

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
«БІОЕКОНОМІКА»**

|                     |                                     |
|---------------------|-------------------------------------|
| ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ        | 20 «Аграрні науки та продовольство» |
| СПЕЦІАЛЬНІСТЬ       | 206 «Садово-паркове господарство»   |
| РІВЕНЬ ВИЩОЇ ОСВІТИ | Третій (освітньо-науковий)          |

## 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Згідно з навчальним планом на 2022–2023 навчальний рік на вивчення дисципліни «Біоекономіка» (факультатив, рекомендовано для другого року навчання) для підготовки доктора філософії навчання виділено всього 45 академічних годин (1,5 кредитів ECTS), у т.ч. аудиторних – 30 години (лекції – 18, практичні заняття – 12), самостійна робота студентів – 15 годин.

Опис навчальної дисципліни за показниками та формами навчання наведено в таблиці:

| Найменування показників  | Шифр та найменування галузі знань, спеціальності, рівень вищої освіти | Характеристика навчальної дисципліни |                       |
|--|---|--------------------------------------|-----------------------|
|  |   | денна форма навчання                 | заочна форма навчання |
| Кількість кредитів, відповідних ECTS – 1,5   | Галузь знань 20 «Аграрні науки та продовольство»                      | Факультатив                          |                       |
|  |   | <i>Рік підготовки:</i>               |                       |
| Змістових модулів – 1,5  | Спеціальність: 206 «Садово-паркове господарство»                      | 2-й                                  |                       |
|  |   | <i>Семестр</i>                       |                       |
|  |   | 1                                    | 2                     |
| Загальна кількість академічних годин – 45  |   | <i>Лекції</i>                        |                       |
|  |   | 18 год                               |                       |
| Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 1 самостійної роботи студента – 0,5 | третій (освітньо-науковий) рівень вищої освіти                        | <i>Практичні</i>                     |                       |
|  |   | 12 год.                              |                       |
|  |   | <i>Самостійна робота</i>             |                       |
|  |   | 15 год                               |                       |
|  |   | Підсумковий контроль:<br>залік       |                       |

Даний курс пропонується для аспірантів усіх напрямів підготовки та має на меті сформуванню системну уяву про принципи розвитку біоекономіки, сталого використання біоресурсів та створення інновацій та поширення знань. При вивченні дисципліни забезпечується міждисциплінарний і трансдисциплінарний підхід викладення матеріалу, що стимулює здобувачів освіти до критичного мислення та формування навичок, необхідних для розвитку та виконання різноманітних видів діяльності в економіці на основі біотехнологій.

### *Цілі вивчення дисципліни:*

формування базових теоретичних знань та практичних фахових навичок в сфері підвищення компетентностей здобувачів в області теоретичних засад і фундаментальних принципів біоекономіки, а саме інновацій технологій та продуктів на біоснові, метрик обґрунтування їх економічної доцільності, нормативно-правового регулювання розвитку біотехнологій, комерційного просування технологій та продуктів біотехнологій, ефективного використання фундаментальних та прикладних досліджень в області розробки технологій та продуктів на біоснові у сільськогосподарському виробництві, галузях харчової промисловості, ветмедицині, тощо.

## **2. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ**

Факультативна навчальна дисципліна «Біоекономіка» базується на узагальненні теоретичних та прикладних засад розвитку інноваційних розробок у галузі біотехнології, безпосередньо пов'язаних із сферою біоекономіки, зорієнтованих на стале використання біологічних ресурсів шляхом виробництва продукції з високою доданою вартістю. Біоекономіка має великий потенціал зменшення впливу зміни клімату. Переробка ресурсів та виробництво інноваційної продукції необхідні для отримання та використання знань у практиці чистішого виробництва, екологічних технологій, енергоефективності, поводження з відходами та інших аспектів, для ефективного використання ресурсів та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище економічної діяльності людини в області сільського господарства, виробництва продовольчих ресурсів, розвитку сільських територій, благополуччя та здоров'я сільськогосподарських тварин та птиці, тощо. Саме тому передумовою вивчення цієї дисципліни будуть знання одержані здобувачами при вивченні дисциплін фахового спрямування, зокрема «Концептуальні засади сталого розвитку агросфери», «Менеджмент інноваційного проекту».

## **3. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ**

мати знання та практичні навички щодо механізму реалізації біотехнологій, планування, оцінювання та аналізу виробництва та переробки відновлюваних ресурсів;

знати засади координації виробництва продуктів на біоснові, адаптованих до конкретних потреб;

знати принципи формування взаємозв'язку і взаємозалежності різних напрямів використання біомаси та метрики обґрунтування їх економічної доцільності;

розуміти ключові технології виробництва біопродуктів та формувати ключові показники їх економічної доцільності використання;

усвідомлювати вимоги суспільства до продуктів на біооснові та методів їх виробництва;

знати інструментарій організації виходу на ринок нових продуктів на біооснові та їх маркетингової підтримки;

мати знання щодо основних інструментів маркетингу проривних продуктів біотехнологій відповідних ринків, способів просунення, типів споживачів, характеристик учасників ринку, методів дослідження споживчих характеристик;

оволодіти знаннями нормативно-правого забезпечення інноваційних технологій та продуктів на біооснові в Україні та провідних країнах світу, знати основні показники кон'юнктури ринку, державної політики та наукові тенденції в області біоекономіки та екобіополітики;

знати підходи до включення (нових) продуктів на біооснові у ланцюги створення вартості з мікро- та макроекономічної точки зору; та координації співпраці між різними зацікавленими сторонами у розвитку ланцюгів створення цінності на біооснові.

#### **4. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «Біоекономіка»**

##### ***Тема 1. Теоретико-практичні засади розвитку біоекономіки як новітньої галузі світової економіки***

1. Біоекономіка та новітні тенденції її розвитку.
2. Характеристика чинників, що зумовили розвиток біоекономіки (скорочення запасів природних ресурсів та глобалізаційні кліматичні зміни).
3. Сільське господарство та харчова промисловість як важливі сектори біоекономіки.
4. Роль біоекономіки у вирішенні проблеми зростання чисельності населення світу та забезпечення продовольчої безпеки.
5. Особливості розвитку біоекономіки в Україні та провідних країнах світу.

## **Тема 2. Концептуальні засади біоекономіки**

1. Концепція біоекономіки: походження та еволюція
2. Пріоритети розвитку концепції біоекономіки «на основі знань»
3. Напрями співвіднесення розвитку біоекономіки: сталість, зелена економіка, циркулярна економіка, трансформація суспільства.
4. Характеристика стратегій розвитку економіки (кластерний підхід, конкурентні, продуктові стратегії, тощо)
5. Регулювання розвитку ринку біотехнологій та продуктів на біооснові.

## **Тема 3. Міждисциплінарний і трансдисциплінарний підходи в біоекономіці**

1. Сутність та напрями наукових досліджень в області біоекономіки.
2. Основи міждисциплінарних та трансдисциплінарних досліджень.
3. Системний підхід як основа міждисциплінарних та трансдисциплінарних досліджень в області біоекономіки.
4. Пріоритетні напрями фундаментальних та прикладних досліджень в області біоекономіки.

## **Тема 4. Наукові основи та практичні підходи до ланцюгів створення вартості на основі біотехнологій**

1. Характеристика ресурсів на біооснові (зелена біотехнологія, генна інженерія, генетично модифікована продукція)
2. Сутність та складові учасники ланцюгів цінності на біооснові
3. Особливості формування ланцюгів цінності на основі біотехнологій і мереж
4. Приклади ланцюгів створення вартості в біоекономіці
5. Використання ланцюгів створення цінності та вартості на основі мережевого підходу, трансферу інновацій, тощо.

## **Тема 5. Пріоритетні напрями розвитку сільськогосподарського виробництва на засадах біоекономіки**

1. Сільськогосподарське виробництво: системи землеробства; принципи розвитку рослинництва та тваринництва; поняття агроєкосистеми; глобальні тенденції у розмірах сільськогосподарських угідь та поголів'ї с.-г. тварин та птиці

2. Вплив глобалізаційних кліматичних змін на розвиток сільського господарства
3. Складові елементи ринку сільськогосподарської продукції.
4. Особливості логістики сільськогосподарської продукції, підходи до створення агропродовольчих ланцюгів
5. Принципи розвитку сільського господарства на основі сталої інтенсифікації
6. Сільське господарство та викиди парникових газів, напрями їх скорочення.

## ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

### 5. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

| №<br>п/п      | Теми   | Всього, годин | Аудиторні |        |           | СРС |
|---------------|--|---------------|-----------|--------|-----------|-----|
|               |  |               | Разом     | З них  |           |     |
|               |  |               |           | Лекції | Практичні |     |
| 1             | Тема 1. Нормативно-правове забезпечення розвитку біоекономіки в Україні та провідних країнах світу | 9             | 6         | 4      | 2         | 3   |
| 2             | Тема 2. Пріоритетні напрями розвитку харчової промисловості на засадах біоекономіки                | 11            | 8         | 4      | 4         | 3   |
| 3             | Тема 3. Розвиток ринків біотехнологій та продуктів на біоснові                                     | 8             | 5         | 3      | 2         | 3   |
| 4             | Тема 4. Основні напрями переходу до сталої біоекономіки  | 8             | 5         | 3      | 2         | 3   |
| 5             | Тема 5. Маркетинг в біоекономіці   | 9             | 6         | 4      | 2         | 3   |
| <b>Всього</b> |  | 45            | 30        | 18     | 12        | 15  |

Примітка: СРС – самостійна робота студентів

## 6. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 6.1. Лекції

| Тема і зміст лекції  | К-ть годин |
|--|------------|
| <p><i>Тема 1. Теоретико-практичні засади розвитку біоекономіки як новітньої галузі світової економіки - розкрити</i> основні драйвери розвитку біоекономіки, які сприяють переходу до сталої економіки шляхом вирішенню основних глобальних проблем, включаючи продовольчу безпеку, зміну клімату та дефіцит ресурсів; довести чинники глобального підвищення попиту, зокрема, на продукти харчування, а також на матеріали та відновлювані джерела енергії, які вимагають необхідність інноваційних розробок у сільському господарстві та переробній сфері; обґрунтувати необхідність створення більш ефективних інноваційних технології та продуктів на основі біотехнологій із використанням біоресурсів і методів підвищення продуктивності в сільському господарстві, лісовій галузі та аквакультурі, ветеринарній медицині на біоснові при збереженні біорізноманіття; подати складові біоекономіки як галузі, що використовує новітні ресурси на основі відновлюваної біомаси, інноваційні та ресурсощадні технології виробництва та переходу до сталого розвитку суспільства; узагальнити проблеми щодо необхідності заміни або зменшення використання обмежених викопних ресурсів, що прийатиме пом'якшенню наслідків зміни клімату; розглянути особливості розвитку біоекономіки в Україні та провідних країнах світу.</p> | 4          |
| <p><i>Тема 2. Концептуальні засади біоекономіки – розглянути</i> причини появи та еволюцію концепції біоекономіки; тотожність та відмінність між поняттями «біоекономіка»; складові концепції розвитку біоекономіки на основі «на основі знань»; обґрунтувати необхідність переходу від «заміщення ресурсів перспективи» біоекономіки до «перспективи біотехнологічних інновацій»; узагальнити критичні погляди на біоекономіку, виділяючи «фундаментальну критику» та «критику зеленого розвитку» біоекономіки; розглянути спільність та відмінність між концепцією біоекономіки та концепціями «сталого розвитку», «зеленої економіки», «циркулярної економіки» та «соціальної трансформації»; розглянути стратегічні програми розвитку</p>  | 4          |

|   |   |
|---|---|
| <p>біоекономіки у провідних країнах світу та Україні, критерії та систему показників її конкурентоспроможності; висвітлити питання управління біоекономікою, акцентуючи увагу на різні суб'єкти біоекономіки, способи їх взаємодії та проблеми управління, з якими вони стикаються.</p>   |   |
| <p><b>Тема 3. Міждисциплінарний і трансдисциплінарний підходи в біоекономіці – представити</b> основні характеристики, цілі, напрями, відмінність та подібність міждисциплінарних і транс дисциплінарних досліджень, розкрити чинники середовища розвитку біоекономіки; критично узагальнити політичні дискурси, концепції та приклади виробництва біопродуктів; подати напрями формування синергетичного позитивного ефекту у вирішенні складних суспільних проблем і розвитку цивілізації на основі впровадження результатів міждисциплінарних і трансдисциплінарних дослідницьких підходів; розкрити роль міждисциплінарних та транс міждисциплінарних підходів у сприянні генерації знань у дослідженнях, пов'язаних з біоекономікою; узагальнити потенціал системних концепцій для інтеграції чітких дисциплінарних і поглядів у наукових дослідженнях в області сільського господарства, харчової промисловості, розвитку сільських територій, ветеринарної медицині, тощо.</p> | 3 |
| <p><b>Тема 4. Наукові основи та практичні підходи до ланцюгів створення вартості на основі біотехнологій – розглянути</b> основні види ресурсів біомаси, які прямо або опосередковано походять від рослин, мікроорганізмів або тварин; розглянути технологічні рішення щодо економічної оцінки цих ресурсів, планування виробничої програми, розробки стратегії їх постачання для біоекономічної діяльності; розглянути методи щодо обґрунтування вибору конкретного ресурсу біомаси для конкретного ланцюга продуктів на біооснові на основі оптимізації; висвітлити характеристики біомаси, технологічні рішення для їх проектування, виробництва та представлення готової продукції на біооснові; узагальнити концепції створення ланцюгів вартості на основі біотехнологій та їх інтеграції в ціннісних мережах; навести приклади агропродовольчих ланцюгів, ланцюгів біоенергетики, біоматеріалів, в основі розвитку яких лежить біомаса.</p>                                    | 3 |



**Тема 5. Пріоритетні напрями розвитку сільськогосподарського виробництва на засадах біоекономіки – розкрити процеси вирощування сільськогосподарських культур або утримання худоби та птиці в чистих або інтегрованих системах рослинництва/тваринництва з метою виробництва харчових продуктів та забезпечення біомасою та виробництва енергії із альтернативних джерел; довести, що земельні ресурси є основою сільськогосподарського виробництва та роль сільського господарства у формуванні культурних ландшафтів; узагальнити проблеми деградації земель та водних ресурсів, погіршення біорізноманіття та посилення негативного впливу на навколишнє середовище; розкрити підхід розвитку сільськогосподарського виробництва на основі принципів «сталого інтенсифікації», спрямованої на формування сільськогосподарського виробництва в таким чином, щоб забезпечити виробництво достатнього обсягу продовольства та біомаси для забезпечення потреб зростаючого населення із підтримкою функцій екосистеми і біорізноманіття; довести, що стала інтенсифікація може частково буде досягнуто за рахунок розвитку і впровадження інноваційних технологій, які дозволяють більш ефективно використовувати природні ресурси, у тому числі земельних та відходи сільськогосподарського виробництва; обґрунтувати необхідність врахування сільгоспвиробниками принципів сталого розвитку на основі запровадження сталих систем сільськогосподарського виробництва; розглянути приклади біологічних ланцюгів вартості та вимоги сталого біоекономічного розвитку, детально розглянути особливості біомаси у виробництві та постачанні та її ролі у стабільному функціонуванні всього світового аграрного сектору.**

**Разом**

18

## 6.2. Практичні заняття

| Тема і зміст заняття   | К-ть годин |
|--|------------|
| <p><i>Тема 1. <b>Нормативно-правове забезпечення розвитку біоекономіки в Україні та провідних країнах світу</b></i> – розкрити нормативно-законодавчу базу розвитку біоекономіки в США; узагальнити основні положення нормативно-правового забезпечення біоекономіки в країнах ЄС; нормативне забезпечення розвитку біоекономіки в Китаї; особливості нормативно-правового забезпечення розвитку біоекономіки в Україні.</p>   | 2          |
| <p><i>Тема 2. <b>Пріоритетні напрями розвитку харчової промисловості на засадах біоекономіки</b></i> – розкрити технологічні підходи до обробки сільськогосподарської сировини; характеристики харчових інгредієнтів та їх вплив на якість харчових продуктів, термін придатності, та безпека харчових продуктів; охарактеризувати драйвери розвитку харчової промисловості; розкрити стратегії до розробки та виведення на ринок нових продуктів на біооснові; охарактеризувати види біотехнологій, промислова біотехнологія, «біла біотехнологія», що базується на основі живих клітин, таких як дріжджі, цвілі, бактерії та ферменти; обґрунтувати необхідність у розвитку біоекономіки на основі лігноцелюлозної рослинної біомаси, генетичної, синтетичної біології та біообробки.</p>  | 2          |
| <p><i>Тема 3. <b>Розвиток ринків біотехнологій та продуктів на біоснові</b></i> – розглянути глобальний ринок біопродуктів і ресурсів та напрями його взаємодії з с.-г. і продовольчими ринками; охарактеризувати чинники підвищення попиту на продукцію на біоснові та фактори формування товарної пропозиції, стан кон'юнктури окремих ринків біотехнологій та біопродуктів; висвітлити фактори, які можуть спричинити або обмежити попит і пропозицію на біопродукти; проаналізувати ринок біоресурсів та продуктів, враховуючи продукти, які представлені на ринку, наприклад, біопаливо, а також продукти, які можна було б придбати за умови визнання ринком в майбутньому, наприклад біопластик; навести приклад конкурентного ринку продуктів на біоснові за таким алгоритмом: побудова кривих попиту та пропозиції, обговорення відмінностей між змінами цін та інших детермінант пропозиції та попиту щодо їх впливу на відповідні криві; визначити стан рівноважної ціни.</p> | 2          |

|  |    |
|--|----|
| <p><b>Тема 4. Основні напрями переходу до сталої біоекономіки – представити основні напрями переходу до сталої біоекономіки на основі стратегії використання біогенних ресурсів у біоекономіці; обґрунтувати необхідність подолання розриву між багатими та бідними країнами, вирішення продовольчої безпеки в умовах глобального зростання чисельності населення планети та антропогенних змін клімату; продовольчої безпеки в умовах зростаючого попиту на продукти харчування, корми, продукти та енергію, який не може бути задоволеним поставками небіогенної сировини і ресурсів; довести, що трансформація економіки повинна враховувати внутрішні та міжнародні зобов'язання, традиційні практики та розбіжності інтересів; узагальнити перспективний розвиток біоекономіки на основі знань, які включають інструменти цифровізації, генної інженерії, розвиток альтернативних технологій, тощо.</b></p> | 2  |
| <p><b>Тема 5. Маркетинг в біоекономіці – розкрити складові концепцію маркетингу в біоекономіці; висвітлити процес стратегічного корпоративного планування, процесу планування маркетингу, види маркетингової стратегії; дати характеристику основних покупців біотехнологій та продуктів на біоснові, розглянути сегментацію ринку; розглянути технологію дослідження ринку; узагальнити підходи до розробки політики продукту, розподілу, ціноутворення, просування; розробка комплексу маркетингу; узагальнити способи комерціалізації інноваційних бізнес-ідей та формування стратегії інноваційного розвитку підприємства.</b></p>   | 2  |
| <p><b>Разом</b></p>  | 12 |

### **6.3. Самостійна робота**

Самостійна робота аспірантів, зорієнтована на вивчення та поглибленні знань розвитку біотехнологій та розробки нових продуктів на біооснові, а також усвідомлення необхідності використання принципів біоекономіки у розвитку сільського господарства, переробної промисловості. Самостійна робота здобувачів зорієнтована на поглиблене вивчення особливостей використання інноваційних біотехнологій та нових продуктів на біооснові за напрямом дисертаційного дослідження.

## **7. МЕТОДИ НАВЧАННЯ**

Під час лекційного курсу застосовуються слайдові презентації у програмі Microsoft Office Power Point, роздатковий матеріал, дискусійне обговорення проблемних питань.

Практичні заняття проводяться у вигляді семінарів-практикумів з розглядом реальних ситуацій із вітчизняної та зарубіжної практики.

## **8. ЕЛЕМЕНТИ КОНТРОЛЮ**

Аудиторна робота

Домашні завдання

Презентація

## **РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ**

### **Основна література:**

1. Angermeier PL, Karr JR (1994) Biological integrity versus biological diversity as policy directives. *BioScience*. <https://doi.org/10.2307/1312512>
2. Aulakh J, Regmi A (2013) Post-harvest food losses estimation-development of consistent methodology. First meeting of the scientific review committee of the food and agricultural organization of the UN. Accessed 22 Dec 2014.
3. BGR (2015) Energy study 2015. Reserves, resources and availability of energy resources (19). The Federal Institute for Geoscience and Natural Resources (BGR), Hannover, 172 p Bruinsma (2009)
4. The resource outlook to 2050: by how much do land, water and crop yields need to increase by 2050? In: FAO expert meeting. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-10199-8.00006-2>
5. European Commission (2014) Report on critical raw materials for the EU – critical raw materials profiles. In cooperation with Claudia Wulz (ENTR). European Commission, Brussels
6. FAO (2011) The state of the world's land and water resources for food and agriculture (SOLAW) – managing systems at risk. Food and Agriculture Organization of the United Nations, London FAO (2015) Fisheries and Aquaculture Department, Statistics and Information Service FishStatJ: Universal software for fishery statistical time series

7. Hilger T, Lewandowski I, Winkler B et al (2015) Seeds of change: plant genetic resources and people's livelihoods. In: Agroecology, INTECH open science open minds, Rijeka, Croatia, pp 123–146
8. Kalkuhl M, von Braun J, Torero M (2016) Volatile and extreme food prices, food security and policy: an overview. In: Kalkuhl M, von Braun J, Torero M (eds) Food price volatility and its implications for food security and policy. Springer Open, Cham, pp 3–31
9. Loiseau E, Saikku L, Antikainen R et al (2016) Green economy and related concepts: an overview. *J Clean Prod* 139:361–371. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.08.024>
10. Mustalahti I (2017) The responsive bioeconomy: the need for inclusion of citizens and environmental capability in the forest based bioeconomy. *J Clean Prod*.
11. Ngara T, Tanabe K (eds) Prepared by the national greenhouse gas inventories programme. IGES, Miura IPCC (2014) Climate change 2014: synthesis report. In: Core Writing Team, Pachauri RK, Meyer LA (eds)
12. Richardson B (2012) From a fossil-fuel to a biobased economy: the politics of industrial biotechnology. *Environ Plan C: Polit Space* 30(2):282–296
- 13 Scheiterle L, Ulmer A, Birner R, et al (2017) From commodity-based value chains to biomass-based value webs: the case of sugarcane in Brazil's bioeconomy. *J Clean Prod* (forthcoming). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.150>
14. Podesta' GP, Natenzon CE, Hidalgo C et al (2013) Interdisciplinary production of knowledge with participation of stakeholders: a case study of a collaborative project on climate variability, human decisions and agricultural ecosystems in the Argentine Pampas. *Environ Sci Policy* 26:40–48. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2012.07.008>

### **Додаткова література**

1. Hicks, D., Wouters, P., Waltman, L., de Rijcke, S., & Rafols, I. (2015). Bibliometrics: The Leiden Manifesto for research metrics. *Nature*, 520(7548), 429–431. <https://doi.org/10.1038/520429a>
2. Schmid JC, Knierim A, Knuth U (2016) Policy-induced innovations networks on climate change adaptation – an ex-post analysis of collaborations success and its influencing factors. *Environ Sci Policy* 56:67–79
3. Staffas L, Gustavsson M, McCormick K (2013) Strategies and policies for the bioeconomy and bio-based economy: an analysis of official national approaches. *Sustainability* 5:2751–2769
4. Zhang D, Shen J (2015) Disciplinary foundations for solving interdisciplinary scientific problems. *Int J Sci Educ* 37(15):2555–2576
5. Zscheischler J, Rogga S (2015) Transdisciplinarity in land use science – a review of concepts, empirical findings and current practices. *Futures* 65:28–44