

## ДОСЛІДИ В ГАЛУЗІ ЕКОЛОГІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

### Вплив різних проміжних культур у сівозміні на вміст азотних речовин після виходу із зими

#### Вступ

Окрім вирощування кормових зернобобових культур в рамках відповідних схем сівозміни важливе місце в органічному землеробстві з точки зору підвищення рівня фіксації азоту та покращення відтворення гумусу в ґрунті посідають і проміжні культури. Запобігання втратам поживних речовин при виході із зими є при цьому найважливішим аспектом у вирощуванні проміжних культур як з точки зору захисту водних ресурсів, так і в плані обмеження використання зовнішніх поживних речовин (імпорту поживних речовин) у господарстві, що працює за правилами органічного землеробства. Якщо значення проміжних культур як природної системи засвоєння азоту, що сприяє зменшенню проникання нітратів у ґрунтові води після виходу із зими, наразі на практиці є загальновизнаним, то багато питань, що стосуються їхньої ефективності як джерела азоту для наступної культури, залишаються не вирішеними. На практиці, попри густі посіви проміжних культур перед зимою, навесні часто спостерігається лише незначний рівень мінералізації. Питання, наскільки можна пояснити такий низький рівень забезпечення азотом проміжними культурами навесні великими втратами азоту в пророслій вегетативній масі під дією заморозків після виходу із зими (Kolbe et al. 2007), з 2016 року вивчається базовими органічними господарствами федеральної землі Північний Рейн-Вестфалія. Цікавими для дорадництва й практики є такі питання:

1. Який рівень втрат азоту у пророслій вегетативній масі проміжних культур спостерігається при виході із зими?
2. Яким може бути внесок «залишкової пророслої вегетативної маси» після виходу із зими у забезпечення азотом наступної культури?
3. Як впливає обробка проміжної культури на динаміку вмісту азоту?

#### Матеріал та методи

В рамках однофакторних польових дослідів чотири рази здійснювався висів на компактних площах вказаних нижче сидеральних (ґрунтопокривних) та озимих проміжних культур й проводилося порівняльне тестування з контрольними ділянками (чисті пари без бур'янів): фацелія (сорт: Beehappy 12 кг/га), раннє жито (сорт Bonfire 120 кг/га), щетинястий овес (сорт Prutex 80 кг/га, лучна (інкарнатна) конюшина (сорт Linkagus 30 кг/га), перська конюшина (сорт Gorbi 35 кг/га), озима ріпа (сорт Jupiter 15 кг/га) та олійна редька (сорт Silentina 25 кг/га).

## ДОСЛІДИ В ГАЛУЗІ ЕКОЛОГІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

Висів у дослідному господарстві Нідеркрюхтен (60 м. над рівнем моря, 9,6°C, 750 мм, IS-sL, 50-70 BP) проводився після ранньої картоплі й підготовки посівного ложа за допомогою ротаційної дискової борони 28 серпня 2017 року.

Висів у експериментальному господарстві Візенгут, містечко Геннеф/Зіг, здійснювався на полі, засіяному до цього кінськими бобами (65 м. над рівнем моря, 10,3 °C, 840 мм, sL-uL, 60 BP), після оранки плугом та підготовки посівного ложа за допомогою ротаційної дискової борони 23 серпня 2017 року.

Рівень засвоєння азоту й вуглецю у пророслій масі визначався перед початком заморозків і незадовго до підрізання (скошування) проміжних культур наступного весняного сезону шляхом збору врожаю (на площі відповідно 2 x 0,25 м<sup>2</sup>). При цьому у Візенгуті листя й стебла проміжних культур аналізувалися окремо. На початку дослідів щомісяця вимірювався мінералізований азот в шарах ґрунту 0-30, 30-60 та 60-90 см, надалі будуть представлені результати цих трьох вибірок. Дані оцінювалися статистичною системою SAS на основі варіантного аналізу із наступним порівняльним аналізом із середньостатистичним параметром (тест Тьюкі).

### Результати

Всі проміжні культури, що не належать до зернобобових, здебільшого засвоювали мінералізований азот перед зимою в обох дослідних господарствах і запобігали тим самим його прониканню (просочуванню) в глибші шари ґрунту (таблиця 1). Це підтверджує результати численних досліджень (зокрема, Thøgers-Kristensen 1994 та Grüner et al. 2007) про значення проміжних культур для зменшення рівня проникання нітратів у ґрунтові води після виходу із зими. На контрольних ділянках без бур'янів (в обох дослідях) та ділянках з обома видами конюшини (передусім у господарстві Нідеркрюхтен) при значній кількості опадів в період з листопада до січня спостерігалось проникнення нітратів в суттєвих обсягах у глибші шари ґрунту, місцями на глибину 90 см від експериментальної глибини.

Кількість мінералізованого азоту, передовсім у верхньому шарі ґрунту, 21 березня у Візенгуті в переважній більшості варіантів помітно зросла за винятком контрольних ділянок, а також ділянок, засіяних раннім житом і лучною конюшиною. В іншому експериментальному господарстві в той же час такий ефект не спостерігався. Однак, за допомогою параметрів, що застосовувались в цьому аналізі, встановити зв'язок із зниженням кількості азоту у пророслій вегетативній масі після виходу із зими (пор. діаграми 1 & 2) не вдалося.

## ДОСЛІДИ В ГАЛУЗІ ЕКОЛОГІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

**Таблиця 1. Вплив різних проміжних культур на вміст мінералізованого азоту (NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N в кг на га) у ґрунті в експериментальному господарстві Візенсгут, містечко Геннеф та дослідному господарстві Нідеркрюхтен після виходу із зими 2017/18.**

Місце/Дата	см	KO	PH	GR	SH	IK	PK	WR	ÖR	GD
<b>Візенсгут</b>	0-30	25,1	14,4	19,5	17,7	20,0	24,6	12,8	13,7	8,7
	23.11. 30-60	41,4	4,9	4,5	5,8	14,6	15,9	4,4	5,0	<i>n.n.</i>
	60-90	33,6	4,4	3,1	4,0	22,8	26,6	2,9	2,1	17,8
23.1.	0-30	17,5	20,3	20,5	31,0	15,3	40,6	19,1	20,6	14,5
	30-60	11,5	8,7	7,3	10,8	10,1	22,4	6,3	5,5	6,5
	60-90	15,2	5,4	5,0	6,9	4,0	12,0	3,7	4,1	9,0
21.3.	0-30	19,5	37,1	15,4	48,0	18,9	39,5	37,9	42,8	23,1
	30-60	12,7	14,5	4,7	19,4	4,3	26,5	9,7	10,6	7,9
	60-90	11,0	5,6	3,3	13,6	3,8	25,6	3,9	19,8	<i>n.s.</i>
<b>Нідеркрюхтен</b>										
21.11.	0-30	20,0	11,0	14,2	15,9	13,8	21,6	13,3	10,8	7,2
	30-60	110,1	30,8	12,7	15,9	104,4	88,7	15,1	6,5	38,9
	60-90	40,4	22,5	16,4	14,2	44,3	46,2	15,0	6,3	<i>n.n.</i>
25.1.	0-30	9,8	11,6	14,4	24,3	9,9	18,6	10,4	14,9	5,1
	30-60	4,1	5,9	4,3	9,7	5,7	7,2	4,7	6,5	<i>n.s.</i>
	60-90	12,8	5,5	6,9	8,0	8,4	14,5	4,8	5,0	9,2
6.3.	0-30	22,6	11,2	18,1	10,6	25,0	23,9	14,7	14,8	<i>n.s.</i>
	30-60	19,1	2,7	5,8	3,5	5,6	6,2	3,9	3,3	<i>n.s.</i>
	60-90	25,4	3,8	6,4	3,8	6,4	6,1	4,3	4,2	<i>n.s.</i>

PH - фацелія, GR – раннє жито, SH – щетинястий овес, IK – лучна конюшина, PK – перська конюшина, WR – озима ріпа, ÖR – олійна редька, GD – порогова різниця  $\alpha = 0,05$ , тест Тьюкі, *n.n.* – відхилення у розподілі, *n.s.* – за межами статистичної похибки.

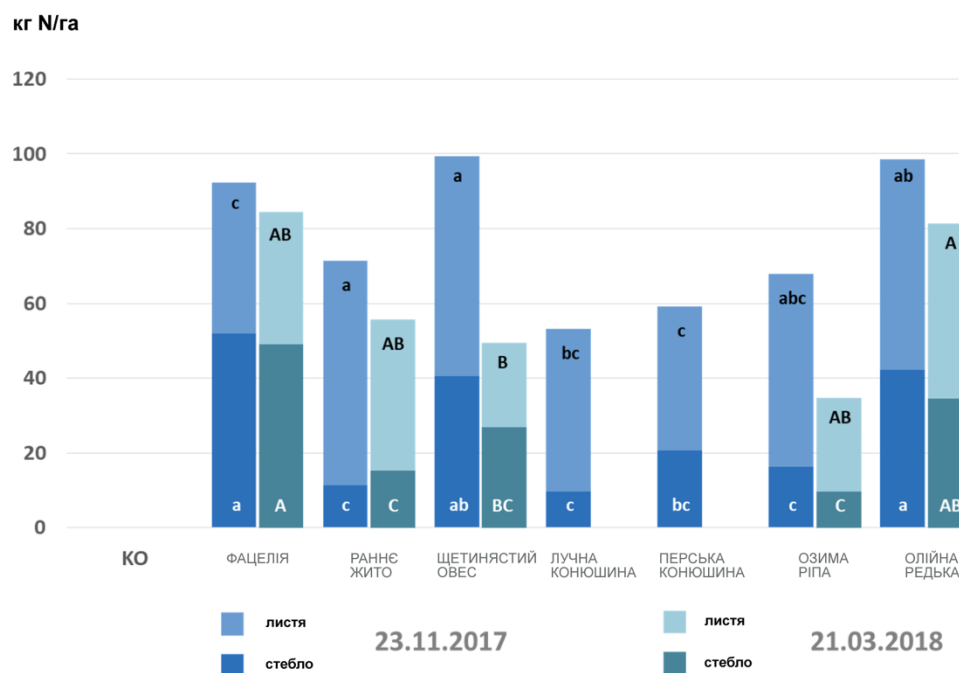
Після виходу із зими у всіх варіантах за винятком озимої ріпи у господарстві Нідеркрюхтен було виявлено значно менший вміст азоту у залишковій вегетативній масі пророслих культур (діаграма 1 & 2) порівняно зі збором у листопаді. При цьому зменшення вмісту в листовій масі всіх культур здебільшого значно переважало аналогічний показник у стеблах; особливо високими були втрати азоту у листовій масі щетинястого вівсу (діаграма 1). Найменшу різницю було зафіксовано у сидеративної (ґрунтопокривної) олійної редьки. У господарстві Нідеркрюхтен ці втрати були значно меншими. Звертає на себе увагу той факт, що відносне зниження вмісту азоту у пророслій вегетативній масі в обох дослідках виявилось значно більшим, аніж відносні втрати в сухій масі (пор. таблиця 2). Згідно з результатами дослідження Schliephake (2003), це можна пояснити прямим вимиванням нітратів та органічних сполук із рослини внаслідок впливу заморозків.

## ДОСЛІДИ В ГАЛУЗІ ЕКОЛОГІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

**Таблиця 2. Вплив різних проміжних культур на суху масу до і після зими 2017/18 в експериментальному господарстві Візенгут, містечко Геннеф та дослідному господарстві Нідеркрюхтен (у Візенгуті аналіз проводився окремо по листовій та стебловій масі).**

Місце/Параметр	Дата	PH	GR	SH	IK	PK	WR	ÖR	GD	
<b>Візенгут</b>										
суха маса (дт га)	стебло	23.11.	21,4	3,8	20,3	4,8	7,4	11,1	22,2	5,9
		21.03.	20,7	5,7	17,2			2,4	18,6	7,3
	листя	23.11.	8,3	15,0	15,1	8,5	6,5	13,1	10,7	4,5
		21.03.	7,9	10,3	9,1			5,8	10,3	n.s.
<b>Нідеркрюхтен</b>										
суха маса (дт га)	29.11.	30,2	26,6	36,9		14,7	34,9	36,5	4,8	
	06.03.	29,4	28,2	32,4		11,2	33,1	36,5	11,6	

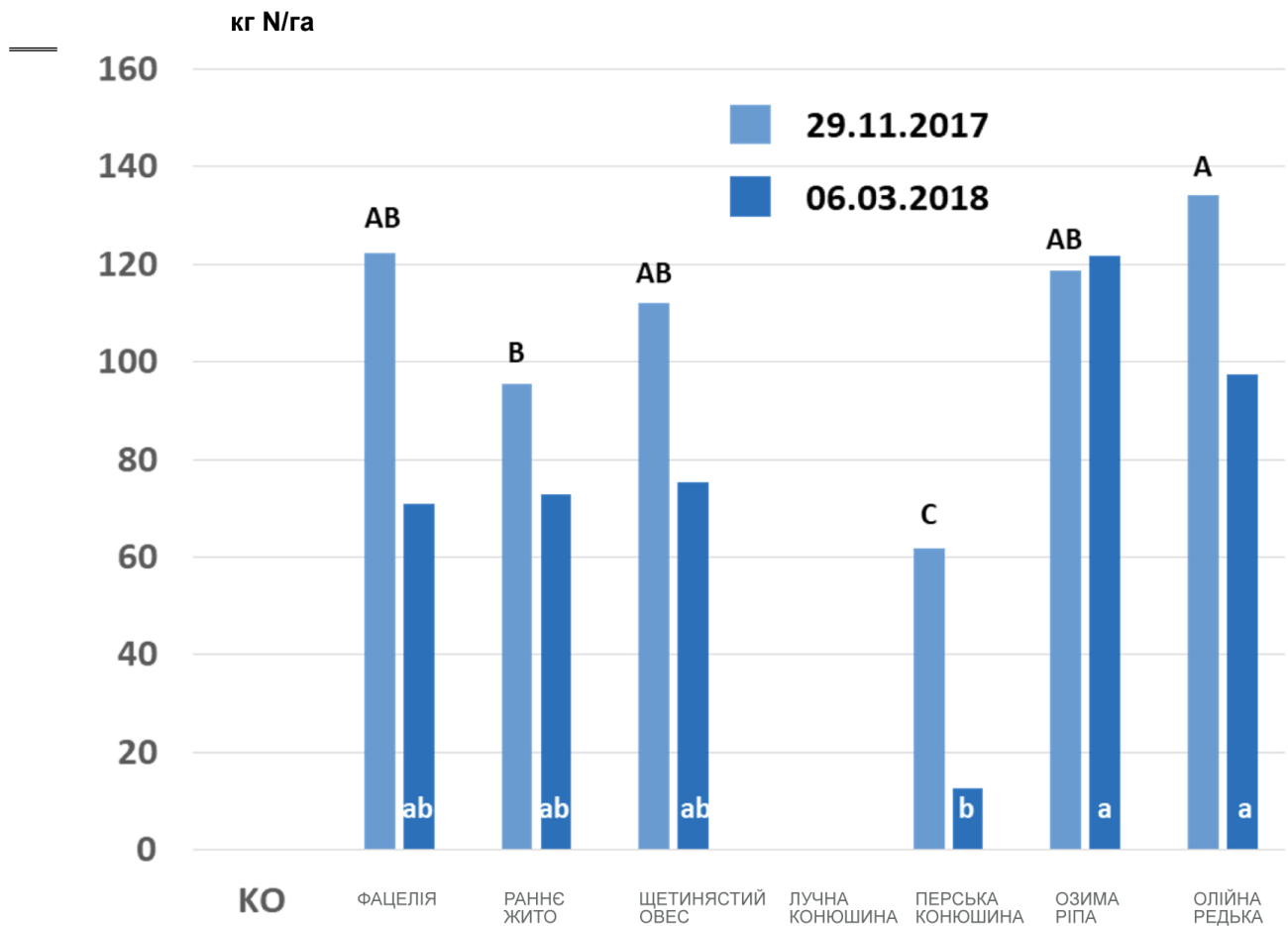
PH - фацелія, GR – раннє жито, SH – щетинястий овес, IK – лучна конюшина, PK – перська конюшина, WR – озима ріпа, ÖR – олійна редька, GD – базова різниця  $\alpha = 0,05$ , тест Тьюкі, n.p. - n.p. – відхилення у розподілі, n.s. – за межами статистичної похибки. Пробіли пояснюються надто низькою висотою сходів, через що не було можливості провести скошування.



**Діаграма 1. Вплив різних проміжних культур на фіксацію азоту проміжними культурами перед зимою і після виходу із зими 2017/18 у експериментальному господарстві Візенгут, містечку Геннеф. Аналіз проводився окремо по листовій і стебловій масі.**

PH – фацелія, GR – раннє жито, SH – щетинястий овес, IK – лучна конюшина, PK – перська конюшина, WR – озима ріпа, ÖR – олійна редька, GD – порогова різниця  $\alpha = 0,05$ , тест Тьюкі. Пробіли пояснюються надто низькою висотою сходів, через що не було можливості провести скошування.

## ДОСЛІДИ В ГАЛУЗІ ЕКОЛОГІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА



**Діаграма 2. Вплив різних проміжних культур на фіксацію азоту перед зимою і після виходу із зими 2017/18 у дослідному господарстві Нідеркрюхтені**

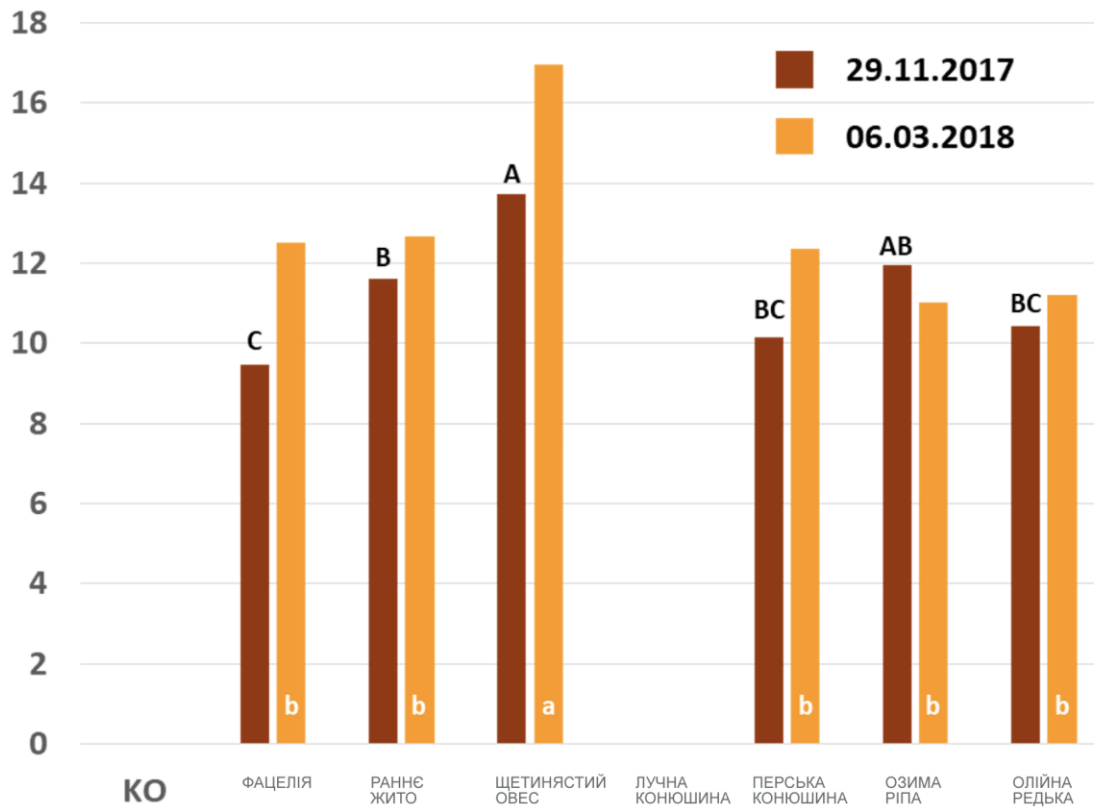
РН – фацелія, GR – раннє жито, SH – щетинястий овес, IK – лучна конюшина, PK – перська конюшина, WR – озима ріпа, ÖR – олійна редька, GD – порогова різниця  $\alpha = 0,05$ , тест Тьюкі. Пробіли пояснюються надто низькою висотою сходів, через що не було можливості провести скошування.

Щоб оцінити потенційно можливий рівень накопичення азоту проміжними культурами для наступної культури, проводився аналіз співвідношення вуглець/азот у господарстві Візенгут окремо по листовій і стебловій масі (діаграма 4). Тоді як у листовій масі, в якій на середину зими накопичилося трохи більше половини азоту, співвідношення між вуглецем та азотом складало близько 10, у стеблах після виходу із зими були зафіксовано показники понад 30.

За винятком олійної ріпи розходження у співвідношенні між вуглецем та азотом, особливо у стеблах, після виходу із зими розширювались. Ця тенденція дещо в меншому обсязі спостерігалась і у господарстві Нідеркрюхтен по всій пророслій вегетативній масі (діаграма 3). Отримані результати підтверджують спостереження практиків, згідно з якими залишкова проросла вегетативна маса більшості досліджуваних (передовсім ґрунтопокривних) проміжних культур

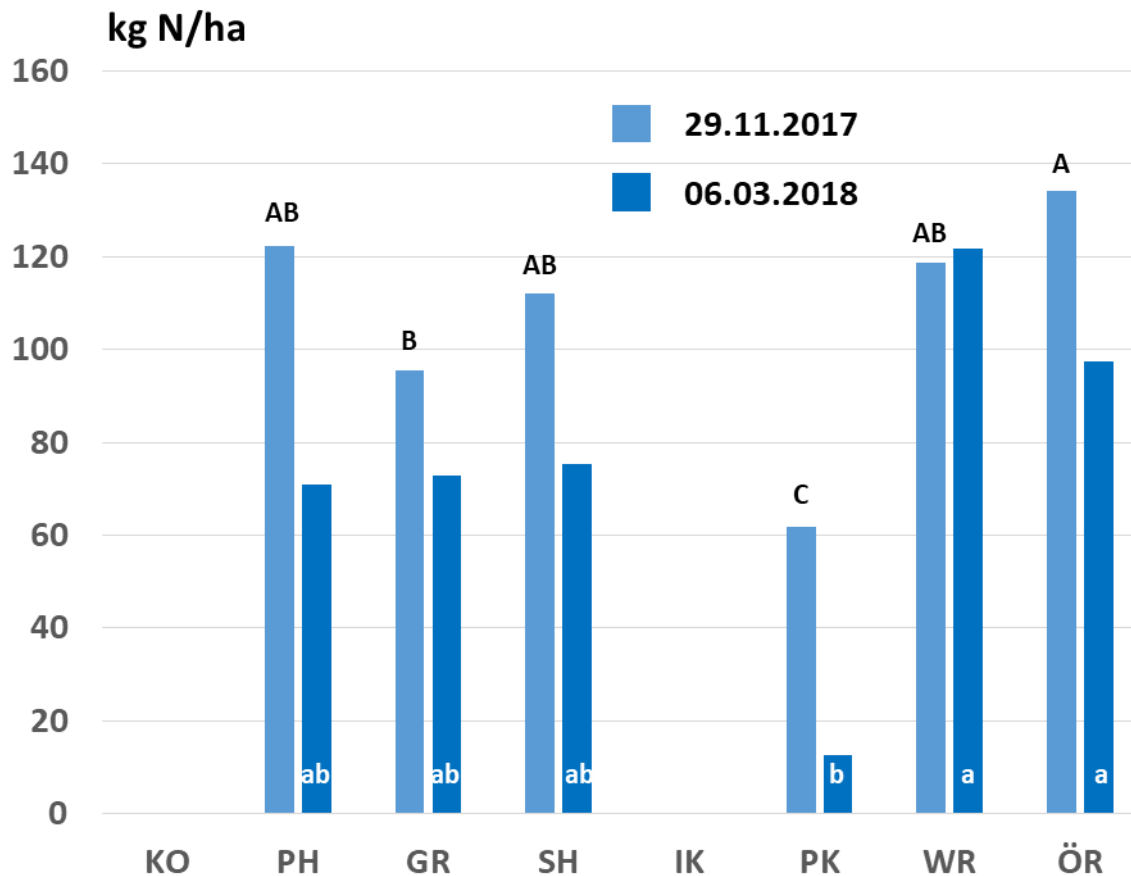
## ДОСЛІДИ В ГАЛУЗІ ЕКОЛОГІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

ранньою весною лише у порівняно низькому обсязі сприяє живленню азотом наступної культури, а у крайніх випадках може навіть спричинити його іммобілізацію.



Діаграма 3. Вплив різних проміжних культур на співвідношення вуглець-азот перед зимою і після виходу із зими 2017/18 у дослідному господарстві

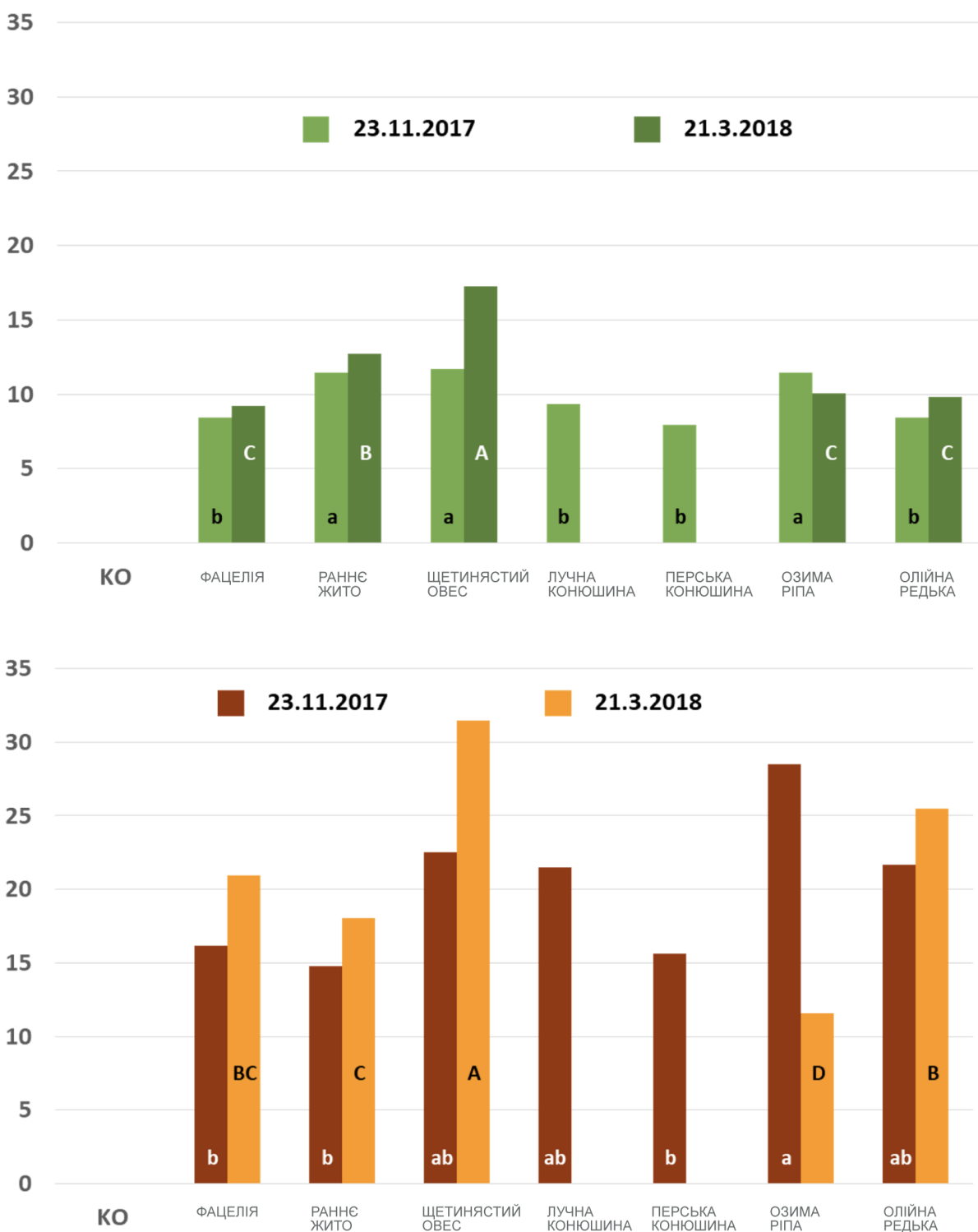
## ДОСЛІДИ В ГАЛУЗІ ЕКОЛОГІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА



### Нідеркрюхтен.

PH – фацелія, GR – раннє жито, SH – щетинястий овес, IK – лучна конюшина, PK – перська конюшина, WR – озима ріпа, ÖR – олійна редька, GD – порогова різниця  $\alpha = 0,05$ , тест Тьюкі. Пробіли пояснюються надто низькою висотою сходів, через що не було можливості провести скошування.

## ДОСЛІДИ В ГАЛУЗІ ЕКОЛОГІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА



**Діаграма 4.** Вплив різних проміжних культур на співвідношення вуглець-азот перед зимою і після виходу із зими 2017/18 у експериментальному господарстві Візенгут, містечко Геннеф. Аналіз проводився окремо по листовій (вгорі) і стебловій (внизу) масі.



---

## ДОСЛІДИ В ГАЛУЗІ ЕКОЛОГІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

---

### Висновки та перспективи на майбутнє

Проведені експерименти підтверджують, що всі досліджувані проміжні культури, що не належать до зернобобових, фіксують у значних обсягах азот перед зимою і тим самим можуть запобігати його вимиванню у глибші шари ґрунту фільтраційними водами. Проте потенціал передусім сидеративних проміжних культур щодо підвищення рівня забезпечення азотом наступної весни з огляду на великі втрати азоту у пророслій вегетативній масі після виходу із зими та порівняно великим розходженням у співвідношенні між вуглецем та азотом, особливо по стебловій масі, схоже, низький.

Щоб проаналізувати втрати більш детально, наразі проводиться оцінка на основі методу Schliephake (2003), доповненого методом Badawi et al. (2011), покликана забезпечити можливість підрахунків втрат у формі газів. Окрім того, з 2019 року на базових підприємствах досліджується те, як обробіток ножовим котком (із або без заробляння у верхній шар ґрунту) впливає на втрати азоту після виходу із зими, а тим самим і на ефективність мінералізації навесні, і які наслідки у зв'язку з цим можуть виникати для росту наступних культур.

### Література

Badawi A, Hartl W, Erhart E, Albert R, Wanek W & M Watzka (2011) Verluste der oberirdischen Biomasse von abfrostenden Begrünpflanzen durch Ausgasung vor der Einarbeitung in den Boden. 14. Gumpensteiner Lysimeter-tagung 2011, 235-238

Grüner A, Köppen D & Vágó I (2007) Lysimeterversuch zum Nitrataustrag mit dem Sickerwasser in unterschiedlichen Bodennutzungssystemen, Pflanzenbauwissenschaften, 11 (1), 12-19.

Kolbe H, Schließer I & M Schuster (2007) Einfluss verschiedener Zwischenfrüchte als Vorfrüchte für die Ertrags- und Qualitätsleistung von Mais und Kartoffeln, Zwischenfrüchte im Ökolandbau, Schriftenreihe des LfULG, Heft 27/2010.

Schliephake W (2003) Verminderung von Nährstoffverlusten durch effiziente Nährstoffverwertung bei differenzierter Bewirtschaftung“, Schriftenreihe der sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Heft 9.

Sieling, K., 2019: Improved N transfer by growing catch crops - a challenge, Journal für Kulturpflanzen, 71 (6). 145-160, DOI: 10.5073/JfK.2019.06.01

Thorup-Kristensen K (1994) The effect of nitrogen catch crop species on the nitrogen nutrition of succeeding crops, Fertilizer Research, 37(3), 227–234.

---

## ДОСЛІДИ В ГАЛУЗІ ЕКОЛОГІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА



*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.*