вологи, C/N, структура...).
- Управління процесом перегнивання (температура, вентиляція, водний баланс, показник рН).

Це означає, що при компостуванні можуть існувати суттєві відмінності по обсягу та видах викидів. У наявних розрахунках по завізному компосту використовувався набір даних, що поєднує в собі різні види компосту та технології його виробництва. В цьому наборі даних присутні відходи від садівництва, побутові та органічні відходи, перемішані між собою або у формі окремих компонентів, що використовуються на промислових установках з виробництва компосту, домашніх компостних ямах чи в компостних контейнерах. Таким чином реальні показники можуть відрізнятись.

При розрахунку балансу не бралися до уваги викиди CO_2 , що виникають при компостуванні (споживання органічної субстанції бактеріями у ґрунті), бо в цьому випадку виділяється обсяг CO_2 , що дорівнює кількості, яка засвоюється рослинами із повітря. Викиди CO_2 , значимі з точки зору розрахунку еко-балансу, виникають при транспортуванні й обробці компосту.

В якості референтного способу удобрення використовувалося удобрення свіжим коров'ячим гноєм у різних варіантах. Враховувалися різні відстані перевезень, а також різні методи внесення (див. **Таблиця 2**). Заробляння гною зумовлює менші викиди аміаку, але пов'язане з більшим споживанням пального, оскільки потрібно виконати декілька технологічних операцій. Результати по варіантах представлено на графіку чорними лініями. По компосту й коров'ячому гною бралася відстань транспортування до території господарства у 15 км. Горизонтальними стовпцями блакитного кольору на діаграмі позначено викиди або потребу в енергії, зумовлену споживанням пального при відповідному методі. Горизонтальні стовпці жовтого кольору показують прямі викиди при внесенні компосту чи коров'ячого гною. Горизонтальні стовпці коричневого кольору показують викиди, що утворюються при компостуванні.



Ілюстрація 19. Результати розрахунку еко-балансу при удобренні в обсязі 50 кг N/га завізним компостом у порівнянні з удобренням гноєм ВРХ

Потреба в первинній енергії

Потреба в первинній енергії при удобренні компостом менша, ніж при удобренні гноєм. В обох методах вона зумовлена споживанням пального. Оскільки для удобрення в розмірі 50 кгN/га потрібна більша кількість гною ВРХ, аніж компосту (в компості концентрація N вища ніж у гної ВРХ), то й споживання пального при удобренні компостом теж менше. В разі використання енергії, що виділяється при компостуванні, при використанні цього методу можна буде досягнути негативної потреби у первинній енергії. Показники по гною ВРХ залежать від відстані, на яку його доводиться перевозити.

Викиди парникових газів

Рівень виділення парникових газів при застосуванні компосту точно такий же, як і при удобренні гноєм ВРХ. Різниця у відстані транспортування гною й компосту позначена на діаграмах чорними горизонтальними стовпцями. Коричневий горизонтальний стовпець ілюструє обсяги викидів під час компостування. Викиди парникових газів, що виникають при використанні гною, відносяться до утримання тварин, а тому не відображені у цьому підрахунку. Виділення оксиду азоту становлять суттєву частку від загального обсягу емісії парникових газів (жовтий горизонтальний стовпець). Вони утворюються в процесі засвоєння в ґрунті азоту із внесених добрив. Проте ці показники є доволі приблизними й можуть сильно коливатися. Оскільки по обох видах добрива ми виходили із розрахунку загальної кількості азоту в 50 кг/га, розбіжностей в показниках не було.

Евтрофікація наземних екосистем

Наземна евтрофікація при удобренні компостом є значно меншою у порівнянні із внесенням гною ВРХ. Причина цього у високому рівні виділення аміаку при внесенні гною. Навіть при заробленні гною в ґрунт з меншими викидами аміаку удобрення компостом виявляється значно кращим варіантом. При удобренні компостом ми відштовхуємося від зрілого компосту, при застосуванні якого виділень аміаку не очікується. У процесі компостування аміак також виділяється, однак рівень викидів з огляду на низький вміст азоту в субстратах та оптимальні умови компостування (наприклад, біофільтри) мінімальний.

Висновки

- Закупівля компосту суттєво впливає на баланс поживних речовин і баланс гумусу цього господарства.
- Річний баланс надходження-виносу в середньому є приблизно зваженим. Через продаж зібраного з полів врожаю, особливо багатого на поживні речовини люцерни, вивозиться порівняно велика кількість поживних речовин. Тому важливо здійснювати систематичне удобрення ріллі. Проте вміст поживних речовин у покупному компості може сильно відрізнятися з року в рік. Керівництву господарства варто пильно стежити за вмістом поживних речовин у компості, щоб своєчасно компенсувати їх можливу недостачу, особливо по фосфору й калію, за рахунок альтернативних джерел.
- Типовим для господарств, що утримують тварин, є перенесення на поля разом із гноєм з власної ферми поживних речовин з лук і пасовищ. Тому баланс у ґрунті по фосфору й калію є дещо кращим у порівнянні з балансом надходження-виносу.
- Закупівля готового компосту – непоганий варіант «імпорту» поживних речовин й органічної субстанції з метою підвищення родючості ґрунту. Проте показники вмісту поживних речовин можуть доволі сильно коливатися, а тому підлягають постійному контролю.
- Еко-баланс при удобренні компостом у порівнянні з удобренням гноєм ВРХ по всіх трьох категоріях впливу, по яких проводилися розрахунки, був кращим. Проте варто пам'ятати, що показники еко-балансу при компостуванні можуть сильно коливатися на практиці в залежності від технології і використаних субстратів. Еко-баланс при компостуванні виявляється кращим передусім завдяки виділенню меншої кількості аміаку (бідніші на N субстрати!), а також професійному компостуванню, що теж скорочує обсяг викидів.

Економіка/Розрахунок доходів і витрат

Порівнюються:

Інноваційний метод (V 1): вирощування і продаж люцерни й закупівля компосту

- частина робіт з вирощування люцерни виконується підприємством за договором підряду, зелена маса люцерни повністю продається, а за виручені кошти закупається і вноситься компост.

Альтернативний метод (V 2): вирощування люцерни й використання її на добриво (Cut&Carry)

- зелена маса люцерни двічі скошується і вноситься у свіжоскошеній формі чи у формі силосу як добриво під інші культури.

Таблиця 15. Компост: Закупівлі в інших постачальників: Порівняльний розрахунок доходів і витрат

	Інновація V 1	Альтернатива V 2	Різниця V 1 - V 2	
Сумарний доход	573	2.108	-1.535	€/ha
Сумарні прямі витрати	143	93	50	€/ha
Доход без прямих витрат	430	2.015	-1.585	€/ha
Сумарні змінні витрати	208	221	-13	€/ha
Маржинальний доход	365	1.887	-1.521	€/ha
Постійні витрати на техніку	43	179	-136	€/ha
Постійні витрати на оплату праці	62	112	-50	€/ha
Сумарні прямі витрати й витрати на виконання робіт	312	512	-199	€/ha
Доход без прямих витрат і витрат на виконання робіт	261	1.596	-1.335	€/ha
Витрати на виконання робіт	169	419	-249	€/ha

Джерело: власні розрахунки на основі даних, представлених керівниками господарств, KTBL (2019), LEL Schwäbisch Gmünd (2018), StoffBiV (2017), та наведеними у дослідженні Bonney та Müller-Lindenlauf (2018), LfL Bayern (2018), VDLUFA (2014) й BGK (2013).

При альтернативному варіанті мова йде про метод, який вже використовується на базі конюшини іншим господарством-учасником проекту і обраний його керівником як пріоритетний. З огляду на відсутність загальноприйнятих або нормативних даних було використано дані, отримані в іншому господарстві, яке взяло участь у проєкті й застосовувало цей метод (див. 2.2).

В процесі спостережень було встановлено, що інноваційний метод, який вже застосовується на практиці, є менш рентабельним порівняно з альтернативним методом (різниця DB: 1.521 євро/га) як у коротко- так і у довгостроковій перспективі. Значно вищий показник надходження поживних речовин та вуглецю (C) в гумусі завдяки технології «Cut& Carry» – (альтернатива V 2) у порівнянні з V 1 є вирішальним чинником позитивного маржинального доходу.

Хоча при альтернативі V 2 прямої виручки немає, проте з урахуванням доходу від заміщення поживних речовин та гумусу в підсумку виходить маржинальний дохід в розмірі 1.887 євро (Таблиця 15).

Оцінка/Дискусія

Обсяг органічного матеріалу, що вноситься при методі V 1 в розмірі 4,5 т компосту/га набагато менший, аніж при методі V 2 з використанням загалом 25 т зеленої маси люцерни або силосу з неї. У перерахунку на суху масу цей показник становить 2,88 т щодо компосту й загалом 6,5 т щодо зеленої маси люцерни.

Надходження гумусу й поживних речовин при використанні компосту не може компенсувати виніс поживних речовин та C гумусу разом із зеленою масою люцерни. Теоретично є можливість забезпечити таке ж надходження сухої маси органічного матеріалу, як і при вирощуванні люцерни, шляхом збільшення обсягів закупівлі компосту.

Повільне засвоєння N із компосту є неабияким викликом та чинником ризику передусім з точки зору втрат врожаю в короткостроковій перспективі, що слід брати до уваги.

Переваги немонетарного характеру

інноваційного методу (вирощування й продаж люцерни та закупівля компосту) на думку керівника полягають в наступному:

- більш висока відтворна здатність гумусу на 1 т зеленої маси;
- оздоровлення ґрунту;
- сприяння розвитку мікроорганізмів у ґрунті;
- більш рівномірний розподіл періодів пікових навантажень.

Можливість

використання іншими господарствами

Наявність економічно вигідного компосту із свіжоскошеної зеленої маси та можливість виконання більшості робіт з вирощування люцерни за договорами підряду, а також виручка в розмірі 500 євро/га створюють хороші передумови для застосування інноваційного методу. У цього господарства є й можливість розширення обсягів закупівлі компосту, щоб добитися такої ж кількості сухої маси органічного матеріалу що й при альтернативному методі по вигідній ціні.

Наявність сторонніх джерел надходження компосту на невеликій відстані від господарства теж має значення, бо дає можливість мінімізувати витрати на транспортування. Критично важливою є якість компосту та ступінь його зрілості. Можливість аутсорсингу вирощування люцерни у поєднанні з гарантованим і економічно вигідним використанням зеленої маси є неодмінною умовою рентабельності методу. Реалізація інноваційного методу не потребує особливих технічних чи кліматичних передумов, а потрібна техніка, як правило, є в машинному парку пересічного господарства з обробітку землі.



„Я хотів стати міжнародним волонтером, щоб зробити щось для подолання голоду у світі, але побачив, що й у нас потрібно багато чого зробити для покращення родючості ґрунту».

Statement Betriebsleiter

Господарство 5.

Проміжні культури із заробленням сидеральної маси в ґрунт з використанням ферментування

Зароблення сидеральної маси в ґрунт у поєднанні з вирощуванням проміжних культур в цілому сприятливо впливає на розвиток ґрунтових мікроорганізмів та накопичення гумусу. Проростання зеленої маси проміжних культур восени зменшує рівень вимивання азоту взимку й може на додаток до цього зв'язувати азотні речовини, якщо в якості проміжних культур вирощуються бобові. Крім того пророслі проміжні рослини захищають ґрунт від ерозії, а їх рештки, що часто залишаються в полі, сприяють утворенню гумусу.

На даний час твердих наукових доказів того, що мікроорганізми у ферментах активізують процеси розкладу, немає. Вплив субстрату (компост, меляса) схоже відіграє тут більш важливу роль аніж мікроорганізми. Господарство, що бере участь у проєкті, здійснює інноваційний метод на практиці наступним чином:

Суміш із проміжних культур (суміш багаторічних квітучих культур, що запилюються комахами у поєднанні з хрестоцвітими, бобовими культурами і травами) заробляється ґрунтовою фрезою на глибину 3-4 см.

Попереду агрегатної установки встановлюється розприскувач для внесення ферменту на поверхню ґрунту (близько 100 л га⁻¹) й одночасно із розприскуванням здійснюється зароблення ферменту у ґрунт фрезою (фреза Celli). Ця фреза обертається із швидкістю щонайменше 300 обертів за 1 хвилину. Висока швидкість обертання й зароблення у ґрунт на невелику глибину важливі для збереження оптимальної структури ґрунту і сприяють швидкому розкладу біомаси проміжних культур. Фермент виробляється у самому господарстві і складається із закупленого вихідного продукту, що містить різноманітні мікроорганізми, який переміщується з водою, мелясою, морською сіллю та травами власного господарства.

Використання ферменту покликане стимулювати активність ґрунтових мікроорганізмів й прискорити розклад рослинного матеріалу. Біомаса проміжної культури виконує функцію «поживи» для мікроорганізмів і має сприяти підвищенню частки гумусу й покращенню родючості ґрунту. Через 10 днів після внесення зеленої маси проводиться культивування на глибину 8 – 10 см, щоб заробити пророслу зелену масу після виконання першого етапу робіт. Після цього проводиться сівба.



Профіль господарства 2017

Господарство з інтенсивним вирощуванням проміжних культур та використанням ферменту

156 га

рілля

20 га

луки й пасовища

(приблизно 300 кг живої ваги)

38 GV

Großvieheinheiten (у. о. ВРХ

Вирощувані культури:

- зернові (біля 113 га)
- конюшина (біля 11,5 га)
- кінський біб (біля 8,5 га)
- цукровий буряк (біля 2,3 га)
- овочі (біля 0,05 га)

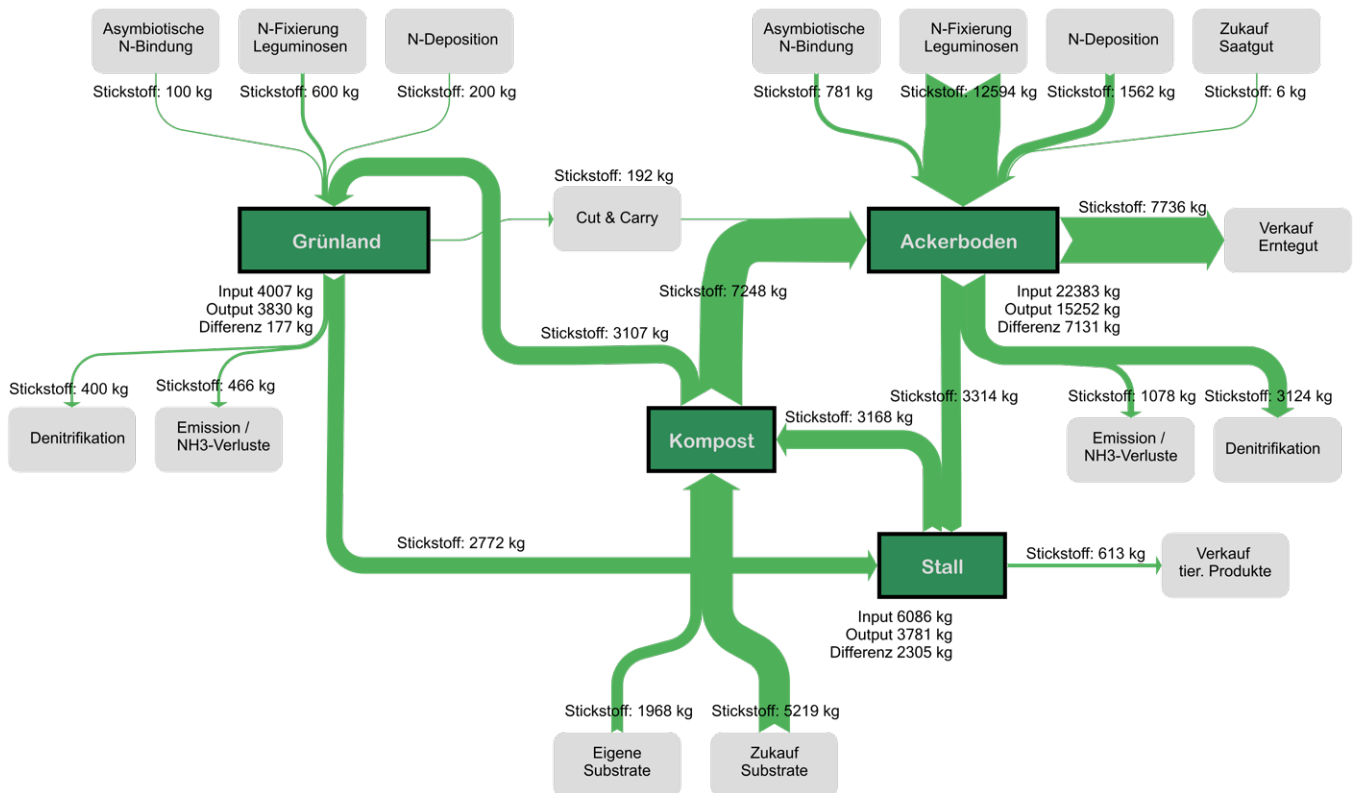
Як здійснюється удобрення?

- Компост власного виробництва (коров'ячий гній та зелена маса докуповуються)
- Удорення шляхом вирощування проміжних культур (суміші й підсів)

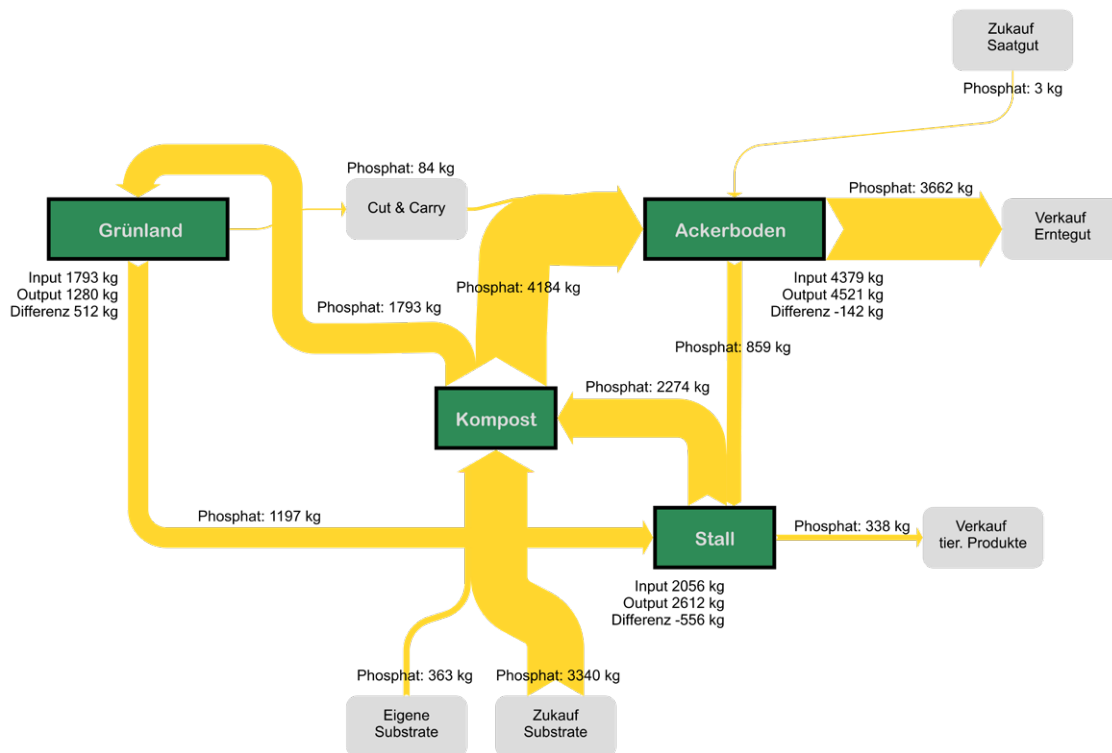
Поголів'я

(0,22 GV на гектар): Племінні корови й молодняк, вівці, кури-несучки

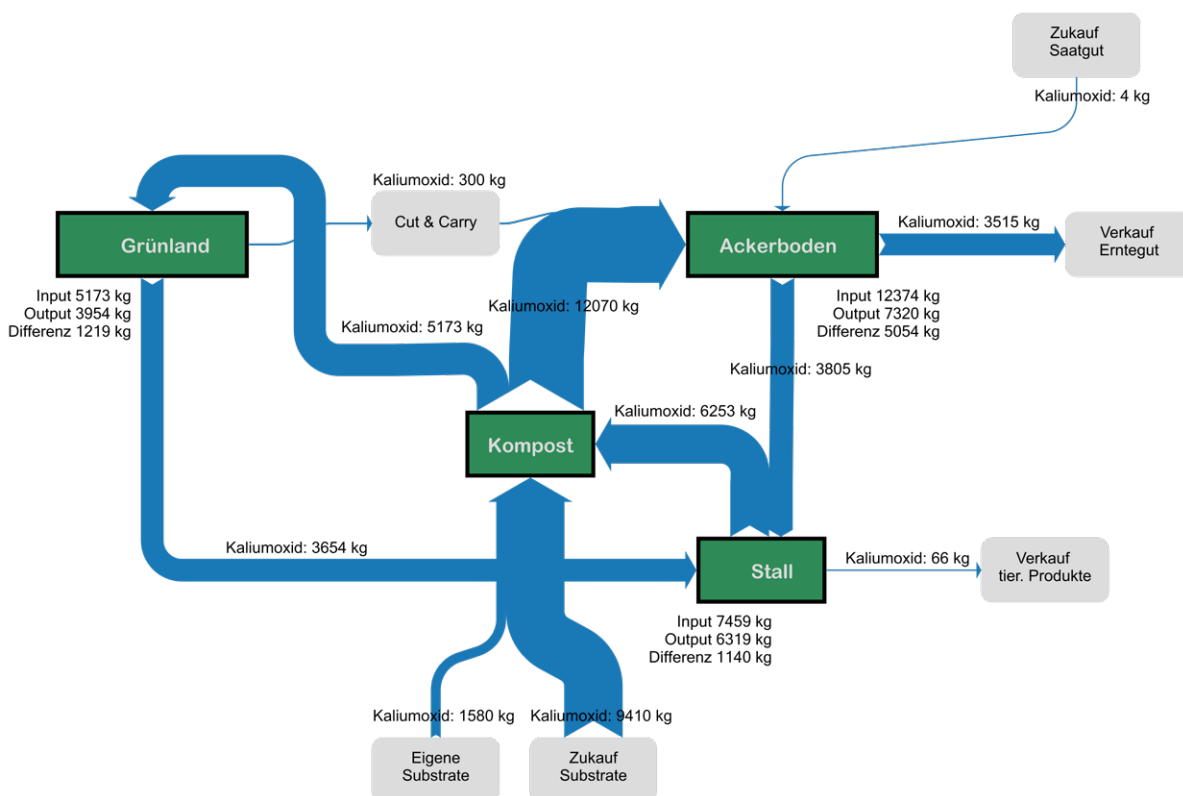
Переміщення поживних речовин у 2017 році



Ілюстрація 20. Переміщення поживних речовин в інноваційному господарстві з інтенсивним вирощуванням проміжних культур та використанням ферменту, 2017 рік.



Ілюстрація 21. Переміщення фосфору в інноваційному господарстві з інтенсивним вирощування проміжних культур та використанням ферменту, 2017 рік.



Ілюстрація 22: Переміщення калію в інноваційному господарстві з інтенсивним вирощування проміжних культур та використанням ферменту, 2017 рік.

Підсумок

На ілюстраціях 20 – 22 зображено переміщення поживних речовин в досліджуваному інноваційному господарстві у 2017 році. На луках і пасовищах вивіз врожаю в основному компенсується за рахунок удобрення компостом. На фермах слід добиватися арифметично зважених сальдо. Яскраво виражений позитивний азотний баланс у тваринницьких приміщеннях зумовлений недооцінкою газоподібних викидів та втратами кормів. Незважений баланс трапляється частіше саме при малому поголів'ї тварин, що з точки зору економічної вигоди не завжди перебувають в центрі уваги керівництва господарств.

Брак фосфору й надлишок калію не надто значний і перебуває в межах статистичної похибки, що виникає внаслідок використання нормативних показників при проведенні розрахунків. Компост є найбільшим «перевалочним пунктом» по фосфору й калію. Звертає на себе увагу й той факт, що субстрати, особливо власний та покупний коров'ячий гній, мають дуже високий вміст фосфору й калію. З урахуванням попередніх втрат у тваринницьких приміщеннях та при тимчасовому зберіганні коров'ячий гній не містить надто великої кількості азоту.

Більша частина цих поживних речовин вноситься на поля у формі готового компосту. Якщо баланс у ґрунті по фосфору й калію значною мірою залежить саме від такого удобрення компостом та вивозу зібраного врожаю, то у випадку із азотом він надходить переважно завдяки фіксації бобовими, особливо проміжними культурами.

Все це відбувається на фоні незначних втрат азоту. Тому азотний баланс у ґрунті є різко позитивним. По фосфору він приблизно зважений, а по калію натомість позитивний.



Баланс надходження-виносу

В таблиці 16 наведені середньостатистичні показники балансу надходження-виносу у досліджуваному інноваційному господарстві за період з 2015 по 2017 рр. Баланс надходження-виносу цього господарства характеризується доволі високим позитивним сальдо по азоту, що в першу чергу пояснюється надходженням величезної кількості цієї поживної речовини від проміжних культур. Баланс поживних речовин у ґрунті також позитивний, але менший. Причина полягає у втратах азоту всередині самого господарства. В цьому випадку – передусім у тваринницькому приміщенні та при зберіганні (складуванні) гною.

Баланс надходження й виносу по фосфору й калію, а також баланс по вмісту цих поживних речовин у ґрунті є явно від'ємним. У 2017 році під конюшину, багату на поживні речовини, було відведено порівняно невелику площу (11,5 га), й вона використовувалася виключно для внутрішніх господарських потреб. Тому виніс поживних речовин через продаж зібраного врожаю був не дуже значним і міг бути компенсований шляхом закупівлі багатих поживними речовинами субстратів компосту, в першу чергу, коров'ячого гною.

Натомість впродовж двох попередніх років конюшина вирощувалася на більшій площі (36 і 73 га) й більша частина врожаю була продана. Тому у порівнянні з 2017 роком спостерігався помітно вищий виніс фосфору й калію, по яких при майже такому ж рівні внесення добрив спостерігалось від'ємне сальдо балансу. У випадку з азотом цей ефект нівелювався підвищенням обсягу фіксації азоту завдяки розширенню площі вирощування. На відміну від азоту неможливо залучити у господарчий обіг фосфор і калій з повітря. Від'ємні сальдо по фосфору й калію можуть компенсуватися всередині самого господарства лише за рахунок мінералізації з материнської породи. Проте виділення поживних речовин, що можуть бути засвоєні рослинами, з материнської породи незначне й не може тривати довго. Тому з метою компенсації дефіциту фосфору й калію можна порадишити налагодити замкнутий цикл використання переміщення цих поживних речовин у своєму регіоні.

Таблиця 16. Баланс поживних речовин в інноваційному господарстві з інтенсивним вирощуванням проміжних культур з використанням ферменту. Показники сальдо балансу надходження-виносу стосуються лише оброблюваної площі. Це зроблено задля кращого порівняльного аналізу із балансом у ґрунті.

Баланс поживних речовин		Сальдо поживних речовин (кг/га/рік)					
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P	K
Розгорнутий баланс надходження-виносу	в середньому 2015-2017	55	-22	-34	55	-10	-28
Розгорнутий баланс у ґрунті	в середньому 2015-2017	32	-17	-32	32	-7	-26

Баланс гумусу

Таблиця 17. Баланс гумусу в інноваційному господарстві з інтенсивним вирощуванням проміжних культур з використанням ферменту, отриманий за методикою VDLUFA.

Баланс гумусу за методикою VDLUFA	Сальдо гумусу(Нäq/га/рiк)		
	Нижні показники	Середні показники	Верхні показники
2015	900	827	754
2016	1121	1086	1050
2017	829	735	640
в середньому 2015-2017	950	882	815



У таблиці 17 вміщено показники балансу гумусу досліджуваного інноваційного господарства, отримані з використанням методики VDLUFA. За період з 2015 по 2017 рік вони, в залежності від стану ґрунту, коливаються в середньому в діапазоні від 950 до 815 Нäq/га/рік. Тим самим баланс гумусу дуже позитивний. Можна зробити висновок про нагромадження гумусу в ґрунті. У довгостроковій перспективі можна очікувати високий рівень додаткових надходжень поживних речовин із органічної субстанції ґрунту.

У 2017 році в зв'язку із переважним вирощуванням культур, що виснажують ґрунт, зокрема зернових, картоплі, цукрового буряка й овочів, спостерігалася висока потреба у відтворенні рівня гумусу, що становила - 48.156 Нäq/рік на ґрунтах середньої якості. Завдяки вирощуванню рослин, що збагачують гумус, у формі проміжних культур, а також кінського бобу й зернобобових, зафіксовано відтворювальну здатність гумусу на рівні 55.624 Нäq/рік.

Втім розрахунок балансу по проміжних культурах не є абсолютно точним, оскільки важко було здійснити точну класифікацію культур, що використовуються в цьому господарстві. З урахуванням вирощуваних культур отримано сальдо на рівні 7.468 Нäq/рік, що у перерахунку на загальну площу ріллі у 156 га означає виснаження гумусу в розмірі 48 Нäq/га/рік. Додаткові показники відтворювальної здатності гумусу виникають завдяки соломі та листю цукрового буряка, що залишаються в полі (38.916 Нäq/рік або 250 Нäq/га/рік), й удобрення ріллі компостом (68.206 Нäq/рік або 437 Нäq/га/рік). Тут дані теж недостатньо надійні, оскільки здатність компосту до відтворення гумусу суттєво залежить від

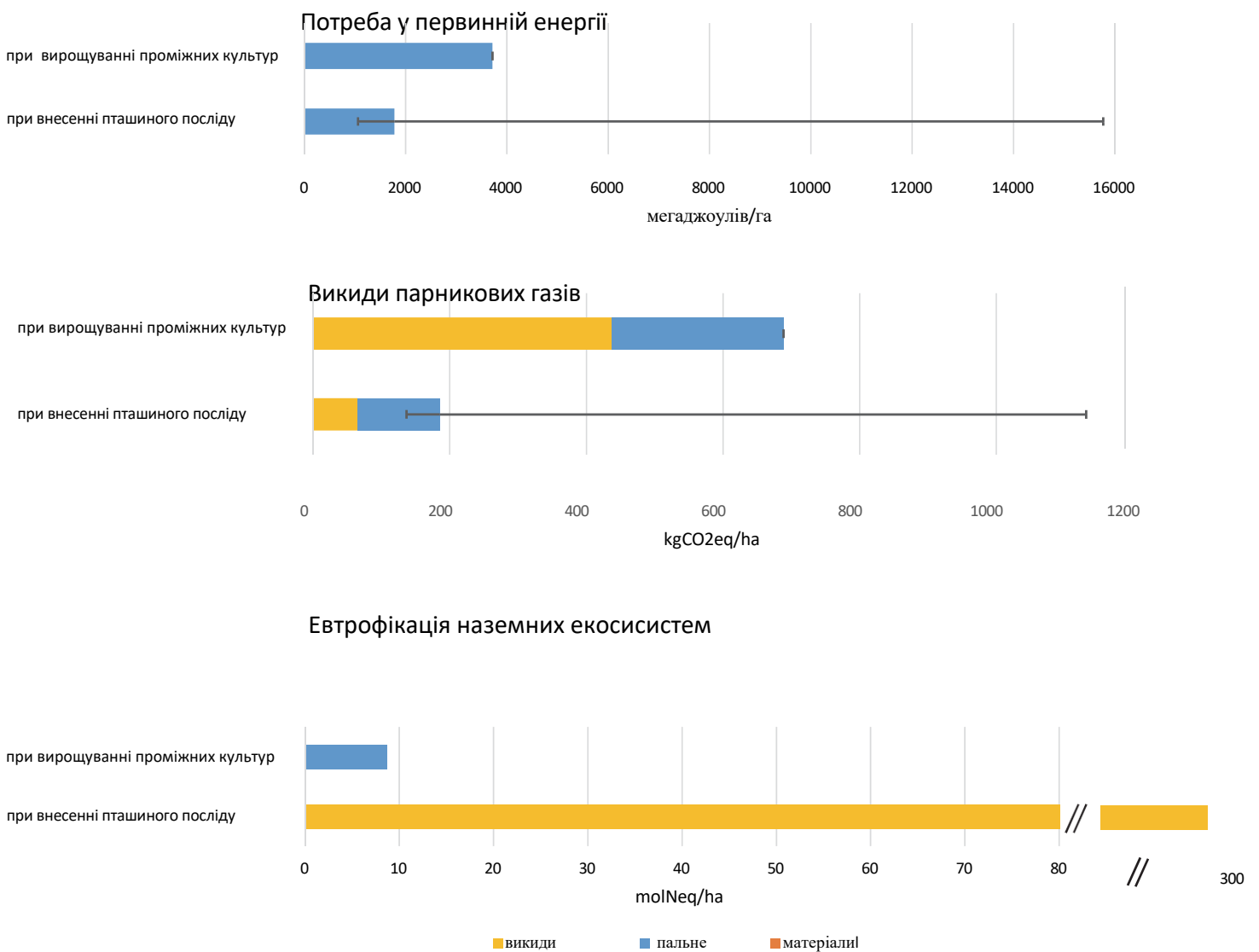
вмісту в ньому води й вуглецю, і використовувалися нормативні показники. Остаточний показник сальдо загального балансу гумусу становить 735 Нäq/га/рік на ґрунтах середньої якості.

Еко-баланс

На ілюстрації 23 показано результати розрахунку еко-балансу при інтенсивному вирощуванні проміжних культур у порівнянні з внесенням добрив у розмірі 5 кг P/га у вигляді пташиного посліду. Окрім азотного удобрення при інтенсивному вирощуванні проміжних культур важливу роль відіграє ще й накопичення фосфору. Питання про можливість і зосередженість уваги на обсягах засвоєння резервів фосфору при вирощуванні проміжних культур залишається спірним.

Ми виходили із обсягу накопичення на рівні 5 кг N. Ця технологія порівнювалась з удобренням пташиним послідом, який теж є джерелом постачання фосфору. Роглядалися різні варіанти удобрення пташиним послідом, вплив цих варіантів на еко-баланс графічно позначений чорними лініями на горизонтальних стовпцях.

Блакитні горизонтальні стовпці на діаграмі означають викиди або споживання енергії при інтенсивному вирощуванні проміжних культур, зумовлені споживанням пального, у порівнянні з удобренням пташиним послідом. Горизонтальні стовпці жовтого кольору відображають рівень прямих викидів, котрі виникають при заробленні проміжних культур або ж внесенні пташиного посліду в ґрунт.



Ілюстрація 23. Результати розрахунку еко-балансу при інтенсивному вирощуванні проміжних культур у порівнянні із удобренням в розмірі 5 кг P/га пташиним послідом



Потреба у первинній енергії

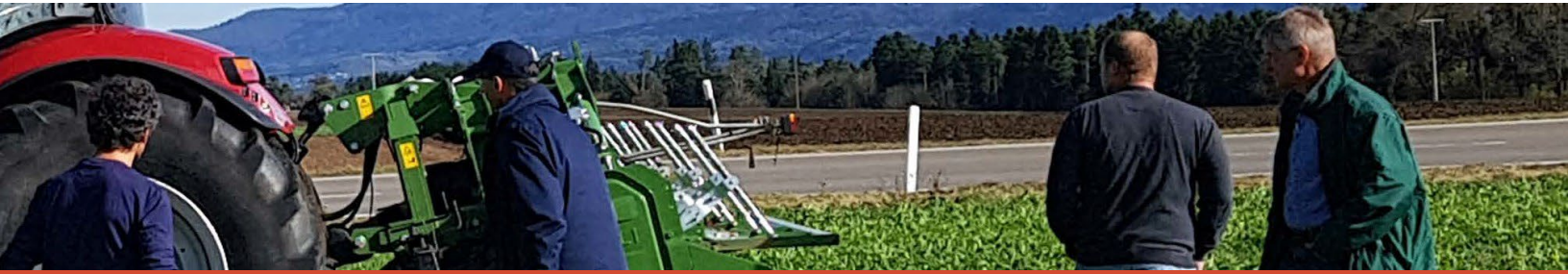
У розрахунку потреби в первинній енергії враховано лише потребу в енергії для транспортування гною з двору до поля та його внесення. Потреба в енергії, пов'язана з утриманням птиці, тут не бралася до уваги, оскільки пташиний послід є лише залишковим продуктом тваринництва. Потреба у первинній енергії при інтенсивному вирощуванні проміжних культур вища у порівнянні з удобренням пташиним послідом з цього регіону. Однак пташиний послід, що поставляється з інших регіонів, зумовлює вищі затрати енергії у порівнянні з інноваційним методом.

Баланс парникових газів

Баланс парникових газів при інтенсивному вирощуванні проміжних культур виглядає краще у порівнянні з удобренням пташиним послідом, що доставляється з різних регіонів. В разі використання пташиного посліду місцевого походження викиди парникових газів менші у порівнянні із інтенсивним вирощуванням проміжних культур. Це зумовлене кількістю технологічних операцій та пов'язаним з ними обсягом споживання пального, потрібного для вирощування проміжних культур. Статистичні показники по прямих викидах не зовсім достовірні, оскільки використовувалися нормативні, а не отримані в результаті вимірів реальні показники. В залежності від умов (температура, властивості ґрунту чи добрив) вони можуть сильно відрізнятись між собою. При дослідженні впливу на викиди парникових газів необхідно пам'ятати, що пташиному посліду передують менша кількість технологічних операцій, оскільки він є залишковим продуктом тваринництва, й викиди парникових газів у тваринництві не зараховуються в рахунок гною.

Евтрофікація наземних екосистем

З точки зору евтрофікації наземних екосистем інтенсивне вирощування проміжних культур має відчутні переваги у порівнянні із удобренням пташиним послідом. Щоправда при інтенсивному вирощуванні проміжних культур спостерігається вищий рівень споживання пального та викидів NO_x , однак він значно перевищує аналогічні показники при внесенні пташиного посліду через великий обсяг викидів аміаку. Навіть якщо відштовхуватися від мінімального рівня викидів аміаку при удобренні пташиним послідом, то і в цьому випадку інтенсивне вирощування проміжних культур дає кращий результат з точки зору евтрофікації наземних екосистем.



Висновки

- В цьому інноваційному господарстві інтенсивне вирощування проміжних культур з огляду на його високу питому вагу в загальній площі обробітки має суттєвий вплив на показники азотного й гумусного балансу.
- Баланс надходження-виносу інноваційного господарства характеризується яскраво вираженим позитивним сальдо по азоту, що в основному можна пояснити величезним обсягом надходження цієї поживної речовини від вирощування проміжних культур. Баланс поживних речовин у ґрунті також позитивний, але не настільки. Причина полягає у втратах азоту, в цьому випадку передусім на фермі та при зберіганні гною.
- Баланс надходження-виносу, як і баланс у ґрунті по фосфору й калію – доволі від'ємні. Господарство вивозить поживні речовини у суттєвому обсязі разом із зібраним урожаєм, що не може бути компенсоване додатковими закупівлями субстратів компосту. Тому в довгостроковій перспективі існує небезпека дефіциту цих речовин, оскільки їхньої мінералізації із материнської породи недостатньо для компенсації високого рівня втрат.
- Інтенсивне вирощування проміжних культур – доволі непоганий варіант забезпечення сільськогосподарських культур, що не зв'язують азот, цією поживною речовиною від бобових з мінімальними втратами й значного покращення балансу гумусу.
- Еко-баланс при інтенсивному вирощуванні проміжних культур у порівнянні з референтним методом характеризується гіршими показниками в таких категоріях впливу як потреба у первинній енергії та обсяг виділення парникових газів. Це зумовлено передусім вищим рівнем споживання пального при вирощуванні проміжних культур. При удобренні пташиним послідом йдеться про залишковий продукт тваринництва, при якому обліку підлягають лише затрати на транспортування і внесення, а затрати на виробництво не враховуються.
- З огляду на високий рівень викидів аміаку в разі удобрення пташиним послідом баланс по категорії впливу «евтрофікація наземних екосистем» при інтенсивному вирощуванні проміжних культур виглядає значно краще.

Економіка / Розрахунок доходів і витрат

Порівнюються:

Інноваційний метод 1 (V 1.1): вирощування проміжних культур із заробленням сидеральної маси в ґрунт та внесенням ферменту власного виробництва

Інноваційний метод 2 (V 1.2): вирощування проміжних культур із заробленням сидеральної маси в ґрунт та внесенням покупного ферменту: „Die Lösung: Herbst“

Альтернативний метод (V 2): вирощування проміжних культур із заробленням сидеральної маси в ґрунт

Підсумок

Таблиця 18. Порівняльний аналіз доходів і витрат при вирощуванні проміжних культур із заробленням сидеральної маси в ґрунт та внесенням ферменту

	Інновація		Альтернатива	Різниця		
	V1.1	V1.2	V2	V1.1-V2	V1.2-V2	
Сумарний дохід	319	319	319	0	0	€/ha
Сумарні прямі витрати	159	163	146	13	17	€/ha
Дохід без прямих витрат	160	156	173	-13	-17	€/ha
Сумарні змінні витрати	213	217	200	13	17	€/ha
Маржинальний дохід	106	102	119	-13	-17	€/ha
Постійні витрати на техніку	73	73	73	0	0	€/ha
Постійні витрати на оплату праці	46	46	41	5	5	€/ha
Сумарні прямі витрати й витрати на виконання робіт	332	336	314	18	22	€/ha
Дохід без прямих витрат і витрат на виконання робіт	-13	-17	5	-18	-22	€/ha
Витрати на виконання робіт	173	173	168	5	5	€/ha

Джерело: власні розрахунки на основі даних, представлених керівниками господарств, **KTBL (2019), LEL Schwäbisch Gmünd (2018), StoffBiV (2017)**, та наведеними у дослідженні **Bonney та Müller-Lindenlauf (2018), Lfi Bayern (2018), VDLUFA (2014) й BGK (2013)**.

Використаний засіб для живлення рослин „Die Lösung: Herbst“ фірми AGROTO GmbH було надано безкоштовно, проте його вартість увійшла до розрахунку за нинішньою ринковою ціною 178,5 євро/10 л (AGROTO GmbH 2019). Маржинальний дохід (DB) при вирощуванні проміжних культур без урахування наступних культур із зрозумілих причин від’ємний, й варіанти відрізняються між собою лише витратами на засоби виробництва (Таблиця 18).

Внесення ферменту проводиться у поєднанні з технологічною операцією „зароблення в ґрунт фрезуванням». Ця технологічна операція враховується ще при вирощуванні проміжних культур, а тому витрати на техніку для внесення ферменту відсутні. Додаткові витрати при варіанті V 1.1 у порівнянні з V. 2 зумовлені трудоємнішим процесом виготовлення, а при варіанті V 1.2 – закупівлею ферменту. У короткостроковій перспективі обидва варіанти інноваційного

методу V1.1 та V1.2 з показником маржинального доходу на рівні 106 євро/га та 136 євро/га можна оцінити як економічно рентабельні (Таблиця 18). Вартість у формі монетарного доходу від заміщення вартості гумусу цілком компенсує змінні витрати. Доход при V 2 також формується лише із доходу від заміщення вартості гумусу при удобренні сидератами, і він такий же, як і при V 1.1 und V 1.2. Через використання ферментів навіть для варіантів V 1.1 та V 1.2 не було можливості врахувати монетарний дохід завдяки, наприклад, надходженню поживних речовин чи сприянню розвитку ґрунтових мікроорганізмів. Змінні витрати варіантів V 1.1 та V 1.2 трохи вищі від V 2, через що маржинальний дохід по них в цілому виявився на 13 євро/га та 17 євро/га нижчим.

У довгостроковій перспективі обидва методи економічно нерентабельні, але при цьому не було можливості враховувати велику кількість зумовлених ними позитивних ефектів.

Оцінювання/Дискусія

Здійснити монетарну оцінку виробництва ферменту важко. Дані є частково оціночними, а більш точне документування витрат вимагає великих зусиль. Для обробки й перемішування ферменту господарство використовує дві старі молочні цистерни у приміщенні, що також було побудоване раніше. Окрім цього не враховувалися роботи з монтажу і демонтажу цистерн для ферменту на трактор. Впродовж всього періоду спостережень більш високого врожаю на ділянках, де було внесено фермент, не спостерігалось.

Поки що не існує достатньо надійних результатів щодо переваг немонетарного характеру при використанні ферментів. На думку керівників господарства ці переваги полягають в наступному:

- Сприяння розвитку ґрунтових мікроорганізмів.
- Більш швидке перегнивання матеріалу для мульчування.
- Зміни у структурі гумусу.

- Менші втрати N після фрезерування ґрунту.
- менший рівень викидів N₂.

Засіб „Die Lösung: Herbst“, що використовується при варіанті V 1.2, відрізняється по своєму складу від ферменту власного виробництва. Він складається з різноманітних трав, біологічно активного вапна та препарату, виготовленого на основі рогового борошна, що також піддається ферментації. Точна рецептура і спосіб виготовлення невідомі, а можливий вплив на підвищення урожайності також не вивчався.

Можливість застосування іншими господарствами

З кліматичної точки зору вирощування проміжних культур завжди вимагає достатнього забезпечення вологою, щоб уникнути втрат врожаю наступної культури через її дефіцит. Досліджуване господарство має великий асортимент техніки й використовує для проведення експерименту в т.ч. й методи точного сільського господарства (Precision Farming). Проте таке технічне оснащення не є неодмінною передумовою, адже для внесення ферментів достатньо стандартної техніки, яка є у розпорядженні звичайного землеробного господарства. Для виробництва ферменту потрібні приміщення, великі окремі контейнери, а також інструменти для перемішування. А ще треба мати достатні робочі потужності, ремісничий хист та бажання експериментувати. Мета процесу ферментації – розмноження потрібних мікроорганізмів. Для цього потрібно дотримуватися гігієни у роботі. Якщо ці передумови виконано, метод можна успішно застосовувати і в інших господарствах.

Підсумок

Інноваційні методи з огляду на здебільшого невеликий обсяг їхнього застосування часто мало впливають на баланс поживних речовин та гумусу в інноваційних господарствах без утримання тварин або з малим поголів'ям. Проте можна констатувати наявність деяких типових моделей переміщення поживних речовин, що зустрічаються в різних господарствах і мають суттєвий вплив на баланс поживних речовин і гумусу.

Слід зазначити, що в більшості господарств спостерігається тенденція до втрати великої кількості поживних речовин через вивіз зеленої маси та зернобобових культур. З урахуванням чималої кількості азоту, що надходить від бобових, азотний баланс попри цю обставину залишається здебільшого позитивним або, принаймні, зваженим. Проте вивіз врожаю багатих на поживні речовини культур створює проблеми з фосфором та калієм.

В цьому випадку баланси більшості господарств є трохи або й дуже від'ємними, оскільки вивіз в недостатній мірі поповнюється закупленими добривами. Щоб запобігти дефіциту у довгостроковій перспективі, рекомендується збільшити використання кормових бобових культур для внутрішніх господарчих потреб, зокрема у формі силосу або шляхом застосування технології «Cut&Carry». Це дозволить уникнути втрат поживних речовин, що містяться в них.

Водночас існує можливість перерозподілу поживних речовин всередині самих господарств, щоб запобігти критичному рівню їхнього балансу на окремих ділянках. За результатами цього дослідження надходження у потрібному обсязі фосфору й калію може бути забезпечене лише імпортом компосту, субстратів компосту та гною.

Тому господарствам з малим поголів'ям або без утримання тварин можна рекомендувати забезпечення в достатньому обсязі поживними речовинами шляхом створення замкнутих циклів їхнього завою в межах свого регіону. Окрім того, потрібно здійснювати заходи із забезпечення наявності та належної якості компостів і їхніх субстратів на політичному рівні. На додаток до цього варто звернути особливу увагу на освоєння інших джерел надходження поживних речовин для потреб органічного сільськогосподарства. Наприклад, варто подумати над можливістю використання продуктів осаду стічних вод. Тут також потрібні політичні рішення.

Вирішальне значення для оцінки еко-балансу передусім в таких категоріях впливу як «потреби в первинній енергії» та «викиди парникових газів» має споживання пального. Воно залежить від відстані транспортування, обсягів робіт та потужності двигунів. Інноваційні технології часто потребують великих трудовитрат, тому при їхньому застосуванні споживаються більші обсяги пального. Референтними субстратами натомість є продукти, отримані з відходів без попередньої обробки, що потребують незначних затрат енергії.

Відносні недоліки інноваційних методів у порівнянні з такими референтними добривами як гній, гноївка чи рогове борошно до деякої міри нівелюються, якщо поблизу добрив тваринного походження в наявності немає. Адже у випадку із референтними субстратами вирішальне значення відіграє відстань їхньої доставки.

Якщо доводиться перевозити субстрати на чималу відстань, інноваційні методи забезпечують кращий баланс у порівнянні з референтними сценаріями. Завдяки використанню двигунів оптимальної потужності при використанні інноваційних методів можна зменшити споживання пального й тим самим покращити еко-баланс.

Інноваційні методи приносять значно кращі результати з точки зору евтрофікації наземних екосистем аніж референтні технології. В цій категорії впливу вирішальне значення має рівень викидів аміаку, а він залежить від концентрації цієї речовини в субстратах.

Предметом дослідження інноваційних методів був також розрахунок доходів і витрат. Дохід без урахування прямих витрат і витрат на виконання робіт (DAL) у досліджуваних інноваційних господарствах, що використовують технологію «Cut&Carry», компост та проміжні культури в абсолютному вираженні був економічно рентабельним.

Дохід, що створюється завдяки надходженню поживних речовин і гумусу, як мінімум компенсує витрати.

Інноваційні методи в більшості випадків поступалися референтним технологіям. Дві з трьох референтних технологій: кооперація за принципом «корм в обмін на гній» та інтенсивне удобрення роговоим борошном були економічно більш вигідними у порівнянні з інноваційними методами – використанням компосту на основі конюшини та суцільною сівбою бобових.

Загалом слід врахувати й те, що більшість даних є оціночними, що ускладнює точні розрахунки. Внаслідок цього отримані результати можуть тлумачитися лише як прояви певних тенденцій.

Крім того, економічна рентабельність того чи іншого методу сильно залежить від специфічних передумов кожного господарства, наприклад, наявності й доступності вихідних субстратів чи рівня механізації.

Таблиця 19. Оцінка інноваційних методів (Ext означає зовнішні закупівлі компосту; Int – власне виробництво компосту).

Метод	Суцільна сівба бобових		Компост із конюшини		Компост		Інтенсивне вирощування проміжних культур
	400 кг	800 кг	зелена маса	силос	Ext	Int	
Екологія							
Родючість ґрунту	зелена	зелена	зелена	силос	зелена	зелена	зелена
Забезпечення азотом	зелена	зелена	зелена	силос	Ext	Int	зелена
Забезпечення фосфором і калієм	зелена	зелена	зелена	силос	Ext	Int	зелена
Еко-баланс - потреба в енергії	червона	червона	зелена	силос	зелена	зелена	червона
Еко-баланс - парникові гази	червона	червона	зелена	силос	зелена	зелена	червона
Еко-баланс - евтрофікація	червона	червона	зелена	силос	зелена	зелена	червона
Економіка							
абсолютному вираженні	400 кг	800 кг	зелена	силос	зелена	зелена	жовта
(DAL)	негативна		нейтральна		позитивна		дуже позит.

Порівняння із стандартними технологіями

Wer waren die Akteure im Projekt?



Demeter Baden-Württemberg e.V.



Demeter Beratungsverein e.V.



Forschungsring e.V.

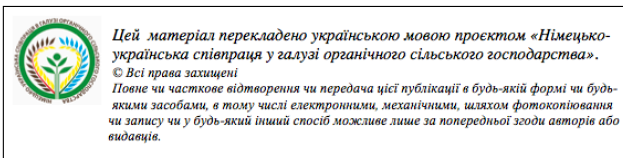


Universität Hohenheim



Hochschule für Wirtschaft und Umwelt
Nürtingen-Geislingen

Assoziierte Partner:



Цей матеріал перекладено українською мовою проектом «Німецько-українська співпраця у галузі органічного сільського господарства».
© Всі права захищені
Повне чи часткове відтворення чи передача цієї публікації в будь-якій формі чи будь-якими засобами, в тому числі електронними, механічними, шляхом фотокопіювання чи запису чи у будь-який інший спосіб можливе лише за попередньої згоди авторів або видавців.

Landwirtschaftliches Technologiezentrum

Bioland Landesverband
Baden-Württemberg e.V.

Naturland Baden-Württemberg e.V.