



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE : SCIENCES

DEPARTEMENT : SCIENCES AGRONOMIQUES

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : KHELIFI Mohammed Taha

DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES

OPTION : AMELIORATION DES PLANTES

Thème

Optimisation d'une fertilisation organique pour
la production de plants maraîchers
(Cas de *Cucumis sativus*)

Jury de soutenance :

| Nom et Prénoms | Grade | Quality |
|--------------------------|--------------------|---------------------|
| BENCHETTOUH Ahmed | MCA | Président |
| BOURAKNA Zineb | MCB | Examinatrice |
| HOUYOU Zohra | Professeure | Promotrice |

Promotion Juin 2025

REMERCIEMENTS

*Je voudrais tout d'abord exprimer toute ma reconnaissance au mon
Encadreur de ce mémoire, Mme Kouyou Johra pour sa patience pour son assistance tout au
long de ce travail et de m'avoir prodigué son aide.*

*Je tiens également à remercier tous les enseignants de l'université
Ammar Thelidji de Laghouat qui m'ont accompagné dans mon
Parcours d'études universitaires et toute l'équipe de travail de
L'université Ammar Thelidji, surtout le département des sciences
Agronomique et les ingénieurs des laboratoires pour nous avoir aidés
Tout au long de ce travail.*

*Je voudrais également remercier les membres du jury pour avoir
Accepté d'évaluer ce travail et pour toutes leurs remarques et critiques pertinentes.*

*Je remercie tous mes amis d'avoir terminé ce travail et atteint ces
Résultats, malgré nos différents sujets, mais nous étions comme une
Seule équipe.*

*À tous ceux qui, ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce
Travail Merci infiniment.*

DÉDICACES

*Je dédie ce mémoire à mes chers parents ma maman, mon
père, mes sœurs et toute la famille ;*

*Ma profonde gratitude pour tout ce qui ont consenti
d'efforts et de moyens pour me voir réussir dans mes études*

;

Toute la famille khelifi et a toutes mes amies ;

*Surtout Amis de la résidence universitaire : Omar & Syaf
& Kamal*

Au final, je voudrais me remercier pour tout.



ملخص

الملخص :

تُعد الزراعة العضوية نموذجًا ناشئًا لأسلوب زراعي جديد، يهدف إلى الحد من المخاطر الغذائية المرتبطة باستخدام مركبات صناعية في إنتاج الخضروات.

وفي هذا الإطار، أنجز هذا العمل على نبات الخيار، من أجل دراسة تأثير جرعات مختلفة من الأسمدة العضوية على نمو الشتلات نُفِذت التجربة داخل بيت بلاستيكي تابع لقسم العلوم الزراعية بجامعة عمار ثليجي بالأغواط، حيث زُرعت شتلات من صنف الخيار "سوبر ماركتز" لمدة 60 يومًا، مع استعمال نوعين من السماد العضوي (روث الأبقار وكمبوست كنطري) بثلاث جرعات مختلفة (0، 50، و100 غ/كغ). خلال فترة التجربة، أُجريت قياسات بيومترية على النباتات المزروعة شملت: ارتفاع السيقان، طول الجذور، سرعة النمو، والمعدل النسبي المتوسط للتطور. وفي نهاية التجربة، تم تحليل الأوراق الطازجة لتحديد محتواها من السكريات الكلية، والبرولين، والكلوروفيل الكلي. أظهرت نتائج تحليل التباين (ANOVA) أن الفروقات في المؤشرات الفسيولوجية خلال الثلاثين يومًا الأولى لم تكن معنوية. ومع ذلك، وبعد 60 يومًا من الزراعة، سجلت معاملة كنطري بجرعة D2 أفضل ارتفاع للساق (14.17 سم)، في حين تم تسجيل أطول جذر (13.44 سم) عند الشاهد غير المخصب. كما سُجلت أعلى سرعة نمو يومي (0.944 سم/يوم) مع كنطري D2. أما أعلى مؤشر حيوية فقد تحقق عند الجرعة المنخفضة D1 لكلا السمادين. تراوحت قيم البرولين بين 0.00069 و0.000957 مليمول/غ من المادة الطازجة، والسكريات الكلية بين 0.44 و0.75 ميكروغرام/100 ملغ، والكلوروفيل الكلي بين 54.26 و66.68 ملغ/غ.

وقد خلصت التجربة إلى أن الجرعة المتوسطة (D1) من الكمبوست كنطري كانت الأنسب من حيث قوة النمو، والتطور، وحيوية شتلات الخيار.

ملخص

الكلمات المفتاحية: الخيار، سوبر ماركت، تسميد عضوي، سرعة النمو، مؤشر الحيوية، الكلوروفيل

الكلبي، السكريات الكلية، البرولين

summary

Summary:

Organic agriculture is emerging as a model for a new, sustainable farming system that aims to reduce food-related health risks caused by industrial-origin molecules used in vegetable production.

This study was conducted within this framework on cucumber (*Cucumis sativus* L.), with the objective of assessing the effect of different doses of organic fertilizers on plant growth. The experiment was carried out in a greenhouse at the Department of Agronomic Sciences, University of Amar Thelidji in Laghouat. Cucumber seedlings of the variety "Super Marketer" were cultivated for 60 days, using two types of organic fertilizers (cow manure and Kantri compost) applied at three doses (0, 50, and 100 g/kg). Throughout the experiment, biometric measurements were taken (stem height, root length, growth rate, and mean relative growth rate), and at the end of the trial, physiological analyses were conducted on fresh leaves to determine their content in total sugars, proline, and total chlorophyll. The ANOVA results revealed non-significant differences in physiological parameters during the first 30 days. However, after 60 days of cultivation, Kantri compost at dose D2 resulted in the greatest stem height (14.17 cm), while the highest root length (13.44 cm) was recorded in the unfertilized control. The highest daily growth rate was also observed with Kantri D2 (0.944 cm/day). The highest vigor index was recorded with the lower dose (D1) of both fertilizers. Proline content ranged between 0.00069 and 0.000957 mmol/g fresh matter, total sugars between 0.44 and 0.75 $\mu\text{g}/100\text{ mg}$, and total chlorophyll between 54.26 and 66.68 mg/g fresh matter.

This experiment showed that the moderate dose (D1) of Kantri compost was the most favorable for improving the vigor, development, and growth of cucumber seedlings.

Keywords: Cucumber, Super Marketer, organic fertilization, growth rate, vigor index, total chlorophyll, total sugars, proline.

Résumé

Résumé :

L'agriculture biologique apparaît comme un prototype d'une nouvelle agriculture, pour réduire les risques alimentaires liés à des molécules d'origine industrielles utilisées dans la production maraîchère.

Ce travail a été mené dans cette optique sur le concombre, en vue de déterminer l'effet de la dose de fertilisants organique sur la croissance des plants. Au niveau de la serre expérimentale du département des sciences agronomiques de l'Université Amar Thelidji Laghouat les plants de la variété de concombre (Super marketer), ont été cultivés pendant 60 jours, en apportant deux types de fumiers (vache et compost) avec trois doses respectivement (0 ; 50 et 100 g/kg). Durant les 60 jours nous avons effectué des mesures biométriques sur les plants cultivés (hauteur des tiges, longueur des racines, vitesses de croissance et taux relatif moyen de développement), à la fin du test nous avons mesuré dans les feuilles fraîches des plants les teneurs en (sucres totaux, proline et chlorophylle totale). Les résultats ont montré que L'ANOVA effectuée sur les paramètres physiologiques mesurés a révélé durant les premiers 30 jours des différences non significatives. Après 60 jours de culture, le compost Kantri à la dose D2 a donné la meilleure hauteur de tige (14,17 cm), tandis que la longueur racinaire la plus élevée (13,44 cm) a été enregistrée chez le témoin non fertilise. La vitesse de croissance journalière la plus élevée a été observée chez Kantri D2 (0,944 cm/jour). L'indice de vigueur le plus élevé a été obtenu avec les faibles doses D1 des deux fertilisants Les teneurs en proline étaient compris entre 0,00069 et 0,000957 mmol/g MF, en sucres totaux entre 0,44 et 0,75 µg/100 mg, et en chlorophylle totale entre 54,26 et 66,68 mg/g MF.

Cette expérience a révélé que la dose modérée (D1) de compost Kantri est la plus favorable. Pour la vigueur, le développement et la croissance des plants de concombre.

Mot clé : Concombre, Super marketer, fertilisant organique, vitesse de croissance, indice de vigueur, chlorophylle totale, sucres totaux, proline.

Sommaire

Sommaire

| | |
|---|-----------|
| Remerciements | 3 |
| <i>Dédicaces</i> | 1 |
| الملخص: | 1 |
| Summary: | 3 |
| Résumé : | 4 |
| Sommaire | 5 |
| Liste des figures | 9 |
| Liste des tableaux | 11 |
| Liste des sigles et abréviations | 12 |
| Introduction | 13 |

Chapitre I

Synthèse bibliographique

| | |
|--|-----------|
| 1-Le concombre Origine et historique | 16 |
| 2- La famille des <i>Cucumis sativus</i> | 16 |
| 3 – Classification du concombre : | 17 |
| 3-1- Classification botanique du concombre..... | 17 |
| 3-2 Classification génétique..... | 17 |
| 4-Description botaniques de la famille | 18 |
| 4-1 Les feuilles..... | 18 |
| 4-2 Les fleurs..... | 19 |
| 4-3 Le fruit | 20 |
| 4-4 Le système racinaire | 21 |
| 4-5 Les graines | 21 |
| 5-Les différentes variétés du concombre | 22 |
| 6-Les exigences édapho-climatiques du concombre | 23 |
| 7-Opérations culturales de concombre | 23 |

Sommaire

| | |
|--|----|
| 8-Importance économique | 24 |
| 8-1- La production dans le monde | 24 |
| 8-2 La production du concombre en Algérie | 25 |
| 9-Importance nutritionnelle et médicinale de concombre | 26 |
| 10- Propriétés pharmacologiques | 26 |
| 11 -Les maladies et les ravageurs | 27 |
| 12-Le stress chez le concombre | 28 |
| 12-1-Le stress abiotique | 28 |
| 12-2 Le stress biotique..... | 29 |

Chapitre II

Matériel et méthodes

| | |
|--|----|
| I. Objectifs et description de l'expérimentation | 31 |
| I.1. Objectifs..... | 31 |
| I.2. Lieu de l'expérience..... | 31 |
| I.3. Conditions expérimentales..... | 31 |
| I.4. Le Substrat (terre) | 32 |
| I.5. Les fumures organiques utilisées..... | 32 |
| I. 6. Caractéristiques de la terre et des fumures organiques utilisés..... | 32 |
| I.7. Les Conteneurs..... | 33 |
| I.9. Préparation du substrat terre..... | 34 |
| I.10. Doses d'amendements utilisées..... | 34 |
| I.10. 1. Description des différentes doses de fertilisation..... | 34 |
| I.10. Dispositif expérimental..... | 35 |
| II. Conduite de l'expérience et notations des mesures | 36 |
| II.1. La pré-germination | 36 |
| II. 2. Le repiquage et la levée..... | 37 |
| II.3. L'arrosage | 37 |

Sommaire

| | |
|--|----|
| II.4. Les Paramètres mesurés sur les plants..... | 37 |
| II. 4. 1. Mesure des paramètres de croissance des plants | 37 |
| II.4. 1. 1. Hauteur des tiges des plants (cm) | 37 |
| II.4.1. 2. Longueur des racines des plants (cm) | 38 |
| II.4. 1.3. Vitesse de croissance des tiges et des racines des plants : | 38 |
| II.4. 1.4. Indice de vigueur des plants | 39 |
| II.4. 1. 5. Taux relatif moyen de développement des plants (T R M D) | 39 |
| II. 4. 2. 1. Dosage des sucres totaux (mg/g MF) :..... | 39 |
| II. 4. 2. 2. Dosage de la chlorophylle (mg/g MF) : | 40 |
| II. 4. 2. 3. Dosage de la proline (mmol/g MF) : | 41 |
| III. Analyses statistiques des données | 42 |

Chapitre III

Résultats et Discussion

| | |
|--|----|
| I. Paramètre de développement des plants : | 44 |
| I. 1-1. Hauteur de la tige à 15 Jours : | 44 |
| I. 1-2. Hauteur de la tige à 30 Jours : | 44 |
| I. 1-3. Hauteur de la tige à 45 Jours : | 45 |
| I. 1-4. Hauteur de la tige à 60 Jours : | 46 |
| I. 1-5. Hauteur de racine à 60 Jours : | 46 |
| 1.2. Indice de vigueur des plants à 60 jours | 47 |
| I.3. Vitesse de croissance des tiges des plants : | 48 |
| I. 3-1. Vitesse de croissance des tiges des plants à 15 jours : | 48 |
| I. 3-2. Vitesse de croissance des tiges des plants à 30 jours : | 48 |
| I. 3-3. Vitesse de croissance des tiges des plants à 45 jours : | 49 |
| I. 3-4. Vitesse de croissance des tiges des plants à 60 jours : | 50 |
| I. 4-Taux relatif moyen de développement (TRMD) des plants : | 50 |
| I. 4-1. Taux relatif moyen de développement (TRMD) des plants à 30 jours : | 50 |

Sommaire

| | |
|---|-----|
| I. 4-2. Taux relatif moyen de développement (TRMD) des plants à 45 jours : | 51 |
| I. 4-3. Taux relatif moyen de développement (TRMD) des plants à 60 jours: | .52 |
| II -Paramètres biochimiques et physiologiques : | 53 |
| II.1. Paramètres biochimiques | 53 |
| II.1.1. Sucre totaux dans les feuilles des plants : | 53 |
| II.2. Paramètres physiologiques..... | 53 |
| II.2. 1.Chlorophylle totale dans les feuilles des plants : | 53 |
| II.2. 2. Proline dans les feuilles des plants :..... | 54 |
| III. Analyse en composante principale | 55 |
| IV- Discussion des résultats | 56 |
| IV-1. Paramètres physico-chimiques du substrat | 56 |
| IV.2. Paramètres de croissance et de développement des plants de concombre | 57 |
| IV. 3. Paramètres biochimiques et physiologiques des plants de concombre... | 58 |
| Conclusio..... | |
| | 59 |
| Références bibliographiques | 62 |

Liste de figure

Liste des figures

*

| | |
|--|----|
| Figure 1: Vue et Classification botanique de concombre (Lebeda, A., Paris, H. S., & Kristkova, E. (2006)..... | 17 |
| Figure 2: La feuille de concombre (originale)..... | 19 |
| Figure 3: La fleur de concombre..... | 20 |
| Figure 4: Le fruit de concombre (https://www.fermedesaintemarthe.com)..... | 20 |
| Figure 5: Le système racinaire du concombre..... | 21 |
| Figure 6: Les graines de concombre | 22 |
| Figure 7: Les maladies et les ravageurs du concombre..... | 28 |
| Figure 8: Représentation des températures journalières mesurées durant l'expérimentation..... | 32 |
| Figure 9: Le dispositif expérimental.(Originale) | 36 |
| Figure 10: Graines germées de Super marketer | 36 |
| Figure 11: Mesure de la hauteur de tige..... | 38 |
| Figure 12 : Meure de longueur de racine | 38 |
| Figure 13: Dosage des sucres totaux | 40 |
| Figure 15: la densité optique Spectre-photométrique. | 41 |
| Figure 14: Dosage de la chlorophylle..... | 41 |
| Figure 16: Dosage de la proline..... | 42 |
| Figure 17: Représentation de la hauteur des tiges Cucumis sativus à 15 jours de culture. (originale) | 44 |
| Figure 18 : Représentation de la hauteur des tiges Cucumis sativus à 30 jours de culture. (originale) | 45 |
| Figure 19. Représentation de la hauteur des tiges Cucumis sativus à 45 jours de culture. (Originale) | 45 |
| Figure 20. Représentation de la hauteur des tiges Cucumis sativus à 60 jours de culture. (originale) | 46 |
| Figure 21: présente les hauteurs des racines Cucumis sativus à 60 jour de culture. (originale) | 47 |
| Figure 22: représentation de l'indice de vigueur des plants à 60 jours de culture. (originale) | 47 |
| Figure 23. Représentation de la vitesse de croissance des tiges des plants à 15 jours. (originale) | 48 |

Liste de figure

| | |
|--|----|
| Figure 24. Représentation de la vitesse de croissance des tiges des plants à 30 jours de culture.(originale) | 49 |
| Figure 25. Représentation de la vitesse de croissance des tiges des plants à 45 jours.(originale) | 49 |
| Figure 26: Représentation de la vitesse de croissance des tiges des plants à 60 jours.(originale) | 50 |
| Figure 27: Représentation de Taux relatif moyen de développement (TRMD) des plants à 30 jours. (originale) | 51 |
| Figure 28: Représentation de Taux relatif moyen de développement (TRMD) des plants à 45 jours | 52 |
| Figure 29: Représentation de Taux relatif moyen de développement (TRMD) des plants à 60 jours | 52 |
| Figure 30: Représentation de la teneur des Sucre totaux de Cucumis sativus à 60 jours de culture. (originale) | 53 |
| Figure 31: Représentation de la teneur de Chlorophylle en Cucumis sativus à 60 jours de culture (originale | 54 |
| Figure 32: Représentation de la teneur en Proline chez Cucumis sativus à 60 jours de culture (orriginle) | 54 |
| Figure 33: ACP des paramètres mesurés sur les plants | 56 |

Liste des sigles et abréviations

Liste des tableaux

Tableau 1: Principaux pays producteurs de concombre et cornichons en 2022 ..25

Tableau 2: Caractéristiques physico-chimiques des amendements organiques et de la terre utilisés pour le déroulement de l'essai.....33

Tableau 3 : Caractéristiques de la variété utilisée.34

Liste des sigles et abréviations

Liste des sigles et abréviations

| | |
|------------------|--|
| D1 | Dose 1. |
| D2 | Dose 2. |
| VC | Vitesse de croissance. |
| TRMD | Taux relatif moyenne de développement. |
| pH | Potentiel Hydrogène. |
| CE | Conductivité Electrique. |
| K | Phosphore. |
| Coranique | Carbone organique. |
| N | Azote |
| Cm | centimètre |
| % | Pourcent |
| Pr | Probabilité de risque. |
| mg/g MF | Milli-gramme par gramme de Matière fraiche. |
| mmol/g MF | Milli-mole par gramme de Matière fraiche. |
| °C | Degrés Celsius. |
| Mm | Millimètre. |
| Do | densitéoptique. |
| FAO | Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. |
| FAO STAT | Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database |
| ACP | Analyse en composante principale |

Introduction

L'agriculture moderne est confrontée à de nombreux défis liés à la dégradation des sols, à la pollution environnementale causée par les excès d'engrais chimiques et à la nécessité croissante de garantir une production agricole durable et respectueuse des écosystèmes (FAO, 2017). Dans ce contexte, la fertilisation organique s'impose comme une alternative prometteuse, capable de fournir aux plantes les éléments nutritifs essentiels tout en améliorant la qualité et la fertilité du sol à long terme (Mäder et al., 2002).

Les engrais organiques, issus de matières naturelles comme le fumier, le compost, les résidus végétaux ou les biofertilisants microbiens, favorisent l'activité biologique du sol, améliorent sa structure et permettent une libération progressive des nutriments, contrairement aux engrais minéraux à action rapide mais éphémère (Edmeades, 2003). Ces avantages sont particulièrement intéressants en pépinière, où la phase de production de plants constitue une étape cruciale pour assurer un bon démarrage de la culture et une meilleure tolérance aux stress abiotiques et biotiques (Nicola et al., 2009).

Le concombre (*Cucumis sativus* L.), appartenant à la famille des Cucurbitaceae, est l'une des principales espèces maraîchères cultivées au niveau mondial. Il est caractérisé par une croissance rapide, une forte demande en nutriments et une sensibilité marquée aux conditions de culture, notamment en phase de pépinière (Yetisir et al., 2010). La qualité des plants produits influence directement la croissance ultérieure en plein champ ou sous abri, ainsi que le rendement et la résistance aux maladies (Papadopoulos et al., 2005).

Parmi les cultures maraîchères, le concombre *Cucumis sativus* L., occupe une place importante à l'échelle mondiale. Cultivé dans plus de 130 pays, il figure parmi les cinq premières espèces légumières produites, après la tomate, la pomme de terre et l'oignon (FAOSTAT, 2022). En 2022, la production mondiale de concombre a dépassé les 91 millions de tonnes, dominée par la Chine avec plus de 75 % de la production mondiale, suivie par la Turquie, la Russie, l'Iran et les États-Unis.

Introduction

Dans une approche agroécologique, l'optimisation de la fertilisation organique constitue un levier important pour améliorer la qualité des plants de concombre, tout en réduisant la dépendance aux intrants chimiques coûteux et polluants. Toutefois, l'efficacité des fertilisants organiques dépend de nombreux facteurs : la nature du produit utilisé, sa dose, sa minéralisation, sa biodisponibilité, ainsi que les conditions édapho-climatiques locales (Agegnehu et al., 2014).

En Algérie, le concombre est l'une des principales cultures légumières sous serre, notamment dans les régions de Blida, Chlef, Mostaganem et Aïn Defla. Il joue un rôle essentiel dans la diversification de l'offre en légumes, surtout pendant les saisons froides, et représente un pilier de la production maraîchère nationale (MADR, 2021).

Ainsi, ce travail s'inscrit dans une dynamique d'optimisation de la fertilisation organique en pépinière maraîchère, permettant de concilier performance agronomique, durabilité environnementale et viabilité économique. Dans cette optique, nous formulons l'hypothèse que l'utilisation d'engrais organiques d'origines diverses (Fumier de vache et compost), pourrait influencer la production de plants maraichers. L'objectif principal de ce travail est d'évaluer l'effet de différents amendements organiques sur la croissance et la qualité de plants de concombre, visant également à identifier les combinaisons optimales.

Pour vérifier notre hypothèse, nous avons entrepris un travail expérimental, en apportant trois différentes doses 0 ; 50 et 100 (g/kg), de deux types des fumiers (vache et compost des boues d'épuration urbaines), pour cultiver des plants de concombre *Cucumis sativus*. Notre objectif est de déterminer, le type de fumier et la dose qui permettent d'obtenir des plants de *Cucumis sativus* vigoureux.

Le document de ce mémoire est structuré en trois chapitres :

Un premier chapitre englobe une synthèse bibliographique qui présente des généralités sur la culture maraîchère, un deuxième chapitre expose le matériel et les méthodes utilisés pour atteindre notre objectif et dans un troisième chapitre nous présentons les résultats et leur discussion. Nous terminerons par une conclusion et des perspectives.



Chapitre I

Synthèse bibliographique

1-Le concombre Origine et historique

La plante *Cucumis sativus*, communément appelée concombre, est une plante herbacée appartenant à la famille des Cucurbitacées, originaire probablement de l'Inde ou des régions sub-himalayennes du sud de l'Asie, où sa culture remonte à plus de 3 000 ans (Robinson & Decker-Walters, 1997). Des traces de sa domestication ont été retrouvées dans les écrits sanskrits anciens ainsi que dans des vestiges archéologiques, témoignant de son usage ancien dans l'alimentation et la médecine traditionnelle (Paris, 2000).

Le concombre a été introduit progressivement au Moyen-Orient, puis dans le bassin méditerranéen grâce aux échanges commerciaux antiques, notamment par les Grecs et les Romains qui l'appréciaient déjà comme légume de fraîcheur (Janick et al., 2007). Au fil des siècles, il s'est répandu en Europe, notamment en France et en Espagne, puis dans le reste du monde à partir du XVI^e siècle, en particulier en Amérique, où il est devenu un légume courant dans les potagers (Whitaker & Davis, 1962).

Aujourd'hui, *Cucumis sativus* est l'un des légumes les plus cultivés au monde, aussi bien en plein champ que sous serre, et il existe une grande diversité variétale issue de sélections anciennes et modernes adaptées à différents climats et usages (Wehner & Guner, 2004).

2- La famille des *Cucumis sativus*

Le concombre, appartient à la famille des *Cucurbitaceae*, une grande famille botanique regroupant environ 130 genres et plus de 900 espèces (Jeffrey, 2005).

3 – Classification du concombre :

3-1- Classification botanique du concombre

| Classification botanique du concombre | |
|---------------------------------------|--|
| Règne | <i>Plantae</i> (plantes) |
| Sous-règne | <i>Tracheobionta</i> (plantes vasculaires) |
| Division | <i>Magnoliophyta</i> (plantes à fleurs / angiospermes) |
| Classe | <i>Magnoliopsida</i> (dicotylédones) |
| Sous-classe | <i>Dilleniidae</i> |
| Ordre | <i>Cucurbitales</i> |
| Famille | <i>Cucurbitaceae</i> (famille des cucurbitacées) |
| Genre | <i>Cucumis</i> |
| Espèce | <i>Cucumis sativus L.</i> |




Figure 1: Vue et Classification botanique de concombre (Lebeda, A., Paris, H. S., & Kristkova, E. (2006).

(Le "L." fait référence à Carl Linnaeus, qui a décrit et nommé l'espèce)

3-2 Classification génétique

Le concombre, *Cucumis sativus*, une plante annuelle de la famille des Cucurbitacées, (Robinson & Decker-Walters, 1997) est l'une des meilleures cucurbitacées en termes d'espèces de plantes pour lesquelles une attention particulière a été portée sur le plan génétique et le génome entier a été séquencé en 2009 ; l'événement a été significatif en raison de la découverte que le génome du concombre est relativement petit, ne contenant que 367 Mb, et a une structure chromosomique $2n = 14$. Ces deux traits caractéristiques ont facilité de nombreuses recherches sur la résistance aux maladies, la morphologie, et la production fruitière (Huang, S. et al. (2009). En termes généalogiques, le concombre appartient au genre *Cucumis*, dans la section *Cucumis* sect. *Cucumis*, et sa classification récente par Ayala Silva et son dans le concombre moderne a permis une compréhension plus approfondie des relations évolutives avec d'autres cucurbitacées (Schaefer & Renner, 2011)

4-Description botaniques de la famille

Plus de 900 espèces, principalement répartis dans les régions tropicales et subtropicales, bien que certaines espèces soient adaptées aux zones tempérées (Jeffrey, 2005) ; ce sont des plantes herbacées, le plus souvent annuelles ou vivaces, présentant des tiges généralement rampantes ou grimpantes grâce à la présence de vrilles spiralées insérées à l'aisselle des feuilles (Robinson & Decker-Walters, 1997) ; les feuilles, quant à elles, sont simples, alternes, souvent palmées ou lobées, et recouvertes de poils raides (Schaefer & Renner, 2011) ; les fleurs, habituellement unisexuées sur des plantes monoïques ou dioïques, sont actinomorphes, à symétrie radiale, et comportent un périgone pentamère, tandis que l'ovaire infère est généralement triloculaire, et la pollinisation se fait par les insectes (entomophilie) (Jeffrey, 2005) ; le fruit, caractéristique, est une baie modifiée appelée péponide, à épiderme coriace, chair juteuse et contenant de nombreuses graines aplaties riches en lipides (Robinson & Decker-Walters, 1997), et plusieurs genres importants comme *Cucumis*, *Citrullus*, *Cucurbita*, *Lagenaria* et *Momordica* jouent un rôle économique et alimentaire majeur dans le monde entier (Schaefer & Renner, 2011).

4-1 Les feuilles

Les feuilles du concombre (*Cucumis sativus*) sont simples, de grande taille, et se disposent de manière alterne le long de la tige (Robinson & Decker-Walters, 1997). Elles présentent une forme palmée ou palmato-lobée, généralement divisée en trois à cinq lobes peu profonds ou arrondis, contribuant à la reconnaissance morphologique facile de l'espèce sur le terrain (Tatlioglu, 1997). Le limbe foliaire, souvent large, est recouvert de poils rugueux (trichomes), ce qui donne à la feuille une texture rêche au toucher et joue un rôle dans la protection mécanique contre certains ravageurs (Paris, 2000). Les feuilles sont portées par un pétiole robuste et long, parfois presque aussi long que le limbe, permettant la surface foliaire pour optimiser la capture de lumière (Tatlioglu, 1997). La couleur des feuilles varie du vert clair au vert foncé, ce qui peut aussi indiquer l'état physiologique ou nutritionnel de la plante (Robinson & Decker-Walters, 1997).

Enfin, chaque feuille est généralement accompagnée, à son opposé sur la tige, d'une vrille spiralée typique du genre *Cucumis*, permettant à la plante de s'accrocher aux supports voisins pour grimper ou s'étendre (Paris, 2000).



Figure 2: La feuille de concombre (originale)

4-2 Les fleurs

Le concombre (*Cucumis sativus*) est une espèce monoïque, porte des fleurs mâles et femelles séparées sur le même plant (Robinson & Decker-Walters, 1997). Les fleurs mâles apparaissent en premier sur la plante et sont plus nombreuses. Les fleurs femelles, moins abondantes mais essentielles pour la fructification elles sont reconnaissables par la présence d'un ovaire en forme de petit fruit à leur base, (Wehner & Guner, 2004).

La fleur du concombre est généralement jaune, à cinq pétales, et présente une symétrie radiale, ce qui favorise la pollinisation par les insectes (les abeilles) (Staub & Bacher, 1997). La pollinisation est cruciale : une mauvaise pollinisation peut entraîner des fruits mal formés ou avortés (Rubatzky & Yamaguchi, 1997). Pour assurer un bon rendement ; la pollinisation artificielle ou l'utilisation de variétés parthénocarpiques (qui produisent des fruits sans fécondation) est souvent nécessaire dans les cultures sous serre (Maynard & Hochmuth, 2007).



Figure 3: La fleur de concombre
(<https://www.classicfinefoods-international.com>)

4-3 Le fruit

Le fruit du concombre (*Cucumis sativus*) est une baie allongée développée à partir de l'ovaire infère de la fleur femelle, caractérisée par une peau verte dont l'épaisseur varie selon la variété (Tatlioglu, 1997). Ils sont de forme cylindrique ou légèrement courbée et leur taille varie généralement de 10 à 40 cm, selon le cultivar (Rubatzky & Yamaguchi, 1997). Leur structure interne est trilobulaire remplie d'une pulpe juteuse contenant de nombreuses graines blanches et plates (**Whitaker & Davis, 1962**). Le développement des fruits est influencé par les conditions environnementales : la température, l'humidité et la lumière, les pratiques culturales telles que l'irrigation et la fertilisation (López Camelo & Gómez, 2004).

Le concombre est un fruit non climactérique, ce qui signifie qu'il ne mûrit pas après la récolte. Il est donc important de le cueillir au bon stade de développement pour maintenir sa qualité commerciale (Saltveit, 1997).



Figure 4: Le fruit de concombre
(<https://www.fermedesaintemarthe.com>)

4-4 Le système racinaire

Le système racinaire est principalement en forme de faisceau, et bien qu'une racine pivotante peu profonde puisse se développer au stade de plantule, elle est rapidement remplacée par un réseau dense de racines secondaires latérales (Rubatzky & Yamaguchi, 1997). Ces racines s'étendent généralement dans les 30 à 60 cm supérieurs du sol, ce qui rend la plante particulièrement vulnérable au stress hydrique en cas de sécheresse (Maynard et Hochmuth, 2007). La croissance optimale des racines dépend en grande partie de la texture du sol, de son aération et de sa teneur en matière organique (López-Camelo, 2004). Le développement des racines est aussi affecté par les conditions de semis, la température du sol et la densité de plantation (Bhella, 1988). Le concombre nécessite un apport régulier en eau et en nutriments pour assurer un équilibre entre la croissance végétative et reproductive à cause de son système



Figure 5: Le système racinaire du concombre
(<https://www.freepik.com/>)

4-5 Les graines

Les graines sont produites par la fécondation d'ovules situés dans l'ovaire triloculaire des fleurs femelle et se développent dans la chair du fruit en cours de maturation (Whitaker & Davis, 1962). Ils sont souvent plats, de forme ovale à ovale, avec une longueur de 6 et 12 mm ; blanche à beige selon la maturité (Tatlioglu, 1997). Le tégument de la graine est fin mais résistant, protégeant l'embryon qui est entouré de deux grands cotylédons (Rubatzky & Yamaguchi, 1997).

La germination a lieu au-dessus du sol et nécessite une température optimale de 25 à 30°C pour obtenir des taux d'émergence rapides et uniformes (Demir & Mavi,

2004). La viabilité des graines est affectée par les conditions de récolte, de séchage et de stockage. Les graines peuvent être maintenue pendant 5 à 10 ans dans des conditions de stockage optimales (Ellis et al. 1985).



Figure 6: Les graines de concombre

(www.istockphoto.com)

5-Les différentes variétés du concombre

Le concombre (*Cucumis sativus*) se décline en une grande diversité de variétés, il se varie selon leur : forme, taille, couleur, texture de peau et leur usage (Tatlioglu, 1997).

On distingue deux grands types : les variétés destinées à la consommation fraîche, bien connu par "concombres de jardin", et les variétés pour la transformation industrielle, notamment pour les cornichons (Lower & Edwards, 1986).

Les concombres de table sont généralement longs, à peau lisse ou légèrement côtelée, et peuvent être consommés sans être pelés, tandis que les cornichons sont plus courts, à peau rugueuse, et récoltés immatures (Wehner & Guner, 2004). D'un point de vue génétique, les variétés se répartissent entre les types à pollinisation libre, les hybrides F1, et les variétés parthénocarpiques qui ne nécessitent pas de fécondation pour produire des fruits (Staub et al., 2008).

Le choix de la variété est influencé par : les conditions agro-climatiques, du système de culture (plein champ ou serre) et des préférences du marché local (Robinson & Decker-Walters, 1997).

6-Les exigences édapho-climatiques du concombre

Le concombre (*Cucumis sativus*) est une plante exigeante en termes de conditions édapho-climatiques, par ce que sa croissance optimale dépend essentiellement de la température, l'humidité et des caractéristiques du sol (Maynard & Hochmuth, 2007). C'est une espèce thermophile (températures optimales de germination de 25 à 30°C et températures idéales de croissance de 20 à 28°C) (Rubatzky & Yamaguchi, 1997).

Sur le plan édaphique, le concombre préfère des sols légers, bien drainés, riches en matière organique, avec une texture limono-sableuse et un pH compris entre 6,0 et 7,0 (Hochmuth et al., 1991). Il ne tolère pas les sols lourds, mal aérés ou étouffés qui peuvent entraîner des maladies des racines telles que *Pythium* ou *Fusarium* (AVRDC, 2000). Pendant la floraison et la fructification Il est nécessaire de maintenir le sol humide car les plantes sont sensibles au stress hydrique (López Camelo, 2004).

Il nécessite une bonne exposition à la lumière, car est une plante en besoin d'une intensité lumineuse élevée pour une photosynthèse efficace (Swiader & Ware, 2002).

7-Opérations culturales de concombre

La culture du concombre nécessite une série d'opérations culturales bien planifiées, depuis la préparation du sol jusqu'à la récolte, pour un bon développement végétatif et une production optimale (Maynard & Hochmuth, 2007).

La première étape est la préparation du sol par un labour profond suivi d'un ou deux hersages pour obtenir un lit de semences fin, aéré et homogène, facilitant l'enracinement (Rubatzky & Yamaguchi, 1997). Avant le semis ou la plantation La fertilisation de fond doit être appliquée, basée sur une analyse du sol, avec des apports en matière organique et en engrais minéraux équilibrés (Hochmuth et al., 1991).

A partir des conditions climatiques et le système de culture adopté, le semis peut être direct en pleine terre ou en pépinière suivi d'un repiquage, (Wehner & Guner, 2004). Le désherbage mécanique ou manuel est crucial surtout en début de

cycle pour limiter la concurrence des adventices, particulièrement sensibles dans les premiers stades de développement (Swiader & Ware, 2002). L'irrigation est très importante, surtout pendant la floraison et la fructification ; pour optimiser l'efficacité de l'eau un système d'irrigation goutte-à-goutte est souvent recommandé (López Camelo, 2004).

L'éclaircissage ou la taille peuvent être pratiqués pour favoriser l'aération et la pénétration de la lumière, notamment dans les cultures sous serre (AVRDC, 2000). La lutte phytosanitaire doit être raisonnée, combinant des mesures préventives (rotation des cultures, choix variétal) et des traitements ciblés en cas d'infestation (FAO, 2001).

Afin de maintenir la productivité continue de la plante, la récolte se fait de manière échelonnée, pour que les fruits atteignent la taille commerciale souhaitée, (Whitaker & Davis, 1962).

8-Importance économique

8-1- La production dans le monde

Le concombre (*Cucumis sativus*) occupe une place importante dans l'économie agricole mondiale en tant que l'un des légumes les plus largement cultivés et consommés, avec une production mondiale estimée à plus de 91 millions de tonnes en 2022, dont la majorité provient d'Asie, notamment de la Chine (FAOSTAT, 2023). Grâce à sa demande constante, cette culture génère des revenus substantiels pour les producteurs, notamment dans la transformation en cornichons, jus ou salades emballées (Rubatzky & Yamaguchi, 1997).

Le concombre est également essentiel dans les systèmes de culture intensifs sous serre, spécifiquement dans les pays méditerranéens, où il permet des récoltes précoces et régulières, améliorant aussi la rentabilité des exploitations agricoles (Maynard & Hochmuth, 2007). Parce que sa croissance est rapide et la récolte est multiple durant la saison, Le concombre constitue une culture de diversification et de sécurité alimentaire Dans plusieurs pays en développement, (AVRDC, 2000). Les exportations de concombre et cornichons contribuent aux recettes d'exportation de certains pays, notamment en Europe de l'Est, en Inde et au Mexique (FAO, 2021).

Tableau 1: Principaux pays producteurs de concombre et cornichons en 2022

| Rang | Pays | Production (en millions de tonnes) | Pourcentage de la production mondiale (%) |
|------|------------|------------------------------------|---|
| 1 | Chine | 70,5 | 77,4 % |
| 2 | Turquie | 1,9 | 2,1 % |
| 3 | Russie | 1,6 | 1,8 % |
| 4 | Iran | 1,4 | 1,5 % |
| 5 | États-Unis | 0,9 | 1,0 % |
| 6 | Ukraine | 0,8 | 0,9 % |
| 7 | Inde | 0,7 | 0,8 % |
| 8 | Mexique | 0,6 | 0,7 % |
| 9 | Espagne | 0,5 | 0,5 % |
| 10 | Égypte | 0,5 | 0,5 % |

(FAOSTAT (2023), Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.)

8-2 La production du concombre en Algérie

En Algérie, la culture du concombre (*Cucumis sativus*) représente une composante importante de la production maraîchère dans les régions du nord du pays et les zones à vocation agricole intensive comme la Mitidja, Skikda, Mostaganem, El Oued et Biskra (MADR, 2022). Grâce au développement de l'agriculture sous serre, notamment dans le sud-est du pays, la production de concombre a connu une nette amélioration en termes de rendement et de disponibilité hors saison (Bouarfa & Toumi, 2021).

Selon les données du ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MADR), la superficie totale cultivée en concombre dépasse les 6 000 hectares, avec une production annuelle estimée à environ 250 000 tonnes, dont une grande partie est destinée au marché local frais, et une proportion moindre à la transformation en cornichons (MADR, 2022). La productivité varie selon les systèmes de culture : en plein champ, elle est souvent inférieure à 25 tonnes/ha, alors qu'en serre elle peut dépasser 50 à 60 tonnes/ha dans les conditions optimales (Kaci & Belkhodja, 2019).

L'intensification de cette culture est encouragée par la demande croissante sur les marchés urbains et la disponibilité de variétés hybrides performantes. Toutefois, les contraintes techniques telles que la gestion de l'irrigation, les attaques parasitaires (oïdium, pucerons) et la maîtrise de la fertilisation restent des défis majeurs pour les producteurs algériens (Zerroug et al., 2020).

9-Importance nutritionnelle et médicinale de concombre

Le concombre (*Cucumis sativus*) est un légume à haute valeur nutritionnelle, principalement constitué d'eau (environ 95 %), ce qui en fait un aliment très hydratant et pauvre en calories (USDA, 2020). Il contient des vitamines essentielles comme la vitamine K, la vitamine C et des vitamines du groupe B, en plus des minéraux : le potassium, le magnésium et le manganèse, contribuant dans le fonctionnement du métabolisme et du système nerveux (Pennington & Fisher, 2010).

Sur le plan médicinaal, il est connu pour ses propriétés antioxydantes grâce à la présence de flavonoïdes et de tanins, qui contribuent à lutter contre les radicaux libres et à réduire l'inflammation (Günes et al., 2010). Pour ses effets diurétiques, digestifs et apaisants sur la peau Il est aussi utilisé traditionnellement en usage externe pour soulager les irritations cutanées et les brûlures (Mukherjee et al., 2013).

Des études récentes ont prouvé ses effets potentiels dans la régulation de la glycémie et la prévention des maladies cardiovasculaires, grâce à sa richesse en fibres, en composés phénoliques et en cucurbitacines (Zhou et al., 2016).

10- Propriétés pharmacologiques

Des études ont montré que le concombre exerce une activité antioxydante importante, en raison de sa richesse en flavonoïdes, tanins et composés phénoliques, qui aident à neutraliser les radicaux libres et à protéger les cellules contre le stress oxydatif (Günes et al., 2010).

Il possède des propriétés anti-inflammatoires, grâce à la présence de cucurbitacines et d'autres composés bioactifs capables d'inhiber certaines voies pro-inflammatoires (Sirohi et al., 2014). En plus des propriétés anti-inflammatoires et grâce à l'action synergique de ses extraits aqueux et méthanoliques, le *Cucumis*

sativus montre un effet antimicrobien contre des différents types de bactéries et de champignons pathogènes, (Sharma & Sharma, 2012).

En raison de ses fibres, ses saponines et ses composés hypoglycémiants naturels, plusieurs travaux suggèrent un potentiel antidiabétique. (Pushparaj et al., 2007). Des recherches supplémentaires soulignent aussi ses effets diurétiques, détoxifiants, ainsi que son utilité dermatologique en usage topique pour calmer les inflammations cutanées et accélérer la cicatrisation (Grover & Yadav, 2004).

11 -Les maladies et les ravageurs

La culture du concombre (*Cucumis sativus L.*) est sujette à diverses maladies et attaques parasitaires qui peuvent fortement compromettre la productivité et la qualité des fruits (Zitter et al., 1996).

- **L'oïdium (*Podosphaera xanthii*)** : Parmi les maladies fongiques les plus fréquentes figure l'oïdium (*Podosphaera xanthii*), qui se manifeste par un feutrage blanc sur les feuilles et entraîne un affaiblissement général de la plante (Lebeda et al., 2006).
- **Le mildiou (*Pseudoperonospora cubensis*)** : est également redouté en conditions humides, causant des taches jaunes à brunes sur les feuilles et une défoliation rapide (Cohen, 1981).
- **La fusariose vasculaire (*Fusarium oxysporum f. sp. cucumerinum*)** : affecte le système racinaire et provoque un flétrissement irréversible des plantes, notamment dans les sols mal drainés (Jarvis, 1992).
- **La mosaïque du concombre (CMV)** : Du côté des maladies virales, la mosaïque du concombre (CMV) est très répandue, entraînant une déformation foliaire et une réduction significative du rendement (Kaper & Waterworth, 1981).
- **Les pucerons (*Aphis gossypii* et *Myzus persicae*)** : Quant aux ravageurs, les pucerons (*Aphis gossypii* et *Myzus persicae*) ils se nourrissent de la sève et sont vecteurs de virus (Blackman & Eastop, 2000).

- **Les aleurodes (*Bemisia tabaci*)** : sont fréquents en culture sous serre, causant des dégâts directs et transmettant la mosaïque blanche (Jones, 2003).
- **Les tétranyques (*Tetranychus urticae*)** : provoquent un jaunissement des feuilles, un affaiblissement photosynthétique et peuvent rapidement coloniser toute la culture (Zhang, 2003).



l'oïdium



mildiou



La fusariose vasculaire

mosaïque du
concombre

Puceron concombre



Les aleurodes



les tétranyques

Figure 7: Les maladies et les ravageurs du concombre

12-Le stress chez le concombre

Le concombre est fortement affecté par divers types de stress abiotiques et biotiques qui limitent sa croissance, son rendement et sa qualité (Wang et al., 2012).

12-1-Le stress abiotique

La sécheresse et la salinité sont les plus impactantes, elles réduisent l'absorption d'eau, la fermeture des stomates, et diminuent la photosynthèse (Kaya et al., 2007).

La salinité induit un stress osmotique et ionique qui provoque un déséquilibre nutritionnel de la plante et favorise l'accumulation de radicaux libres (Zhu, 2001).

Face à ces stress, le concombre mobilise des mécanismes de défense, notamment la production d'enzymes antioxydantes telles que la superoxyde dismutase (SOD) et la catalase (CAT), qui neutralisent les espèces réactives de l'oxygène (ROS) (Mittler, 2002).

12-2 Le stress biotique

Ils sont causés par les attaques de pathogènes (champignons, bactéries, virus) et d'insectes ravageurs, qui déclenchent des réponses de défense comme la production de phytoalexines, de protéines PR et l'épaississement des parois cellulaires (Dangl & Jones, 2001).

Les stress combinés (abiotiques + biotiques) aggravent souvent les effets négatifs sur la plante, car ils altèrent la signalisation hormonale (ABA, SA, JA) et compromettent les capacités adaptatives (Fujita et al., 2006).



Chapitre II

Matériel et méthodes

I. Objectifs et description de l'expérimentation

I.1. Objectifs

Notre essai a pour but de tester la réponse des plants de concombre à deux différents types d'amendements organiques respectivement du fumier de vache et un amendement organique provenant du compostage des boues d'épuration urbaines de la station de Laghouat dénommé **Kantri**. Les deux amendements organiques ont été apportés à doses variables.

I.2. Lieu de l'expérience

Notre expérimentation s'est déroulée sous serre au département des sciences agronomiques de l'université de Laghouat.

I.3. Conditions expérimentales

Durant toute l'expérience, les températures journalières diurnes mesurées en degré celsius (°C), sont enregistrées à mi-journée, à savoir (12 h). Nous constatons (Figure 8), que la température durant notre travail expérimental fluctue entre un minimum de 5,15 (°C) enregistré le 02/02/ 2025 et un maximum aux alentours de 17(°C) observé le 17/03/2025, en fin d'expérimentation. Nous remarquons que ces valeurs ont été relativement favorable pour la croissance et le développement des plants du concombre. Selon Lafrance (2007) et Delamarre et *al* (2014), les températures optimales de la germination et de croissance des plants maraichers sont estimées de 10 à 25°C.

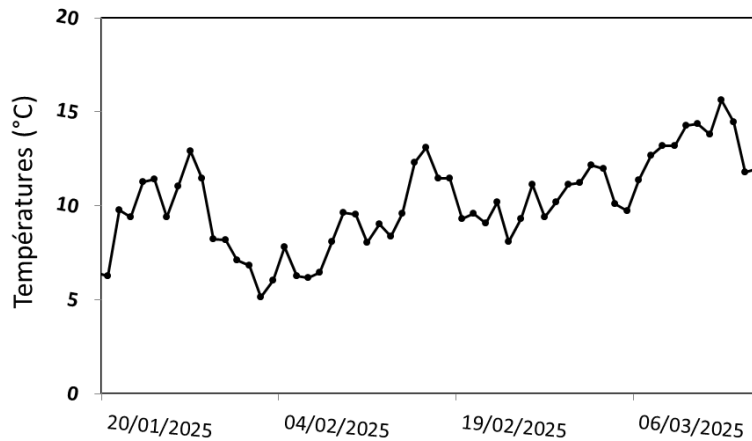


Figure 8: Représentation des températures journalières mesurées durant l'expérimentation.

I.4. Le Substrat (terre)

Le substrat utilisé dans notre travail expérimental, est un mélange de terres qui ont été collectées dans des zones agricoles (Tadjmout et Dhaya Gheblia) situées dans la wilaya de Laghouat.

I.5. Les fumures organiques utilisées

Lors de ce travail, nous avons utilisé deux types de fertilisants organiques à savoir :

Le fumier de vache bien décomposé de plus de 48 mois ;

Le compost Kantri sec de plus de 8 mois.

Le fumier de vache, nous a été fourni par des éleveurs de la région de Laghouat. Le kantri est un compost produit dans le cadre du PFE Startup (Aarar et Saihi 2024).

I. 6. Caractéristiques de la terre et des fumures organiques utilisés

L'analyse granulométrie a montrée (Tableau N°3) que la terre utilisée contient une importante fraction de sables (98,75%) et très peu argile plus limons (1,24%). La terre utilisée de nature calcaire avec une teneur assez élevée de (16,32%).

Le tableau N°3 montre aussi que la terre présente le pH le plus élevée 8,1 ; le Kantri a le pH le plus faible 7,75. Le fumier de vache présente la conductivité

électrique la plus élevée 5,75 (ms/cm) avec une teneur en sodium relativement élevée aussi 0,22(mg /kg). La teneur en potassium K la plus élevée 1,32 (g/kg) est observée dans le kantri et est sous forme de traces seulement enregistré dans la terre non améliorée. L'analyse du composant azote montre que le fumier de vache contient une importante concentration 0,39 (g/kg), la matière organique est la plus présente dans le Kantri

Tableau 2: Caractéristiques physico-chimiques des amendements organiques et de la terre utilisés pour le déroulement de l'essai

| Tableau N3 Paramètre | Terre non améliorée | Kantri | Fumier de vache |
|-------------------------------|---------------------|---------------|-----------------|
| Sables (%) | (98.75±1.68) | / | / |
| Limons+ Argile (%) | (1.24±0.12) | / | / |
| CaCO ₃ (%) | (16.32±3.08) | / | / |
| pH | (8.14±0.10) | (7.85±0.23) | (7.93±0.02) |
| CE (ms/cm) | (0.28±0.01) | (5.29±0.05) | (5.75±0.02) |
| Na (mg/kg) | (0.03±0.005) | (0.13±0.0005) | (0.22±0.00) |
| K (g/kg) | (traces ±0.000) | (0.32±0.07) | (1.11±0.009) |
| C _{organique} (g/kg) | (1.83±0.30) | (34,12±0.51) | (39.5 ±8.31) |
| N (g/kg) | (0.06±0.0003) | (4,18±0.03) | (0,39±0.008) |

(Benmaiza, 2022) et (Aarar et Saihi 2024)

I.7. Les Conteneurs

Les conteneurs utilisés sont des pots en plastique caractérisés par : Hauteur 12 cm, diamètre 14cm, couleur marron, une capacité de 1,5 kg, ils sont munis d'orifices de drainage à leur base permettant l'évacuation des eaux en excès.

I.8. Le Matériel végétal

La variété de concombre utilisée dans notre expérimentation (*Super marketer*), a été ramenée du commerce, elle est très cultivée en Algérie, connue comme variété très adaptée aux conditions du pays.

Tableau 3 : Caractéristiques de la variété utilisée.

| |
|---|
| <i>Super marketer</i> |
| Variété précoce |
| Très bonne vigueur et productive |
| Naturellement résistante aux maladies |
| Hauteur moyenne du fruit (12 - 25 cm) |
| Elle produit des fruits cylindriques, lisses, cylindrique légèrement épineux, chair épaisse, ferme et croquante, vert foncé |

(Guinot, 2014) et (Hamado, 2020)

I.9. Préparation du substrat terre

Nous avons procédé à un mélange et un tamisage des terres collectées, afin d'éliminer les résidus indésirables et aussi pour une bonne homogénéité des particules granulométriques.

I.10. Doses d'amendements utilisées

Selon Lafrance (2007), l'apport de 30 à 50 tonnes/ha d'amendements organiques est favorable pour la croissance des cultures maraichères avec la condition que ces matières organiques soient bien décomposées. Laumonnier (1979), note que les cultures maraichères supportent mal les fumures organiques abondantes, et qu'il convient donc de leur réserver des terres ayant reçu un apport d'amendements organiques précédents leurs mises en terre.

I.10. 1. Description des différentes doses de fertilisation

Pour la fertilisation, nous avons opté pour 3 doses (Traitements) comme suit :

- Le traitement noté (T) : qui représente le substrat terre non fertilisée, ou témoin.
- Le traitement (D1) : qui représente la terre à laquelle est apportée du fumier avec une quantité de 50 (g/kg). Et selon le type d'amendement ajouté, les notations sont les suivantes : D1 FV pour la terre fertilisée 50 (g/kg) au

fumier de vache et D1 Kantri pour la terre fertilisée à 50 (g/kg) au compost Kantri.

➤ Le traitement noté (D2) : qui représente la terre à laquelle est apportée du fumier avec une quantité de 100 (g/kg). Et selon le type de fumier ajouté, les notations sont les suivantes : D2 FV pour la terre fertilisée 100 (g/kg) au fumier de vache et D2 FC pour la terre fertilisée avec 100 (g/kg) au compost kantri.

Les apports de amendements organiques ont été effectués après avoir déterminé la densité (Unité de masse/unité de volume) du substrat terre non fertilisée.

I.10. Dispositif expérimental

Le protocole expérimental adopté au cours de notre expérience est une randomisation complète avec trois facteurs à différents niveaux :

- ✓ Facteur 1 est la variété avec 1 niveau (Super marketer) ;
- ✓ Facteur 2 est le type d'amendement avec 3 niveaux (terre non fertilisée, compost Kantri, fumier de vache) ;
- ✓ Facteur 3 est la dose du fumier avec 3 niveaux ou traitements (T, D1 et D2).

Le plan totalement randomisé (PTR) est réalisé avec trois répétitions pour chaque dose utilisée et à raison de 10 plants par contenant. L'avantage majeur du PTR est la simplicité des calculs et de l'analyse de la variance (ANOVA), notamment lorsque le nombre de répétitions n'es pas uniforme pour tous les traitements (Fieberg et al. 2020).



Figure 9: Le dispositif expérimental.(Originale)

II. Conduite de l'expérience et notations des mesures

II.1. La pré-germination

La pré-germination des graines de Super marketer a été réalisée le 28/12/2024 sur un papier absorbant humidifié avec de l'eau distillée, dans une boîte de pétri, en étuve à une température de 25 ± 1 (°C) jusqu'à l'apparition des radicules (Figure 10).



Figure 10: Graines germées de Super marketer

II. 2. Le repiquage et la levée

Le taux de germination des semences des deux variétés est de 100%. Les graines germées, sont repiquées le 20/01/2025 au stade cotylédons étalés, à une profondeur de 2 à 3mm environ, à raison de dix graines germées par pot.

II.3. L'arrosage

Les jeunes plants ont été arrosés régulièrement à l'eau de robinet, avec une dose similaire pour chaque plant et une fréquence de 2 à 3 fois par semaine.

II.4. Les Paramètres mesurés sur les plants

Nous avons effectué des mesures biométriques (de croissance et développement) des plants ainsi que des paramètres biochimiques et physiologiques, afin d'évaluer le comportement de (*Super marketer*) vis-à-vis des amendements organiques considérés et leurs doses respectives.

Au cours de notre travail nous considérons plants, une plantule à un bon stade physiologique, au feuillage bien développé et brillant, à la tige non étiolée et au système racinaire remplissant bien la motte (Delamarre, 2014).

II. 4. 1. Mesure des paramètres de croissance des plants

Selon Delamarre *et al* (2014), la durée d'élevage de plants maraichers (du semis à la plantation) varie selon l'espèce et la variété ; elle est de 35 à 55 jours, notamment en fonction des possibilités de leurs écartements.

II.4. 1. 1. Hauteur des tiges des plants (cm)

Ce paramètre est mesuré en centimètre (cm) à l'aide d'une règle graduée, du collet jusqu'à l'apex. L'opération est réalisée à 15 jours, à 30 jours et à 45 jours, à 60 jours, après le repiquage en pots des graines germées.



Figure 11: Mesure de la hauteur de tige

(Originale)

II.4.1. 2. Longueur des racines des plants (cm)

Après 60 jours du repiquage des graines germées, la partie souterraine des plants est aussi mesurée en centimètre à l'aide d'une règle graduée.



Figure 12 : Meure de longueur de racine

(Originale)

II.4. 1.3. Vitesse de croissance des tiges et des racines des plants :

Ce paramètre est mesuré à la fin du travail expérimental. Le principe consiste à diviser la hauteur des tiges (cm) des plants ou la longueur de la racine des plants (cm) par le nombre de jours considérés (60 jours), la vitesse de croissance est alors exprimée en (cm/jours).

II.4. 1.4. Indice de vigueur des plants

C'est un indicateur très important, qui permet de voir pour quel traitement le plant de concombre est le plus vigoureux (Radford, 1967). L'indice de vigueur (IV) est calculé par la relation suivante :

$$IV = (\text{Longueur tige} + \text{Longueur racine}) \times \text{Taux de germination}$$

II.4. 1. 5. Taux relatif moyen de développement des plants (T R M D)

Le taux relatif moyen de développement des plants, est un des outils utiles dans l'analyse quantitative de la croissance des plantes et leurs implications physiologiques (Radford, 1967). Il est déterminé par utilisation de l'équation suivante :

$$T R M D = [\text{Ln}(h_1) - \text{Ln}(h_2)] / (t_1 - t_2)$$

Où : Ln est le logarithme népérien, h_1 et h_2 sont les hauteurs des plants respectivement aux temps t_1 et t_2 .

Ce paramètre est mesuré à 30 jours, 45 jours et à 60 jours de l'expérimentation.

II. 4. 2. Mesure des paramètres biochimiques et physiologiques des plants

Ces paramètres sont mesurés au 60^{ème} jour à la fin du travail expérimental.

II. 4. 2. 1. Dosage des sucres totaux (mg/g MF) :

Les sucres solubles totaux (saccharose, glucose, fructose, leurs dérivés méthyles et les polysaccharides) sont dosés par la méthode au phénol de Dubois *et al.*, (1956). Elle consiste à prendre 100 mg de matière fraîche, placées dans des tubes à essais, on ajoute 5ml d'éthanol à 80% pour faire l'extraction des sucres et on ajoute 20ml d'eau distillée à l'extrait. C'est la solution à analyser. Au moment du dosage on les place les tubes au bain-Marie pendant 30mn à 70°C pour faire évaporer l'alcool.

Dans des tubes à essais propres, on met 1ml de la solution à analyser, on ajoute 1ml de phénol à 5% (le phénol est dilué dans de l'eau distillée) ; on ajoute rapidement 5ml d'acide sulfurique concentré 96% sous haute tout en évitant de verser de l'acide contre les parois du tube. On obtient, une solution jaune orange à la surface, on passe au vortex pour homogénéiser la couleur de la solution. (La couleur de la réaction est stable pendant plusieurs heures.). Les mesures d'absorbances sont effectuées à une

longueur d'ondes de 640 nm. Enfin des résultats des densités optiques sont rapportés sur un courbe étalon des sucres solubles (exprimés en glucose, saccharose, fructose).

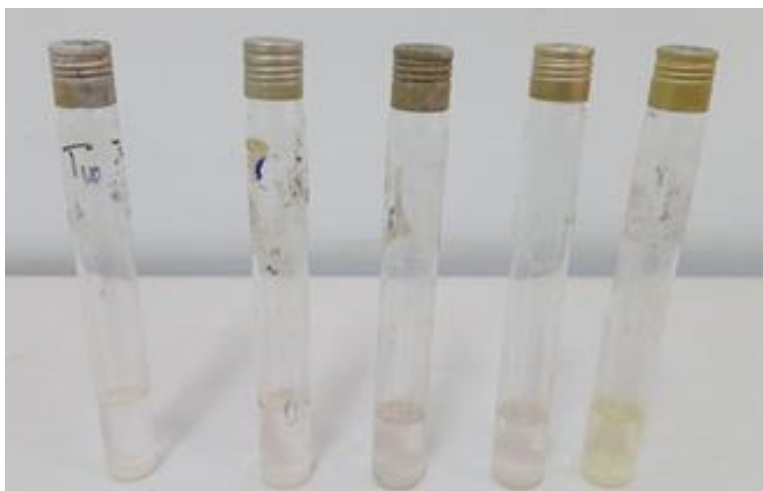


Figure 13: Dosage des sucres totaux

(Originale)

II. 4. 2. 2. Dosage de la chlorophylle (mg/g MF) :

Dans des tubes à essais, on ajoute sur 100 mg d'échantillon de feuilles fraîches des plants de concombre, coupées en petits fragments, 5ml d'acétone à 80% et on laisse macérer pendant 48 heures. Les concentrations de la chlorophylle totale sont déterminées à l'aide d'un spectrophotomètre à des densités optiques respectives de 663 et 645 nm. L'appareil est étalonné avec la solution témoin à base d'acétone à 80 %. La concentration de la chlorophylle totale dans les feuilles fraîches est alors calculée à l'aide de formule suivante :

$$\text{La chlorophylle totale (mg/ g MF)} = 20,2 \text{ DO (645)} + 8,02 \text{ DO (663)}$$

DO : est la densité optique Spectre-photométrique.



Figure 14: la densité optique Spectre-photométrique.

(Originale)

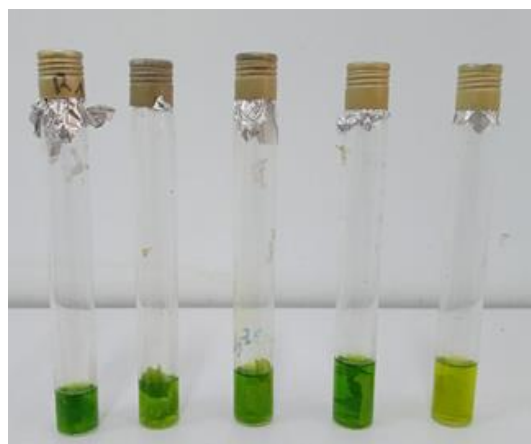


Figure 15: Dosage de la chlorophylle

(Originale)

II. 4. 2. 3. Dosage de la proline (mmol/g MF) :

La proline ou acide pyrrolidine 2-carboxylique est l'un des vingt principaux acides aminés qui entrent dans la constitution des protéines. La proline est facilement oxydée par la ninhydrine ou tricétohydrindène. C'est sur cette réaction que se base le protocole de mise en évidence de la proline dans les échantillons foliaires (El Jaafari, 1993). La méthode suivie est celle de Trolls et Lindsley, (1955), simplifiée et mise au point par Rasio *et al.*, (1987).

Elle consiste à prendre 100 mg de matière fraîche dans des tubes à essai contenant 2 ml de méthanol à 40%. Le tout est chauffé à 85°C dans un bain-Marie pendant 60 mn. (Les tubes sont recouverts de papier aluminium pendant le chauffage pour éviter la volatilisation de l'alcool.) Après refroidissement ; on prélève 1ml d'extrait auquel il faut ajouter :

- 1 ml d'acide acétique (CH_3COOH) ;
- 25 mg de ninhydrine ($\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_4$) ;
- 1 ml de mélange contenant :
 - 120 ml d'eau distillée ;
 - 300 ml d'acide acétique ;
 - 80 ml d'acide ortho phosphorique ($\text{H}_3\text{PO}_4, d=1.7$).

La solution obtenue est portée à ébullition pendant 30 mn à 100°C, la solution vire au rouge, après refroidissement, 5 ml de toluène sont rajoutés à la solution qui est agitée, deux phases se séparent (une phase supérieure à la couleur rouge contient la proline et une phase inférieure transparente sans proline). Après avoir éliminé la phase inférieure, la phase supérieure est récupérée est déshydratée par l'ajout d'une spatule de Sulfate de Sodium Na_2SO_4 anhydre (pour éliminer l'eau qu'elle contient). On détermine la densité optique (Do) à l'aide d'un spectrophotomètre (type 20D) sur une longueur d'onde de 528nm. Les valeurs obtenues sont converties en taux de proline par le biais d'une courbe étalon préalablement établie à partir d'une série de solution de concentrations en proline connues. Cette courbe est utilisée pour déterminer les teneurs en proline dans les feuilles des plants du concombre.

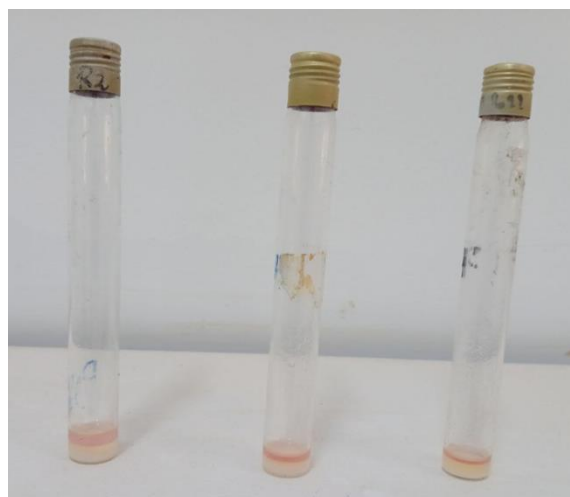


Figure 16: Dosage de la proline

(Originale)

III. Analyses statistiques des données

Les Paramètres mesurés sur les plants ainsi que ceux mesurés sur les substrats utilisés : terre non fertilisée, terre fertilisée et fumiers ont subi des analyses statistiques réalisées à l'aide des Logiciels Minitab 17 et XLStat 2016.



Chapitre III

Résultats et Discussion

I. Paramètre de développement des plants :

I. 1-1. Hauteur de la tige à 15 Jours :

La figure N°17, présente les hauteurs des tiges de *Cucumis sativus* à 15 jours de culture. Nous observons la plus haute longueur moyenne de tige 7.9 cm, enregistrée pour le témoin non fertilisé. La plus faible hauteur moyenne de tige à 15 jours est observée pour la fertilisation au Kantri D1 4.5 cm. Des valeurs intermédiaires sont observées pour les autres doses de fumure. L'ANOVA a révélé qu'il existe une différence non significative ($P = 0.073$) et la formation d'un groupe seul groupe statistique.

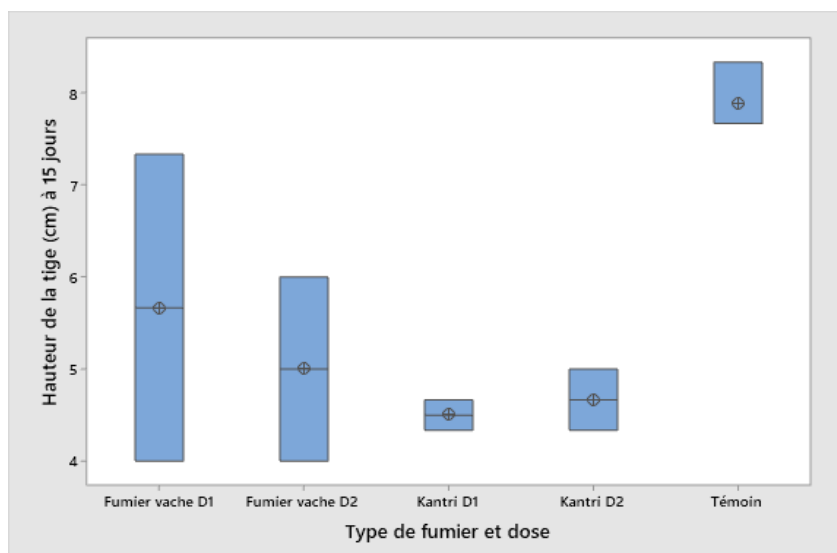


Figure 17: Représentation de la hauteur des tiges *Cucumis sativus* à 15 jours de culture.

I. 1-2. Hauteur de la tige à 30 Jours :

les hauteurs des tiges de *Cucumis sativus* à 30 jours de culture montre que la plus haute longueur moyenne de tige 10.33 cm, enregistrée pour le témoin non fertilisé. La plus faible hauteur moyenne de tige est observée pour la fertilisation au fumier de vache D2. Des valeurs intermédiaires sont observées pour les autres doses de fumure. L'ANOVA a révélé qu'il existe une différence non significative ($P = 0.82$) et la formation d'un seul groupe statistique (figure N°18).

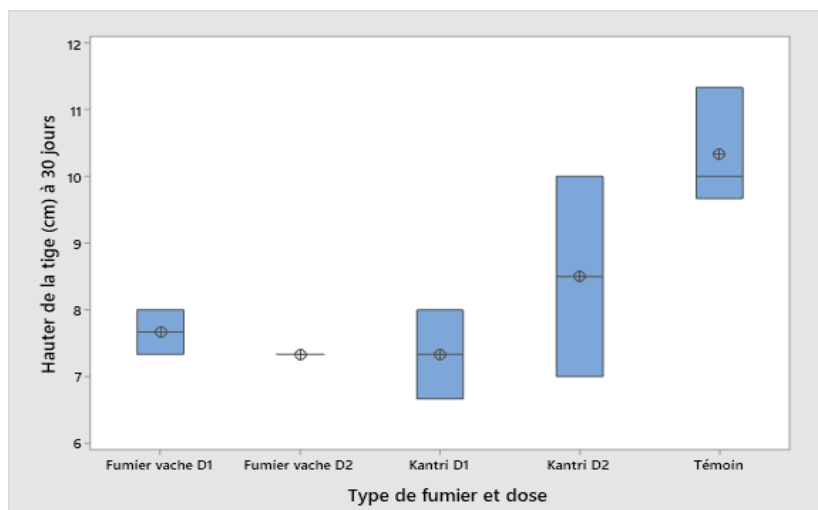


Figure 18 : Représentation de la hauteur des tiges *Cucumis sativus* à 30 jours de culture.

I. 1-3. Hauteur de la tige à 45 Jours :

la plus haute longueur moyenne de tige 12.89 cm, enregistrée pour le témoin non fertilisé et la plus faible hauteur moyenne de tige est observée pour la fertilisation au fumier de vache D2 8 cm à 45 jours de culture. La. Des valeurs intermédiaires sont observées pour les autres doses de fumure. L'ANOVA a révélé qu'il existe une différence significative ($P = 0.039$) et la formation de 3 groupes statistiques (figure N°19).

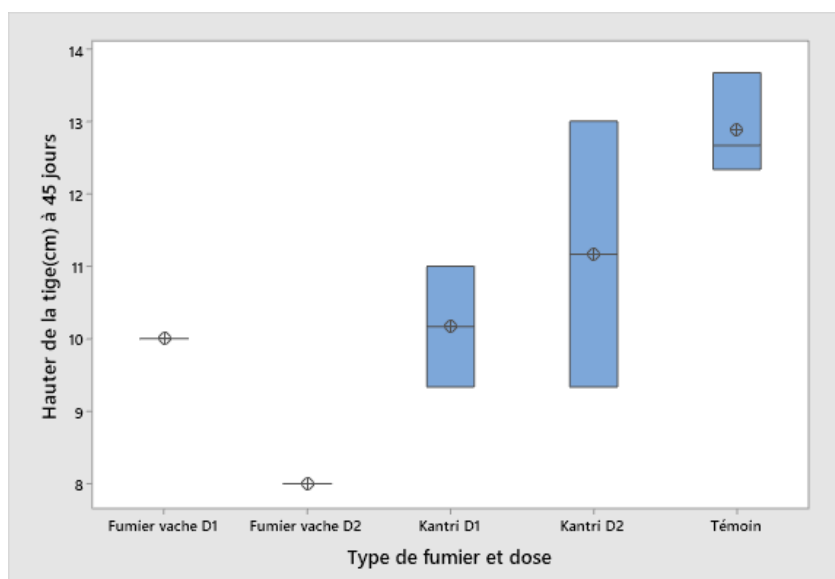


Figure 19. Représentation de la hauteur des tiges *Cucumis sativus* à 45 jours de culture.

I. 1-4. Hauteur de la tige à 60 Jours :

14.17 cm est la plus haute longueur moyenne de tige, enregistrée pour la fertilisation au kantri D2 à 60 jours. La plus faible hauteur moyenne de tige est observée pour la fertilisation au fumier de vache D2 11 cm. Des valeurs intermédiaires sont observées pour les autres doses de fumure. L'ANOVA a révélé qu'il existe une différence significative ($P = 0.019$) et la formation de 3 groupes statistiques. (Figure N°20).

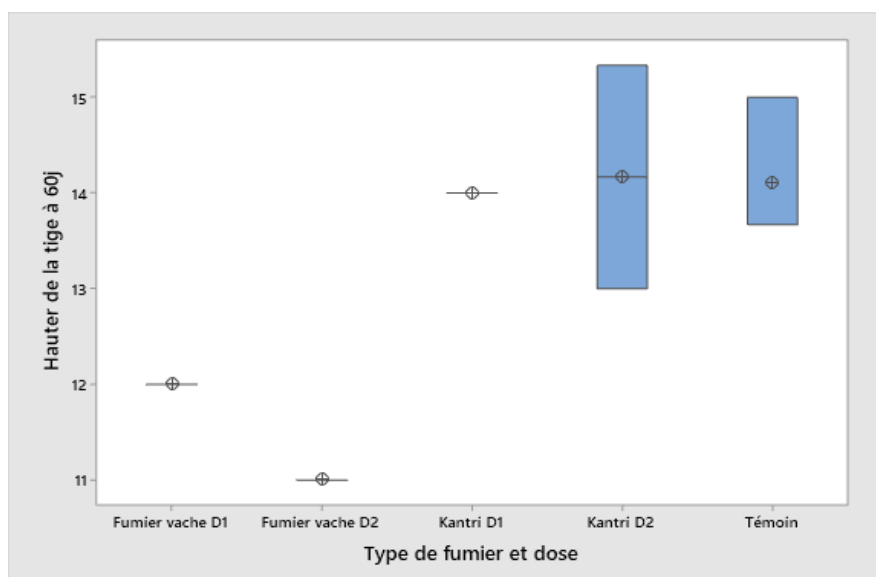


Figure 20. Représentation de la hauteur des tiges Cucumis sativus à 60 jours de culture.

I. 1-5. Hauteur de racine à 60 Jours :

La figure N°21, présente les hauteurs des racines de Cucumis sativus à 60 jours de culture. Nous observons la plus haute longueur moyenne de racine 13.44 cm, enregistrée pour le témoin non fertilisé. La plus faible hauteur moyenne de racine à 60 jours est observée pour la fertilisation au fumier de vache D2 11 cm. Des valeurs intermédiaires sont observées pour les autres doses de fumure. L'ANOVA a révélé qu'il existe une différence significative ($P = 0.001$) et la formation de 2 groupes statistiques.

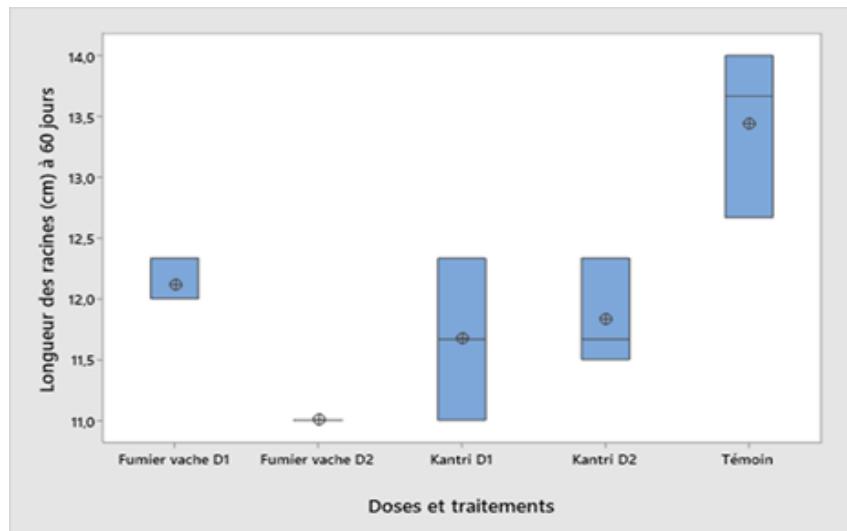


Figure 21:présente les hauteurs des racines Cucumis sativus à 60 jour de culture.

1.2. Indice de vigueur des plants à 60 jours

La figure N°22, présente L'indice de vigueur des plants de Cucumis sativus à 60 jour de culture. Nous observons la plus indice de vigueur des plants 27.55 cm, enregistrée pour le témoin non fertilisé. Le plus faible indice de vigueur est observée au fumier de vache D2 22 cm. Des valeurs intermédiaires sont observées pour les autres doses de fumure. L'ANOVA a révélé qu'il existe une différence significative ($P= 0.005$) et la formation de 4 groupes statistiques.

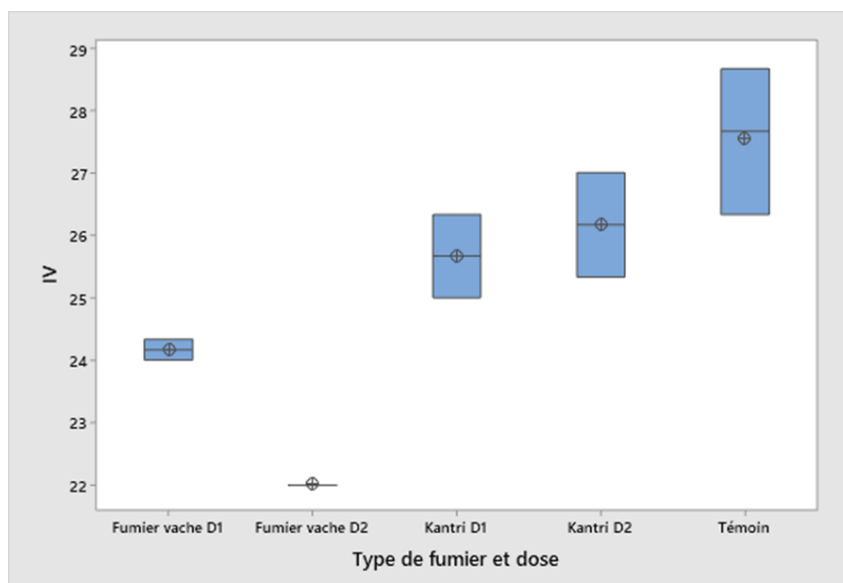


Figure 22:représentation de l'indice de vigueur des plants à 60 jours de culture.

I.3. Vitesse de croissance des tiges des plants :

I. 3-1. Vitesse de croissance des tiges des plants à 15 jours :

La plus vitesse de croissance de tige des plants de *Cucumis sativus* à 15 jours de culture est 0.52 cm/jour, enregistrée pour le témoin non fertilisé. La fertilisation au Kantri D1 est la plus faible vitesse de croissance de tige 0.3 cm/jour (figure 23). L'ANOVA a révélé qu'il existe une différence non significative ($P = 0.073$) et la formation d'un seul groupe statistique.

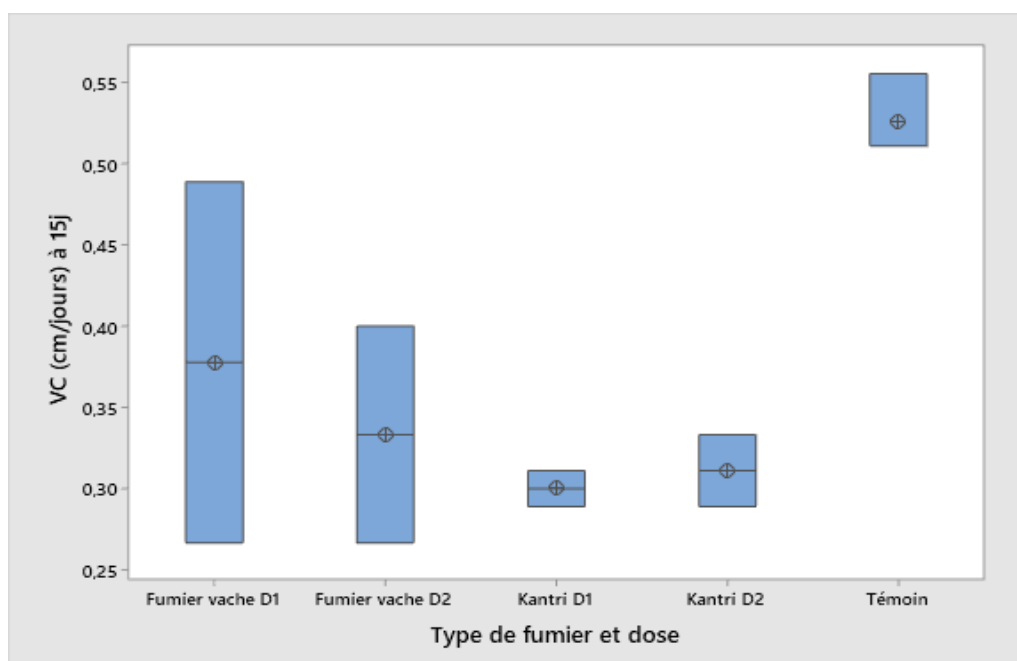


Figure 23. Représentation de la vitesse de croissance des tiges des plants à 15 jours.

I. 3-2. Vitesse de croissance des tiges des plants à 30 jours :

La figure N°23, présente La vitesse de croissance de tige des plants de *Cucumis sativus* à 30 jours de culture. Nous observons la plus vitesse de croissance de tige 0.68 cm/jour, enregistrée pour le témoin non fertilisé. La plus faible vitesse de croissance de tige à 30 jours est observée pour la fertilisation au fumier de vache D2 0.48 cm/jour. Des valeurs intermédiaires sont observées pour les autres doses de fumure. L'ANOVA a révélé qu'il existe une différence non significative ($P = 0.082$) et la formation d'un seul groupe statistique.

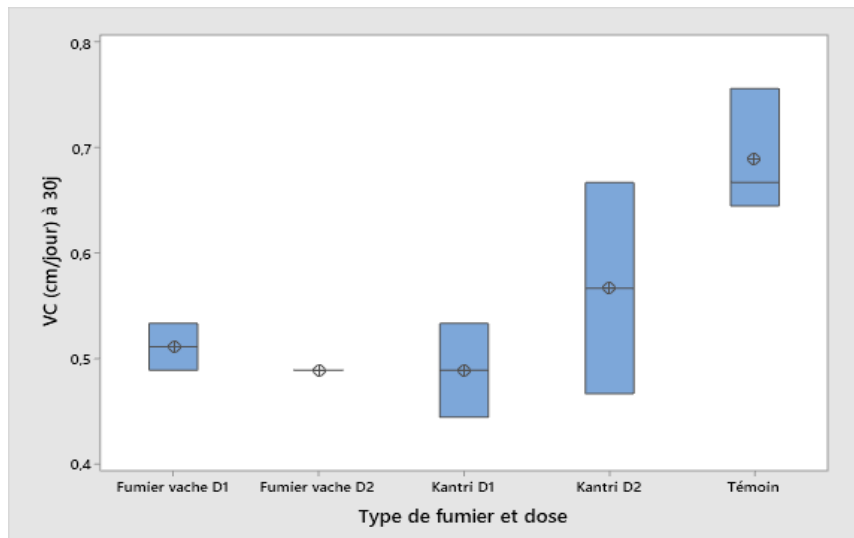


Figure 24. Représentation de la vitesse de croissance des tiges des plants à 30 jours de culture.

I. 3-3. Vitesse de croissance des tiges des plants à 45 jours :

La figure N°24, montre que la plus vitesse de croissance de tige 0.85 cm/jour, enregistrée par le témoin non fertilisé et La plus faible à 45 jours est observée pour la fertilisation au fumier de vache D2 0.53 cm/jour. L'ANOVA a révélé qu'il existe une différence significative ($P = 0.039$) et la formation de 3 groupes statistique.

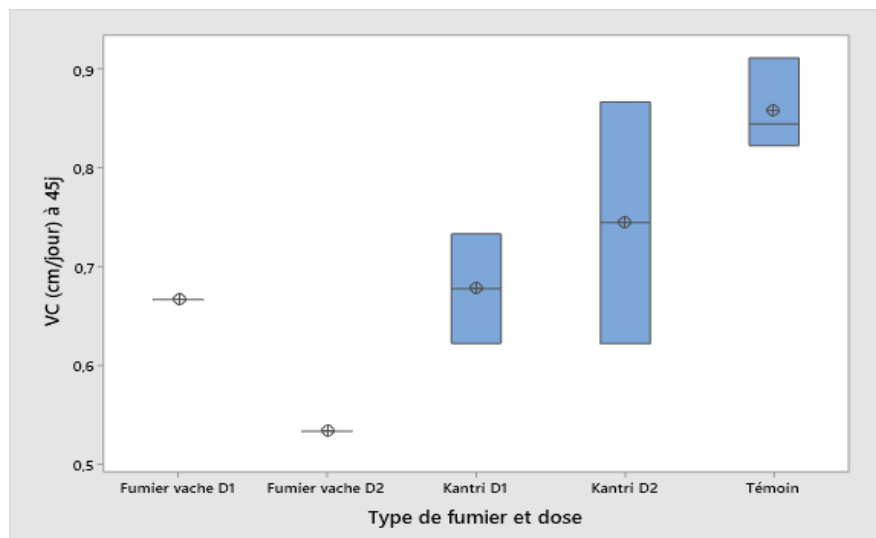


Figure 25. Représentation de la vitesse de croissance des tiges des plants à 45 jours.

I. 3-4. Vitesse de croissance des tiges des plants à 60 jours :

La figure N°25, présente La vitesse de croissance de tige des plants de Cucumis sativus à 60 jour de culture. Nous observons la plus vitesse de croissance de tige 0.944 cm/jour, enregistrée pour la fertilisation au Kantri D2. La plus faible vitesse de croissance de tige à 60 jours est observée pour la fertilisation au fumier de vache D2 0.73 cm/jour. Des valeurs intermédiaires sont observées pour les autres doses de fumure. L'ANOVA a révélé qu'il existe une différence significative ($P = 0.019$) et la formation de 3 groupes statistiques.

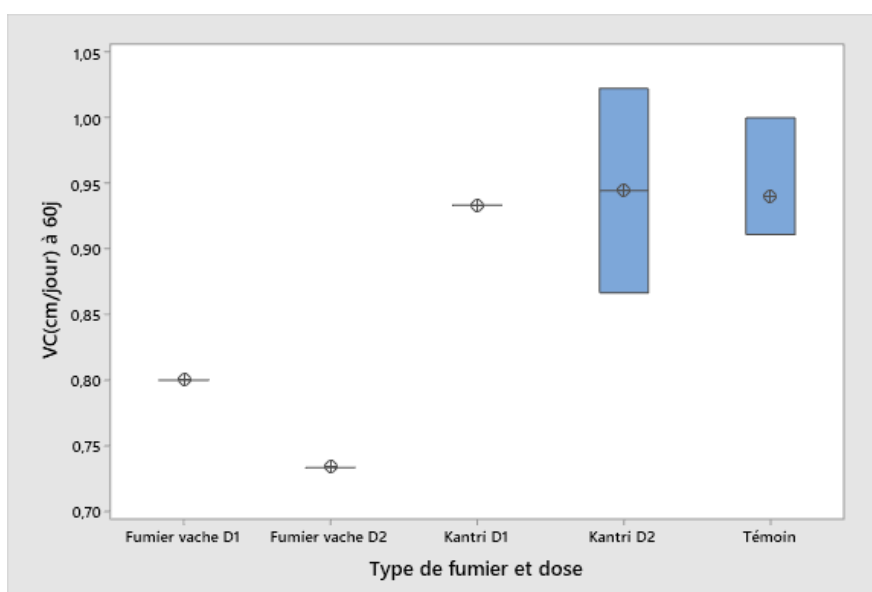


Figure 26: Représentation de la vitesse de croissance des tiges des plants à 60 jours.

I. 4-Taux relatif moyen de développement (TRMD) des plants :

I. 4-1. Taux relatif moyen de développement (TRMD) des plants à 30 jours :

La figure N°26, présente le taux relatif moyen de développement des plants de Cucumis sativus à 30 jours de culture. Nous observons la plus taux relatif moyen de développement des plants 0.39, enregistrée pour la fertilisation au kantri D2.

La plus faible taux relatif moyen de développement des plants à 30 jours est observée pour le témoin non fertilisé 0.17. Des valeurs intermédiaires sont observées

pour les autres doses de fumure. L'ANOVA a révélé qu'il existe une différence non significative ($P = 0.67$) et la formation d'un seul groupe statistique.

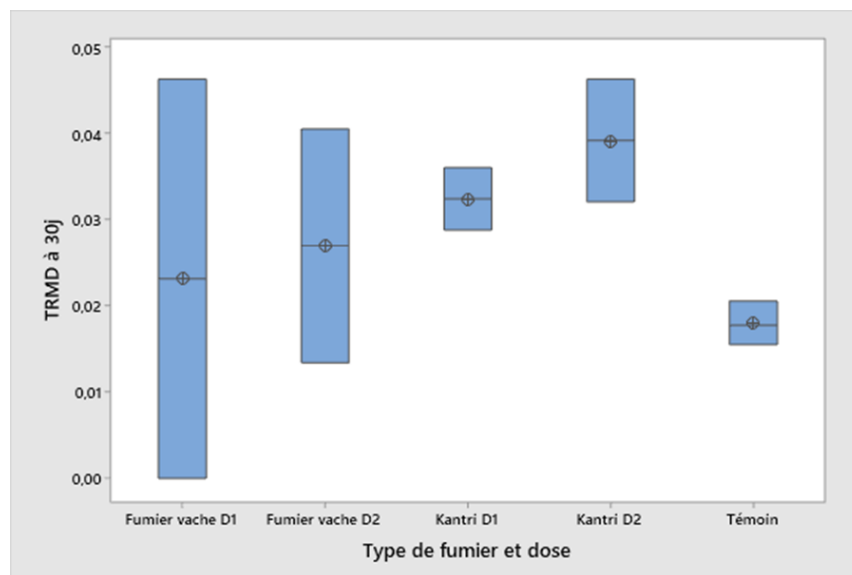


Figure 27: Représentation de Taux relatif moyen de développement (TRMD) des plants à 30 jours.

I. 4-2. Taux relatif moyen de développement (TRMD) des plants à 45 jours :

La figure N°27, présente le taux relatif moyen de développement des plants de *Cucumis sativus* à 45 jours de culture. Nous observons la plus taux relatif moyen de développement des plants 0.21, enregistrée pour la fertilisation au kantri D1. Le plus faible taux relatif moyen de développement des plants à 45 jours est observé pour la fertilisation au fumier de vache D2 0.005. Des valeurs intermédiaires sont observées pour les autres doses de fumure. L'ANOVA a révélé qu'il existe une différence significative ($P = 0.004$) et la formation de 2 groupes statistiques.

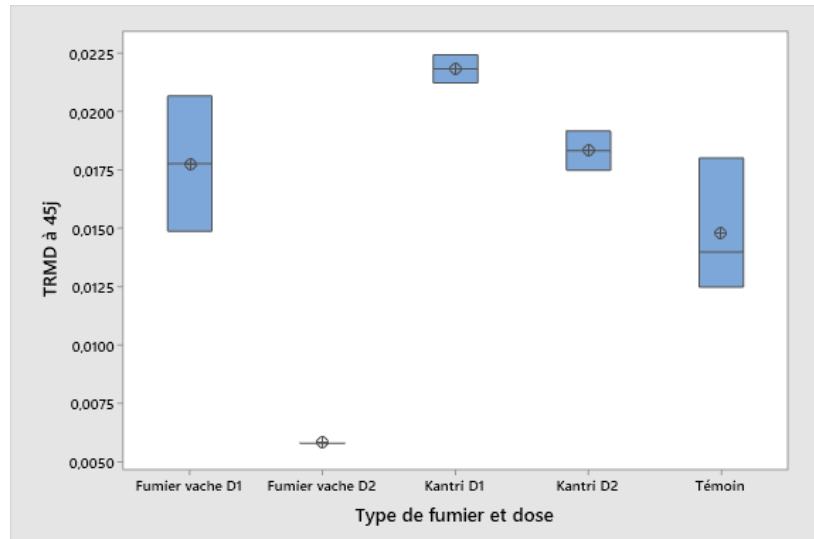


Figure 28: Représentation de Taux relatif moyen de développement (TRMD) des plants à 45 jours

I. 4-3. Taux relatif moyen de développement (TRMD) des plants à 60 jours:

La dose de Chlorophylle la plus haute dans les feuilles 66.68 mg/g, enregistrée pour la fertilisation au fumier de vache D1. La plus faible dose de Chlorophylle dans les feuilles à 60 jours est observée pour le témoin non fertilisé 22.15mg/g.. L'ANOVA a révélé qu'il existe une différence significative ($P < 0,001$) et la formation de 4 groupes statistiques (figure N°30).

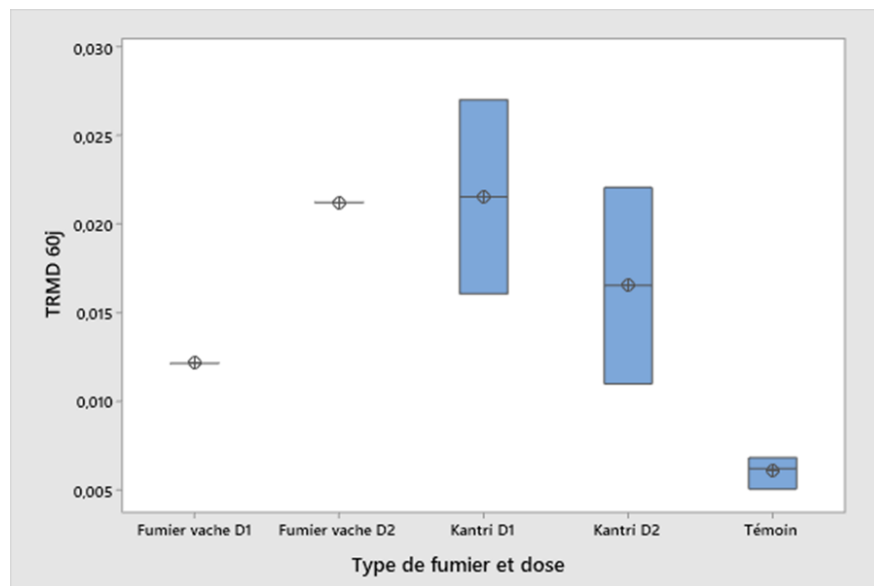


Figure 29: Représentation de Taux relatif moyen de développement (TRMD) des plants à 60 jours

II -Paramètres biochimiques et physiologiques :

II.1. Paramètres biochimiques

II.1.1. Sucre totaux dans les feuilles des plants :

La figure N°29, présente la teneur des sucres totaux dans les feuilles de plants de *Cucumis sativus* à 60 jour de culture. Nous observons la plus dose des sucres totaux dans les feuilles 0,75 $\mu\text{g}/100\text{ mg}$, enregistrée pour la fertilisation au kantri D2. La plus faible dose des sucres totaux dans les feuilles à 60 jours est observée pour le fumier de vache D1 0,39 $\mu\text{g}/100\text{ mg}$. Des valeurs intermédiaires sont observées pour les autres doses de fumure. L'ANOVA a révélé qu'il existe une différence significative ($P < 0,001$) et la formation de 3 statistiques.

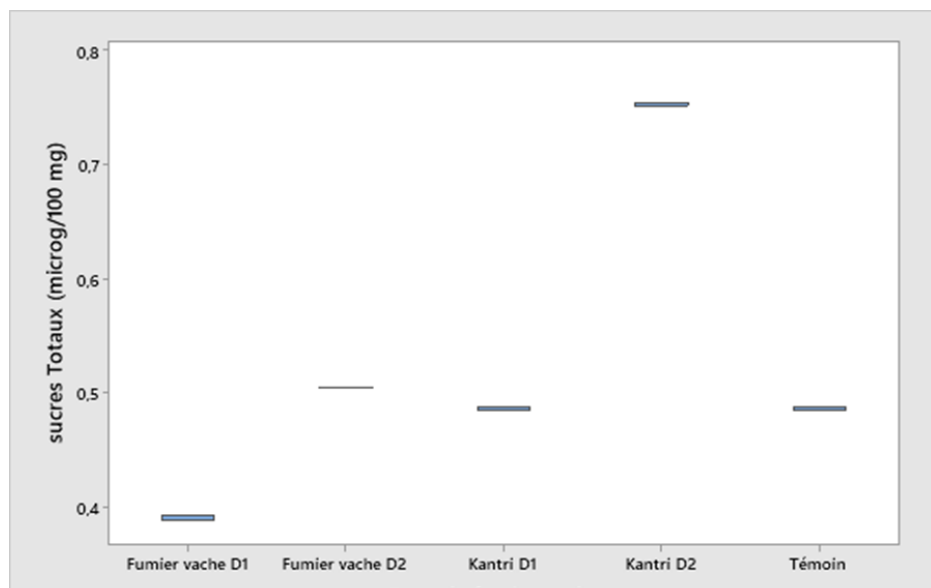


Figure 30: Représentation de la teneur des Sucre totaux de *Cucumis sativus* à 60 jours de culture.

II.2. Paramètres physiologiques

II.2. 1.Chlorophylle totale dans les feuilles des plants :

La dose de Chlorophylle la plus haute dans les feuilles 66.68 mg/g, enregistrée pour la fertilisation au fumier de vache D1. La plus faible dose de Chlorophylle dans les feuilles à 60 jours est observée pour le témoin non fertilisé 22.15mg/g.. L'ANOVA a révélé qu'il existe une différence significative ($P < 0,001$) et la formation de 4 groupes statistiques (figure N°30).

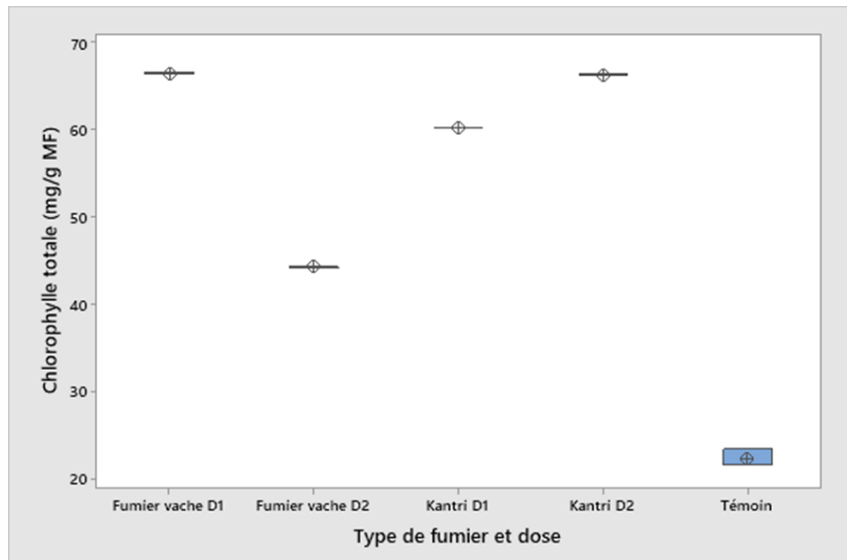


Figure 31: Représentation de la teneur de Chlorophylle en *Cucumis sativus* à 60 jours de culture

II.2. 2. Proline dans les feuilles des plants :

à 60 jour de culture .Nous observons que la plus dose de Proline dans les feuilles 0.000957mmol/g, c'est cela de la fertilisation au fumier de vache D1. La plus faible dose de Proline dans les feuilles est pour le témoin non fertilisé 0.000007mmol/g. L'ANOVA a révélé qu'il existe une différence significative ($P < 0,001$) et la formation de 4 statistiques (figure N°32).

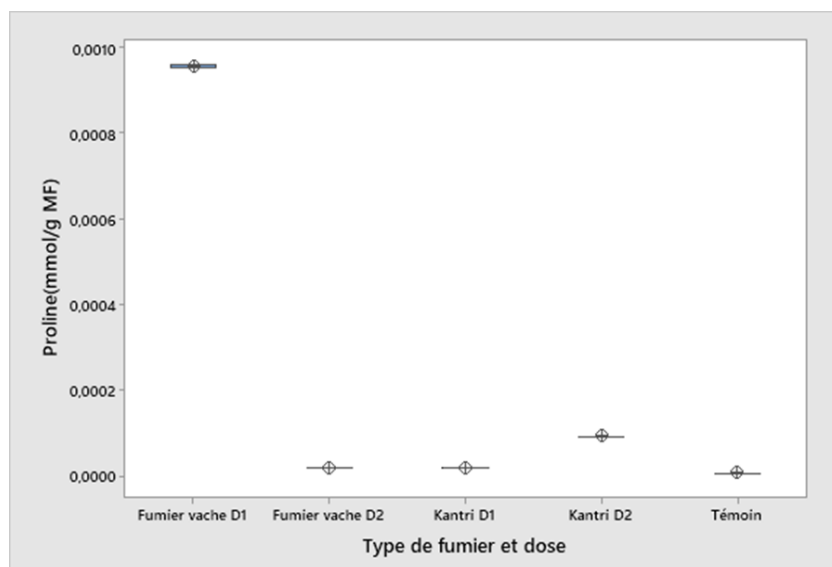


Figure 32: Représentation de la teneur en Proline chez *Cucumis sativus* à 60 jours de culture

III. Analyse en composante principale

L'analyse en composante principale (ACP) a été réalisée à partir de l'ensemble des données recueillies à la fin de l'expérimentation, incluant les paramètres biométriques (hauteur des tiges, longueur des racines, vitesse de croissance, taux relatif moyen de développement, l'indice de vigueur) ainsi que les paramètres biochimiques et physiologiques (proline, sucres totaux, chlorophylle totale) en fonction de F1 et F2.

La dose D2 du compost Kantri, montre une contribution positive significative sur la hauteur des tiges, la vitesse de croissance quotidienne et la teneur en sucres totaux. Ces corrélations traduisent un effet favorable du compost Kantri sur la croissance et l'activité métabolique des plants. La teneur en chlorophylle totale et l'indice de vigueur, en particulier dans les plants ayant reçu le fumier de vache à la dose (D1) sont élevés. Cette situation peut s'expliquer par une meilleure assimilation azotée (stimulant la chlorophylle). Dans le cas de témoin non fertilisé on observe que la teneur en proline et la longueur des racines sont élevés accompagnée d'un stress osmotique. Le TRMD est élevé dans les traitements avec la dose élevée (D2) du fumier de vache, ce qui suggère une réponse physiologique différente, possiblement due à un excès de sels dans le substrat. L'ACP a permis de regrouper les modalités les plus performantes, notamment celles correspondant aux doses modérées (D1) des deux types d'amendements, en particulier le compost Kantri. Cela confirme que des apports organiques bien dosés favorisent un développement équilibré, sans induire de stress, et soutiennent la vigueur des plants de concombre.

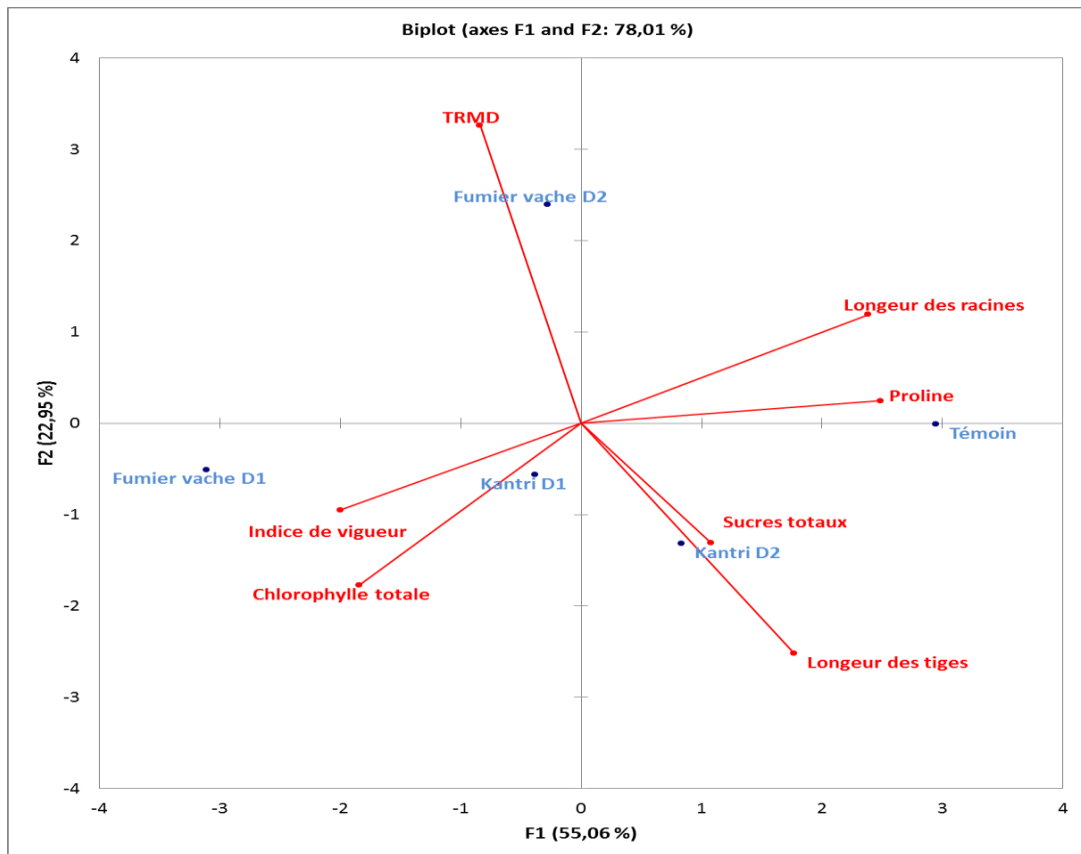


Figure 33: ACP des paramètres mesurés sur les plants

IV- Discussion des résultats

IV-1. Paramètres physico-chimiques du substrat

Les différences observées entre les substrats témoins et ceux amendés ont permis de mettre en lumière le rôle décisif des caractéristiques physico-chimiques dans le développement des plants. La baisse du pH observée dans les substrats enrichis, bien qu'encore légèrement alcaline, a potentiellement amélioré la disponibilité de certains nutriments essentiels, favorisant une meilleure croissance initiale. La forte augmentation de la conductivité électrique (CE) dans les substrats traités au Kantri et au fumier (jusqu'à plus de 5 ms/cm) suggère une concentration importante de sels solubles, susceptible d'altérer l'absorption hydrique au niveau racinaire, notamment dans les premiers stades de développement (Aarar et Saihi, 2024).

La teneur élevée en matière organique et en éléments majeurs (azote et potassium) dans les deux amendements organiques a fourni un environnement nutritif globalement favorable, avec un avantage du Kantri sur l'azote (4,18 g/kg) et du fumier sur le potassium (1,11 g/kg). Cela explique en partie les réponses différenciées des plants selon le type d'engrais. La libération plus progressive des nutriments dans le Kantri pourrait ainsi avoir soutenu une croissance plus régulière et tardive, tandis que le fumier, avec une minéralisation plus rapide, a pu engendrer des stress salins inhibiteurs sur certaines variables de croissance (Edmeades, 2003 ; Mäder et al., 2002 ; Benmaiza, 2022).

IV.2. Paramètres de croissance et de développement des plants de concombre

L'évolution de la croissance végétative des plants a mis en évidence des dynamiques variables selon les traitements. Les hauteurs des tiges étaient initialement plus importantes chez le témoin, suggérant une mobilisation rapide des réserves endogènes, mais à jour 60, les plants traités au Kantri D2 ont atteint les plus grandes hauteurs, révélant un effet tardif mais soutenu de la fertilisation organique. Ce phénomène est cohérent avec la cinétique de libération des nutriments propres aux composts à base de boues organiques (Yetisir et al., 2010).

En ce qui concerne le système racinaire, la plus grande longueur de racines chez le témoin 13,44 cm, pourrait être due à une meilleure exploration du sol en absence de compétition saline, contrairement au traitement fumier D2, où l'excès en sels pourrait avoir freiné l'allongement racinaire. Les vitesses de croissance journalière ont confirmé les effets bénéfiques du compost Kantri D2, atteignant 0,944 cm/jour. Le taux relatif moyen de développement (TRMD), plus stable avec les doses modérées (D1), renforce l'idée qu'un excès de matière organique peut devenir contre-productif.

IV. 3. Paramètres biochimiques et physiologiques des plants de concombre

Les analyses des feuilles ont révélé des réponses métaboliques distinctes selon le traitement. Le taux élevé de sucres totaux enregistré avec le Kantri D2 (0,75 mg/100 mg) témoigne d'un métabolisme carboné actif et d'un bon fonctionnement photosynthétique. En revanche, la teneur la plus élevée en proline avec le fumier de vache D1 reflète un état de stress probable, possiblement causé par un environnement osmotique perturbé ou une absorption minérale excessive (Mittler, 2002).

La chlorophylle totale, culminant à 66,68 mg/g avec le fumier de vache D1, indique une stimulation de l'activité chlorophyllienne, probablement liée à une meilleure assimilation de l'azote dans ce traitement. Toutefois, ces bénéfices peuvent être limités par l'impact négatif d'une salinité excessive à long terme. Ainsi, les résultats suggèrent que le compost Kantri, utilisé à dose modérée, permet un bon équilibre entre apport nutritif, tolérance physiologique et régularité de croissance (Zhang et al., 2014).

Conclusion

Conclusion

Conclusion

Dans ce travail nous avons procédé aux analyses physico-chimiques d'un mélange de terre agricole ainsi que deux types de fumiers (compost Kantri et fumier de vache). Ensuite, nous avons testé, à différentes doses (0, 50, 100 g/kg), l'effet de ces deux fertilisants organiques sur la croissance, le développement et la vigueur des plants de concombre (*Cucumis sativus* L.) cultivés en pépinière sous abri.

Les analyses physico-chimiques ont révélé que :

- Le substrat témoin non fertilisé est de texture très légère, composé de sable (>98%) avec un pH (8,14).
- Les deux types de fumiers étaient légèrement alcalins, riches en éléments minéraux (Na, K), en azote total et en carbone organique, surtout pour le compost Kantri.
- La conductivité électrique était plus élevée dans les substrats amendés, particulièrement avec le fumier de vache.

Concernant les paramètres de croissance :

- La hauteur des tiges des plants de concombre a été améliorée par la dose D2 du compost Kantri (14,17 cm), traduisant une libération progressive des nutriments.
- La longueur racinaire maximale a été obtenue chez le témoin non fertilisé (13,44 cm), en raison d'un meilleur développement racinaire sans stress salin.
- La vitesse de croissance quotidienne la plus élevée (0,944 cm/jour) a également été chez Kantri D2.
- L'indice de vigueur était meilleur avec les doses modérées (D1) pour les deux engrais.

Sur le plan biochimique et physiologique :

- Les teneurs en proline, sucres totaux et chlorophylle ont montré des différences en fonction du traitement.
- Une accumulation de proline a été observée chez les plants traités au fumier de vache, indiquant un stress osmotique potentiel.

Conclusion

➤ La chlorophylle totale et les sucres totaux étaient mieux exprimés avec les doses modérées (D1), confirmant une meilleure assimilation.

En résumé, cette étude confirme que la dose modérée (D1) du compost Kantri constitue le compromis le plus avantageux pour stimuler la vigueur et la croissance équilibrée des plants de concombre en conditions de pépinière.

Perspectives

- Il serait pertinent de prolonger cette étude en phase post-pépinière, afin d'évaluer l'effet des amendements organiques testés sur le rendement final et la qualité des fruits du concombre en plein champ ou sous serre.
- Une analyse plus approfondie de la dynamique de minéralisation du compost Kantri permettrait de mieux adapter les doses et les périodes d'application en fonction des stades phénologiques du concombre.
- L'optimisation du processus de compostage des boues d'épuration, en intégrant des résidus végétaux spécifiques, pourrait améliorer davantage la qualité agronomique du Kantri tout en garantissant sa sécurité sanitaire.
- Enfin, des études économiques et environnementales comparatives entre fertilisation organique et minérale offrirait des arguments solides pour promouvoir l'adoption de pratiques agro-écologiques à grande échelle.



Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Aarar, M., & Saihi, M. (2024).** Effets agronomiques des boues d'épuration compostées sur les sols arides. *Revue des Sciences de l'Environnement*, 9(1), 41–52.
- Accumulation of osmoprotectants and biochemical changes in cucumber under organic fertilization.** *Journal of Agricultural Biotechnology*, 6(2), 88–95.
- Agegehu, G., Nelson, P. N., & Bird, M. I. (2014).** The effects of biochar, compost and their mixture and nitrogen fertilizer on yield and nitrogen use efficiency of barley in a Nitisol. *Agricultural Systems*, 134, 117–125.
- and soil properties. *Journal of Plant Nutrition*, 33(10), 1495–1507.
- AVRDC (2000).** Cucumber production in the tropics. Asian Vegetable Research and Development Center.
- AVRDC (2000).** Production of Cucurbits. Asian Vegetable Research and Development Center.
- AVRDC (2000).** Production of Cucurbits. Asian Vegetable Research and Development Center.
- Benmaiza, M. (2022).** Valorisation agronomique des boues d'épuration urbaines compostées
- Bhella, H. S. (1988).** Planting density and soil moisture effects on cucumber growth. *HortScience*, 23(3), 570–573.
- Bisognin, D. A. (2002).** Origin and evolution of cultivated cucurbits. *Ciência Rural*, 32(4), 715–723.
- Blackman, R. L., & Eastop, V. F. (2000).** Aphids on the World's Crops: An Identification and Information Guide. Wiley.
- Bouarfa, L., & Toumi, N. (2021).** L'évolution de la culture du concombre sous serre dans les régions sahariennes. *Revue des Techniques Agricoles*, 12(3), 45–53.
- Cohen, Y. (1981).** Downy mildew of cucurbits. *Phytopathology*, 71(2), 128–131.
- Dangl, J. L., & Jones, J. D. G. (2001).** Plant pathogens and integrated defense responses to infection. *Nature*, 411(6839), 826–833.
- dans la culture du concombre. Mémoire de Master, Université de Laghouat.
- Demir, I., & Mavi, K. (2004).** The effect of priming on seedling emergence of differentially matured cucumber (*Cucumis sativus*) seeds. *Scientia Horticulturae*, 102(3), 467–473.
- Edmeades, D. C. (2003).

Références bibliographiques

- Edmeades, D. C. (2003).** The long-term effects of manures and fertilisers on soil productivity and quality: A review. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 66(2), 165–180.
- Ellis, R. H., Hong, T. D., & Roberts, E. H. (1985).** Handbook of Seed Technology for Genebanks. IBPGR, Rome.
- FAO (2001).** Integrated pest management in vegetable production: a guidebook for extension workers.
- FAO. (2017).** The future of food and agriculture – Trends and challenges.
- FAO. (2021).** Trade and Markets: Export values of fresh and processed vegetables.
- FAOSTAT. (2022).** Cucumber production statistics.
- FAOSTAT. (2023).** Production statistics - Cucumbers and gherkins. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Fujita, M., Fujita, Y., Noutoshi, Y., Takahashi, F., Narusaka, Y., Yamaguchi-Shinozaki, K., & Shinozaki, K. (2006).** Crosstalk between abiotic and biotic stress responses. *Plant Molecular Biology*, 61(6), 683–706.
- Grover, J. K., & Yadav, S. (2004).** Pharmacological actions and potential uses of *Cucumis sativus* in medicine. *Phytotherapy Research*, 18(12), 895–905.
- Günes, A., Inal, A., & Alpaslan, M. (2010).** Antioxidant and protective effects of cucurbitacins in plants. *Plant Physiology Journal*, 68(4), 233–240.
- Hochmuth, G. J., et al. (1991).** Fertilizer management for vegetable crops in Florida. University of Florida Extension.
- Jarvis, W. R. (1992).** Managing fusarium wilt in greenhouse crops. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 14(1), 15–17.
- Jeffrey, C. (1980).** A review of the Cucurbitaceae. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 81(3), 233–247.
- Jeffrey, C. (2005).** Cucurbitaceae. In: Kubitzki, K. (Ed.), *The Families and Genera of Vascular Plants. Volume 9: Flowering Plants - Eudicots*, Springer, pp. 133–164.
- Jones, D. R. (2003).** Plant viruses transmitted by whiteflies. *European Journal of Plant Pathology*, 109(3), 195–219.
- Kaci, Y., & Belkhodja, M. (2019).** Comparaison du rendement du concombre en culture sous abris et en plein champ. Mémoire de Master, Université de Blida.
- Kaper, J. M., & Waterworth, H. E. (1981).** Cucumber mosaic virus: properties, symptoms, and control. *Plant Disease*, 65(7), 701–705.

Références bibliographiques

- Kaya, C., Higgs, D., Kirnak, H., & Tas, I. (2007).** Salinity and drought stress affect on cucumber growth. *Journal of Plant Nutrition*, 30(5), 763-774.
- Lebeda, A., Sedláková, B., & Kristková, E. (2006).** Resistance of cucurbits to powdery mildew. *Plant Protection Science*, 42(Special Issue), S25–S33.
- López Camelo, A. F., & Gómez, P. A. (2004).** Comparison of color indexes for tomato ripening. *Horticultura Brasileira*, 22(3), 534–537.
- López-Camelo, A. F. (2004).** Manual de manejo poscosecha de frutas y hortalizas. FAO.
- Lower, R. L., & Edwards, M. D. (1986).** Cucumber breeding. In: *Breeding Vegetable Crops*, AVI Publishing.
- Lv, J., et al. (2012).** Development of cucumber varieties resistant to multiple diseases. *Euphytica*, 187(3), 413–424.
- Mäder, P., Fließbach, A., Dubois, D., Gunst, L., Fried, P., & Niggli, U. (2002).** Soil fertility and biodiversity in organic farming. *Science*, 296(5573), 1694–1697.
- Mäder, P., Fließbach, A., Dubois, D., Gunst, L., Fried, P., & Niggli, U. (2002).**
- MADR (2021).** Statistiques agricoles annuelles – Algérie. Ministère de l’Agriculture et du Développement Rural.
- MADR (2022).** Statistiques agricoles – Bilan de la production maraîchère en Algérie. Ministère de l’Agriculture et du Développement Rural.
- Maynard, D. N., & Hochmuth, G. J. (2007).** *Knott's Handbook for Vegetable Growers*. Wiley.
- Mittler, R. (2002).** Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. *Trends in Plant Science*, 7(9), 405–410.
- Mukherjee, P. K., Nema, N. K., Maity, N., & Sarkar, B. K. (2013).** Bioactive compounds from medicinal plants and their mechanism of action. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 12(1), 15–24.
- Nicola, S., Hoeberechts, J., Fontana, E. (2009).** Quality of vegetable seedlings. *Acta Horticulturae*, 807, 129–136.
- Papadopoulos, A. P., & Hao, X. (2005).** Cucumbers. In: *Protected Cultivation of Horticultural Crops*, FAO.
- Paris, H. S. (2000).** Cucurbitaceae: History and economic importance. In: *Encyclopedia of Life Sciences*.
- Pennington, J. A. T., & Fisher, R. A. (2010).** Food component profiles for fruits and vegetables. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23(5), 411–418.

Références bibliographiques

- Pitrat, M., Chauvet, M., & Foury, C. (1999).** Diversity, history and production of cultivated cucurbits. *Acta Horticulturae*, 492, 21–28.
- Pushparaj, B., Manivannan, P., & Abdul Jaleel, C. (2007).**
- Pushparaj, P. N., Low, H. K., & Chan, K. (2007).** Antidiabetic effects of *Cucumis sativus* in streptozotocin-induced diabetic rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 104(3), 351–355.
- Robinson, R. W., & Decker-Walters, D. S. (1997).** Cucurbits. CAB International.
- Rubatzky, V. E., & Yamaguchi, M. (1997).** World Vegetables: Principles, Production, and Nutritive Values. Springer.
- Rubatzky, V. E., & Yamaguchi, M. (1997).** World Vegetables: Principles, Production, and Nutritive Values. Springer.
- Saltveit, M. E. (1997).** A summary of physiological and biochemical postharvest changes in vegetables. *Acta Horticulturae*, 379, 9–13.
- Sharma, V., & Sharma, S. (2012).** Antimicrobial activity of medicinal plants: *Cucumis sativus*. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 4(6), 3200–3202.
- Sirohi, P., Singh, D., & Kalra, S. (2014).** Anti-inflammatory and analgesic properties of *Cucumis sativus*. *International Journal of Green Pharmacy*, 8(1), 32–36.
- Soil fertility and biodiversity in organic farming.** *Science*, 296(5573), 1694–1697.
- Sols arides.** *Revue des Sciences de l'Environnement*, 9(1), 41–52.
- Staub, J. E., & Bacher, J. (1997).** Cucurbit breeding. In: *Plant Breeding Reviews*, Vol. 14.
- Staub, J. E., Bacher, J., & Poetter, K. (2005).** Breeding cucumber for parthenocarpy. *Plant Breeding Reviews*, 25, 191–226.
- Staub, J. E., Bacher, J., & Poetter, K. (2008).** Sources of parthenocarpy in cucumber. *Euphytica*, 164(2), 289–297.
- Staub, J. E., Serquen, F. C., & Gupta, M. (1996).** Genetic diversity in cucumber (*Cucumis sativus* L.): An evaluation of Indian germplasm. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 43(4), 301–318.
- Swiader, J. M., & Ware, G. W. (2002).** Producing Vegetable Crops. Interstate Publishers.
- Swiader, J. M., & Ware, G. W. (2002).** Producing Vegetable Crops. Interstate Publishers.
- Tatlioglu, T. (1997).** Cucumber (*Cucumis sativus* L.). In: *Genetic Improvement of Vegetable Crops*. Pergamon Press.

Références bibliographiques

- Tatlioglu, T. (1997).** Cucumbers. In: B. K. Singh (Ed.), Genetic Improvement of Vegetable Crops, Pergamon Press, pp. 197–234.
- The long-term effects of manures and fertilisers on soil productivity and quality.** Nutrient Cycling in Agroecosystems, 66, 165–180.
- USDA (2020).** FoodData Central: Cucumber, raw. United States Department of Agriculture.
- Wang, F. Z., Wang, Q. B., Kwon, S. Y., Kwak, S. S., & Su, W. A. (2012).** Enhanced tolerance of transgenic cucumber to chilling stress by overexpression of SOD and APX genes. Plant Science, 162(3), 403-409.
- Wehner, T. C., & Guner, N. (2004).** Growth stage descriptions of cucumber. HortTechnology, 14(1), 31–34.
- Whitaker, T. W., & Davis, G. N. (1962).** Cucurbits: botany, cultivation, and utilization. Interscience Publishers.
- Yetisir, H., Sakar, D., & Tuna, A. L. (2010).** Effects of organic manure on plant growth and mineral content of cucumber. Journal of Plant Nutrition, 33(10), 1495–1507.
- Yetisir, H., Sari, N., & Yildiz, M. (2010).** Effect of composted manure on growth of cucumber
- Zerroug, N., Bensalem, R., & Merabet, A. (2020).** Contraintes phytosanitaires dans la culture du concombre au sud algérien. Revue AgroDéveloppement, 8(1), 33–40.
- Zhang, Y., Chen, G., & Liu, L. (2014).** Nitrogen regulation and its role in chlorophyll biosynthesis in crops. Journal of Plant Physiology, 171(5), 421–429.
- Zhang, Z. Q. (2003).** Mites of Greenhouses: Identification, Biology and Control. CABI Publishing.
- Zhou, Q., Li, Y., & Zhang, X. (2016).** Salinity effects on root development of vegetable seedlings. Agricultural Sciences, 7(5), 403–412.
- Zhou, Y., Zheng, J., Li, S., et al. (2016).** Natural polyphenols for prevention and treatment of cancer. Nutrients, 8(8), 515.
- Zhu, J. K. (2001).** Plant salt tolerance. Trends in Plant Science, 6(2), 66-71.
- Zitter, T. A., Hopkins, D. L., & Thomas, C. E. (1996). Compendium of Cucurbit Diseases. APS Press.