Al-Farouk journal of sciences
Volume (2), Issue (3) (JUNE, 2026)
ISSN: 3135-2359

مجلة الفاروق للعلوم
المجلد (2) ملحق العدد 3 يونيو 2026
ردمد: 3135-2359

التأثير المشترك لأضافه الأسمدة الكيميائية مع الكومبست لتحسين كفاءة استخدام المغذيات لنبات اللفت

وليد عبدالسلام الحداد*[1] ، حامد أحمد العريفي* [2] أمير عمر المغربي *[3] ، خالد ابوالقاسم جدور *[4]
[1*2*3*4] كلية الطب البيطري والزراعة، جامعة الزاوية، العجيلات ، ليبيا
Waleed88waaa@gmail.com
https://orcid.org/ 0009-0005-0292-6127

Combined effect of chemical fertilizers and compost on improving nutrient use efficiency in turnip plants

Waleed Abdulsalam Alhadad 1*, Hamed Ahmed Alarefee*2
AMER OMAR ALMAGHRBI*3 Khalid Aboulqasim Judour*4
[1*2*3*4] Faculty of Veterinary Medicine and Agriculture, University of Zawiya, Al-Ajilat, Libya

تاريخ الاستلام: 2026/05/21 تاريخ المراجعة 06/16/ 2026 تاريخ القبول:2026/06/28- تاريخ النشر: 10/07/ 2026

الملخص :
اضافة الاسمدة العضوية مع الأسمدة الكيمائية كان لها دور كبير في تحسين خصوبة التربة وتعزيز إنتاجية المحصول. ومع ذلك، لا تزال نسبة الخلط المثلى بين الأسمدة الكيميائية والعضوية في زراعة اللفت غير مؤكدة، وكذلك دورها في تحسين كفاءة امتصاص المغذيات غير واضحة. ولذلك أجريت هذه الدراسة بهدف دراسة تأثير اضافة سماد الكومبست مع نسب مختلفة من التوصية السمادية على كفاءة استخدام المغذيات. لقد خلط سماد الكومبست مع الجرعات المختلفة الموصي بها من النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم (25، 50، 75 و100٪ بالإضافة إلى الشاهد)، تقدير المحتوى العنصري لنبات اللفت، كذلك حساب كفاءة استخدام المغذيات وامتصاص العناصر الغذائية من قبل النبات. اشتملت النتائج المسجلة في هذه الدراسة على بيانات تتعلق بالتركيب العنصري لكل من الأوراق والجذور من العناصر الكبرى (N,P,K). وكذلك الممتص من هذه العناصر. زادة استجابة النبات للنمو مع زيادة معدلات التسميد المعدني بالنسبة لمعاملة الشاهد بينما سجلت اعلي كفاءة و استجابة المحصول للمغذيات تتحقق عند مستويات 50 - 75 % من التسميد المعدني مع الكومبست والتي تحقق كفاءة عالية مع تقليل المدخلات الكيميائية. نستنتج من دراستنا، أن التسميد المتكامل الذي يجمع بين الأسمدة الكيميائية والكمبوست يُعد نهجًا فعّالًا لتحسين استجابة و كفاءة استخدام المغذيات في نبات اللفت وتحقيق الزراعة المستدامة.
الكلمات المفتاحية : *التسميد المعدني والعضوي، نبات اللفت، امتصاص المغذيات، كفاءة* استخدام المغذيات

Abstract:
Adding organic fertilizers alongside chemical fertilizers has been shown to significantly improve soil fertility and boost crop productivity. However, the optimal mixing ratio between chemical and organic fertilizers in rapeseed cultivation remains uncertain, as does its role in improving nutrient uptake efficiency. Therefore, this study aimed to investigate the effect of adding compost at different ratios of the recommended fertilizer on nutrient utilization efficiency. Compost was mixed with the recommended doses of nitrogen, phosphorus, and potassium at different ratios (25, 50, 75, and 100%). In addition to the control, the study assessed the elemental composition of turnip plants, as well as nutrient use efficiency and nutrient uptake. The recorded results included data on the macronutrient composition (N, P, K) of both leaves and roots, along with the quantities of these elements taken up by the plants. Plant growth response increased with higher rates of mineral fertilization compared to the control; however, the highest nutrient use efficiency and crop response were achieved at levels of 50–75% of the mineral fertilizer rate combined with compost—an approach that ensures high efficiency while reducing chemical inputs. We conclude that integrated fertilization, combining chemical fertilizers and compost, is an effective strategy for enhancing nutrient response and use efficiency in turnips and for achieving sustainable agriculture.
Keywords: Mineral and organic fertilization, turnip, nutrient uptake, nutrient use efficiency.

المقدمة :

يُعد نبات اللفت (Rapeseed) أحد أقدم المحاصيل الزراعية التي عرفها الإنسان، حيث تشير المصادر التاريخية إلى زراعته في أوروبا وآسيا منذ آلاف السنين. كما ينتمي هذا النبات إلى جنس الكرنب (Brassica) الذي يضم العديد من المحاصيل الاقتصادية مثل الكرنب والفجل والخردل و كذلك يعد نبات اللفت من المحاصيل متعددة الاستخدام التي لها أهمية غذائية واقتصادية. حيث تتميز قدرتها العالية على التكيف البيئي، وسرعة نموها، وقيمتها الغذائية العالية التي تجعلها خيارًا مثاليًا في أنظمة الزراعة العضوية المستدامة لتحقيق الامن الغذائي.

كما أن التوسع في استخدام الأسمدة العضوية يَعِد بمستقبلٍ واعدٍ لهذا المحصول في تحقيق الأمن الغذائي. كما تتميز الأسمدة العضوية باحتوائها علي أهم العناصر الغذائية الداعمة للزراعة المستدامة، إذ تسهم في تحسين خصوبة التربة، وزيادة إنتاجية المحاصيل، والحفاظ على التوازن البيئي. ودورها في تحسين الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للتربة مقارنا بالأسمدة الكيميائية (الحداد والعريفي 2025).

من أبرز الأسمدة العضوية هو سماد الكومبست والذي يُنتج من تحلل المواد العضوية مثل بقايا النباتات وروث الحيوانات ومخلفات الطعام بفعل الكائنات الحية الدقيقة حيث يتميز بقدرته العالية على تحسين خصوبة التربة، وزيادة قدرتها على الاحتفاظ بالماء، وتعزيز نمو النباتات بصورة طبيعية وآمنة. كما يسهم في التقليل من النفايات العضوية وتحويلها إلى مورد مفيد بدلاً من أن تكون عبئًا بيئيًا (القريش ,2024).

تكثر فوائد الأسمدة العضوية للنباتات بمختلف أنواعها، حيث تمد هذه الأسمدة النباتات بكافة المواد الأساسية والثانوية اللازمة لعملية النمو، كما أنها تفيد التربة بشكل كبير جدًا، حيث تساعدها على امتصاص العناصر المهمة بشكل أسرع وأكبر، نتيجة لتحسين خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية، مما ينعكس ذلك على النبات فيما بعد، حيث ينمو بشكل أسرع وبصحة أفضل (Alarefee et al., 2022). وعلي الرغم من ذلك، للأسمدة العضوية قيودٌ أيضًا، مثل تأخر و بطء معدل إطلاق العناصر الغذائية مما يستدعي إضافة الأسمدة الكيميائية (Garzón et al., 2011; Zhang et al., 2024).

في الزراعة، عادةً ما ينطوي تعزيز إنتاجية المحاصيل الزراعية على استخدام كميات كبيرة من الأسمدة الكيميائية لتحسين خصوبة التربة. ومع ذلك، فقد أدى الاعتماد المفرط على الأسمدة الكيميائية إلى مجموعة من المخاوف البيئية (Brtnicky وآخرون، 2023)، بما في ذلك فقدان التنوع البيولوجي، تمليح وتحميض التربة وتدهورها، وانبعاث الغازات الدافئة التي تسبب الاحتباس الحراري، وتلوث أنظمة المياه الجوفية والسطحية (Searchinger وآخرون، 2018؛ Yu وآخرون، 2020؛ Kanthilanka وآخرون، 2023).

للتخفيف من الآثار السلبية لاستخدام الأسمدة الكيميائية والعضوية يُظهر الاستخدام المُشترك للأسمدة العضوية والكيميائية آثارًا إيجابية على خصوبة التربة وخصائصها الميكروبية مُقارنةً باستخدام نوع واحد من الأسمدة (Qaswar et al., 2020; Kumari et al., 2024). تُشير الدراسات السابقة إلى أن الاستخدام المشترك للأسمدة العضوية والكيميائية المُختلطة يُحسّن نمو المحاصيل من خلال زيادة كفاءة الامتصاص والاستفادة من العناصر الغذائية، واستقرار الغلة في مُختلف المحاصيل الزراعية، بما في ذلك القمح والأرز (Wang et al., 2023; Zhao et al., 2023; Lu et al., 2024). ومع ذلك، لا تزال نسبة الخلط المثلى بين الأسمدة الكيميائية والعضوية في زراعة اللفت غير مؤكدة، وكذلك دورها في تحسين كفاءة امتصاص المغذيات غير واضحة. ولذلك أجريت هذه الدراسة بهدف دراسة تأثير اضافة سماد الكومبست مع نسب مختلفة من التوصية السمادية على كفاءة الاستخدام المغذيات.

طرق ومواد البحث:

أجريت هده التجربة علي التربة الرملية مع استخدام نسب مختلفة من التوصية السمادية الموصي بها (25، 50، 75 و100٪) مع 10 طن للهكتار كما هو مبين في الجدول(3) تم تجهيز التربة والكومبست مع دراسة خصائصه الفيزيائية والكيميائية كما هو موضح في الجدول (1-2) كما وصفها الحداد والعريفي (2025) تم اختيار بذور اللفت لدراسة مدي استجابتها للمعاملات وكفاتها السمادية .

تم تسجيل المحصول الكلي عند النضج وبعد الحصاد، البيانات فيما يتعلق بالكتلة الحيوية النباتية للجذور والدرنات ووزنها الجاف والعائد الكلي . تم جمع عينات الجذور والأوراق لتحليل محتوياته من النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم. حيت تم إخضاع البيانات للتحليلات الإحصائية باستخدام تصميم الكتلة الكاملة العشوائية.

جدول (1): يوضح بعض الخواص الفزيائية والكيمائية للتربة المستخدمة في الدراسة

الخصائص الفيزيائية	الرمل	السلت	الطين	القوام
	g\kg			
التربة	919	40.6	40.4	رملي

جدول (2): يوضح بعض الخواص الكيمائية للسماد والتربة المستخدم في الدراسة

الخصائص الكيميائية	pH	EC dS m^{-1}	OM	N	P	K
			%			
التربة	7.62	0.82	0.24	0.12	-	-
الكومبست	7.05	3.2	24.2	10.5	13.3	13.4

جدول (3): يبين المعاملات المستخدمة في الدراسة بين الكمبوست والسماد الكيميائي

المعاملات	كومبست (طن/هـ)	سماد كيميائي (%)
T1 (الشاهد)	0	0
T2	10	0
T3	0	100
T4	10	100
T5	10	75
T6	10	50
T7	10	25

النتائج والمناقشة :

تأثير السماد الكومبست مع تركيزات مختلفة من التوصية السمادية على الوزن الجاف لنبات اللفت

أظهرت النتائج الموضحة في الجدول (4) تأثير السماد العضوي مع تركيزات مختلفة من التوصية السمادية. كما بينت النتائج وجود فروق معنوية واضحة بين المعاملات في الوزن الجاف للأوراق والجذور وكذلك في المحصول الكلي لنبات اللفت. حيث سجلت معاملة الشاهد (T1) أدنى القيم في جميع الصفات المدروسة، إذ بلغ المحصول الكلي 2.7 طن/هكتار، مما يعكس محدودية النمو في غياب إضافة الأسمدة الكيمائية والعضوية. في المقابل، حققت المعاملات المحسنة زيادات ملحوظة في الإنتاجية، حيث تفوقت المعاملة (T6) مسجلة أعلى محصول كلي بلغ 19.05(طن/هكتار)، ويرجع ذلك إلى التوازن الواضح بين نمو المجموع الخضري (9.6 طن/هكتار) والجذري (9.45 طن/هكتار)، وهذا يشير إلى كفاءة هذه المعاملة في تحسين كفاءة استخدام المغذيات (Li et al., 2019)، وقد يرجع السبب لتحسين خصائص التربة الفيزيائية والكيمائية والحيوية التي تعمل علي زيادة تيسر وامتصاص العناصر الغذائية لتلبية الاحتياجات النبات وذلك نتيجة إضافة الأسمدة العضوية الي التربة (عبدالله وخالدة.2010). كما أظهرت المعاملة (T4) أداءً مرتفعًا (17.9 طن/هكتار) نتيجة التساوي بين الوزن الجاف للأوراق والجذور، بينما تميزت المعاملة (, T3 وT5) بزيادة ملحوظة في نمو الجذور مقارنة بالأوراق، وهو ما انعكس إيجابًا على المحصول الكلي (9.6 و16.1طن/هكتار)، بالتتابع. مما يشير إلى تأثير المعاملة على توجيه النمو نحو الجزء الاقتصادي للنبات.

بشكل عام، تشير النتائج إلى أن تحسين المعاملات الزراعية يؤدي إلى زيادة معنوية في إنتاجية اللفت، ويرتبط ذلك بمدى تحقيق التوازن بين نمو الأوراق والجذور، حيث أن هذا التوازن يلعب دورًا أساسيًا في تعظيم المحصول الكلي.

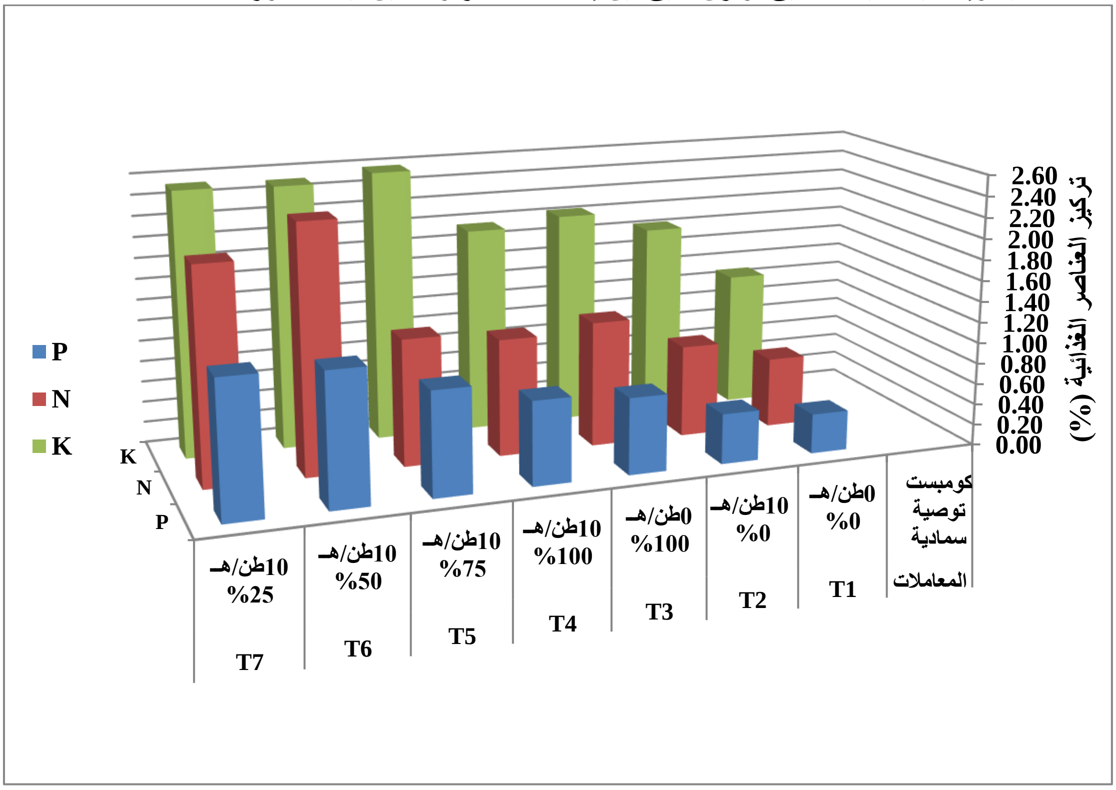
جدول رقم (4): يبين تأثير السماد الكومبست مع تركيزات مختلفة من التوصية السمادية على الجاف للأوراق والجذور

القياسات	الوزن الجاف (طن /هـ)		المحصول الكلي
المعاملات	الأوراق	الجذور	(طن /هـ)
T1(الشاهد)	2.05	0.65	2.70
T2	6.50	2.35	8.85
T3	4.20	5.40	9.60
T4	8.95	8.95	17.90
T5	6.55	9.55	16.10
T6	9.60	9.45	19.05
T7	6.55	3.85	10.40

تأثير السماد الكومبست مع تركيزات مختلفة من التوصية السمادية على تركيز العناصر الغذائية لنبات اللفت

تُظهر نتائج التحليل الكيميائي للنبات الموضحة في الشكل (1) أن اختلاف مستويات التسميد المعدني والعضوي أدى إلى تباين واضح في تركيزات النيتروجين (N) والفوسفور (P) والبوتاسيوم (K) داخل النبات، وهو ما انعكس بشكل مباشر على الأداء الإنتاجي لمحصول اللفت. حيث سجلت معاملة الشاهد (T1) أدنى القيم لجميع العناصر (N=0.67، P=0.38، K=1.29)، وهو ما يتوافق مع انخفاض المحصول الكلي، ويؤكد أن محدودية الإمداد الغذائي التي تُقيد العمليات الفسيولوجية الأساسية مثل التمثيل الضوئي وتكوين المادة الجافة (Jeffery et al. 2011). أن النتائج التي تم الحصول عليها تتفق مع عبد العزيز وغانم (2018) والدي يعزى ذألك للتأثير المشترك بين التسميد الكيمائي والكمبوست حيث يزيد من نشاط الانزيمات وانتاج الاوكسنات التي تشجع من فعالية العمليات الفسيولوجية والحيوية التي تحسن النمو والإنتاجية. في المقابل، أدت إضافة الكمبوست مع التسميد المعدني إلى تحسين ملحوظ في الحالة الغذائية للنبات. كما هو مبين في المعاملة (T6) التي تمثل (10طن/هكتار كمبوست + 50% توصية سماديه) حيث حققت أعلى تركيز للنيتروجين (2.36%) مع مستويات مرتفعة من الفوسفور والبوتاسيوم، والدي يتوافق مع تسجيلها أعلى محصول كلي. وهذا يعكس الي دور التآزر بين التسميد العضوي والمعدني في تعزيز كفاءة امتصاص العناصر وزيادة جاهزيتها، نتيجة تحسين خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية (Sarker et al., 2012). وتتفق هذه النتائج أيضا مع النتائج التي توصل إليها العديد من الباحثين مثل على واخرون (2014) الذين وجدوا أن إضافة السماد الكميائي مع العضوي له دور مهم في زيادة جاهزية العناصر الغذائية وتنشيط العمليات الحيوية للنبات والتي تنعكس ايجابا علي زيادة تركيز المغذيات داخل النبات. كما أظهرت المعاملات (T5) و(T7) ارتفاعًا ملحوظًا في تركيزي الفوسفور والبوتاسيوم، حيث سجلت (T7) أعلى قيمة للبوتاسيوم (2.53%)، مما يشير إلى دور الكمبوست في زيادة تيسر البوتاسيوم في التربة. إلا أن هذا الارتفاع لم يترجم إلى أعلى إنتاجية، مما يدل على أن الإنتاجية تعتمد على التوازن النسبي بين العناصر الغذائية وليس على ارتفاع عنصر منفرد (Agegnehu, et al., 2016). أما المعاملة (100%) (T3 تسميد معدني بدون كمبوست) فقد أظهرت زيادة في تركيز العناصر مقارنة بالشاهد، لكنها كانت أقل كفاءة من المعاملات المشتركة، مما يؤكد أن التسميد المعدني وحده لا يحقق الاستفادة القصوى دون دعم المادة العضوية، التي تسهم في تيسر المغذيات وتقليل فقدها وتحسين كفاءة استخدامها (Roberts, 2008).

بوجه عام، تشير النتائج إلى أن الإدارة المتكاملة بين التسميد العضوي والمعدني يؤدي إلى تحسين الحالة الغذائية للنبات بشكل متوازن، وهو ما يعكس الزيادة في النمو والإنتاجية. كما يتضح في المعاملة (T6) التي تمثل النقطة المثلى التي تحقق أعلى كفاءة غذائية وإنتاجية، نتيجة تحقيق توازن دقيق بين إمداد العناصر وتحسين بيئة الجذور.



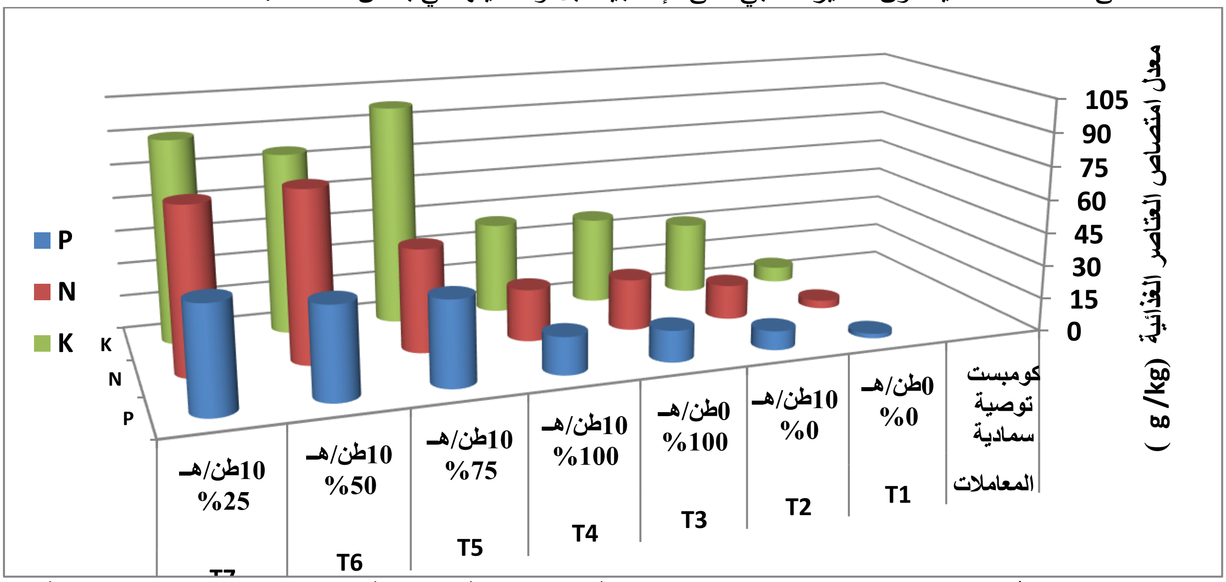
الشكل (1) يبين تأثير اضافة السماد الكومبست مع تركيزات مختلفة من التوصية السمادية على تركيز العناصر الغذائية لنبات اللفت

تأثير السماد الكومبست مع تركيزات مختلفة من التوصية السمادية على امتصاص العناصر الغذائية لنبات اللفت

تُبين نتائج الموضحة في الشكل (2) الامتصاص الكلي للعناصر الغذائية (N، P، K) والتي تدل الي وجود استجابة تفاعلية واضحة بين التسميد المعدني وإضافة الكمبوست، حيث أدى هذا التكامل إلى تعزيز امتصاص العناصر بدرجات متفاوتة

والتي انعكست على الأداء الإنتاجي للنبات. حيث بلغت معاملة الشاهد (T1) أدنى قيم الامتصاص (N=3.618، P=2.052، K=6.966)، وهو ما يعكس ضعف القدرة الامتصاصية للنبات تحت محدودية الإمداد الغذائي، وانخفاض في الإنتاجية. في المقابل، أدى استخدام التسميد المعدني الكامل (T2) إلى زيادة كبيرة في الامتصاص، إلا أن إضافة الكمبوست (T4) مع نفس المستوى من التسميد المعدني أظهرت تحسنًا إضافيًا، وهذا يرجع الي دور المادة العضوية في تعزز كفاءة الاستفادة من الأسمدة المعدنية من خلال تحسين خواص التربة وزيادة تيسر العناصر. نتائجنا قابلة للمقارنة مع تلك التي حصل عليها الحداد والعريفي، (2025)، الذي أظهر تأثيرًا مفيدًا على معايير نمو الطماطم بعد رشها بتركيزات مختلفة من الهيوميك في التربة الرملية. تُظهر المعاملات (T5، T6، T7) والتي تجمع بين الكمبوست ومستويات مخفضة من التسميد المعدني تفوقًا لافتًا في الامتصاص الكلي للعناصر، حيث سجلت أعلى القيم. فقد حققت المعاملة (T6) أعلى امتصاص للنيتروجين (75.992)، بينما سجلت (T7) أعلى امتصاص للفوسفور (46.182)، في حين تميزت (T5) بأعلى امتصاص للبوتاسيوم (98.298). ويعكس هذا النمط أن خفض التسميد المعدني مع إضافة الكمبوست لا يقلل الكفاءة، بل قد يعززها نتيجة تحسن البيئة الجذرية وزيادة النشاط الميكروبي، مما يؤدي إلى تحرير تدريجي ومستدام للعناصر الغذائية (Anisuzzaman, et al., 2021) ورغم أن بعض المعاملات سجلت قيمًا مرتفعة لعنصر معين، إلا أن التفوق الإنتاجي ارتبط بالمعاملات التي حققت توازنًا نسبيًا في امتصاص العناصر، وليس مجرد الارتفاع المطلق في عنصر واحد. وهذا يفسر تفوق المعاملة (T6) إنتاجيًا، حيث جمعت بين ارتفاع امتصاص النيتروجين ومستويات متوازنة من الفوسفور والبوتاسيوم، مما يدعم العمليات الفسيولوجية مثل بناء البروتينات ونقل الطاقة وتنظيم الاتزان المائي (Abou Basha, et al., 2021). تتفق نتائجنا مع العديد من الدراسات السابقة (Al–Ali and Jutheri, 2011 ; Asghar, et al., 2006). كما اتفقت النتائج مع نتائج (زيدان واخرون., 2021) الذين اوضحوا ان استخدام التكاملي بين الفحم الحيوي مع التسميد المعدني يعزز تيسر وكفاءة امتصاص العناصر الغذائية مع زيادة نسبة البروتين في حبوب القمح.

بوجه عام، تؤكد هذه النتائج أن كفاءة الامتصاص الغذائي في نبات اللفت تعتمد على التكامل بين مصادر التسميد، وأن الإدارة المتوازنة (كمبوست + تسميد معدني مخفض) تمثل استراتيجية فعالة لتحقيق أعلى كفاءة استخدام للعناصر الغذائية، مع تقليل الاعتماد على الأسمدة المعدنية دون التأثير السلبي على الإنتاجية، بل وتحسينها في بعض الحالات.



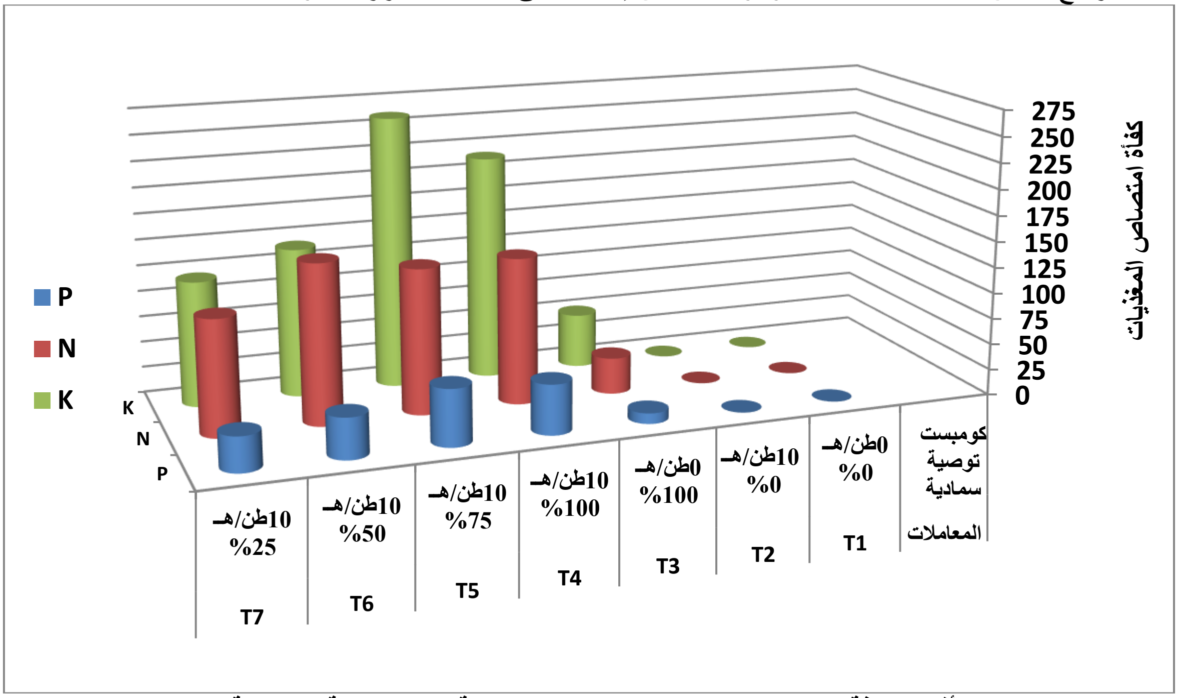
الشكل (2) يبين تأثير السماد الكومبست مع تركيزات مختلفة من التوصية السمادية على امتصاص العناصر الغذائية لنبات اللفت

تأثير السماد الكومبست مع تركيزات مختلفة من التوصية السمادية على كفاءة امتصاص المغذيات لنبات اللفت

تعكس بيانات المبينة في الشكل (3) كفاءة امتصاص العناصر الغذائية (N، P، K) اختلافًا جوهريًا في قدرة النبات على تحويل المدخلات السمادية إلى امتصاص فعّال تبعًا لنوع ومستوى التسميد. حيث سجلت معاملتنا (T1) و(T2) قيمًا صفرية، لأنها لا تحتوي على إضافات معدنية وتستخدم كعينة شاهد وبالتالي لا توجد بيانات للإبلاغ عنها، مما يشير إلى غياب الاستجابة الفعلية أو محدودية الاستفادة من العناصر، خاصة في حالة الاعتماد على مصدر واحد دون تكامل غذائي، وهو ما يتوافق مع ضعف الأداء الإنتاجي. في المقابل، أظهرت المعاملات التي تضمنت التسميد المعدني (T3) تحسنًا ملحوظًا في كفاءة العناصر، إلا أن الإضافة المتزامنة للكمبوست (T4) أدت إلى قفزة كبيرة في القيم (N=140.88، P=48.03، K=216.65)، مما يعكس تحسن كفاءة استخدام المغذيات نتيجة التفاعل الإيجابي بين المادة العضوية والأسمدة المعدنية. ويُعزى ذلك إلى دور الكمبوست في تقليل الفقد بالغسيل أو التثبيت، وزيادة السعة التبادلية الكاتيونية، وتنشيط الأحياء الدقيقة (زيدان واخرون., 2021). اللافت للنظر ان المعاملة (T5) التي تمثل (كمبوست + 75% توصية معدنية) سجلت أعلى كفاءة للبوتاسيوم (261.74) وأعلى قيمة للفوسفور (54.57)، مما يشير إلى أن الخفض الجزئي للتسميد المعدني لا يحد من الكفاءة بل قد

يعززها عند توفر المادة العضوية، نتيجة تحسين تيسر العناصر وتحررها التدريجي. بينما أظهرت المعاملة (T6) أعلى كفاءة للنيتروجين (153.42)، وهو ما يعكس تحسين ديناميكية النيتروجين في التربة وتقليل الفاقد (Sarker et al., 2012). أما المعاملة (T7)، فرغم احتفاظها بقيم مرتفعة نسبيًا، إلا أنها أقل من (T5) و(T6)، مما يشير إلى أن الانخفاض الكبير في التسميد المعدني (25%) قد يبدأ في تقييد الكفاءة رغم وجود الكمبوست. وهذا يبرز وجود مستوى أمثل من التكامل بين المصدرين. تتوافق نتائجنا مع(Asghar وآخرون 2006) الذين وجدوا ان إضافة الأسمدة العضوية مع المعدنية تعزز من جاهزية العناصر الغذائية والتي تحفز نمو المجموع الجدري الذي يكون قادر علي امتصاص المغذيات من التربة وبالتالي يزيد تركيزها في النبات مما يحسن من كفاءة استخدام المغذيات (Asghar, et al., 2006).

بصورة عامة، تؤكد النتائج أن أعلى كفاءة لا تتحقق عند أقصى إضافة سماديه، بل عند التوازن المدروس بين التسميد العضوي والمعدني. كما يتضح أن المعاملات (T5) و(T6) تمثل أفضل استراتيجيات إدارة غذائية، حيث تحقق كفاءة استخدام عالية للعناصر مع خفض المدخلات المعدنية، وهو ما ينعكس إيجابيًا على الاستدامة الزراعية وتقليل التكلفة البيئية.

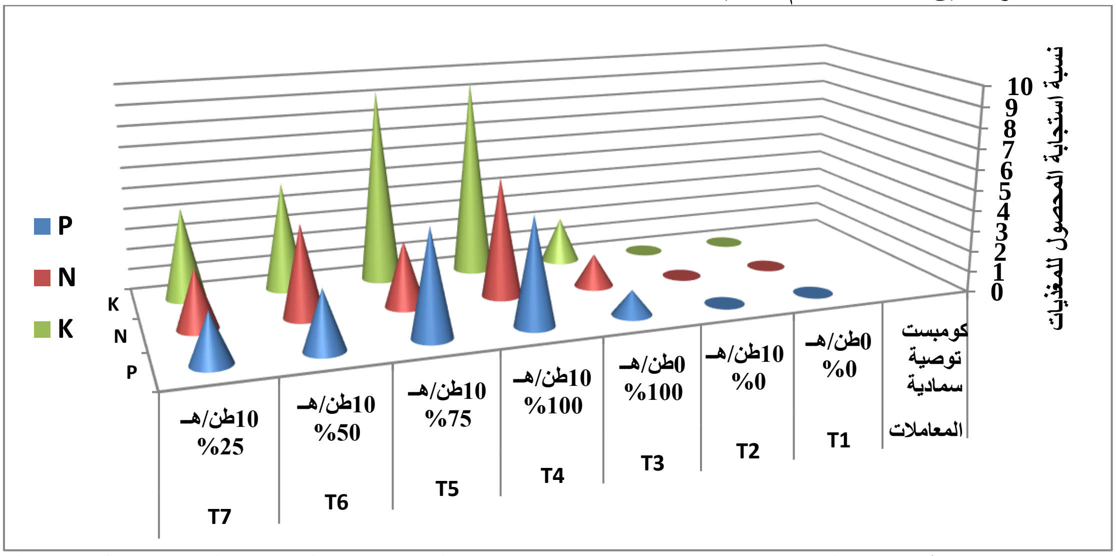


الشكل (3) يبين تأثير اضافة السماد الكومبست مع تركيزات مختلفة من التوصية السمادية على كفاءة امتصاص المغذيات لنبات اللفت

تأثير السماد الكومبست مع تركيزات مختلفة من التوصية السمادية على نسبة استجابة المحصول لنبات اللفت

الشكل رقم (4) يظهر تباينًا واضحًا في النتائج قيم مؤشر استجابة العناصر الغذائية (N، P، K) تبعًا لاختلاف مستويات التسميد العضوي والمعدني، مما يعكس اختلاف كفاءة النبات في استغلال المغذيات المتاحة وتحويلها إلى نمو فعّال. حيث سجلت المعاملتان (T1) و(T2) قيمًا صفرية لأنها معاملات شاهد لا تحتوي على مغذيات سماديه كيمائية وبالتالي لا توجد بيانات للإبلاغ عنها، وهو ما يشير إلى غياب الكفاءة الفعلية في استخدام العناصر، سواء في حالة انعدام التسميد أو الاعتماد على الكمبوست فقط دون دعم معدني، مما يؤكد أن المادة العضوية وحدها غير كافية لتلبية الاحتياجات الغذائية الفورية للنبات في المراحل الحرجة للنمو. في المقابل، أظهرت المعاملة (100%) T3 تسميد معدني) تحسنًا محدودًا في الكفاءة، حيث سجلت قيمًا منخفضة نسبيًا، مما يدل على أن التسميد المعدني منفردًا لا يحقق الكفاءة المثلى بسبب احتمالية الفقد أو انخفاض كفاءة الامتصاص. علاوة على ذلك، تم تقليل من استجابة النبات للمغذيات مع زيادة مستويات المغذيات، مما يشير هذا إلى زيادة مفرطة في إضافة العناصر الغذائية التي تؤدي إلى تشبع في امتصاص المغذيات. وقد يرجع ذلك إلى استخدام المغذيات الزائدة، التي لم يستخدمها المحصول بشكل فعال، وكان معدل الإنتاج أقل لكل وحدة من وحدات استخدام المغذيات (Senthil وآخرون، 2008). بينما أدى دمج الكمبوست مع التسميد المعدني في (T4) إلى زيادة حادة في كفاءة العناصر (N=5.76، P=5.16، K=9.49)، وهو ما يعكس تحسن بيئة الجذور وزيادة تيسر العناصر وتقليل الفاقد. اللافت أن المعاملة (T5) (كمبوست + 75% تسميد معدني) حافظت على مستويات مرتفعة من الكفاءة خاصة للفوسفور والبوتاسيوم، رغم انخفاض النيتروجين مقارنة بـ (T4)، مما يشير إلى أن الخفض الجزئي للأسمدة المعدنية يمكن أن يحافظ على كفاءة مرتفعة عند توفر المادة العضوية. في حين أظهرت المعاملة (T6) توازنًا نسبيًا في الكفاءة، خاصة في النيتروجين، مما يعكس تحسن ديناميكية النيتروجين وتقليل فقده عند هذا المستوى من التسميد (Sarker et al., 2012). أما المعاملة (T7)، فقد سجلت انخفاضًا نسبيًا في جميع القيم، مما يدل على أن الانخفاض الكبير في التسميد المعدني (25%) يبدأ في الحد من كفاءة الاستفادة من العناصر، حتى مع وجود الكمبوست.

بشكل عام، تؤكد هذه النتائج أن أعلى كفاءة لاستخدام العناصر الغذائية تتحقق عند التكامل بين التسميد العضوي والمعدني وليس عند الاعتماد على أحدهما منفردًا. كما يتضح أن المستويات المتوسطة من التسميد المعدني (50–75%) مع إضافة الكمبوست تمثل نقطة توازن مثلى تحقق كفاءة عالية مع تقليل المدخلات الكيميائية، وهو ما يدعم التوجه نحو الزراعة المستدامة وتحسين كفاءة استخدام المغذيات.



الشكل (4) يبين تأثير اضافة السماد الكومبست مع تركيزات مختلفة من التوصية السمادية على نسبة استجابة المحصول لنبات اللفت

الاستنتاجات:

تشير نتائج الدراسة إلى أن التسميد المتكامل الذي يجمع بين الأسمدة الكيميائية والكمبوست يمثل نهجًا فعّالًا في تحسين كفاءة استخدام المغذيات في نبات اللفت. فقد أظهرت المعاملات المشتركة تفوقًا واضحًا في كفاءة امتصاص العناصر الغذائية (N، P، K) مقارنة باستخدام كل نوع من الأسمدة بشكل منفرد، مما يعكس دور التكامل بين المصدرين في تعزيز التغذية النباتية. كما بينت النتائج أن إضافة الكمبوست أسهمت في تحسين خصائص التربة وزيادة تيسر العناصر الغذائية وتقليل الفاقد منها، الأمر الذي انعكس إيجابًا على كفاءة استخدام الأسمدة الكيميائية. وقد تبيّن وجود مستوى أمثل للتسميد المتكامل عند استخدام نسب متوسطة من التوصية السمادية (50 -75%) مع الكمبوست، حيث تحققت أفضل كفاءة غذائية وأداء نباتي. وبوجه عام، تؤكد الدراسة أن الإدارة المتكاملة للتسميد تمثل استراتيجية زراعية مستدامة وفعالة، تسهم في رفع كفاءة استخدام المغذيات وتحسين إنتاجية نبات اللفت مع تقليل الاعتماد على الأسمدة الكيميائية.

التوصيات:

1 - اعتماد نظام التسميد المتكامل (الكمبوست + الأسمدة الكيميائية) في زراعة اللفت لما له من تأثير إيجابي واضح على كفاءة استخدام المغذيات.

2 - استخدام الكمبوست كعنصر أساسي ضمن برامج التسميد لتحسين خصائص التربة وزيادة تيسر العناصر الغذائية.

3 - تقليل معدلات التسميد الكيميائي إلى المستويات المتوسطة مع دعمها بالكمبوست، لتقليل الفاقد وتحقيق كفاءة أعلى في الامتصاص.

4 - إجراء مزيد من الدراسات لتحديد الجرعة المثلى الدقيقة من التسميد المتكامل تحت ظروف بيئية وترب مختلفة.

5 - تشجيع التوجه نحو الزراعة المستدامة من خلال تقليل الاعتماد الكلي على الأسمدة الكيميائية والاعتماد على المصادر العضوية كمكمل أساسي.

خاتمة :

في ضوء النتائج المتحصل عليها، يتضح أن التسميد المتكامل الذي يجمع بين الأسمدة الكيميائية والكمبوست يُعد نهجًا فعّالًا لتحسين كفاءة استخدام المغذيات في نبات اللفت، حيث أسهم هذا التكامل في تعزيز امتصاص العناصر الغذائية (N، P، K) وتحسين استغلالها داخل النبات بصورة أكثر كفاءة مقارنة بالتسميد المنفرد. كما أظهرت الدراسة أن إضافة الكمبوست لم تقتصر على تحسين خصوبة التربة فحسب، بل كان لها دور محوري في رفع كفاءة التسميد المعدني وتقليل الفاقد من العناصر الغذائية. وتؤكد النتائج أن الوصول إلى مستوى أمثل من التسميد يعتمد على التوازن بين المصدرين العضوي والمعدني، إذ

إن الاستخدام المعتدل للأسمدة الكيميائية مع الكمبوست حقق أفضل أداء غذائي وإنتاجي. وبناءً على ذلك، يمكن اعتماد الإدارة المتكاملة للتسميد كاستراتيجية زراعية مستدامة تسهم في تحسين كفاءة استخدام الموارد وتقليل التكاليف والتأثيرات البيئية، مع الحفاظ على إنتاجية جيدة لمحصول اللفت. وبذلك، تمثل هذه الدراسة إضافة علمية تدعم التوجه نحو الزراعة المستدامة القائمة على الاستخدام الرشيد والمتوازن للأسمدة لتحقيق أعلى كفاءة إنتاجية وغذائية.

مراجع:

وليد عبد السلام أبوبكر الحداد، & حامد أحمد مفتاح العريفي. (2025). تأثير اضافة الكومبست مع الأسمدة الكيميائية على الصفات المورفولوجية لنبات الفجل. المجلة الأفروآسيوية للبحث العلمي, 525-532.

غردي. (2015). الزراعة العضوية ودورها في تعزيز الأمن الغذائي وتحقيق التنمية المستدامة. *recherches économiques*, *10*(13), 126-154.

عبد الله عمر, & خالدة. (2010). تأثير التلقيح ببكتريا الازوتوباكتر و مستويات مختلفة من السماد النتروجيني في 2- صفات الحاصل لنبات البطاطا Solanum tuberosum L. *مجلة زراعة الرافدين*, *38*, 5-10.

محمد عبد العزيز, & علاء غانم. (2018). مقارنة بين تأثير التسميد العضوي والكيميائي والمختلط (عضوي وكيميائي) في بعض الصفات الإنتاجية لنبات الكزبرة Coriandrum sativum L. *مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية، سلسلة العلوم البيولوجية*, *40*(5).

ليلي موسي، نجلاء المالطي. (2025). رنة بين نظامي الري السطحي وتحت السطحي وكفاءة استخدام المياه على نمو وإنتاجية) Spunta الصنف ((Solanum tuberosumالبطاطس في ليبيا. *مجلة العلوم الشاملة*, *10*(37), 1809-1822.

تحسين القريشي. (2024). الأسمدة وأثرها في تحقيق التنمية الزراعية في محافظة ديالى. *Al-Adab Journal*, (148), 269-286.

Abou Basha, D. M., Hellal, F., & El Sayed, S. (2021). The combined effect of potassium humate and bio-fertilizers on maize productivity and quality under water stress conditions. *Sci. Arch*, *2*(3), 162-170.

Agegnehu, G., Bass, A. M., Nelson, P. N., & Bird, M. I. (2016). Benefits of biochar, compost and biochar–compost for soil quality, maize yield and greenhouse gas emissions in a tropical agricultural soil. *Science of the Total Environment*, *543*, 295-306.

Alarefee Ahmed, H., Ishak, C. F., Karam, D. S., & Othman, R. (2021). Efficiency of rice husk biochar with poultry litter co-composts in oxisols for improving soil physico-chemical properties and enhancing maize performance. *Agronomy*, *11*(12), 2409.

Al–Jutheri, H. W., & Ali, N. S. (2011). Effect of mineral, organic and bio combined fertilization and irrigation methods on fertilizers productivity and nutrients use efficiency. *Anbar Journal of Agricultural Sciences*, *9*(3), 130-145.

Anisuzzaman, M., Rafii, M. Y., Jaafar, N. M., Izan Ramlee, S., Ikbal, M. F., & Haque, M. A. (2021). Effect of organic and inorganic fertilizer on the growth and yield components of traditional and improved rice (Oryza sativa L.) genotypes in Malaysia. *Agronomy*, *11*(9), 1830.

Alkhammas, I. O. A., Jalboub, F. A. M., Madi, M. S. A., & Barkha, A. A. S. (2026). Parasite prevalence in soil samples from public areas in West Zawia, Libya. *Al-Farooq Journal of Sciences*, *2*(3), 886-892.

Asghar, H. N., Ishaq, M., Zahir, Z. A., Khalid, M., & Arshad, M. (2006). Response of radish to integrated use of nitrogen fertilizer and recycled organic waste. *Pakistan Journal of Botany*, *38*(3), 691.

Brtnicky, M., Mustafa, A., Hammerschmiedt, T., Kintl, A., Trakal, L., Beesley, L., ... & Holatko, J. (2023). Pre-activated biochar by fertilizers mitigates nutrient leaching and stimulates soil microbial activity. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, *10*(1), 57.

Kanthilanka, H., Ramilan, T., Farquharson, R. J., and Weerahewa, J. (2023). Optimal nitrogen fertilizer decisions for rice farming in a cascaded tank system in Sri Lanka: an analysis using an integrated crop, hydro-nutrient and economic model. *Agric. Syst.* 207:103628. doi: 10.1016/j.agsy.2023.103628.

Kumari, M., Sheoran, S., Prakash, D., Yadav, D. B., Yadav, P. K., Jat, M. K., et al. (2024). Long-term application of organic manures and chemical fertilizers improve the organic carbon and microbiological properties of soil under pearl millet-wheat cropping system in North-Western India. *Heliyon* 10:e25333. doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e25333.

Li, Y., Fang, F., Wei, J., Wu, X., Cui, R., Li, G., ... & Tan, D. (2019). Humic acid fertilizer improved soil properties and soil microbial diversity of continuous cropping peanut: A three-year experiment. *Scientific reports*, *9*(1), 12014.

Lu, W., Hao, Z., Ma, X., Gao, J., Fan, X., Guo, J., et al. (2024). Effects of different proportions of organic fertilizer replacing chemical fertilizer on soil nutrients and fertilizer utilization in Gray Desert soil. *Agronomy* 14:228. doi: 10.3390/agronomy14010228.

Qaswar, M., Yiren, L., Jing, H., Kaillou, L., Mudasir, M., Zhenzhen, L., et al. (2020). Soil nutrients and heavy metal availability under long-term combined application of swine manure and synthetic fertilizers in acidic paddy soil. *J. Soils Sediments* 20, 2093–2106. doi: 10.1007/s11368-020-02576-5.

Sarker, A., Kashem, A., & Osman, K. T. (2012). Influence of city finished compost and nitrogen, phosphorus and potassium (NPK) fertilizer on yield, nutrient uptake and nutrient use efficiency of radish (Raphanus sativus L.) in an acid soil. *International Journal of Agricultural Sciences*, *2*(12), ii+-315.

Searchinger, T. D., Wirsenius, S., Beringer, T., and Dumas, P. (2018). Assessing the efficiency of changes in land use for mitigating climate change. *Nature* 564, 249–253. doi: 10.1038/s41586-018-0757-z.

Senthil, G., Kumar, S., Rajarajan, A., Thavaprakash, N., Babu, C., & Umashankar, R. (2008). Nitrogen use efficiency of rice (Oryza sativa) in systems of cultivation with varied N levels under 15N tracer technique. *Asian Journal of Agricultural Research*, *2*, 37-40.

Wang, J., Wang, F., Sha, Z., and Cao, L. (2023). Enhancing soil nitrogen supply and maintaining rice yield through partial replacement of chemical nitrogen with food waste-derived organic fertilizer. *Plant Soil* 492, 625–639. doi: 10.1007/s11104-023-06207-z.

Yu, G.-H., Chen, C.-M., He, X.-H., Zhang, X.-Z., and Li, L.-N. (2020). Unexpected bulk density and microstructures response to long-term pig manure application in a Ferralic Cambisol soil: implications for rebuilding a healthy soil. *Soil Tillage Res.* 203:104668. doi: 10.1016/j.still.2020.104668.

Zhao, Z., Ma, Y., Zhang, A., Chen, Y., Zheng, Z., Zheng, W., et al. (2023). Response of apple orchard bacteria co-occurrence network pattern to long-term organic fertilizer input. *Appl. Soil Ecol.* 191:105035. doi: 10.1016/j.apsoil.2023.105035.