

## **Цільове зрошення в органічному землеробстві для підвищення врожайності й ефективності поживних речовин**

### **Вступ**

Через зміну клімату дедалі більше змінюється розподіл опадів протягом року, що, серед іншого, призводить до періодів посухи під час вегетації та до сильних опадів у зимове півріччя. Це впливає на ріст рослин і на наявність поживних речовин під час вегетації. Відповідно, ще більше скорочуються і врожаї в органічному землеробстві, які і без цього є нижчими за традиційне. Збереження врожайності, також у посушливі роки, є особливо важливим саме для таких бобових культур, як «польові» боби й конюшина. Ці культури являють собою важливі ланки сівозміни в органічному виробництві для забезпечення азотом наступних культур. Відсутність врожаїв і, відповідно, фіксації  $N_2$ , має прямий вплив на наступні культури сівозміни. Цільове зрошення надає безпосередню можливість протистояти посухам. Для цього слід перевірити, наскільки великим є його вплив як на врожайність, так і на наявність поживних речовин.

У рамках проєкту Федеральної установи зі справ сільського господарства й продовольства (BLE) «Федеральна програма органічного землеробства й інших форм сталого сільського господарства (BÖLN)» ціллю дослідів на практичних підприємствах є підвищення продуктивності сільськогосподарських культур і систем (сівозмін) в органічному землеробстві. З цією метою на конкретних прикладах проводиться дослідження взаємозв'язків між наявністю вологи й динамікою поживних речовин у сівозміні бобові – зернові, а також надається інформація про переваги зрошення.

### **Питання**

1. Наскільки великим є вплив зрошення в комбінації з підживленням на врожай?
2. Чи має додаткове зрошення позитивний вплив на наявність поживних речовин?
3. Чи може зрошення підвищити властивості бобових щодо фіксації  $N_2$  та, відповідно, збільшити цінність цих культур як попередніх культур сівозміни?

### **Матеріали й методи**

Дослідження проводилися на двох майданчиках у Північному Рейні-Вестфалії у формі двофакторних польових дослідів (зрошення та внесення добрив) на бобах польових та конюшині лучній (червоній), а також ярій пшениці (тільки у Візенґуті). Проби висівалися на дрібних ділянках, з крупноділянковим фактором зрошення та дрібноділянковим фактором удобрення. У разі удобрення вивчалися відмінності між різними культурами.

**ДОСЛІДИ З ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА В ПІВНІЧНОМУ РЕЙНІ-ВЕСТФАЛІЇ**

До бобових вносилися калійні добрива й фосфорити (PKS), а також добрива з мікроелементами (PKS + m) у формі позакореневого підживлення, а в дослідях із зерновими використовувалися перегній і компост. Зрошення регулювалося на основі вимірювання вологості ґрунту за допомогою техніки комплексного опору й динамічної рефлектометрії (TDR), а також Гайзенгаймерської моделі випаровування.

В усіх дослідях збір даних було уніфіковано, а висота рослин і показники SPAD (Soil & Plant Analyzer Development) визначалися протягом декількох проб. Крім того, проводився пробний збір урожаю всередині або наприкінці цвітіння, а остаточний збір врожаю було здійснено шляхом обмолоту ділянок з польовими бобами й зерновими. У випадку трави конюшини проводилося 4 укоса. Крім визначення біомаси й врожаю, відбулося також лабораторне вимірювання поживних речовин (азот, фосфор, калій і вуглець).

Досліди проводилися на дослідному підприємстві «Візенгут» (ВГ) Боннського університету в Геннеф/Зіг (65 м н.р.м., 10,3 °С, 840 мм, sL-uL, 60 BP) і на пілотному підприємстві у Везе (18 м н.р.м., 10,9 °С, 730 мм, IS-S, 60 BP).

**Таб. 1. Час і щільність висіву окремих культур у Візенгуті й на органічному підприємстві у Везе, рік дослідів – 2020**

<i>Майданчик</i>	<i>Культура</i>	<i>Час висіву</i>	<i>Щільність висіву</i>
<i>Візенгут</i>	Боби польові	27.03.2020 р.	45 з/м <sup>2</sup>
	Ярі зернові	06.04.2020 р.	440 з/м <sup>2</sup>
	Конюшина	з 2019 р.	відомостей немає
<i>Везе</i>	Боби польові	22.03.2020 р.	45 з/м <sup>2</sup>
	Конюшина	з 2019 р.	29,5 кг/га

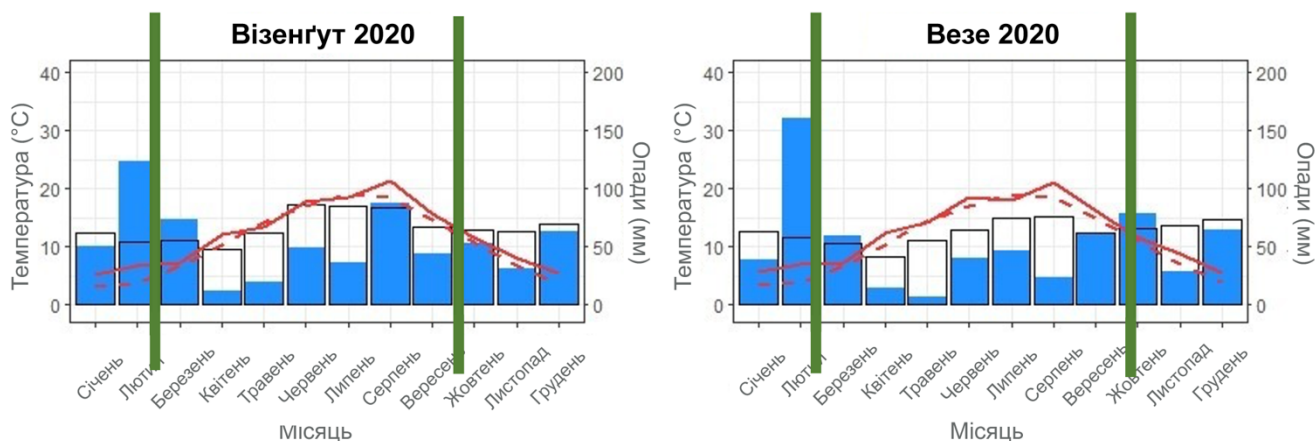
Крім того, у Таблиці 2 представлено внесення добрив на дослідних ділянках (кількість і дата). У випадку конюшини й бобів польових обсяг добрив розраховувався на основі виносу поживних речовин. До того ж під конюшину добрива вносилися після кожного косіння в залежності від виносу поживних речовин.

**ДОСЛІДИ З ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА В ПІВНІЧНОМУ РЕЙНІ-ВЕСТФАЛІЇ**

**Таб. 2. Дата внесення добрив, їхня кількість і тип для різних культур на майданчиках Візенгут (ВГ) і Везе (ВЗ) у дослідному році 2020. Обсяги були ідентичними на обох майданчиках.**

Культура	Тип добрива	Дата	Внесена кількість
Боби польові	Калімаг, фосфорит	28.03. (ВГ) 22.03. (ВЗ)	Р: 21,6 кг P/га К: 52,8 кг K/га
Конюшина	Калімаг, фосфорит	19.03., 25.05., 13.07. (ВГ) 28.05., 15.07., 31.08. (ВЗ)	Р: 12 кг P/га К: 31,2 кг K/га
Ярі зернові	перегній, КОМПСТ	06.04. (ВГ)	Рівні підживлення: 60 кг N/га 120 кг N/га

На майданчику Везе рівень опадів за період вегетації був значно меншим порівняно із середніми показниками за останні 10 років. Температура, передусім у квітні й червні, також була вищою у порівнянні із середніми показниками за останні 10 років. Це представлено на Рис. 1.

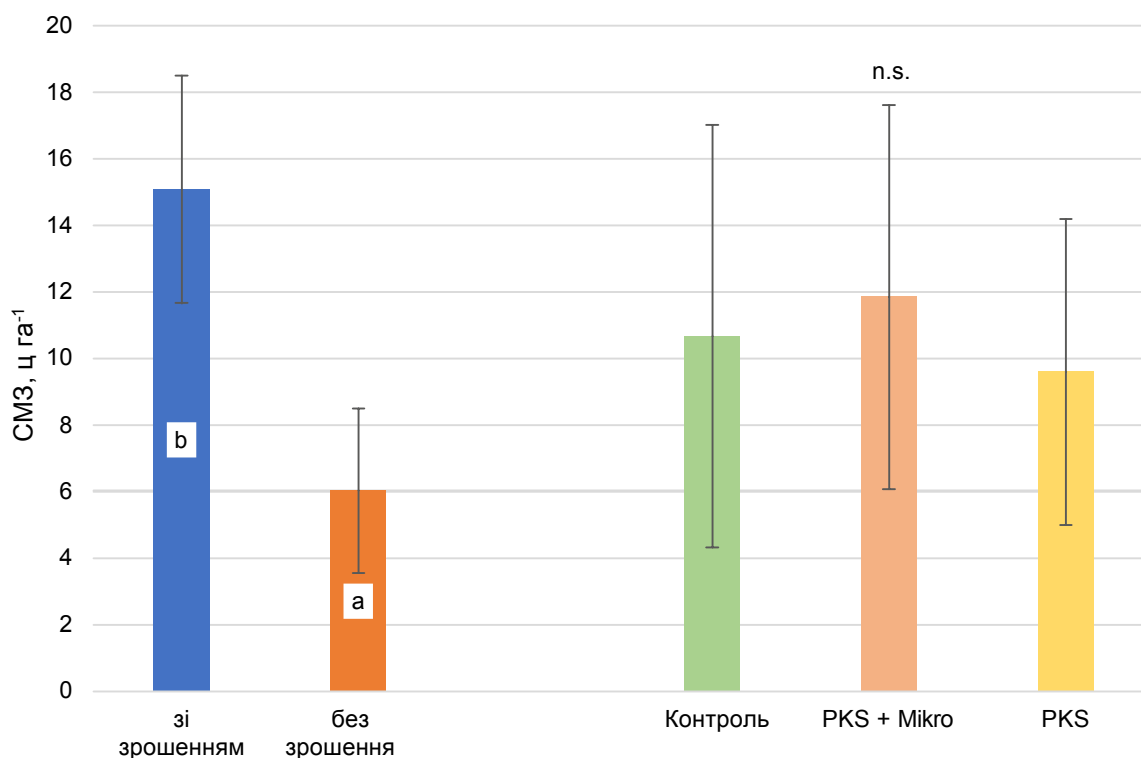


**Рис. 1. Кліматична діаграма майданчиків Візенгут і Везе (Biohof Büsch) у дослідному 2020 році у порівнянні із середніми показниками за останні 10 років (червона пунктирна лінія – температура у 1991-2020 рр., чорні рамки стовпчиків – опади у 1991-2020 рр.). Період вегетації позначено двома зеленими лініями. Сині стовпчики – опади в 2020 р.**

## Результати

У цьому розділі представлено деякі результати з майданчика Везе за 2020 дослідний рік.

Врожай сухої маси зернин (СМЗ) у 2020 р. був дуже низьким: 15 ц га<sup>-1</sup> для варіантів зі зрошенням і тільки 6 ц га<sup>-1</sup> для варіантів без зрошення. Але навіть на основі такого низького рівня врожаю можна було встановити значну ефективність зрошення (див. Рис. 2). Варіанти з підживленням не надали суттєвих відмінностей.

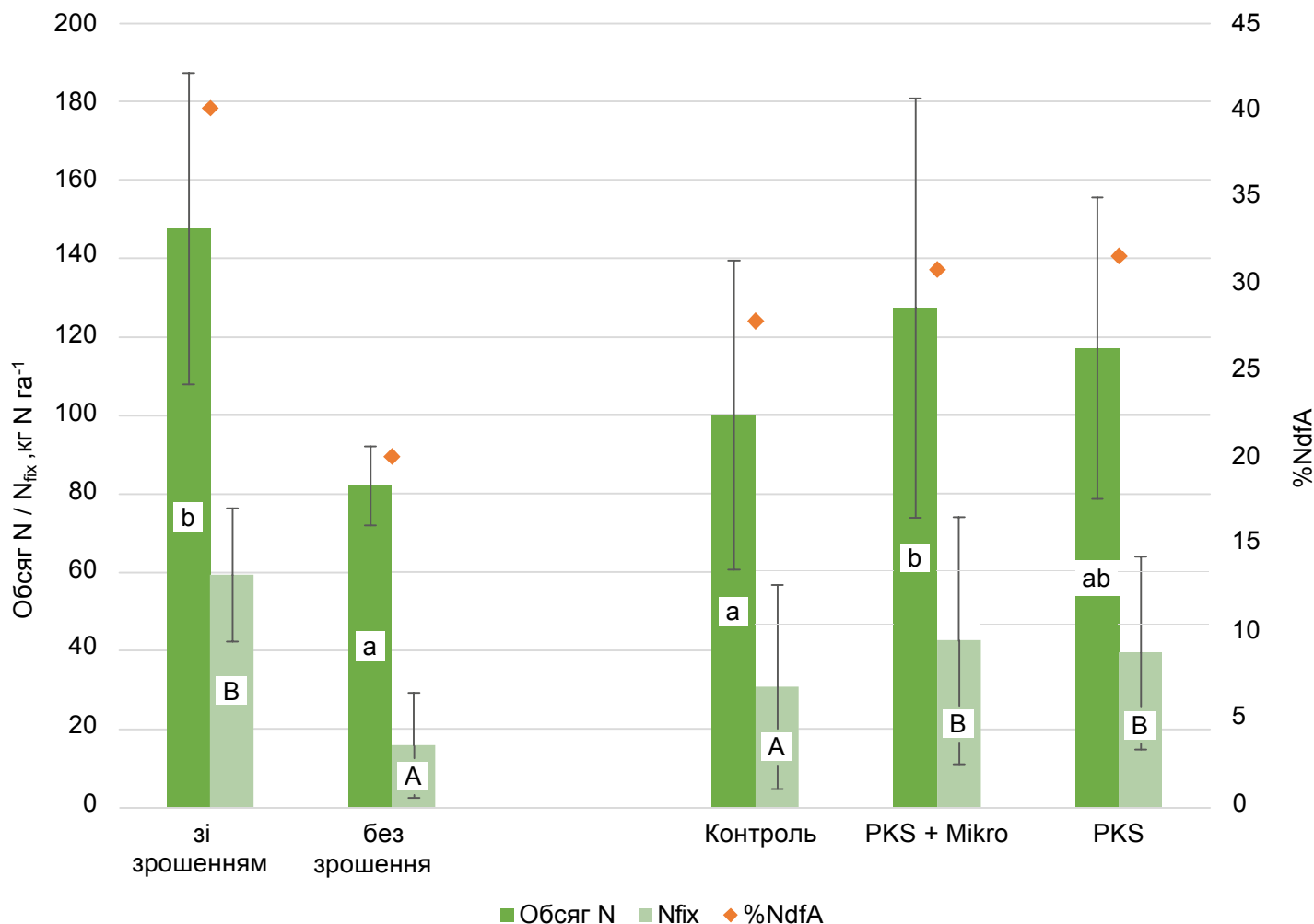


**Рис. 2. Вплив зрошення на врожай сухої маси зернин польових бобів на майданчику Везе під час збору врожаю наприкінці липня 2020 р.** Показники, марковані різними літерами, виявляють основні відмінності. ( $\alpha=0,05$ )

Значний вплив зрошення виявлявся і для таких показників, як накопичення азоту (кг N га<sup>-1</sup>), кількість симбіотично фіксованого N ( $N_{\text{fix}}$ , кг N га<sup>-1</sup>) і процентної частки зв'язаного з повітря азоту (% NdfA). Загалом показники %NdfA знаходилися на досить низькому рівні й складали 20-40%, проте завдяки зрошенню NdfA вдалося підвищити в два рази. Ймовірно, внесення добрив не мало значного впливу на формування NdfA. У зрошених варіантах вища спроможність до фіксації азоту відображується в значному обсязі  $N_{\text{fix}}$ . Завдяки зрошенню у варіанті зрошених польових бобів вдалося зв'язати в 4 рази більше азоту, ніж у варіанті без зрошення (див. Рис. 3). Внесення добрив PKS & PKS + M

**ДОСЛІДИ З ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА В ПІВНІЧНОМУ РЕЙНІ-ВЕСТФАЛІЇ**

також призвело до значного збільшення  $N_{fix}$ , що склало майже +33%, проте якихось значних відмінностей між обома рівнями підживлення встановити не вдалося. Якщо взяти загальний обсяг накопичення N, то можна знову ж таки чітко побачити значний позитивний вплив зрошення: +79%. У варіанті із внесенням добрив також виявляються значні відмінності в загальному обсязі отримання N, при чому варіант PKS+M надав найвищі показники, які в середньому сягнули 127,4 кг N га<sup>-1</sup>.



**Рис. 3** Вплив факторів зрошення та живлення на накопичення азоту, кількість симбіотично фіксованого N ( $N_{fix}$ ) і процентну частку азоту з повітря (% Ndfa) в польових бобах на майданчику Везе під час збору врожаю наприкінці липня 2020 р.. Показники, марковані різними літерами, виявляють основні відмінності. ( $\alpha=0,05$ )

У варіанті польових бобів увагу на себе звернув той факт, що через нестачу опадів культури без зрошення дозрівали швидше або переходили до передчасного дозрівання (див. Рис. 4). Тому збір врожаю проводився двічі в різні дати. Культури без зрошення було обмолочено вже 18.07.2019 р., натомість культури зі зрошенням лише 29.07.2019 р.

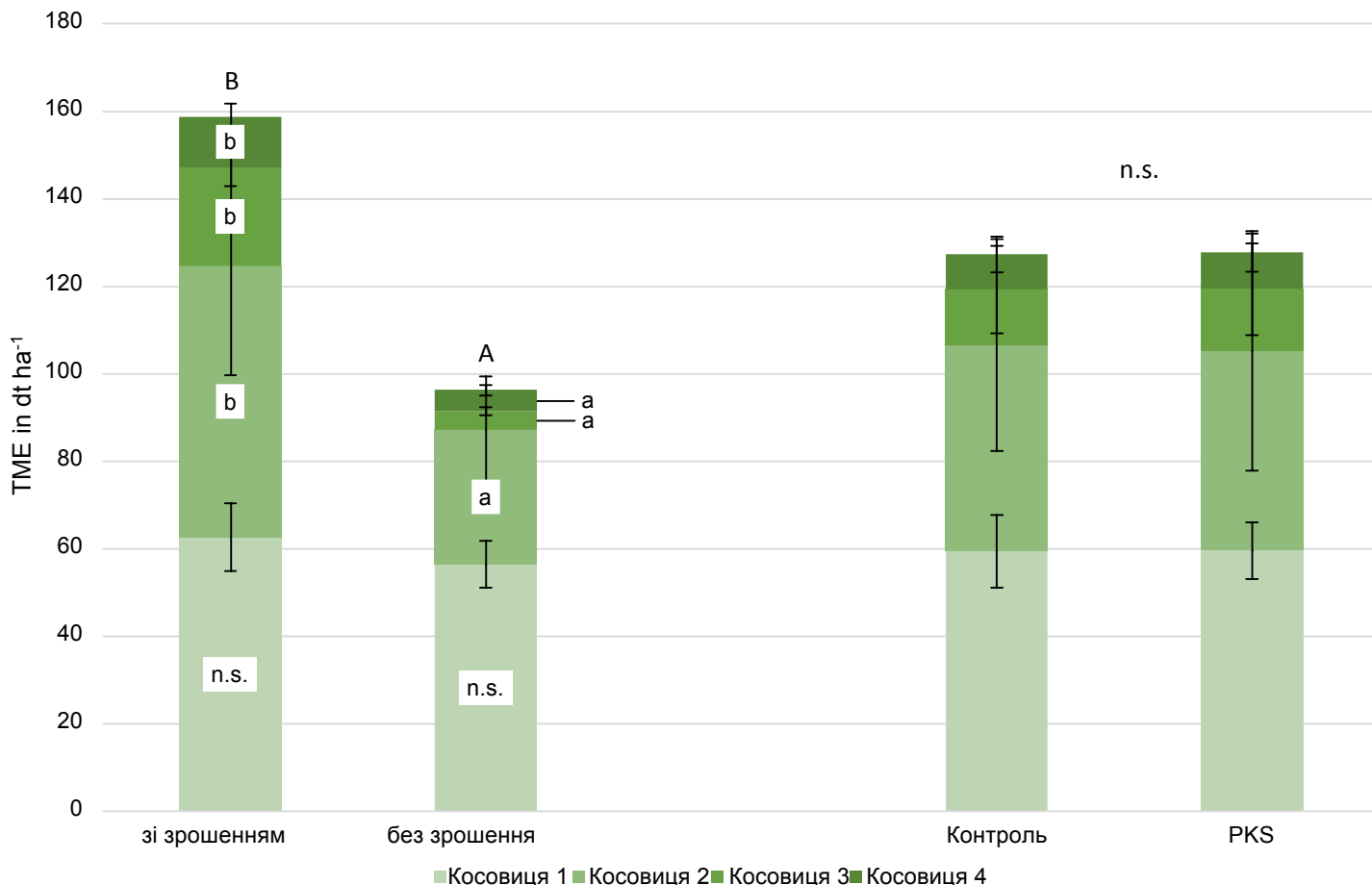


**Рис. 4** Передчасне дозрівання польових бобів. Ліворуч – варіант без зрошення, праворуч для порівняння – варіант зі зрошенням. Майданчик Візенгут.

На майданчику Везе на конюшині було встановлено значний вплив зрошення на врожай сухої маси, як у разі загального результату косіння, так і в разі окремих косовиць (див. Рис. 5). У загальному врожаї за рахунок зрошення спостерігається збільшення

продуктивності на 65%. Якщо розглядати результати окремих косовиць, то можна побачити, що у першій косовиці суттєвої різниці між зрошеними й незрошеними варіантами виявлено не було. Проте у кожній наступній косовиці вже спостерігалися значно вищі показники врожаю зрошеного варіанта. На момент третьої косовиці від зрошених варіантів можна було отримати в 5,5 разів більше сухої маси, ніж від варіантів без зрошення (зі зрошенням: 22,6 ц га<sup>-1</sup>, без зрошення: 4,3 ц га<sup>-1</sup>). Цей суттєвий вплив зрошення було виявлено і для інших параметрів, наприклад, накопичення азоту. Тут збільшення обсягів азоту сягало +75% (зі зрошенням: 340 кг N га<sup>-1</sup> рік<sup>-1</sup>, без зрошення: 197 кг N га<sup>-1</sup> рік<sup>-1</sup>). Спостерігався також позитивний вплив на процентну частку азоту з повітря (%NdfA) і на пов'язаний з нею симбіотично фіксований азот. %NdfA у разі зрошеної конюшини складав близько 54%, у той час коли показники незрошеного варіанта дорівнювали лише 48%. Результатом цього стали суттєво більші обсяги симбіотично фіксованого азоту, а саме +92% (зі зрошенням: 185 кг N га<sup>-1</sup>, без зрошення: 96,3 кг N га<sup>-1</sup>).

**ДОСЛІДИ З ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА В ПІВНІЧНОМУ РЕЙНІ-ВЕСТФАЛІЇ**



**Рис. 5: Вплив факторів зрошення та внесення добрив на загальний врожай сухої маси й на результати окремих косовиць конюшини на майданчику Везе, 2020 р.** Показники, марковані різними літерами, виявляють основні відмінності ( $\alpha = 0,05$ ), причому великі літери позначають загальні врожаї.

**Висновки й перспективи**

У 2020 р. були повторені досліді попереднього року. На другий рік дослідів результати 2019 року було закріплено й підтверджено, отже позитивний ефект додаткового зрошення таких бобових культур, як боби польові й конюшина підтвердився. На жаль, повторного досліді для ярої пшениці в 2020 р. провести не вдалося. Відповідно, результати попереднього року неможливо ані підтвердити, ані спростувати.

Додаткове зрошення виявило позитивний вплив на параметри врожайності польових бобів. Отже, суттєво вдалося підвищити, наприклад, урожай сухої маси зернин, як це згадувалося в розділі «Результати». Проте внесення добрив

## ДОСЛІДИ З ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА В ПІВНІЧНОМУ РЕЙНІ-ВЕСТФАЛІЇ

надало суттєві відмінності лише за деякими параметрами. Крім того, не вдалося отримати переконливих статистичних даних щодо взаємодії факторів зрошення та підживлення. Надаючи відповідь на друге питання щодо покращення забезпечення поживними речовинами за рахунок зрошення, то на основі параметрів «накопичення N» або «%NdfA» можна стверджувати, що зрошення призвело до кращого забезпечення поживними речовинами. Ймовірно, причиною цього могла бути вища вологість ґрунту та пов'язаний з цим вищий обсяг розчинених поживних речовин у ґрунтового розчині. Додаткове зрошення та внесення добрив мало позитивний вплив і на фіксацію N<sub>2</sub>. Це могло бути пов'язано з вищим вмістом поживних речовин у ґрунтового розчині, тому що завдяки цьому відбувалося краще поглинання таких необхідних для механізмів фіксації N<sub>2</sub> речовин, як бор (формування корневих бульбашок), молібден (функціонування корневих бульбашок) або кальцій (формування та функціонування корневих бульбашок).

Конюшина також позитивно реагувала на додаткове зрошення та внесення добрив і, в порівнянні з бобами польовими, показала вищий рівень фіксації N<sub>2</sub>, отже показники NdfA були в цьому варіанті вищими на 50%.

Загалом на основі дослідного року 2020 можна зробити висновок, що бобові позитивно реагували на додаткове зрошення, показуючи кращі врожаї та підвищений рівень фіксації N<sub>2</sub>. Найбільший ефект від зрошення спостерігався саме на дослідних полях у Везе. Пояснити це можна домінуючим там типом ґрунтів і на 100 мм меншим середнім річним рівнем опадів у порівнянні з Візенґутом у Геннеф/Зіґ'. Піщані ґрунти у Везе не можуть так добре утримувати воду, як алювіальні (заплавні) ґрунти у Візенґуті.

За результатами обох років дослідів можна зробити попередні висновки, що зрошення бобових культур може бути доцільним саме в місцевостях з нижчими можливостями утримання вологи. Для остаточної оцінки ефектів додаткового зрошення важливим є економічний аналіз KТВL (Консультативної ради з питань техніки й будівництва в сільському господарстві), який дозволить перевірити, чи може отримане збільшення врожаю компенсувати додаткові витрати на зрошення.



*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.*