تأثير إضافة كمبوست مخلفات المداجن المحسّن بتخميره مع الزيوليت وأسمدة المغنزيوم والفوسفور في نمو وإنتاجية نبات البندورة (*Lycopersicum Esculentum*) في ظروف الزراعة المحمية

سليمان يونس* [1] وغياث علوش [2] وليلى حبيب [2]

(1). الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، اللاذقية، سورية.

(2). قسم علوم التربة والمياه، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

(*للمراسلة : سليمان يونس، البريد الإلكتروني: sulimanyounes89@gmail.com)

تاريخ الاستلام:2023/12/14 تاريخ القبول: 2024/03/10

الملخص

نفذت الدراسة في بيت بلاستيكي في محافظة اللاذقية في جامعة تشرين عام 2022. زرعت البندورة (صنف هجين بستونا) في أعمدة بلاستيكية بارتفاع 50 سم وقطر 25 سم بمعدل نبات في كل عمود بعد ملئها بتربة الحترة بارتفاع 40 سم. أضيف السماد العضوي بمعدل 8% من وزن التربة لمعاملات التسميد العضوي لتكون المعاملات: كمبوست مخلفات المداجن (OM)، كمبوست مخلفات المداجن المتخمرة مع الزيوليت (OMZ)، كمبوست مخلفات المداجن المتخمرة بوجود أملاح سمادية (كبريتات المغنزيوم:MgSO4) و(سوبر فوسفات ثلاثي:TSP) والمضافة بمعدل 10% من عدد مولات الآزوت الأولية للمخلفات (OMS)، كمبوست مخلفات المداجن المتخمرة بوجود الزيوليت والأملاح معاً (OMZS)، كمبوست مخلفات المداجن والزيوليت المضاف بعد التخمير (OM+Z)، بالإضافة لمعاملة لم تستقبل أي تسميد عضوي (Control). تفوقت معاملات التسميد العضوي على اختلاف نوعه على معاملة التسميد المعدني لوحده من حيث إنتاجية الثمار والوزن الجاف للنبات. أدى تخمير الزيوليت مع مخلفات المداجن (OMZ) لزيادة إنتاجية النبات بمعدل 21% ولم يحقق زيادة في الوزن الجاف، بينما أدت إضافته بعد التخمير (OM+Z) لزيادة وزن النبات 18% بالمقارنة مع المخلفات المخمرة دون محسنات (OM). في الوقت الذي لم تحقق إضافة الأملاح لمخلفات المداجن (OMS) زيادة معنوية في إنتاج ثمار المعاملة (OM)، يزداد الوزن الجاف للنبات بمقدار 35% ويزداد الآزوت والفوسفور الممتص على الترتيب بنسب 27% و58%. أدى الجمع بين الأملاح والزيوليت (OMZS) لزيادة 11% في إنتاج الثمار وزيادة في الوزن الجاف 22.5% والآزوت الممتص 49% والفوسفور الممتص 45%، ودوماً مقارنة مع معاملة الكمبوست (OM). كما أدت إضافة الأسمدة المعدنية لمخلفات المداجن (OMS) إلى زيادة الحموضة القابلة للمعايرة والمواد الصلبة الذائبة (TSS) بمعدل 27% و 33% على التتالي قياساً بمعاملة الكمبوست (OM).

الكلمات المفتاحية: الزيوليت، المغنزيوم والفوسفور، مخلفات المداجن، نبات البندورة.

المقدمة:

يزداد الطلب العالمي على الغذاء نتيجة التزايد السكاني الكبير والذي سيصل بحلول عام 2050 إلى 9 مليار نسمة (FAO, 2015)، تعد الزراعة القطاع الذي يلبي الحاجات الغذائية ويقع على عاتق الباحثين في مجال الزراعة قيادة هذا القطاع لتلبية الحاجات المتزايدة عن طريق زيادة الإنتاج وتحقيق الاستخدام الأمثل للموارد بالاستدامة الممكنة، وخاصة الأسمدة ذات الأسعار الباهظة. تعد الزراعة المحمية نظام زراعي مكثف الإنتاج يلبي احتياجات السكان على مدار العام لكنه مجهد للتربة وعالي المتطلبات الغذائية ما يستوجب إمداد وسط الزراعة والنبات بالعناصر الغذائية. تشكل البندورة المحصول الرئيسي في الزراعة المحمية في سورية وتشكل حوالي 61% من البيوت البلاستيكية المستثمرة في سورية حسب إحصائيات وزارة الزراعة (المجموعة الإحصائية، 2020). إن التسميد العضوي أساسي في تلك النظم، ويحسن الخواص الخصوبية الكيميائية والفيزيائية (Bigelow *et al*., 2004; Bandyopadhyay *et al*., 2010)، وبالتالي مؤشرات النمو والإنتاجية لنبات البندورة (Usman, 2015). يستخدم طيف واسع من الأسمدة العضوية في إنتاج البندورة كمخلفات الأبقار والماعز والدواجن وبمعدلات متباينة 8–20 طن/هكتار (Kisetu and Heri, 2014; Usman, 2015).

يواجه التسميد العضوي عقبات تقلل من كفاءة التسميد وتزيد تكاليف الإنتاج. تبدأ العقبات بطريقة التعامل مع المخلفات وتخميرها لإنتاج السماد العضوي وصولاً إلى تطبيقها في النظم الزراعية. يحدث فقد هام للآزوت وبأشكال كيميائية مختلفة خلال تخمير المخلفات العضوية يمكن أن تصل لحدود 50% من كمية الآزوت الأولية في المخلفات العضوية، ويعد تطاير الأمونيا (volatilization) السبب الرئيس لهذا الفقد (Bernal *et al*., 2009) وهو يشكل حوالي 49–77% من كمية الآزوت المفقودة (Wong *et al*.,2017). تتعلق نسبة الفقد الآزوتي بنوع المخلفات، فهي عالية في مخلفات الدواجن ذات المحتوى الآزوتي العالي وخاصة أن 60– 70% من الآزوت يتواجد على شكل حمض اليوريك (Shuler *et al*., 1979) السريع التحول إلى أمونيا وغاز ثاني أوكسيد الكربون (Rouf and Lomprey, 1968)، ليتسبب ذلك في تخفيض نسبة الآزوت في المنتج قبل استخدامه، فضلاً عن خسارة بقية العناصر بالغسيل عند تخميرها في منظومة مفتوحة. على الرغم من إضافة السماد العضوي لتحسين احتفاظ التربة بالمغذيات والماء إلا أن هناك نزوح للعناصر الغذائية خارج منظومة تربة – نبات وخاصة الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم عند وجود المصادر العضوية (Li *et al*; 1997; Grey and Henry, 1999) ما يسبب انخفاض كفاءة التسميد ومردود المحصول فضلاً عن التلوث الحاصل في المياه الجوفية والمسطحات المائية المجاورة نتيجة ما تحمله مياه الصرف من عناصر وخاصة الآزوت والفوسفور.

تنبهت بعض الدراسات لمشكلة الفقد الآزوتي خلال تخمير أنواع مختلفة من المخلفات العضوية، واهتمت بتحسين جودة السماد العضوي الناتج عبر إضافات فيزيائية على شكل فلزات ذات خصائص ادمصاصية كالزيوليت (Kithome, 1998; Chan *et al*., 2016) معتمدين على السعة التبادلية الكاتيونية للأنواع الزيوليتية والألفة والانتقائية للأمونيوم (Mumpton, 1999). أضاف Kithome (1998) الزيوليت لمخلفات الدواجن خلال التخمير بنسبتين 35% و60% لينخفض الفقد الآزوتي خلال التخمير 44%. وجرّب السماد العضوي الناتج على نبات Italian ryegrass بتجربة أصص في تربة رملية، وأضيف السماد العضوي حسب حمولته الآزوتية بمعدلين 250 و500 كغ N/هـ، وتوصلت الدراسة إلى زيادة في إنتاج المادة الجافة للنجيل وزيادة الآزوت الكلي الممتص عند وجود الزيوليت، خاصة عند نسبة خلط 60% مع المخلفات التي أضيفت لتصل للمعدل الآزوتي الأعلى مقارنة مع المخلفات المخمرة دون زيوليت، وأوصت الدراسة إلى إمكانية استخدام المنتج كسماد بطيء التحرير للآزوت يحد من نزوح

الآزوت بالغسيل. لقد استخدم Gholamhoseini وآخرون (2013) الزيوليت مع مخلفات الأبقار لتحسين كفاءة استخدام الآزوت لنبات عباد الشمس المزروع في تربة رملية وذلك بالمقارنة مع التسميد باليوريا أو خليطها مع مخلفات الأبقار بينت النتائج أن وجود الزيوليت مع مخلفات الأبقار قد حسّن من الخصائص الكمية والنوعية لنبات عباد الشمس كإنتاج المادة الجافة والبذور ومحتواها من البروتين مقارنة مع اليوريا لوحدها أو مجتمعة مع مخلفات الأبقار، فضلاً عن تخفيض الزيوليت للفقد الآزوتي بالغسيل. زاد إنتاج فول الصويا بمقدار 129% نتيجة زيادة عدد القرون الممتلئة وزيادة وزن البذور وذلك عند وجود الزيوليت مع مخلفات الأبقار بمعدل إضافة 5 طن/هكتار لكل منهما مقارنة مع غيابهم (Minardi *et al*., 2020). استخدم الزيوليت على طيف واسع من المحاصيل الحقلية كالذرة والقمح والأرز والبطاطا وفول الصويا وفي أنواع مختلفة من الترب ليحسن من كفاءة الاستفادة من العناصر الغذائية والإنتاجية (Mondal *et al*., 2021).

بات شائعاً إضافة مواد كيميائية للمخلفات العضوية خلال التخمير لتحسين جودة المنتج العضوي وتقليل الفقد الآزوتي كإضافة مواد ذات تأثير حامضي لتعديل خواص المخلفات خلال التخمير كخفض درجة الـ pH. حيث استُخدم الكبريت الحر وأملاح المغنزيوم والسوبرفوسفات (Garcia de la Fuente et., 2007; Pan *et al*., 2018). لقد انخفضت الكمية التراكمية من غاز الأمونيا المفقودة لـ 89% خلال تخمير المخلفات الصلبة للصرف الصحي (sewage sludge) بإضافة سماد سوبر فوسفات الكالسيوم بمعدل 5% على أساس الوزن الرطب مما أدى لزيادة في محتوى السماد العضوي من الآزوت الكلي والفوسفور (Jiang *et al*., 2014). وأشار Pan وآخرون (2018) أنه من الممكن حماية الآزوت خلال التخمير من خلال إضافة مواد حامضية مثل فوسفات المغنزيوم الهيدروجينية وسوبر فوسفات الكالسيوم. شكلت الإضافات الكيميائية كأملاح المغنزيوم والفوسفور أسلوباً لتخفيض الفقد الآزوتي على شكل غاز الأمونيا عن طريق ترسيبها على شكل معدن الستروفيت ($MgNH_4PO_4_6H_2O$). اعتمدت دراسات عديدة مبدأ تشكل الستروفيت خلال تخمير طيف واسع من المخلفات العضوية بتأثير إضافات مختلفة المصادر لأملاح المغنزيوم والفوسفور بهدف تخفيض الفقد الآزوتي بنسب متباينة (Shan *et al*., 2021; Jiang *et al*., 2016). اقتصرت التجارب المذكورة على التجريب المخبري بهدف رفع المحتوى الآزوتي للسماد العضوي وقدمت توصيف للسماد الناتج والمتضمن على الستروفيت كسماد بطيء التحرير للمغذيات دون تجربته بوجود النبات. تبعتها دراسات على قلتها جربت الستروفيت المتحصل عليه من المخلفات العضوية على بعض النباتات. أنتج su وآخرون (2022) سماد عضوي يحوي على معدن الستروفيت عن طريق إضافة أملاح KH_2PO_4 , $Mg(OH)_2$ والفحم الحيوي حققت إضافة هذا السماد زيادة في الدهون والبروتين والنشاء الخام لنبات الذرة مقارنة مع التسميد المعدني. استخدم Perez-Piqueres وآخرون (2023) الستروفيت المتشكل من مخلفات الصرف الصحي كسماد آزوتي وفوسفاتي لنبات Festuca arundinacea أدى لزيادة في كمية الآزوت الممتصة في التربة الطينية اللومية، وزيادة الفوسفور الممتص والمسترد من السماد في التربة الرملية عند المعدل 50كغ/ هكتار مقارنة مع سوبر فوسفات المفرد.

أهمية البحث وأهدافه:

شكلت عملية استخدام الزيوليت وأملاح المغنزيوم والفوسفور وسيلة لتخفيض الفقد خلال التخمير ووثق تشكل الستروفيت في معاملة الأملاح، وكاستكمال للعمل قمنا بتجربة الكمبوست الناتج والمعامل بالزيوليت والأملاح خلال التخمير زراعياً على أحد النباتات المتطلبة للتسميد العضوي كالبندورة للوقوف على قيمته الزراعية.

يهدف البحث إلى دراسة تأثير كمبوست مخلفات المداجن المخمر مع الزيوليت وأملاح المغنزيوم والفوسفور على نمو وإنتاجية نبات البندورة.

مواد وطرائق البحث:

وسط الزراعة:

1. التربة: استخدمت الحترة كوسط شائع لزراعة البندورة في الساحل السوري، جمعت من التكشفات البركانية لمنطقة بانياس، تم تنخيلها على منخل 2 مم بعد تنعيمها. تم تحديد خواصها الخصوبية (Ryan *et al.*, 2001)، والتي يبين الجدول (1) بأنها تربة خفيفة القوام ذات محتوى منخفض من المادة العضوية وتركيز منخفض من الفوسفور وذات درجة pH مائلة للقلوية.

الجدول (1): الخواص الخصوبية لتربة الدراسة

تحليل ميكانيكي (%)			pH 2.5:1	EC 2.5:1 ميليموس/سم	C- عضوي (%)	OM (%)	CEC م.م/100غ	العناصر المتاحة مغ/كغ				
رمل	سلت	طين						P	K	Ca	Mg	NH_4
71	18	11	7.90	0.53	0.45	0.77	61.2	8	200	9760	1776	18
رملية لومية												

2. مخلفات المداجن: جمعت من إحدى مداجن تربية فروج اللّحم يحتوي 3.4% آزوت كلي. خُمّرت في مستوعبات من البلاستيك (براميل) سعة 200 ليتر، حُضرت نماذج المنتج المختلفة من خلال وضع المخلفات في البراميل بمعدل 22.5 كغ مادة جافة تماماً وتخميرها للحصول على منتج الكومبوست وأعطي الرمز OM. أضيف الزيوليت السوري بمعدل 15% من وزن المخلفات الجاف وتخميرها للحصول على منتج خليط أعطي الرمز OMZ، تم الحصول على كمبوست الخليط مع الأملاح (OMS) بإضافة أملاح كل من المغنزيوم على شكل سماد $MgSO_4$ (10% Mg) والفوسفور على شكل سماد سوبر فوسفات الثلاثي (TSP) (46% P_2O_5)، أضيفت الأملاح بمعدل 10% من عدد مولات الآزوت الأولية في المخلفات وهي تعادل 5.4 مول من كل من المغنزيوم والفوسفور على أساس محتوى هذه الأملاح من Mg , PO_4. أضيف كل من الزيوليت والأملاح السمادية السابقة للمخلفات بنفس النسب المذكورة قبل وضعها في المخمر للحصول على منتج خليط الكومبوست مع الأملاح والزيوليت. تم ضبط نسبة الرطوبة بشكل دوري أسبوعياً بين 50–60% وزنياً بإضافة الماء والتحريك لتحقيق التجانس الرطوبي على كامل العينة. زودت البراميل بالهواء عن طريق مضخة تهوية يدخل أنبوبها البرميل من الجانب.

3. الزيوليت السوري الخام: يعود مصدر خام الزيوليت السوري إلى تكشفات منطقة السيس جنوب شرق دمشق حوالي 170 كم. تم طحن الزيوليت وغسله بالماء المقطر للتخلص من الأملاح الذائبة وخاصة الصوديوم، وجفف على حرارة 50 درجة مئوية وتم تنخيله على منخل بأقطار 2 مم. يمتلك الزيوليت السوري سعة تبادلية كاتيونية حوالي 115 ميلي مكافئ/100غ، ودرجة pH 8.6 ومحتواه من الأكاسيد الكلية 18.14% (يونس وآخرون، 2023a). تم تحليل عينة مخلفات المداجن لتحديد بعض خواصها الهامة (Ryan *et al.*, 2001)، والموضحة بالجدول(2).

الجدول(2): بعض خواص نماذج كمبوست مخلفات المداجن المنتجة في نهاية التخمير

EC (1:5)	pH (1:5)	OM%	C/N	C%	NH_4-N ppm	TK%	TP%	TN%	
8.54	7.89	36.25	12.15	21.03	3600	1.64	0.410	1.73	**OM**
8.62	7.94	33.53	11.57	19.45	3745	1.59	0.401	1.68	**OMZ**
9.25	7.85	34.22	10.07	19.85	3880	1.62	0.44	1.97	**OMS**

OMZS	1.84	0.409	1.61	3777	19.55	10.62	33.7	7.92	8.85
TN :الآزوت الكلي، TP: الفوسفور الكلي، TK: البوتاسيوم الكلي.									

معاملات التجربة:

Control: تضمن تربة فقط دون تسميد عضوي (الشاهد).

OM: تسميد عضوي بكمبوست مخلفات المداجن فقط OM.

OMZ: تسميد عضوي بكمبوست مخلفات المداجن المخمر مع الزيوليت OMZ.

OMS: تسميد عضوي بكمبوست مخلفات المداجن المخمر بوجود الأسمدة المعدنية OMS.

OMZS: تسميد عضوي بكمبوست مخلفات المداجن المخمر بوجود الزيوليت والأسمدة المعدنية OMZS.

OM+Z: تسميد عضوي بكمبوست مخلفات المداجن OM والزيوليت الذي أضيف بعد التخمير (أضيف الزيوليت بكمية تساوي الوزن الموجود في المعاملة OMZ).

تصميم التجربة:

استخدمت أعمدة بلاستيكية بارتفاع 50سم وقطر 25 سم. استقبلت الأعمدة 24 كغ من التربة في معاملة الشاهد بدون تسميد عضوي، أضيف كمبوست مخلفات المداجن على اختلاف المعاملة بمعدل 8% وزناً وتم استبعاد وزن المادة العضوية من وزن التربة (2 كغ لتعادل 8% مادة عضوية). أضيفت الأسمدة الأساسية من اليوريا (46% N)، سوبر فوسفات ثلاثي (46% P_2O_5)، وسلفات البوتاسيوم (50% K_2O) بالكميات المبينة بالجدول (3) لجميع الأعمدة تم خلط مكونات كل عمود حسب المعاملة وملئت الأعمدة لارتفاع 40 سم مع الرص لنحصل على كثافة ظاهرية تقارب 1.25 غ/سم3 والري يوميا بالتنقيط للسماح بالتموضع البنائي للتربة قبل الزراعة. تمت زراعة شتول البندورة (صنف هجين بستونا, Bastona Hybred) بواقع شتلة واحدة في العمود، بتاريخ 7 أيار 2022 ضمن بيت بلاستيكي واستمرت لمدة 98 يوم تلقت خلالها الشتول تسميداً لاحقاً بمعدل 2 غ سماد ذواب/نبات كل 15 يوم بحسب مرحلة النمو عن طريق الري بالتنقيط كما يبين الجدول (3). تم الري بمعدل مرتين أسبوعياً في مراحل النمو الأولى حتى ظهور العنقود الزهري الثالث، ومن ثم كل يومين حتى نهاية التجربة. تمت عمليات المكافحة الوقائية للأمراض الفطرية (اللفحة، بياض زغبي)؛ والإصابات الحشرية (الذبابة البيضاء وحافرة الأنفاق).

الجدول (3): البرنامج التسميدي المتبع في الدراسة.

الإضافات السمادية	بعد التشتيل (أسبوع)
سوبر فوسفات ثلاثي (TSP, 46% P_2O_5)= 20.8غ **سلفات البوتاسيوم (50% K_2O)= 16.7 غ** **يوريا (46% N)= 12 غ**	تسميد أساسي 8% مادة عضوية
عالي الفوسفور $K_2O - P_2O_5 - N$ (13:40:13) = 2 غ	2
عالي الفوسفور $K_2O - P_2O_5 - N$ (13:40:13) = 2 غ	4
متوازن $K_2O - P_2O_5 - N$ (20:20:20) = 2 غ	6
متوازن $K_2O - P_2O_5 - N$ (20:20:20) = 2 غ	8
متوازن $K_2O - P_2O_5 - N$ (20:20:20) = 2 غ	10
عالي البوتاس $K_2O - P_2O_5 - N$ (30:15:15) = 2 غ	12
عالي البوتاس $K_2O - P_2O_5 - N$ (30:15:15) = 2 غ	14
عالي البوتاس $K_2O - P_2O_5 - N$ (30:15:15) = 2 غ	16 - النهاية

القياسات والتحاليل المنفذة:

1- الثمار: حصدت ثمار العناقيد الثلاث الأولى عند النضج وخضعت للقياسات والتحاليل التالية:

- الإنتاج الكلي للنبات.
- متوسط عدد الثمار.
- القطر الطولي والعرضي وحجم الثمار.
- تم برش الثمار للحصول على عصيرها الطازج، وقياس درجة pH العصير بجهاز الـ pH ومحتواها من الحموضة القابلة للمعايرة بالمعايرة بماءات الصوديوم 0.1 نظامي، والمواد الصلبة الذائبة بجهاز الريفركتوميتر. قدرت النترات الحرة بطريقة حمض السالسيليك والقياس على جهاز السبيكتروفوتوميتر بطول موجة 410 نانوميتر(Lastra, 2003)، وفيتامين C بطريقة المعايرة اللونية بداي كلورفينول (Palikiva,1988) .

2- المجموع الخضري:

- الوزن الجاف للأوراق والساق والمادة الجافة للمجموع الخضري وهو مجموع الأوراق والساق، حيث تم قص النبات من سطح التربة في نهاية التجربة.
- محتوى الأوراق من (N,P,K) بعد هضمها هضم رطب بحمض الكبريت بوجود أقراص محفزة من كبريتات الصوديوم والسيلينيوم (Ryan *et al*., 2001). قُدّر الآزوت على جهاز التحليل الآلي سكلر، والفوسفور بطريقة موليبدات–فاندايت الأمونيوم بالقياس على جهاز سبيكتروفوتوميتر على طول موجة 410 nm. قُدّر البوتاسيوم على جهاز اللهب . وحساب الممتص الكلي من هذه العناصر في الأوراق وذلك عن طريق حاصل ضرب محتوى الأوراق من العناصر مقدراً بالمغ/غ بالوزن الجاف للأوراق.

خضعت بيانات الدراسة للتحليل الإحصائي باستخدام البرنامج (SAS institute, 1999).

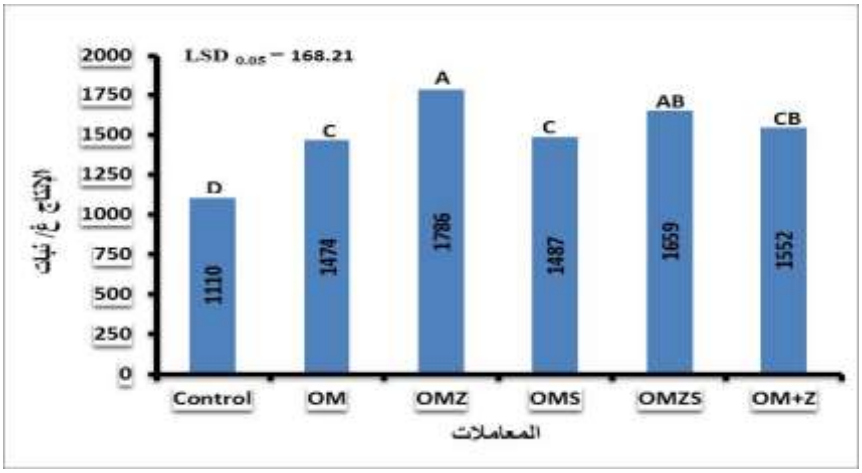
النتائج:

إنتاجية ومواصفات الثمار الحجمية:

تشير دوماً الإنتاجية من الثمار إلى إنتاج العناقيد الثلاثة الأولى لنبات البندورة، حيث يبين الشكل (1) أن جميع المعاملات التي استقبلت كمبوست مخلفات المداجن على اختلاف نوعها قد تفوقت معنوياً في الإنتاج على معاملة الشاهد دون تسميد عضوي Control، فلقد بلغ إنتاج الشاهد 1110 غ/نبات لتحقق معاملة OM زيادة بالإنتاج بمقدار 32.7% عن الشاهد دون تسميد عضوي. لقد أدى وجود الزيوليت المخمر مع كمبوست المداجن (OMZ) إلى تحسين الإنتاج معنوياً والذي بلغ 1786 غ/نبات بزيادة بلغت 21% مقارنة مع المعاملة OM و60% مقارنة مع معاملة التسميد المعدني فقط (الـ Control)، بينما كانت الزيادة الناتجة عن إضافة الزيوليت بعد التخمير (OM+Z) غير معنوية مقارنة بالمعاملة OM وتفوقت فقط على معاملة الـ Control. لم تحقق معاملة الكومبوست المنتجة من إضافة الأملاح لمخلفات المداجن (OMS) زيادة معنوية على إنتاج المعاملة OM، واقتصرت الزيادة على المعاملة التي تحوي الأملاح مجتمعة مع الزيوليت (OMZS) حيث بلغ إنتاج هذه المعاملة 1659 غ/نبات شكل (1) بزيادة مقدارها 11% عن معاملة الكمبوست دون أي معاملة خلال التخمير (OM).

لم يؤدي التسميد بكمبوست المداجن على اختلاف معاملاته إلى زيادة معنوية في متوسط عدد الثمار لكنه أدى لتحسين القيمة التسويقية لها والتي كانت مسؤولة عن زيادة الإنتاجية كالحجم والقطر الطولي والقطر العرضي ومتوسط وزن الثمرة مقارنة مع التسميد المعدني فقط (Control) (جدول4). يبرز دور الزيوليت في زيادة تحسين القيمة التسويقية للثمار عند تخميره (إضافته)

مع مخلفات المداجن (OMZ) حيث زاد بشكل معنوي من متوسط وزن الثمرة وحجمها مقارنة مع كمبوست مخلفات المداجن (OM)، بينما لم تكن تلك الزيادة معنوية عند إضافته بعد التخمير لوسط الزراعة (OM+Z). في الوقت الذي لم تحقق إضافة أملاح المغنزيوم والفوسفور للمخلفات (OMS) زيادة معنوية في الحجم ووزن الثمرة مقارنة بالمعاملة OM، إلا أن وجود الزيوليت مجتمعاً معها (OMZS) زاد من هذين المؤشرين لكن لم تكن تلك الزيادة معنوية أيضاً.



الشكل (1): إنتاجية البندورة بتأثير أنواع مختلفة من كمبوست مخلفات المداجن(تشير الإنتاجية إلى إنتاجية العناقيد الثلاثة الأولى).

الجدول(4): المؤشرات الحجمية لثمار البندورة تحت تأثير المعاملات السمادية المختلفة.

LSD 0.05	OM+Z	OMZS	OMS	OMZ	OM	Control	
2.07	17 b	18.3 ab	17.3 ab	18.6 ab	17.3 ab	19.3 a	**عدد الثمار**
8.55	91.3 ab	90.7 ab	85.9 b	95.7 a	84.9 b	57.4 c	**متوسط وزن الثمرة (غ)**
0.31	4.4 a	4.4 a	4.4 ab	4.5 a	4.5 a	4.1 b	**القطر الطولي (سم)**
0.37	5.7 a	5.6 a	5.5 a	5.6 a	5.5 a	4.9 b	**القطر العرضي (سم)**
10.72	91.4 ab	86.5 ab	85.2 ab	95.4 a	83.3 b	58.5 c	**الحجم (سم^3)**

مواصفات الثمار النوعية:

أدى التسميد العضوي بكمبوست مخلفات المداجن إلى تحسين مواصفات الثمار النوعية المدروسة باستثناء فيتامين C. لقد قلل التسميد العضوي من pH عصير الثمار بشكل معنوي مقارنة مع معاملة الشاهد دون تسميد عضوي (الجدول 5). كذلك الأمر بالنسبة للحموضة القابلة للمعايرة حيث ارتفعت بوجود كمبوست مخلفات المداجن بشكل معنوي إلى 0.49% بينما بلغت بغياب التسميد العضوي 0.32%. لم تؤدِ إضافة الزيوليت خلال التخمير أو بعد التخمير (OMZ, OM+Z) إلى زيادة معنوية في الحموضة القابلة للمعايرة بينما أدت إضافة الأملاح لزيادتها وبشكل معنوي حيث بلغت 0.623% و0.615% في معاملتي OMS وOMZS بزيادة حوالي 27% و25% على الترتيب قياساً بمعاملة الكمبوست (OM).

تبلغ أعلى قيم للمواد الصلبة الذائبة (TSS) في معاملات الكمبوست المخمر بوجود الأملاح لوحدها (OMS) أو مع الزيوليت (OMZ) وكما هو واضح بالجدول(5) وبزيادة حوالي 33% و28% على التتالي، مقارنة مع المعاملة OM. في حين أدت إضافة الزيوليت للمخلفات بعد التخمير (OM+Z) لزيادة معنوية في الـ TSS حوالي 27%، لم يؤد تخميره مع المخلفات (OMZ) لزيادتها معنوياً ودوماً المقارنة مع المعاملة OM. لقد أدى التسميد العضوي بكمبوست مخلفات المداجن لزيادة النترات الحرة في الثمار مقارنة مع الـ Control الذي تلقى تسميد معدني فقط، لكن بقيت قيم النترات بجميع معاملات التسميد العضوي ضمن الحدود المسموح بها وهي 400 مغ/كغ (سركو وعلوش، 2019). من الجدير ذكره أن الكمبوست المخمر مع الأملاح فقط أو المخمر معها ومع الزيوليت (OMS وOMZS) زاد من كمية النترات الحرة في الثمار مقارنة مع المعاملة OM (جدول 5).

LSD 0.05	OM+Z	OMZS	OMS	OMZ	OM	Control	
0.067	4.39 b	4.41 b	4.41 b	4.42 b	4.37 b	4.55 a	pH
5.41	59.33 a	60 a	62.50 a	50 b	46.67 b	33.33 c	TSS (المواد الصلبة الذائبة) مغ/غ
0.084	0.57 ab	0.61 a	0.62 a	0.49 b	0.49 b	0.32 c	TAc (الحموضة القابلة للمعايرة) %
5.57	33.7 a	32.8 a	33.4 a	31.1 a	30.8 a	29.3 a	VIT_C (فيتامين C) مغ/100 غ
28.77	247 ab	260.4 a	251 a	221.7 b	238.5 ab	168.4 c	النترات الحرة NO3 مغ/كغ

إنتاج المادة الجافة للمجموع الخضري:

استجاب نبات البندورة للتسميد العضوي بكمبوست مخلفات المداجن فنلاحظ زيادة معنوية في وزن الأوراق والساق للمعاملة OM حيث بلغت على الترتيب 60 و59غ/نبات مقارنة مع المعاملة Control التي لم تتضمن تسميد عضوي والتي لم تتجاوز فيها الأوزان 45 و43 غ/نبات للأوراق والساق (شكل2). لم يؤد تخمير الزيوليت مع مخلفات المداجن (OMZ) إلى زيادة الوزن الجاف للنبات مقارنة مع المعاملة OM، رغم الزيادة الطفيفة غير المعنوية في وزن الأوراق (6%)، في حين انخفض معنوياً الوزن الجاف للساق بمقدار 8%. لقد أدت إضافة الزيوليت بعد التخمير (OM+Z) إلى زيادة وزن النبات 18% والتي نتجت عن زيادة وزن الأوراق 28% وزيادة وزن الساق 10% مقارنة مع معاملة الكمبوست OM.

أدت إضافة الأملاح لمخلفات المداجن خلال التخمير (OMS) إلى زيادة في وزن النبات بمقدار 35% مقارنة مع معاملة OM ليصل إلى 163غ/نبات، شكلت الأوراق نسبة 55.8% وشكل الساق 44.2%. أدى الجمع بين الزيوليت وأملاح المغنزيوم والفوسفور خلال تخمير مخلفات المداجن لزيادة الوزن الجاف للنبات بمقدار 22.5% وكانت هذه الزيادة نتيجة للزيادة الحاصلة في وزن الأوراق (43%) مقارنة مع المعاملة OM ، بينما لم تؤثر على وزن الساق.

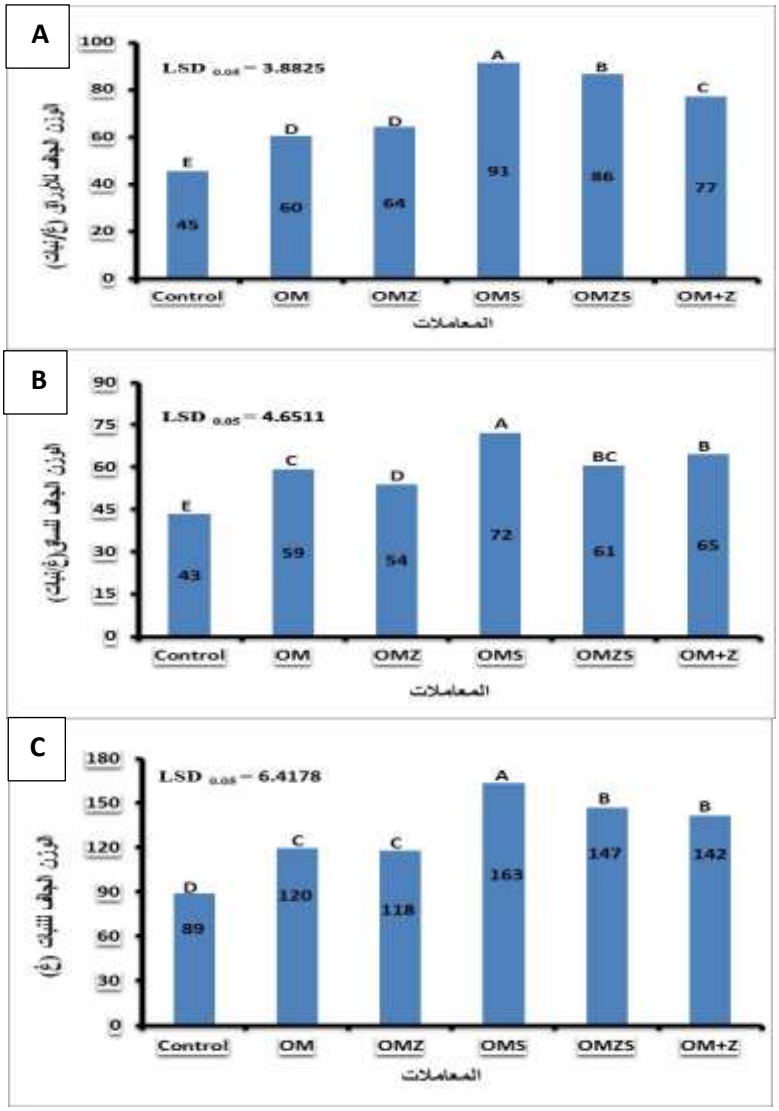
محتوى الأوراق من الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم:

لم تؤثر المعاملات على النسب المئوية للآزوت والفوسفور والبوتاسيوم في أوراق البندورة كما يبين الجدول (6)، حيث لم يكن للتسميد العضوي بكمبوست مخلفات المداجن وللمعاملات التي تمت عليه خلال التخمير أثر في زيادة نسب العناصر المذكورة والسبب يعود لاختلاف كمية المادة الجافة المنتجة من كل معاملة. تظهر الفروق عند حساب الممتص الكلي من هذه العناصر. ويبين الشكل (3) أن التسميد العضوي بكمبوست مخلفات المداجن (OM) قد زاد من الآزوت والفوسفور الممتص بشكل معنوي مقارنة مع معاملة التسميد المعدني فقط (Control)، بينما هذه الزيادة لم تكن معنوية على مستوى البوتاسيوم.

يزداد الآزوت والفوسفور الممتص من قبل النبات لكن بشكل غير معنوي عند تسميده بالكمبوست المخمر مع الزيوليت، وعند إضافة الزيوليت للوسط بعد التخمير (OM+Z) تكون الزيادة في الفوسفور والآزوت الممتص معنوية ليزداد الآزوت الممتص بنسبة 30.4% والفوسفور بنسبة 28% بالمقارنة مع الكمبوست OM بينما لم تؤثر إضافته بعد التخمير على البوتاسيوم الممتص.

بلغت قيم الآزوت الممتص الكلي 1072 مغ N/نبات في معاملة الكمبوست المخمر بوجود أملاح المغنزيوم والفوسفور (OMS) وبزيادة عن معاملة OM بمقدار 27%. تتحسن هذه الزيادة بمرافقة الزيولات للأملاح لتصل إلى 49% وبقيمة 1255مغ/ نبات. يزداد الفوسفور والبوتاسيوم الممتص بتواجد الأملاح معنوياً قياساً بالمعاملة OM لتبلغ الزيادة 58% و32% على التوالي (شكل 3). في الوقت الذي لم تؤد مرافقة الزيوليت للأملاح (OMZS) لزيادة امتصاص الفوسفور والبوتاسيوم من قبل معاملة الأملاح

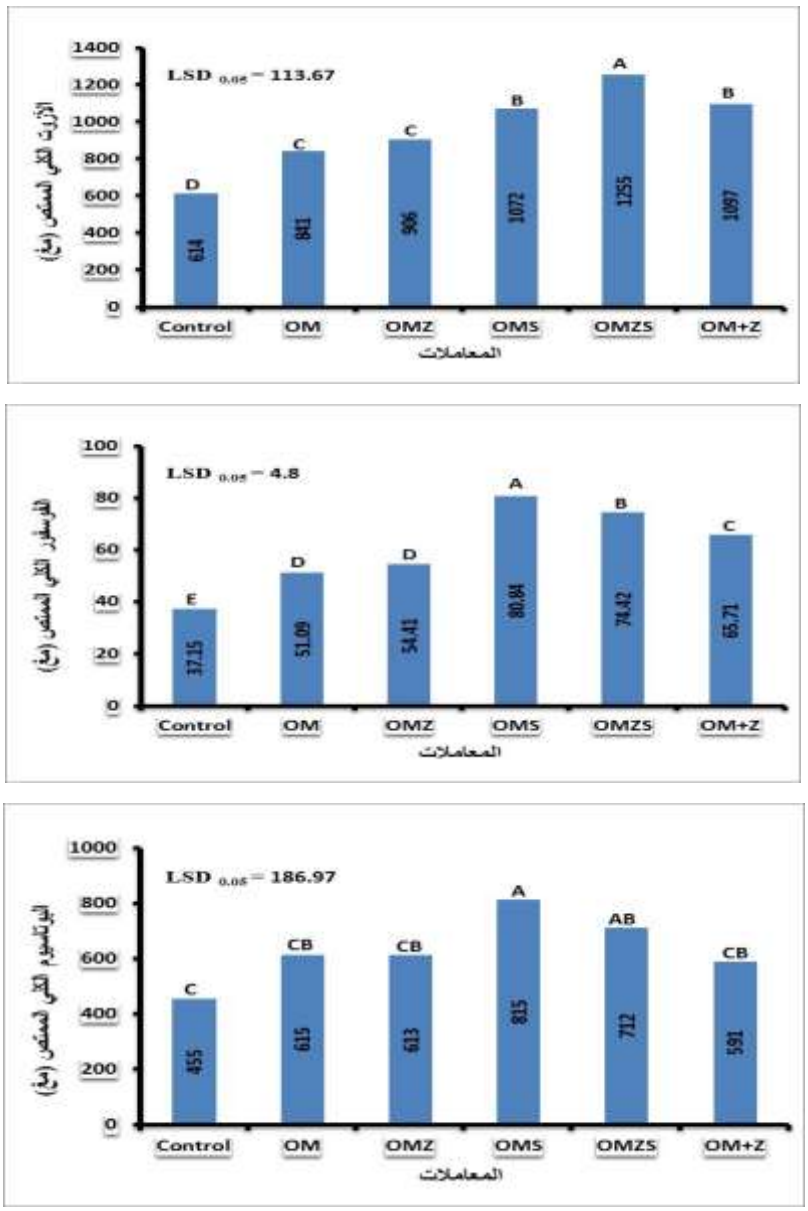
وحدها (OMS)، زادت قيم العنصرين الممتصين بالمقارنة مع المعاملة OM بزيادة معنوية تصل حتى 45% للفوسفور وغير معنوية للبوتاسيوم رغم أن الزيادة بلغت 15%.



الشكل (2): إنتاج المادة الجافة للأوراق (A) والساق (B) ونبات البندورة (C).

الجدول (6): محتوى االأوراق من الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم

LSD0.05	OM+Z	OMZS	OMS	OMZ	OM	Control	
0.15	1.43 a	1.45 a	1.17 b	1.41 a	1.40 a	1.35 a	**%N**
0.007	0.085a	0.086 a	0.089 a	0.085 a	0.085 a	0.082 a	**%P**
0.29	0.77 a	0.83 a	0.89 a	0.96 a	1.02 a	1.00 a	**%K**



الشكل (3): الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم الكلي الممتص في أوراق البندورة.

المناقشة:

تشير النتائج تفوق المعاملات التي استقبلت الكمبوست باختلاف نوعه على معاملات التسميد المعدني لوحده (Control) من حيث إنتاجية الثمار والمادة الجافة والعناصر الممتصة المدروسة، وذلك بسبب الدور المحوري للمادة العضوية في تحسين الخصائص الفيزيائية والكيميائية لوسط انتشار الجذور مما يحسن امتصاص العناصر الغذائية ونمو وإنتاجية المحاصيل والخضار(Mehdizadeh *et al*., 2013; Adekiya and Agbede, 2009). أدى التسميد العضوي بمخلفات الدواجن لزيادة 50% في إنتاج البندورة عند المعدل 30 طن/هكتار مقارنة مع غياب التسميد العضوي، وأدى الجمع بين سماد المداجن مع سماد NPK لزيادة في إنتاجية البندورة بنسبة 39% مقارنة مع المعاملة التي استقبلت السماد المعدني لوحده وبكمية مضاعفة 300 كغ/هكتار (Adekiya and Agbede, 2009).

تزداد قيم الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم الممتصة بتواجد الكمبوست، إذ تعد المادة العضوية مصدراً للعناصر الغذائية التي يمتصها النبات بعد تمعدنها أو في حال وجودها بالشكل المتاح في السماد العضوي المتخمر مما يزيد من امتصاص العناصر كالآزوت (Gholamhosein *et al*., 2013). تشكل المادة العضوية مصدراً للأحماض العضوية التي تبقي الفوسفور متاحاً وذلك من

خلال منع تحوله لأشكال غير متاحة في التربة (Laboski and Lamb, 2003)، وكذلك نتيجة تخفيض حموضة التربة مما يساعد في إتاحة الفوسفور للنبات وبالتالي زيادة امتصاصه من قبل النبات .

إن تواجد الزيوليت في وسط الزراعة يحسن من خواص التربة الكيميائية كونه يملك سعة كاتيونية تبادلية عالية فضلاً عن اتسامه بصفة تحرير المغذيات ببطء فيقلل من انغسال العناصر مما يزيد من كفاءة التسميد المعدني والعضوي (Kithome, 1998; Gholamhoseini *et al*., 2013). حيث يمتلك الزيوليت السوري سطح ادمصاص للأمونيوم ويعمل على تحريره تبعا لتوازنات التربة الكيميائية (يونس وآخرون، 2023 a)، كما يتمتع بالقدرة على حجز غاز الأمونيا (حبيب وآخرون، 2022) فأدت إضافته إلى وسط التخمير مع مخلفات المداجن إلى تقليل الفقد الآزوتي على شكل غاز الأمونيا وزيادة محتوى السماد الناتج من الآزوت (حبيب وآخرون، 2023). وتشير نتائج يونس وآخرون (2023 b) إلى قدرة الزيوليت المخمر مع مخلفات المداجن (OMZ) أو المضاف لوسط الزراعة بعد تخمير المخلفات OM+Z لتقليل انغسال الأمونيوم. كما ساهم في تخفيض انغسال الفوسفور عند إضافته بعد التخمير OM+Z في المراحل الأولى بالتجربة لحين تغليف سطوح أكاسيد الحديد الموجودة في الزيوليت بالمركبات العضوية مسبباً توقف أثره الإيجابي في تخفيض الانغسال.

قد يكون لدور الزيوليت في تخفيض الفقد الآزوتي خلال التخمير وتخفيض انغسال العناصر من الأعمدة الأثر الإيجابي في استدامة إتاحة العناصر خلال فترة النمو الخضري والإزهار والعقد لنبات البندورة لينتج عنه تحسين الآزوت والفوسفور الكلي الممتص لكن بشكل غير معنوي قياساً بالمعاملة OM شكل (3)، وبالتالي تحسين إنتاج المادة الجافة شكل (2) وإنتاجية الثمار شكل (1) رغم أنه لم يحسن من امتصاص البوتاسيوم وذلك لربما بسبب المحتوى العالي من البوتاسيوم في الكمبوست. حصل Gholamhoseini وآخرون (2013) على زيادة في نسبة البروتين لبذور عباد الشمس عند خلط زبل الأبقار مع الزيوليت بمعدلات وصلت لـ 21% وأعزى الزيادة لإتاحة الآزوت في التربة وتقليل انغساله عند وجود االزيوليت، فزيادة البروتين تعني زيادة الآزوت الممتص. أدى الزيوليت كسماد بطيء التحرير لتحسين إنتاجية الخس مقارنة مع التسميد التقليدي المعدني (Li *et al*., 2013)، وزيادة إنتاجية البندورة عند إضافته مع السماد المعدني مقارنة مع السماد لوحده (Petropoulos *et al*., 2020)، وأدت إضافته مجتمعاً مع المادة العضوية لتحسين إنتاجية عدد من المحاصيل (Minardi *et al*., 2020; Gholamhoseini *et al*., 2013).

أضيفت أملاح المغنزيوم والفوسفور بغرض حفظ الأمونيوم خلال التخمير مما ساهم بالحصول على منتج عضوي ذو محتوى آزوتي عالي نتيجة تقليل تطاير الأمونيا خلال التخمير بسبب تخفيض درجة الـ pH خلال التخمير وتشكل معدن الستروفيت (حبيب وآخرون، 2023)، ويتضح من الجدول (2) امتلاك المعاملة OMS لأعلى محتوى من الآزوت الكلي والآزوت الأمونياكي. لم يؤد كمبوست مخلفات المداجن المعامل بأملاح المغنزيوم والفوسفور(OMS) لزيادة إنتاج البندورة مقارنة مع المعاملة OM، والذي ربما يكون نتيجة للجرعة الآزوتية العالية مما أثر سلباً على الإنتاجية (Olasantan, 1991). ربما حصل اختلال في تغذية نبات البندورة فدفعه للنمو الخضري على حساب الإنتاج ونوعية الثمار. يشجع توافر الآزوت النموات الخضرية للنبات لعل ذلك شجع الحصول على أوراق بأوزان أعلى من بقية المعاملات شكل (2) بالإضافة لتشجيع النموات العرضية من آباط الأوراق التي تدخل ضمن الوزن الجاف للأوراق على حساب إنتاج الثمار (الشكل 1). تسببت الزيادة في الوزن الجاف للنبات زيادة في الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم الكلي الممتص مقارنة مع المعاملة OM (شكل 3)، كون العنصر الممتص محسوب على أساس الوزن الجاف للنبات وليس كنسبة مئوية من المادة النباتية والتي لم تظهر فروق معنوية بين المعاملات (جدول 6). يبدو

أن النبات استفاد من العناصر المكونة للستروفيت المتشكل خلال تخمير مخلفات المداجن كالآزوت والفوسفور. لقد اعتبر Gong وآخرون (2018) الستروفيت المترسب من مخلفات الماشية سماد لعدد من محاصيل الخضار، ويعمل كسماد بطيء التحرير (مديد) للآزوت والفوسفور (Martens *et al*., 2022; Perez-Piqueres *et al*., 2023). توصل Su وآخرون (2022) لإمكانية تخفيض فقد الآزوت خلال تخمير المواد العضوية عبر إضافة أملاح المغنزيوم والفوسفور بالإضافة للفحم الحيوي، وخلصت الدراسة لتحسين مؤشرات نمو وإنتاجية نبات الذرة وزيادة معنوية في محتوى حبوب وسيقان الذرة من الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم. إن الزيادة في العناصر الممتصة من النبات في معاملة الأملاح OMS تسببت بزيادة الحموضة القابلة للمعايرة (جدول 5). تعادل الشحنة الموجبة للكاتيونات الممتصة عن طريق تشرد الأحماض العضوية في العصير لينتج عنها شوارد الهيدروجين الأمر الذي يعرف بالقدرة التنظيمية للمحلول والتي تنتج من الأيونات المعدنية والذائبات العضوية كالأحماض العضوية في عصير الثمار (Mengel and Kirkby 2001). توجد علاقة عكسية تربط الحموضة القابلة للمعايرة بدرجة pH العصير فتزداد الحموضة القابلة للمعايرة بانخفاض الـ pH وهذا يوافق نتائج سركو وعلوش (2019) عند زراعة البندورة في الأوساط البديلة بنظام الزراعة المائية. على الرغم من زيادة الحموضة القابلة للمعايرة لم تؤثر المعاملات على قيمة فيتامين C وتراوحت على اختلاف المعاملات ضمن من 29–33 مغ/100غ وهي أعلى من الحدود الطبيعية في عصير ثمار البندورة التي تتراوح بين 15–25 مغ/100غ (مورومتسيف، 1987).

الاستنتاجات والتوصيات:

1- أدى الزيوليت لزيادة إنتاج ثمار البندورة عند إضافته أثناء تخمير مخلفات المداجن بزيادة 21% عن المخلفات المخمرة دون أي إضافة، عن طريق تحسين حجم ووزن الثمرة بالإضافة لقطرها.

2- شكلت الإضافات السمادية من المغنزيوم $MgSO_4$ (Mg %10) والفوسفور سماد سوبر فوسفات الثلاثي (TSP) (46% P_2O_5) إلى مخلفات المداجن خلال التخمير إنتاج سماد عضوي ذو جرعة آزوتية عالية دفعت النبات للنمو الخضري على حساب الإنتاج. وأدت لزيادة إنتاج المادة الجافة والآزوت والفوسفور الممتص. وهنا من الممكن استخدامه في المحاصيل الخضرية التي تتطلب تسميد آزوتي.

3- إن الجمع ما بين الزيوليت والأسمدة أعطى نبات متزن من حيث النمو وإنتاجية أعلى من معاملة الأملاح لوحدها حوالي 11%.

المراجع:

المجموعة الاحصائية الزراعية (2020) منشورات وزارة الزراعة والاصلاح الزراعي، سورية. http://moaar.gov.sy/category/statistical-group-2020

حبيب، ليلى وغياث علوش وسليمان يونس(2022). دراسة حركية ادمصاص غاز الأمونيا على خام الزيوليت السوري. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية. سلسلة العلوم البيولوجية 44(2): 161–174.

حبيب، ليلى وغياث علوش وندى سلمان وأريج عدرة وسليمان يونس(2023). أثر الزيولايت السوري وأملاح المغنزيوم والفوسفور في تخفيض الأمونيا المفقودة خلال تخمير مخلفات المداجن. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية. سلسلة العلوم البيولوجية 45(6): قيد النشر.

سركو، سارة و علوش، غياث أحمد (2019). تأثير نسب الكالسيوم إلى المغنيزيوم والبوتاسيوم في الإنتاجية والصفات النوعية لثمار البندورة في الزراعة المائية. المجلة السورية للبحوث الزراعية 6 (4): 355–374.

موروموتسيف، C.G. (1987). منظمات النمو الكيميائية الأساسية وإنتاجية النباتات. دار اكرو بروم للنشر. موسكو. 379 صفحة.

يونس، سليمان وليلى حبيب وغياث علوش (2023a). دراسة ادمصاص و حركية الأمونيوم على خام الزيوليت السوري. المجلة السورية للبحوث الزراعية 10(2): 240-254.

يونس، سليمان وغياث علوش وليلى حبيب (2023b). تأثير تخمير الزيولايت مع مخلفات المداجن في إنغسال الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم تحت ظروف الزراعة المحمية: دراسة أعمدة. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية. سلسلة العلوم البيولوجية 45(4): 39-57.

Adekiya A. O.; and Agbede, T. M. (2009). Growth and yields of tomato (Lycopersicon esculentum Mill) as influenced by poultry manure and NPK fertilizer. Emirate Journal of Food and Agriculture 21(1):10-20.

Bandyopadhyay, K. K.; Misra, A.K.; Ghosh, P.K.; and Hati, K.M. (2010). Effect of integrated use of farmyard manure and chemical fertilizers on soil physical properties and productivity of soybean. Soil and Tillage Research, 110:115–125.

Bernal, M.P.; Alburquerque, J.A.; and Moral, R. (2009). Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment. A review. Bioresource Technology, 100: 5444–5453.

Bigelow, C.A.; Bowman, D.C.; and Cassel, D.K. (2004). Physical properties of three sand size classes amended with inorganic materials of sphagnum peat moss for putting green root zones. Crop Science, 44: 900–907.

Chan, M.T.; Selvam, A.; and Wong, J.W.C. (2016). Reducing nitrogen loss and salinity during 'struvite' food waste composting by zeolite amendment. Bioresour. Technol. 200: 838–844.

FAO. The Future of Food and Agriculture: Trends and Challenges. FAO: Rome, Italy, 2015.

Garcia de la Fuente, R.; Carri´on, C.; Botella, S.; Fornes, F.; Noguera, V.; and Abad, M (2007). Biological oxidation of elemental sulphur added to three composts from different feedstocks to reduce their pH for horticultural purposes. Bioresour. Technol. 98 (18): 3561–3569.

Gholamhoseini, M.; Ghalavand, A.; Khodaei-Joghan, A.; Dolatabadian, A.; Zakikhani, H.; and Farmanbar, E. (2013). Zeolite-amended cattle manure effects on sunflower yield, seed quality, water use efficiency and nutrient leaching. Soil & Tillage Research, 126: 193–202.

Gong, W.; Li, Y.; Luo, L.; Luo, X.; Cheng, X.; and Liang,H. (2018). Application of Struvite-MAP Crystallization Reactor for Treating Cattle Manure Anaerobic Digested Slurry: Nitrogen and Phosphorus Recovery and Crystal Fertilizer Efficiency in Plant Trials. Int. J. Environ. Res. Public Health, 15, 1397, 11 P.

Grey, M.; and Henry, C. (1999). Nutrient Retention and Release Characteristics from Municipal Solid Waste Compost. Compost Science & Utilization, Vol. 7, No. I: 42-50.

Jiang, J.; Huang, Y.; Liu, X.; and Huang, H (2014). The effects of apple pomace, bentonite and calcium superphosphate on swine manure aerobic composting. Waste Manag. 34 (9): 1595–1602.

Jiang, T.; Ma, X.; Yang, J.; Tang, Q.; Yi, Z.; Chen, M.; and Li, G (2016). Effect of different struvite crystallization methods on gaseous emission and the comprehensive comparison during the composting. Bioresour. Technol. 217: 219–226.

Kisetu, E.; and Heri, P. (2014). Effects of poultry manure and NPK (23:10:5) Fertilizer on tomato variety tanya grown on selected soil of Morogoro region, Tanzania. Asian Journal of crop

science, 6 (2): 165-175.

Kithome ,M. (1998). Reducing Nitrogen Losses During Composting of Poultry Manure Using the Natural Zeolite Clinoptilolite. PhD Thesis. National Library of Canada, 146p.

Laboski, C.A.M; and Lamb, J.A. (2003). Changes in soil test phosphorus concentration after application of manure and fertilizer. Soil Science Society of America Journal 67: 544–554.

Lastra, O.C. (2003). Derivative spectrophotometric determination of nitrate in plant tissue. 1101-1105.

Li, Y.C.; Stoffella, P.J.; Alva, A.K.; Calvert D.V.; and Graetz, D.A. (1997). Leaching of Nitrate, Ammonium, and Phosphate from Compost Amended Soil Columns. Compost Science and Utilization. Vol. 5, No.2: 63-67.

Li, Z.; Zhang, Y.; and Li, Y. (2013). Zeolite as slow release fertilizer on spinach yields and quality in a greenhouse test. J. Plant Nutr. 36: 1496–1505.

Martens, J.R.T.; Entz, M. H.; Schneider, K.D.; Zvomuya, F.; and Wilson, H.F. (2022). Response of organic grain and forage crops to struvite application in an alkaline soil. Agronomy Journal. 114:795–810.

Mehdizadeh, M.; Darbandi, E.I.; Naseri-Rad, H.; and Tobeh. A. (2013). Growth and yield of tomato (Lycopersicon esculentum Mill.) as influenced by different organic fertilizers. International Journal of Agronomy and Plant Production. Vol. 4 (4): 734-738.

Mengel, K.; and E. Kirkby (2001). Principals of Plant Nutrition. 5th Ed.: International Potash Institute, Bern, Switzerland.

Minardi, S.; Haniati, I. L.; and Nastiti, A. H. L. (2020). Adding manure and zeolite to improve soil chemical properties and increase soybean yield. Sains Tanah Journal of Soil Science and Agroclimatology 17(1): 1-6

Mondal, M.; Biswas,B.; Garai,S.; Sarkar, S.; Banerjee ,H.; Brahmachari, K.; Bandyopadhyay, P. K.; Maitra, S.; Brestic, M.; Skalicky, M.; Ondrisik, P.; and Hossain, A. (2021). Zeolites Enhance Soil Health, Crop Productivity and Environmental Safety. Agronomy, 11: 448, 29P.

Mumpton, F. A. (1999). La rocamagica: Uses of natural zeolites in agriculture and industry. Proc. Natl. Acad. Sci. USA.Vol. 96: 3463–3470.

Olasantan, F. O. (1991). Response of tomato and okra to nitrogen fertilizer in sole cropping and intercropping with cowpea. Journal of Horticultural Science 66: 191-199.

Palikiva, F. (1988). Short ways of analysis fruit and vegetables. Moscow, Kolos. 60 pp. In Russian.

Pan, J.; Cai, H.; Zhang, Z.; Liu, H.; Li, R.; Mao, H.; Awasthi, M.K.; Wang, Q.; and Zhai, L. (2018). Comparative evaluation of the use of acidic additives on sewage sludge composting quality improvement, nitrogen conservation, and greenhouse gas reduction. Bioresour. Technol. 270: 467–475.

Perez-Piqueres, A.; Ribo, M.; Rodriguez-Carretero, I.; Quinones, A.; and Canet,R. (2023). Struvite as a Sustainable Fertilizer in Mediterranean Soils. Agronomy 13: 1391, 11P.

Petropoulos, S. A.; Fernandes, A.; Xyrafis, E.; Polyzos, N.; Antoniadis, V.; Barros, L.; and Ferreira, I. (2020). The Optimization of Nitrogen Fertilization Regulates Crop Performance and Quality of Processing Tomato (Solanum lycopersicum L. cv. Heinz 3402). Agronomy, 10, 715.

Rouf, M. A.; And Lomprey, Jr. R. F. (1968). Degradation of Uric Acid by Certain Aerobic Bacteria. J. of Bacteriology. Vol. 96, No. 3: 617-622.

Ryan, J.; Estefan, G.; and A. Rashid (2001). Soil and plant analysis: Laboratory Manual. ICARDA, NARC, 172 pp.

SAS INSTITUTE. SAS user's guide: Statistics. SAS Inst., Cary, NC, 1999.

Shan, G.; Li, W.; Gao, Y.; Tan, W.; and Xi, B. (2021). Additives for reducing nitrogen loss during composting: A review. Journal of Cleaner Production, 307, 15P.

Shuler, M.L.; Roberts, E. D.; Mitchell, D. W.; Kargi, F.; Austic, R. E.; Henry, A.; Vashon,R.; And Seeley, H. W. (1979). Process for the Aerobic Conversion of Poultry Manure into High-Protein Feedstuff. Biotechnology and Bioengineering, 19-38.

Su, B.; Yan, Z.; Li Y.; Tang, S.; Pan, X.; Zhang, X.; Li, W.; and Li, Y. (2022). Co-Compost Application of Magnesium Salts and Orthophosphate Adjusted Biochar and Cyanobacteria for Fixing Nitrogen, Improving Maize Quality, and Reducing Field Nutrient Loss. Agronomy J. 12: 2406, 21P.

Usman, M (2015). Cow Dung, Goat and poultry manure and their effects on the average yields and growth parameters of tomato crop. Journal of Biology, Agriculture and Healthcare, Vol.5, No.5: 2224-3208.

Wong, J.W.C.; Wang, X.; and Selvam, A (2017). Improving compost quality by controlling nitrogen loss during composting. In: Wong, J.W.C., Tyagi, R.D., Pandey, A. (Eds.), Current Developments in Biotechnology and Bioengineering. Elsevier, pp. 59–82.

Effect of Adding Poultry Residues Compost Enhanced by Fermentation with Zeolite and Magnesium-Phosphorus Fertilizers on Growth and Productivity of Tomato Plant (*Lycopersicum Esculentum*) in Protected Farming Conditions

Suliman Younes *(1) , Ghiath Alloush(2) and Leila Habib (2)

(1). General Commission for Scientific Agricultural Research – Lattakia, Syria.
(2). Department Of Soil And Water Sciences- Faculty Of Agriculture University, Lattakia, Syria.
(*Corresponding author: Eng Suliman Younes.. E-Mail: sulimanyounes89@gmail.com).

Received: 14/12/2023 Accepted: 10/03/2024

Abstract

The study was conducted in a greenhouse in lattakia at Tishreen University in 2022. Tomato seedlings (Bastona Hybred) were planted in plastic columns (50 cm height, 25 cm diameter) at a rate of one plant per column. Organic fertilizer applied at a rate of 8% of soil weight in organic treatments. Treatments were: compost of poultry manure (OM). poultry manure composted with zeolite (OMZ). poultry manure composted with fertilizer salts (magnesium sulphate: MgSO4) and (triple superphosphate: TSP) salts added at a rate of 10% of the initial nitrogen moles in manure (OMS), poultry manure composted with zeolite and salts together (OMZS), poultry manure compost and zeolite added after composted (OM + Z), and finally the Control treatment, which didn't receive any organic source . Fruit production and plant dry weight in organic fertilization treatments of all types were better than mineral fertilization treatments alone. Composting of zeolite with poultry manure (OMZ) increased plant productivity by 21% , but did not increase dry weight. Adding zeolite after composting (OM+Z) led to an increase in plant weight by 18%, compared to the manure composted without amendment (OM). The application of salts to poultry manure (OMS) did not show a significant increase in the fruits production of OM treatment, while the dry weight of the plant increased by about 35%, and consequently, the uptake of N and P increased by 27% and 58%, respectively. The combination of salts and zeolite (OMZS) resulted in an increase of fruit production by 11%, increase dry weight by 22.5%, N and P uptake by 49% and 45% compared to compost treatment (OM). Adding mineral fertilizers to poultry manure (OMS) increased of titratable acidity and total dissolved solids (TSS) by 27% and 33%, respectively, compared to the compost treatment (OM).

Key Word: Zeolite, Magnesium And Phosphorus, Poultry manure, tomato plant.