



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي



رقم الترتيب:

كلية علوم الطبيعة والحياة

رقم التسلسل:

قسم البيولوجيا

مذكرة تخرج

لنيل شهادة ماستر أكاديمي

ميدان: علوم الطبيعة والحياة

شعبة علوم بيولوجية

تخصص: التنوع البيئي وفزيولوجيا النبات

الموضوع

تقدير محتوى البيتا لين في البنجر الأحمر

Beta vulgaris L

من إعداد الطالبات: وقادي صفاء _ مقدود شيماء

نوقشت يوم 2021/06/00 من طرف لجنة المناقشة:

_ جهرة علي بوتليليس أستاذ محاضر "أ" مناقشاً جامعة الشهيد حمه لخضر - الوادي

_ بن الحبيب عبد الحميد أستاذ مساعد "أ" مؤطراً جامعة الشهيد حمه لخضر - الوادي

_ عثمانى هاجر أستاذ محاضر "ب" رئيساً جامعة الشهيد حمه لخضر - الوادي

الموسم الجامعي: 2021/2020



الإهداء



الحمد لله وكفى والصلاة على الحبيب المصطفى وأهله ومن وفى أما بعد:

الحمد لله الذي وفقني لتتأمين هذه الخطوة في مسيرتي الدراسية بمذكرتي هذه ثمرة الجهد

والنجاح بفضلته تعالى مهداة إلى الوالدين الكريمين حفظهما الله وأدامهما نوراً لدربي.

وإلى أخواتي : سهام وإسراء

وإلى كل الأصدقاء

صفاء



الإهداء



أهدي هذا العمل المتواضع إلى روح والدي الغالي الذي رحل قبل أن يرى تخرجي

وإلى أُمي العزيزة التي كانت سنداً لي في هذه السنة الصعبة

وإلى أخوتي وأخواتي

وكل من ساندني من قريب أو بعيد بمعلومة أو دعم مادي أو معنوي

شياء

شكر وعرفان

أستاذنا الفاضل

نتقدم إليك بحزيريل الشكر وعظيم الامتنان جزاء ما قدمت لنا في سبيل
إنجاز مذكرة تخرجنا.. وإن كنا غير قادرين على الوفاء بفضلكم فإننا نسأل
الله العظيم أن يجازيكم بقدر ما تستحقون.. جزاكم الله عنا كل خير.

والشكر موصول للجنة المناقشة التي كان لنا شرف قبولها مناقشة هذه
الرسالة والمتكونة من: الدكتور جهرة علي بوتليليس مناقشاً والأستاذة
هاجر عثمانى رئيساً.

كما ندين بالشكر لمسؤولي المخابر، الذين ساعدونا من خلال تقديم جميع
التسهيلات ومختلف التوضيحات والمعلومات المقدمة من طرفهم لإنجاز
هذا البحث.

الملخص

يهدف تقدير محتوى البيتاين في البنجر الأحمر *Beta vulgaris L*، قمنا بدراسة تهدف إلى معرفة تأثير الزراعة المختلطة على نمو البنجر وعلى الخصائص المورفولوجيا والفسيزولوجيا وكذا تركيز صبغة البيتاين في جذور البنجر.

أظهرت نتائج دراسة الخصائص المورفولوجيا والفسيزولوجية تقوفا في حالة الزراعة المختلطة (البنجر/القول).

توصلت الدراسة إلى أن البنجر المنفرد (B) احتوى على كميات من صبغة البيتاين بتركيز يفوق الكميات التي يحتويها البنجر المختلط (BF) ضمن الزراعة المختلطة.

أكدت الدراسة أن استخلاص صبغة البيتاين باستعمال الميثانول كمذيب له فعالية أكثر مقارنة مع الماء المقطر، في حين أن زيادة حجم المذيب له تأثير سلبي على كمية البيتاين المستخلص من البنجر.

ومن خلال هذه النتائج توصلت دراستنا إلى أن نبات البنجر لا يتأثر سلبا بالزراعة المختلطة مع القول، وهذا مما يشجع على استغلال المساحات الزراعية في أكثر من منتج خلال الموسم الواحد.

الكلمات المفتاحية: البنجر الأحمر، الزراعة المختلطة، الخصائص المورفولوجيا، الخصائص الفسيزولوجية، البيتاين.

Résumé

Afin d'estimer la teneur en bétalaïnes de la betterave rouge *Beta vulgaris L.*, nous avons mené une étude visant à connaître l'effet de culture mixte sur la croissance des betteraves, des caractères morphologiques et physiologiques, ainsi que la concentration en pigment bétalaïnes dans les racines des betterave.

Les résultats de l'étude des caractéristiques morphologiques et physiologiques ont montré une supériorité dans le cas de la culture mixte (betterave/fève).

L'étude a conclu que les betterave seule contenaient plus de pigment bétalaïnes à une concentration qui dépassait les quantités contenues dans les betteraves/fève en culture mixte.

L'étude a confirmé que l'extraction du colorant de bétalaïnes en utilisant du méthanol comme solvant est plus efficace que l'eau distillée et que la volume de solvants croissante a un effet négatif sur la quantité de bétalaïnes extrait du la betterave.

Cette étude montrée que la culture de betterave n'est pas affectée négativement par la culture mixte avec la fève, cela encourage l'exploitation des zones agricoles dans plus d'un produit au cours d'une saison.

Mots clés: betterave rouge, la culture mixte, la caractères morphologique et physiologiques, bétalaïnes.

Abstract

In order to estimate the betalain content of red beet *Beta vulgaris L*, we conducted a study to know the effect of mixed culture on the growth of beets, morphological and physiological characteristics, as well as the concentration of betalain pigment in the roots of beets.

The results of the study of morphological and physiological characteristics showed a superiority in the case of the mixed culture (beet/beans).

The study concluded that the beet alone contained more betalain pigment at a concentration that exceeded the amounts contained in the beet/beans in mixed culture.

The study confirmed that extraction of betalain dye using methanol as a solvent is more efficient than distilled water and that increasing solvent volume has a negative effect on the amount of betalain extracted from the beet.

This study showed that the beet crop is not negatively affected by the mixed crop with bean, which encourages the exploitation of agricultural areas in more than one product during a season.

Key words: beet, mixed cultivation, morphological and physiological characteristics, betalains.

الفهرس

.....	الملخص
.....	Résumé
.....	الفهرس
.....	قائمة الجداول
.....	قائمة الأشكال
.....	قائمة الملاحق
.....	قائمة الاختصارات والرموز
١	مقدمة
.....	الجزء النظري
.....	الفصل الأول: عموميات البنجر الأحمر
٢	نبذة تاريخية
٤	دورة نمو البنجر:
٥	أولاً: الموسم الأول
٥	زراعة البذور:
٥	طور النمو الخضري الأول:
٧	ثانياً: موسم النمو الثاني
٧	طور النمو الخضري الثاني:
٧	طور التهيئة للإزهار:
٧	طور الإزهار وتكوين الثمار:

٨	فوائده:
.....	الفصل الثاني: البيتالين
١١	البيتالين:
١٢	التركيب الكيميائي:
١٢	التخليق الحيوي:
١٥	مصادره:
١٥	فوائده:
.....	الجزء التطبيقي
.....	الفصل الأول: مواد وطرق الدراسة
١٧	منطقة الدراسة:
١٧	1-1 الموقع الجغرافي لمنطقة وادي سوف:
١٧	1-2 محطة الدراسة:
١٩	1-3 اختيار عينات الدراسة:
٢١	الخصائص المدروسة:
٢١	الخصائص المورفولوجيا:
٢١	الوزن الرطب للجذر التخزيني
٢١	الوزن الرطب للمجموع الخضري
٢١	الوزن الرطب والوزن الجاف للورقة
٢١	المساحة الورقية
٢٢	الخصائص الفيزيولوجية
٢٢	تقدير محتوى الماء في الأنسجة الورقية
٢٢	تقدير محتوى الماء في مساحة ورقية معينة

٢٢	تقدير محتوى الماء في الجذر التخزيني
٢٢	تقدير محتوى (تركيز) الببتالين في الجذر التخزيني:
٢٣	الدراسة الاحصائية:
	الفصل الثاني: نتائج ومناقشة
٢٥	نتائج ومناقشة:
٢٥	الخصائص المورفولوجيا:
٢٥	1-1 الوزن الرطب للجذر التخزيني:
٢٦	1-2 الوزن الرطب للجزء الخضري:
٢٧	1-3 الوزن الجاف للأوراق:
٢٨	1-4 الوزن الرطب للأوراق:
٢٩	1-5 المساحة الورقية:
٢٩	الخصائص الفيزيولوجيا:
٢٩	2-1 تقدير محتوى الماء في الأوراق:
٣٠	2-2 تقدير محتوى الماء في مساحة ورقية معينة:
٣١	2-3 تقدير محتوى الماء في الجذر التخزيني:
٣٣	2-4 تقدير محتوى الببتالين في الجذر التخزيني:
٤٢	الخلاصة العامة
٤٤	قائمة المراجع العربية
٤٥	المراجع الأجنبية
٥١	الملحق

قائمة الجداول

الرقم	العنوان	الصفحة
1	الوسائل والمحاليل المستعملة في التجارب	20
2	الخصائص المورفولوجيا للبنجر الأحمر	26
3	متوسط محتوى الماء في الأوراق	30
4	تركيز الماء في المساحة الورقية	31
5	متوسط محتوى الماء في الجذر التخزيني	32
6	تركيز Betax للبنجر المذاب في الماء المقطر	34
7	تركيز Betax للبنجر المذاب في الماء المقطر	36
8	تركيز Betacy للبنجر المذاب في الميثانول	37
9	تركيز Betacy للبنجر المذاب في الميثانول	39

قائمة الوثائق

رقم الوثيقة	العنوان	الصفحة
1	دورة نمو البنجر الأحمر	8
2	التركيب الكيميائي للبيتالين	12
3	التخليق الحيوي للبيتالين	14
4	أنواع نباتية منتجة للبيتالين	15
5	الموقع الجغرافي لمحطة الدراسة	19
6	صورة ميدانية لمنطقة الدراسة	19
7	حقل البنجر المنفرد	20
8	حقل البنجر المختلط	20
9	الحاضنة الحرارية	21
10	جهاز المطيافية الضوئية	21
11	الميزان الحساس	21
12	الوزن الرطب للجذر التخزيني	26
13	البنجر المختلط	27
14	البنجر المنفرد	27
15	الوزن الرطب للجزء الخضري	27
16	الوزن الجاف للأوراق	28
17	الأوراق الجافة BF و B	28
18	الوزن الرطب لأوراق البنجر	29
19	الأوراق الطرية للبنجر	29
20	المساحة الورقية	30
21	محتوى الماء في الأوراق	31
22	نسبة محتوى الماء في مساحة ورقية	32
23	محتوى الماء في الجذر	33
24	محتوى الماء في الورقة والجذر	33
25	تركيز Betax للبنجر المذاب في الماء المقطر	35
26	تركيز Betacy للبنجر المذاب في الماء المقطر	36
27	تركيز Betax للبنجر المذاب في الميثانول	38
28	تركيز Betacy للبنجر المذاب في الميثانول	39
29	تركيز Betax و Betacy للبنجر المذاب في الماء المقطر	40
30	تركيز Betax و Betacy للبنجر المذاب في الميثانول	41
31	تركيز Betax و Betacy للبنجر المذاب في الماء المقطر والميثانول	42

قائمة الملاحق

الرقم	العنوان	الصفحة
1	تكرارات الأوزان الجافة لأوراق البنجر الأحمر	51
2	تكرارات الأوزان الرطبة لأوراق البنجر الأحمر	51
3	تكرارات الأوزان الرطبة للقطع الورقية	51
4	تكرارات المساحة الورقية	52
5	تكرارات الوزن الرطب للجذر التخزيني	52
6	تكرارات الوزن الرطب للجزء الخضري	52
7	تكرارات الأوزان الرطبة لشرائح البنجر	52
8	تكرارات الأوزان الجافة لشرائح البنجر	53
9	تكرارات قراءة المطياف	53
10	تكرارات محتوى الماء في الأوراق	54
11	تكرارات محتوى الماء في مساحة ورقية	54

قائمة الاختصارات والرموز

الاختصار	معناه
سم	سنتيمتر
سم ²	سنتيمتر مربع
مل	ملييلتر
غ	غرام
الحقل B	البنجر المنفرد
الحقل BF	بنجر مع الفول
BC	تركيز البيتالين
A	الامتصاصية
DF	نسبة التخفيف
MW	الكتلة المولية
Vd	حجم المحلول
L	ثابت
Ft	الجدولية
Fc	المحسوبة

المقدمة

مقدمة

أحدث أسلوب الحياة الحديث تغيرات في الحالة الصحية لشرائح مختلفة من السكان، مثل أمراض القلب والسرطان والسكري. وبالتالي، فقد أصبح من الضروري إدخال الفواكه والخضراوات في النظام الغذائي اليومي. (Liliana and Oana, 2020).

يعد البنجر الأحمر أو ما يسمى بالشمندر الأحمر من أهم المحاصيل الزراعية الصحية إذ يعتبر أحد أهم الخضراوات الغنية بالمواد الغذائية والمركبات ذات فوائد طبية والتي ينفرد بها نبات البنجر عن باقي النباتات وهذا بالإضافة إلى محتواه العالي من السكر والكربوهيدرات كما أنه يعتبر علاج فعال لحالات الأنيميا، علاوة على فوائده الصحية يعتبر البنجر الأحمر من المنتجات التجميلية المهمة. (Jain and Singhai, 2012).

يعتبر جذر *Beta vulgaris* المعروف أيضا باسم جذر الشمندر، مصدرا طبيعيا أساسيا للأصباغ المستخدمة عادة كملونات في مجموعة كبيرة من المنتجات الغذائية. تتكون أصباغ جذر *Beta vulgaris* من جزأين رئيسيين قابلين للذوبان في الماء: Betacyanins التي تمنح اللون الأحمر البنفسجي و Betaxanthins كلون أصفر برتقالي. (Hilda and Anita, 2020).

أشارت العديد من الدراسات إلى طرق مختلفة في استخلاص وتقدير محتوى البيتاين عند البنجر الأحمر من أجل ذلك قمنا بدراسة تقدير محتوى البيتاين في البنجر الأحمر، اعتمدنا على اختيار نوعين من المحاصيل الزراعية للبنجر في منطقة الوادي فكانت الأولى من حقل البنجر مزروع منفردا أما الثاني فكان من حقل مختلط : البنجر مع الفول.

وتهدف دراستنا للإجابة على السؤالين :

ما هي الطرق الأمثل لتقدير محتوى البيتاين في البنجر؟

ما هو تأثير الطرق الزراعية على كمية البيتاين؟

الجزء النظري

الفصل الأول: عموميات البنجر الأحمر

نبذة تاريخية

يعتبر البنجر من أقدم الخضروات التي عرفت البشرية . يعتقد أن البنجر نشأ على طول ساحل البحر الأبيض المتوسط (بنجر البحر). في القرن الخامس عشر، كان الرومان يزرعون البنجر لأوراقه التي يتغذون عليها، والتي كانت تسمى البنجر الروماني. كان البنجر الروماني أبيض أو أسود اللون، ولكننا نجد اليوم أيضا بنجراً أحمر داكناً أو أصفر اللون. في نهاية القرن الخامس عشر، كان البنجر يزرع ليس فقط لأوراقه ولكن أيضا لجذوره في جميع أنحاء أوروبا. تمت زراعة عدة أنواع من البنجر على مر السنين. في القرن الثامن عشر ظهر البنجر الأصفر. في عام 1747، اكتشف الكيميائي الألماني Andrews Marggraf المصدر المحتمل للسكر في البنجر. في القرن التاسع عشر، طور الروسيون نوعاً آخر يسمى بنجر السكر، الذي تمت زراعة جذوره الطويلة البيضاء المدببة لمحتواه من السكر. في الأصل، احتوى بنجر السكر على 6 % سكر وفي ثمانينات القرن التاسع عشر تم تطوير بنجر السكر بنسبة 16-17% سكر. كان جذر الشمندر في العصور الوسطى مختلفاً عن بنجر اليوم، حيث كانت الجذور رفيعة وطويلة، لذلك يزرع بنجر اليوم بجذور مستديرة ممتلئة. تقليدياً، كان البنجر يؤكل كغذاء. واليوم، يتم التعرف عليه كغذاء وظيفي. (Harsh and Milind, 2016).

البنجر الأحمر

الوصف النباتي:

البنجر الأحمر نبات عشبي، من الفصيلة الرمرامية (Chenopodiaceae) وهو ثنائي الحول، ذو موسمين للنمو حيث يكمل نموه الخصري في موسم النمو الأول ثم يتجه نحو الإزهار في موسم النمو الثاني وتكتمل حينها دورة حياته. الجذر وتدي ينتفخ في جزئه العلوي وسويقته الجنينية السفلى. فيتكون الجزء المستعمل في الغذاء. وتظهر على الجذر المتضخم المقطوع عرضيا قشرة حمراء مائلة إلى البنفسجي وحلقات نمو منفصلة عن بعضها بطبقات من الخلايا البرانشيمية التي تخزن فيها المواد الكربوهيدراتية والصبغة الحمراء البيتا لين. الموطن الأصلي هو حوض البحر الأبيض المتوسط وتنتشر زراعته حاليا في أمريكا وأوروبا وبشكل اقل في الهند. وتكمن القيمة الغذائية للشمندر الأحمر في مواده السكرية والبروتينات والفيتامينات مثل: الفيتامين C (أكثر من الجزر) والفيتامين B. (Jain and Singhai,2012).

التصنيف:

المملكة: النباتية

الشعبة: النباتات المزهرة

الطائفة: ثنائية الفلقة

العائلة: الرمرامية Chenopodiaceae

الرتبة: القرنفليات Caryophyllales

الفصيلة: القطفية Amaranthaceae

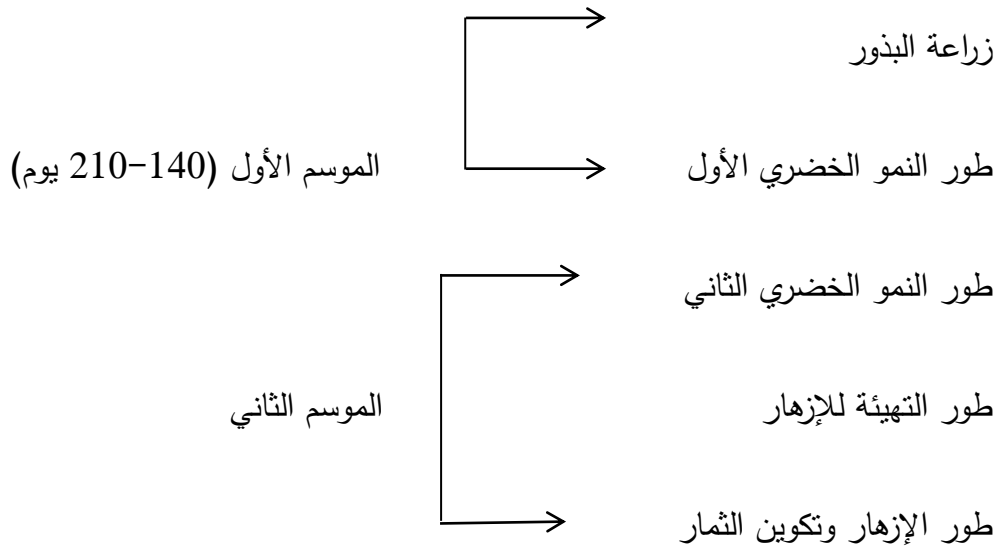
الجنس: Beta

النوع: *Beta vulgaris L*

دورة نمو البنجر:

البنجر نباتات ثنائية الحول تنتج البذور خلال السنة الثانية من النمو، الزهور محاطة بأوراق شبيهة بأوراق الشجر وتنمو على هيكل شبيه بسنابل يبلغ ارتفاعه 120 سم . لا تزهر حتى تنضج جذورها وتعيش شهرًا واحدًا في درجات حرارة باردة. يستغرق إنبات البذور من خمسة إلى عشرة أيام . يمكن حرث البنجر بدءًا من أوائل شهر أكتوبر ويمكن حصاده مبكرًا للحصول على الجذر الناضج عندما تكون الجذور بقطر 6-8 سم. (Topoleski, 1981)

ويمر النبات في أثناء النمو بأطوار عديدة كما يلي:



أولاً: الموسم الأول

زراعة البذور:

تحتوي بذور الشمندر على طبقة صلبة ، لذا عادة ما يتم نقعها البذور في الماء لساعات، تزرع البذور في صفوف الخندق بعمق 2 سم و 10-15 سم في صفوف متباعدة بحوالي 25 سم. ثم تغطيتها برفق بالتربة التي تحتوي على مواد عضوية.(Bird and Christine,2003)

طور النمو الخضري الأول:

في هذا الطور يزداد عدد أوراق النبات كما يزداد متوسط وزن و مساحة الأوراق وتوجد اوراق متراخمة في التاج . ويتقدم العمر يزداد وزن الأوراق والجذور، وفي البداية يكون النمو الخضري سريعاً ثم يقل تدريجياً أما الجذر فيبدأ في النضج متأخراً عن النمو الخضري ويستمر في الزيادة بعد ذلك حتي نهاية موسم النمو(بدوي، محسن عبد العزيز،2005).

وحسب (Bird and Christine,2003) فالدورة الزراعية للبنجر تمر بمراحل:

1-زراعة البذور: تحتوي بذور الشمندر على طبقة صلبة ، لذا عادة ما يتم نقعها البذور في الماء لساعات، تزرع البذور في صفوف الخندق بعمق 2 سم و 10-15 سم في صفوف متباعدة بحوالي 25 سم. ثم تغطيتها برفق بالتربة التي تحتوي على مواد عضوية.

2-الإنبات: تستغرق البذور من 10 إلى 14 يوماً لتتبت حسب درجة الحرارة. مشاهدة الأوراق الصغيرة التي تظهر بازغة من خلال التربة. بتخفيف كثافة الشتلات الصغيرة إلى مسافة 15 سم بعيداً عن بعضها عندما يصل ارتفاعها إلى حوالي 5 سم لتقليل الازدحام الذي يؤدي إلى ضعف نمو الجذور.

3-تكوين شتلات جذر البنجر: في هذه المرحلة تتكون شتلات البنجر بعد 2-3 أسابيع من الزرع ومتكونة من ورقتين، ويفضل بقاء التربة محافظة على رطوبة الشتلات الصغيرة ولكن ليس مبللة. فالري العميق المنتظم يمنع البنجر من التخشب Lignification.

4- شتلات البنجر جاهزة للزراعة: يمكن في هذه المرحلة نقل الشتلات عندما يبلغ طولها حوالي 10-15 سم. أو زرع الشتلات التي تم جلبها، وينصح دوماً بدفع التربة بقوة حول جذور الشتلة ، ولكن لا تدفع لأسفل من الأعلى لأن هذا يمكن أن يضغط التربة حول منطقة الجذر ويوقف نمو الجذور بشكل جيد.

5- نمو نبات البنجر: في هذه المرحلة يظهر النمو السريع لجذر البنجر خلال الأسابيع التالية ، سترى الجذع ونمو الأوراق والبصلة الصغيرة عندما تبدأ في النمو.

• يمكن حصاد الأوراق من حوالي ستة أسابيع ، قم بإزالة الأوراق الخارجية أولاً ولكن اترك الأوراق الداخلية، بحيث تستمر الجذر التخزيني في النمو.

• إزالة الأعشاب الضارة عند ظهورها ، لأنها تتنافس على المساحة والمغذيات. احرص على عدم إتلاف نبات البنجر.

6- نمو الجذر التخزيني: عندما ينضج الجذر التخزيني، يبرز قليلاً لسطح التربة ويفضل منع جفاف التربة والحفاظ على رطوبة معتدلة للجذر فإذا كانت التربة رطبة جداً ، فسوف تتعفن الجذر التخزيني. وإذا كان الجذر التخزيني جافاً جداً، فسوف يتشقق.

7-حصاد البنجر: يكون جذر البنجر بشكل عام جاهزاً للحصاد بعد حوالي 10 إلى 12 أسبوعاً من البذر. يمكن حصاد البنجر الصغير عندما يتراوح عرضه بين 30 ملم و 50 ملم كما يمكن

تركه حتى يصل إلى حجم برتقالة صغيرة. كما ينصح دوماً بـألا تترك جذر البنجر ليصبح كبيراً جداً لأنه سيصبح قاسياً ويفقد نكهته.

ثانياً: موسم النمو الثاني

طور النمو الخضري الثاني:

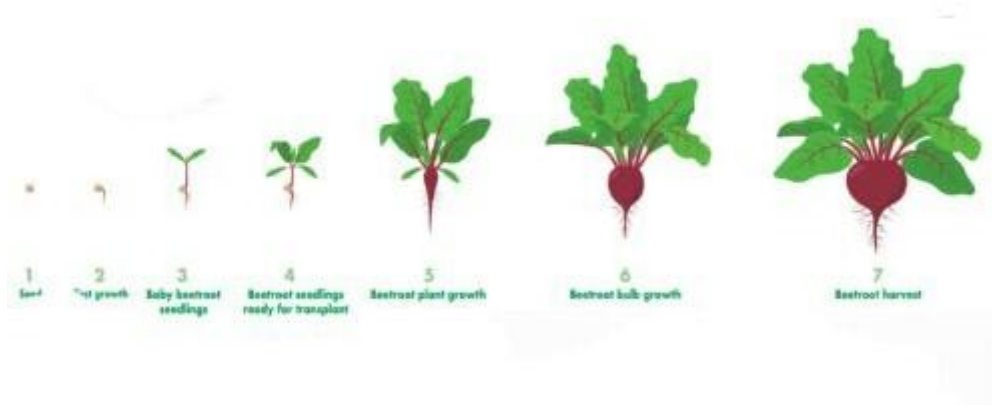
بزراعة الجذور أو عند تركها في الأرض تنمو أوراق النبات في العام الثاني.

طور التهيئة للإزهار:

يعتبر نبات البنجر من نباتات النهار الطويل، تنتهي نباتات البنجر لإزهار في أي طور من اطوار حياتها ماعدا فترة سكون البذور وذلك بتعرض النباتات او البذور غير ساكنة والمبللة بالماء اثناء نموها لدرجة الحرارة المنخفضة ويتوقف ذلك على الصنف وعمر النبات وغير ذلك وعموماً درجة الحرارة المهيأة لإزهار تتراوح بين 4-7م ° ولمدة 1-2 شهر خلال أي مرحلة من مراحل نمو النبات (الشوني، كمال عبد العزيز 2003).

طور الإزهار وتكوين الثمار:

عندما تتعرض النباتات المتهيئة لإزهار لدرجات الحرارة المرتفعة والنهار الطويل تستطيع السوق الزهرية وتنقل المواد الغذائية المختزنة بالجذور الى السوق الزهرية فتكون الزهار ثم يحدث التلقيح والإخصاب عند ذلك تنتقل المواد الغذائية من اجزاء النبات المختلفة الى ان يكتمل تكوينها ثم يموت النبات (عبد الجواد، 1998).



وثيقة 1: دورة نمو البنجر الأحمر

فوائده:

أفاد العديد من الباحثين (Ceclu and Viorela, 2020) أن جذر البنجر مصدر مهم لمواد كيميائية نباتية تعزز الصحة، تحتوي البوليفينول، الكاروتينات، الفيتامينات الموجودة في جذر البنجر على مضادات الأكسدة، ومضادات الالتهاب ومضادة للسرطان و أنشطة حماية الكبد ولها أيضا فوائد مضادة لمرض السكري و أمراض القلب و الاوعية الدموية، وارتفاع ضغط الدم والتئام الجروح. لذلك فإن استخدام البنجر كمكون في المنتجات الغذائية المختلفة يضيف تأثيرات مفيدة على صحة الانسان ويوفر فرصة لتطوير أغذية وظيفية مختلفة.

❖ **فقر الدم:** يحتوي البنجر على نسبة عالية من الحديد يجدد خلايا الدم الحمراء ويعيد

تنشيطها ويمد الجسم بالأكسجين الطازج. يساعد محتوى النحاس في البنجر على إتاحة

الحديد أكثر للجسم.

❖ **السرطان:** البيتين betaine، وهو حمض أميني موجود في البنجر، له خصائص مهمة

مضادة للسرطان.

- ❖ **الإمساك:** شرب عصير البنجر بانتظام يساعد في تخفيف الإمساك المزمن.
- ❖ **قشرة الرأس:** خلط القليل من الخل مع كوب صغير من عصير البنجر وتدليكه على فروة الرأس بأطراف الأصابع وتركه لمدة ساعة ثم شطفه. مع تكرار العملية يوميا حتى تختفي قشرة الرأس.
- ❖ **قرحة المعدة:** مزيج العسل مع عصير البنجر وشربه مرتين أو ثلاث مرات في الأسبوع على معدة خاوية للقضاء على القرحة.
- ❖ **خفض الكوليسترول:** يحتوي البنجر على ألياف قابلة للذوبان، والتي ثبت أيضا أن لها القدرة على خفض الكوليسترول. (Yashwant,2015).
- ❖ يساعد البنجر في تقليل آثار الخرف وفقدان الذاكرة عن طريق زيادة تدفق الدم إلى الدماغ.
- ❖ أظهرت العديد من الدراسات أن البنجر الأحمر هو مصدر جيد لمضادات الأكسدة الطبيعية، كونه من بين أكثر 10 نباتات فعالية.
- ❖ يحتوي البنجر على معادن طبيعية تقوي العظام.
- ❖ يستهلك عصير البنجر أيضا كعلاج طبيعي للضعف الجنسي.

مكونات عصير البنجر:

أشار العالمان (Jasmitha and Shenoy,2018) أن عصير البنجر غني بالعناصر الغذائية التالية:

- ❖ **الفيتامينات:** البنجر مصدر جيد لحمض الفوليك وفيتامين C كما أنه يحتوي على كميات صغيرة من فيتامين B1, B2, B3 وفيتامين A على شكل بيتاكاروتين.

❖ **المعادن:** غني بالكالسيوم ، المغنيزيوم، الفسفور، البوتاسيوم والصوديوم بالإضافة إلى

كميات أقل من الحديد، الزنك، النحاس، المنغنيز والسيلينيوم.

❖ **الأحماض الأمينية:** على الرغم من أن البنجر الخام يتكون أساساً من الماء

والكربوهيدرات، إلا أنه يحتوي أيضا على كميات صغيرة من جميع الأحماض الأمينية

(البروتينات).

❖ **السعرات الحرارية:** تحتوي حبة البنجر مقاس 5سم على 35 سعرة حرارية.

❖ **مضادات الأكسدة:** يمكن أن تساعد الفلافونويدات في تقليل أكسدة كوليسترول البروتين

الدهني منخفض الكثافة، مما قد يؤدي إلى تلف جدران الكاروتينات في الشرايين ومنه

النوبات القلبية والحوادث.

❖ **اللون المضاد للسرطان:** يأتي اللون الأحمر للبنجر من مادة الـ Bétacyanine التي

تمنع الإصابة بسرطان القولون.

❖ **السيليكا:** مخزون السيليكا الغني الذي يحتويه يسمح بالاستخدام الأمثل للكالسيوم في

الجسم وهو ضروري أيضا لصحة الجلد، الشعر، الأظافر والعظام.

الفصل الثاني: البيتاين

البيتالين:

من المعروف أن البيتالين هي أهم المركبات الموجودة في جذر البنجر. وهي عبارة عن مستقلبات نباتية ثانوية لها خصائص كيميائية ووظائف بيولوجية وأطياف لونية مماثلة للأنثوسيانين. ومع ذلك فإن الأنثوسيانين و البيتالين لا يتعايشان أبدا معا في النباتات.

البيتالين عبارة عن أصباغ نيتروجينية مائية يمكن تقسيمها إلى مجموعتين رئيسيتين وفقا لتركيبها الكيميائي ولونها.

Bétacyanine تعطي اللون الأحمر البنفسجي في حين أن Bétaxanthine تعطي أصباغ صفراء. هناك تناقضات فيما يتعلق بالنسب بين Bétacyanine و Bétaxanthine في جذر البنجر، على الرغم من أنه يبدو واضحا أن محتوى Bétacyanine في جذر البنجر أعلى بكثير من Bétaxanthine. أفاد بعض المؤلفين أن Bétacyanine يمثل حوالي 80_90% من اجمالي البيتالين في حين وجد آخرون أن Bétacyanine كان بين 50_70% من اجمالي البيتالين. الاختلاف في هذه النسب يحدد لون الجذر، والمحتوى العالي من Bétacyanine يضيف صبغة حمراء أرجوانية نموذجية.

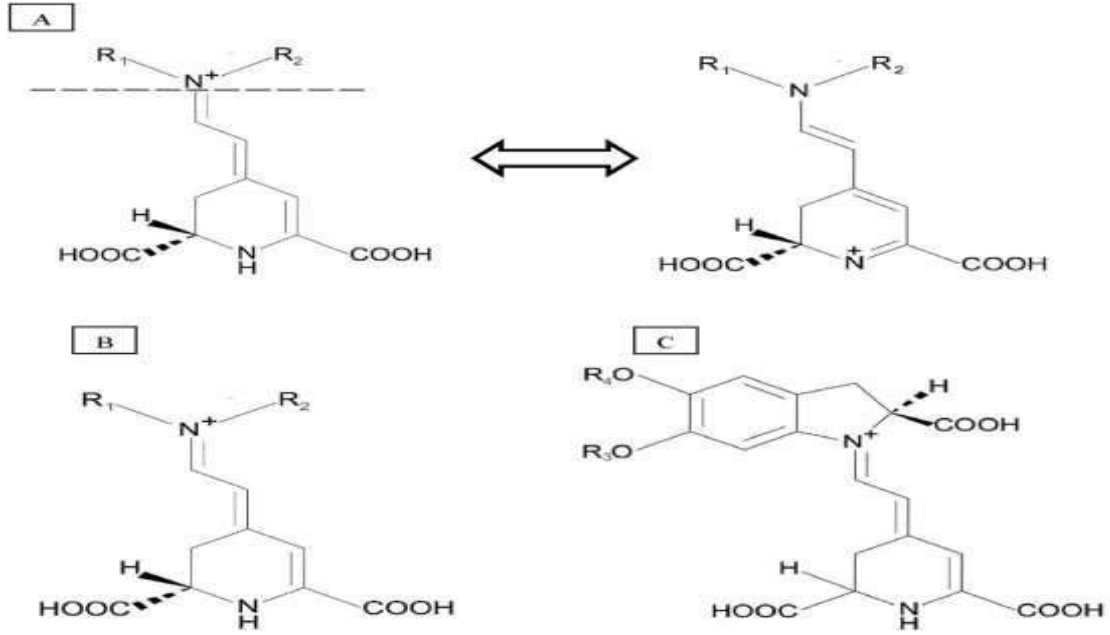
تم العثور على أكثر من 90 بيتالين مختلف (Bétacyanine 60 و Bétaxanthine 33) في الطبيعة. على الرغم من العدد الكبير من المركبات التي يشير إليها مصطلح البيتالين، فإن Bétacyanine الموجودة في أعلى تركيز في البنجر بترتيب تنازلي هي: probetamin, neobetanin, isobetanin, betanin.

في حالة Bétaxanthine الموجودة في جذر البنجر، أيضا بترتيب تنازلي:

.protulaxanthin, miraxanthin, indicaxanthin, vulgaxanthin2, vulgaxanthin1

.(Dominguez and Paulo et al,2020)

التركيب الكيميائي:



الوثيقة 2: التركيب الكيميائي للبيتالين

(A) Resonance structure of betalain (B) Basic structure of betacyanin (C)

Basic structure of betaxanthin

(Paredes-Lopez ,2003).

التخليق الحيوي:

كان يعتقد أن betalains مرتبطة بالأنثوسيانين ، وهي أصباغ حمراء توجد في معظم النباتات.

فكل من betalains و anthocyanin أصباغ قابلة للذوبان في الماء توجد في فجوات الخلايا

النباتية. ومع ذلك ، فإن betalains تختلف من الناحية الهيكلية والكيميائية عن الأنثوسيانين

ولم يتم العثور على الاثنين في نفس النبات معاً (Stafford, 1994; Francis, 1999). وعلى سبيل المثال ، تحتوي betalains على النيتروجين بينما لا تحتوي عليه الأنثوسيانين (Robinson, 1963).

من المعروف الآن أن betalains عبارة عن مشتقات إندول عطرية يتم تصنيعها من التيروزين. لا ترتبط كيميائياً بالأنثوسيانين ولا حتى مركبات الفلافنويد (Stafford, 1994) . البيتالين عبارة عن جليكوسيد glucoside، ويتكون من سكر وجزء ملون. يتم تعزيز تركيبها عن طريق الضوء. (Salisbury et Ross 1991) .

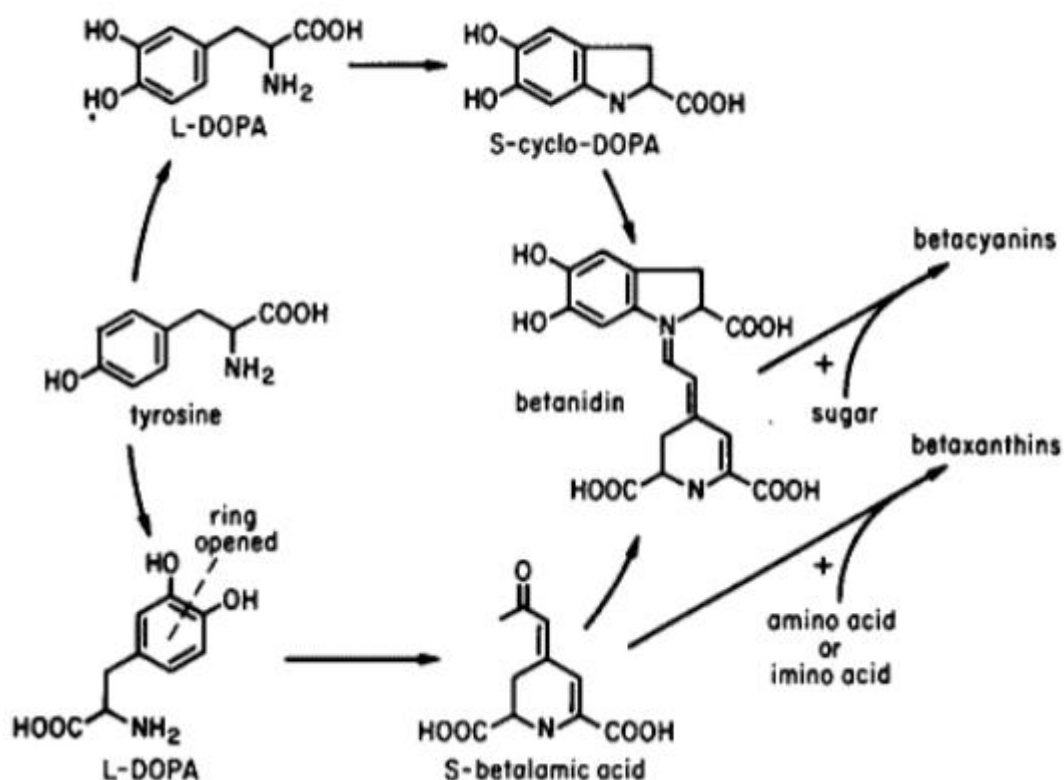
بيتالين الأكثر دراسة هو بيتانين ، ويشتهر به الشمندر الأحمر ويمكن استخراجه من جذور البنجر الأحمر تحديداً. البيتانين هو جليكوسيد ، ويتحلل إلى سكر الجلوكوز والبيتانيندين (Robinson, 1963). يتم استخدامه كعامل تلوين طعام ، واللون حساس لدرجة الحموضة. betalains الأخرى المعروفة التي تحدث في البنجر هي isobetanin ، و probetanin ، و neobetanin. يتأثر اللون والقدرة المضادة للأكسدة للبيتانين وإنديكسانثين (بيتاكسانثين المشتق من برولين إل) بتسخين الميكروويف العازل للكهرباء (Gonçalves et al. 2013). تم الإبلاغ عن إضافة 2 (2-trifluoroethanol، 2، TFE) لتحسين الاستقرار المائي لبعض أنواع betalains في محلول مائي (Bartoloni et al. 2013). علاوة على ذلك ، تم استخدام مركب بيتانين-يوروبيوم (betanin-europium(III)) للكشف عن ثنائي بيكولينات الكالسيوم في

الأبواغ البكتيرية ، بما في ذلك عصيات الجمرة الخبيثة وبروسيل سيريوس B. cereus. (Gonçalves et al. 2013).

كما يوجد نوع آخر مهم جداً من البييتاسيانين وهو أمارانثين وإيزوامارانثين ; amaranthine

isoamaranthine ، يتم استخلاصه من أنواع جنس *Amaranthus* التابع للعائلة النباتية القطفية *Amaranthaceae* .

وتقتصر أصباغ نبات الببتالين الأصفر والأحمر البنفسجي على العديد من العائلات في ترتيب *Caryophyllales* ، حيث تلعب مادة الببتاسيانين أدوارًا بيولوجية مماثلة للأنثوسيانين. يتم تصنيع Betalains من حمض الأميني التيروسين من خلال L-DOPA إلى فئتين فرعيتين ، betacyanins (الأحمر والأرجواني) و betaxanthins (الأصفر). الخطوة الأولى في التخليق الحيوي للببتالين هي التحلل المائي للتيروزين لتشكيل L-DOPA. كما هو موضح في الوثيقة 3 (Rasika et al,2016).



الوثيقة 3: التخليق الحيوي للببتالين

مصادره:

المصدر الرئيسي للبيتالين هو الشمندر الأحمر (Strack et al., 2003) *Beta vulgaris. L* كما يتواجد في السلق السويسري (Cai et al., 1998) *Beta vulgaris L. ssp. cicla*، حبوب أو أوراق القطيفة *Amaranthus sp* (Stintzing et al., 2002b) وثمار الصبار مثل: *Opuntia* (Kugler et al., 2004) و *Hylocereus* (Vaillant et al., 2005).



الوثيقة 4: أنواع نباتية منتجة للبيتالين

(A) Red beet الشمندر الأحمر (B) Amaranthus القطيفة (C) Opuntia الصبار

(D) Hylocereus فاكهة التتين

فوائده:

أشار كلا من (Liliana and Oana, 2020) أن للبيتالين فوائد عديدة نذكر منها:

- ❖ يقلل البيتاين مع المركبات الفينولية الأخرى من تلف الدهون المؤكسدة وقد يقلل أيضا من التهاب المفاصل والعظام والأوعية الدموية.
- ❖ يظهر البيتاين تأثيرات مضادة للالتهابات ومضادة للجذور الحرة، مما يساعد على تنظيم الاضطرابات المرتبطة بالإجهاد التأكسدي لدى البشر.
- ❖ يستخدم البيتاين أيضا كمضافات في صناعة الأغذية بسبب خصائصها الملونة الطبيعية وقابليتها العالية للذوبان في الماء ونقص سميتها.
- ❖ لتعزيز اللون الأحمر لمعجون الطماطم، الحساء، الحلويات، المربى، الهلام والاييس كريم يتم استخدام البنجر الطازج أو مسحوق البنجر أو مستخلصات الأصباغ.
- ❖ تتمثل المزايا الرئيسية للبيتاين كمضادات للأكسدة الغذائية في توافرها الحيوي، وهو أكبر من معظم مركبات الفلافنويد، واستقرارها الفائق مقارنة بالأنثوسيانين. على الرغم من أنها تستخدم كلون غذائي، إلا أنها لا تزال قليلة الدراسة فيما يتعلق بإمكانية مضادات الأكسدة..

الجزء التطبيقي

الفصل الأول: مواد وطرق الدراسة

منطقة الدراسة:

1-الموقع الجغرافي لمنطقة وادي سوف:

تقع منطقة وادي سوف في الوادي الولاية الجزائرية المعروفة الحاملة للعدد 39 متكون من شقي وادي سوف و وادي ريغ و هما مختلفان في بعض العادات و التقاليد و في طبيعة أرضهما و في زمن تعميرهما و غير ذلك و بحثنا هذا خاص بوادي سوف ، فهو يقع في الجهة الشمالية الشرقية من الجنوب الجزائري ينحصر فلكيا بين دائرتي عرض 31 و 34 شمالا على امتداد نحو 620 كلم من منطقة سطيل . الحدود الشمالية . إلى غدامس جنوبا و بين خطي طول 6 و 8 شرقا على مسافة 160 كلم و من منطقة وادي ريغ غربا إلى الحدود مع تونس شرقا. يحده من الشمال ولايات تبسة و خنشلة و بسكرة و من الغرب الجلفة و ورقلة و من الجنوب ورقلة و من الشرق الخط الحدودي مع الجمهورية التونسية، و يبعد عن الجزائر العاصمة نحو 600 كلم يحتوي حاليا على 30 بلدية. (حسونة عبد العزيز، 2009-2010)

2- محطة الدراسة:

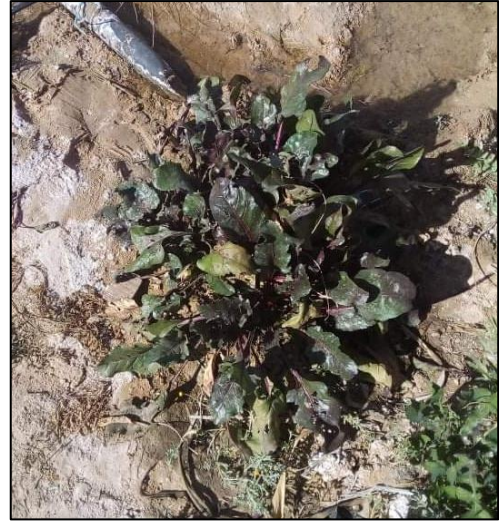
تعتبر منطقة واد سوف منطقة ذات إنتاج فلاحى متنوع حيث تساهم في إنتاج مختلف المزروعات من خلال الزراعات الحقلية المختلطة. ومن اجل دراسة تأثير هذه الأخيرة على البنجر الأحمر تم اختيار محطة للدراسة تعرف المحطة بأنها قطعة أرض محدودة المساحة لدراسة الأنواع، يكون اختيارها اعتمادا على معايير أساسية تضمن توفر الشروط اللازمة لتواجد الأنواع فيها. (Duranton et al, 1982) (Daget et Gordon, 1982).



الوثيقة 5 : الموقع الجغرافي لمحطة الدراسة



الوثيقة 6: صورة ميدانية لمنطقة الدراسة



الوثيقة 8: حقل البنجر المختلط (BF)

الوثيقة 7: حقل البنجر المنفرد (B)

3- اختيار عينات الدراسة:

تم اختيار 10 نباتات عشوائياً من كل حقل (B و BF) بتاريخ 29 جانفي 2021 مساءً لأجل أخذ القياسات في المخبر 12، 13 و 14 بكلية العلوم الطبيعة والحياة.

الوسائل و المحاليل المستعملة:

جدول 1: يوضح الوسائل والمحاليل المستعملة في التجارب

الأدوات	الأجهزة المستعملة	المحاليل
أنابيب اختبار	ميزان عادي	ماء مقطر
بيشر	ميزان حساس	ميثانول
هاون	جهاز الرج	
قفازات	آلة الطحن	
ورق ألمنيوم	الحاضنة الحرارية	

	جهاز المطيافية الضوئية	علب بتري
	spectrophotomètre)	سحاحة
	UV-SHMDZU 1800)	مشرط



الوثيقة 10: جهاز المطيافية الضوئية



الوثيقة 9: الحاضنة الحرارية



الوثيقة 11: جهاز الميزان الحساس

الخصائص المدروسة:

1-الخصائص المورفولوجيا:

الوزن الرطب للجذر التخزيني

تم قياس الوزن الرطب للجذر التخزيني في نهاية موسم النمو وذلك بأخذ مجموعة من النباتات من كل حقل (BF و B) ونقلها إلى المخبر اذ تم قطع الجزء الخضري عند اتصاله بالجذور ثم وزنت النباتات بالميزان.

الوزن الرطب للمجموع الخضري

تم قياس الوزن الرطب للمجموع الخضري (الأوراق والسيقان) في نهاية موسم النمو وذلك بأخذ مجموعة من النباتات من كل حقل ونقلها إلى المخبر اذ تم قطع الجزء الخضري عند اتصاله بالجذور ثم وزنت النباتات بالميزان.

الوزن الرطب والوزن الجاف للورقة

تم قياس الوزن الرطب للورقة وذلك بأخذ مجموعة من الأوراق من كل حقل ونقلها إلى المخبر اذ وزنت كل ورقة على حدى ثم تم قياس الوزن الجاف للأوراق السابقة بواسطة الميزان الحساس بعد تجفيفها بواسطة الحاضنة الحرارية على درجة حرارة 60 م° ولمدة 5 أيام ثم قدر الوزن الجاف لكل ورقة.

المساحة الورقية

تم اخذ 9 قطع معلومة المساحة من 9 أوراق ل3 نباتات بصورة عشوائية من كل حقل، حيث تم تجفيفها على درجة حرارة 60 م° ولمدة 5 أيام إلى حين الجفاف التام وحسب وزن كل قطعة

على حدى من القطع الورقية ثم تم وزن الورقة كاملة. وبعد ذلك تم حساب المساحة الورقية حسب المعادلة التالية: (Dvornic,1965).

$$\text{المساحة الورقية لكل ورقة} = \text{مساحة قطعة ورقية} \times \text{الوزن الجاف ل (الورقة + القطعة الورقية)}$$

الوزن الجاف لقطعة ورقية

2- الخصائص الفيزيولوجية

تقدير محتوى الماء في الأنسجة الورقية

تم تقدير محتوى الماء بطريقة (Turner,1981) وحسب المعادلة التالية:

الوزن الرطب - الوزن الجاف.

تقدير محتوى الماء في مساحة ورقية معينة

(الوزن الرطب - الوزن الجاف) / الوزن الرطب.

تقدير محتوى الماء في الجذر التخزيني

تم تقدير محتوى الماء بالطريقة التالية:

$$\text{تركيز الماء} = \frac{\text{الوزن الرطب للجذر} \times \text{الوزن الجاف للشريحة}}{\text{الوزن الرطب للشريحة}}$$

الوزن الرطب للشريحة

تقدير محتوى (تركيز) البيتاين في الجذر التخزيني:

لدراسة تركيز البيتاين قمنا بتقطيع حبات البنجر الأحمر إلى شرائح ثم جففت في الحاضنة

الحرارية في درجة حرارة 40 م° لمدة 5 أيام، ثم قمنا بطحنها للحصول على مسحوق ناعم للبنجر.

أخذت كتل بمقدار 0.1 غ من البنجر من كل حقل وأذيت في محاليل من الميثانول المخففة بنسبة 50% ومحاليل من الماء المقطر (5-10-15 مل).

بعد عملية الرج لمدة 15 دقيقة تمت قراءة المطياف Spectrophotomètre عند طول الموجتين 538nm للمركب Bétacyanine و 480nm للمركب Bétaxanthine حيث تم

قياس تركيز البيتاين بالعلاقة التالية: $BC = [A (DF)(MW)Vd/\epsilon L]$

C : تركيز البيتاين

A : الامتصاصية

DF: نسبة التخفيف 50 بالمئة (stintzing.F.G,2003).

MW : الكتلة المولية : MW=308g / mol عند البيتاكرنتين، MW=550g / mol عند

البيتاسيانين

Vd : الحجم المحلول

$\epsilon = 60,000 \text{ L/ (mol cm)}$ عند المحلول المحتوي على البيتاين

$\epsilon = 48,000 \text{ L/ (mol cm)}$ عند المحلول المحتوي على البيتاكرنتين

L : ثابت يساوي 1

الدراسة الاحصائية:

تم الاعتماد على برنامج XLSTAT 2014 لتحليل التباين (الفروقات) بين حقلي البنجر B)

و(BF).

الفصل الأول: نتائج ومناقشة

نتائج ومناقشة:

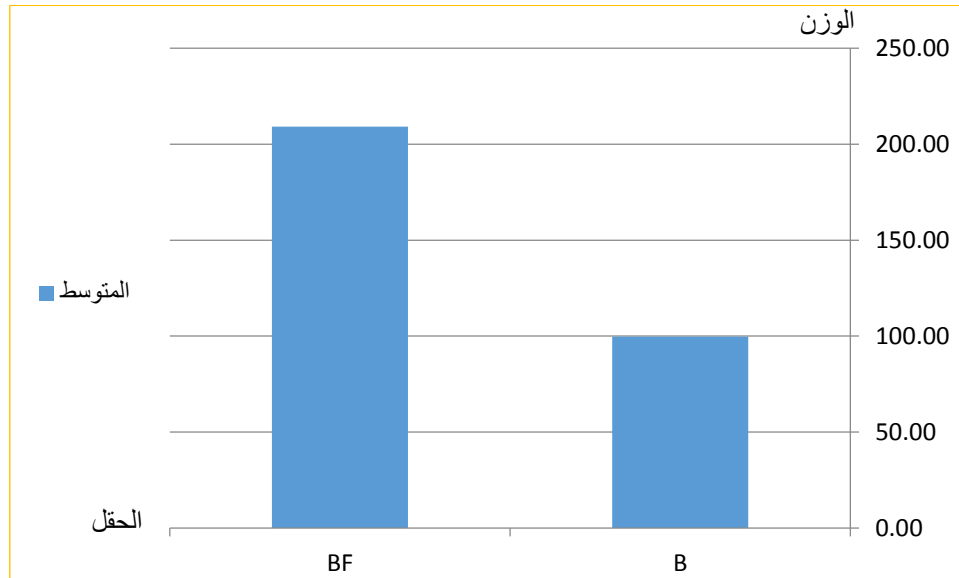
بعد تسجيل القياسات المدروسة تم تنظيم النتائج في الجداول والأعمدة البيانية كالتالي:

1- الخصائص المورفولوجيا:

جدول 2: يوضح الخصائص المورفولوجيا للبنجر الأحمر

الحقل	وزن الجذر التخزيني (غ)	وزن الجزء الخضري (غ)	الوزن الرطب للورقة (غ)	الوزن الجاف للورقة (غ)	المساحة الورقية (سم ²)
B	99.80	102.9	5.47	0.68	68.24
BF	209.21	305.45	12.12	1.33	195.85

1-1 الوزن الرطب للجذر التخزيني:



الوثيقة 12: الوزن الرطب للجذر التخزيني عند البنجر الأحمر

يتضح من الجدول والأعمدة البيانية أن أكبر وزن للجذر التخزيني للبنجر الأحمر سجلت في

الحقل BF بقيمة 209.21 غ وهي ضعف وزن الجذر التخزيني للبنجر المنفرد . كما أن التحليل

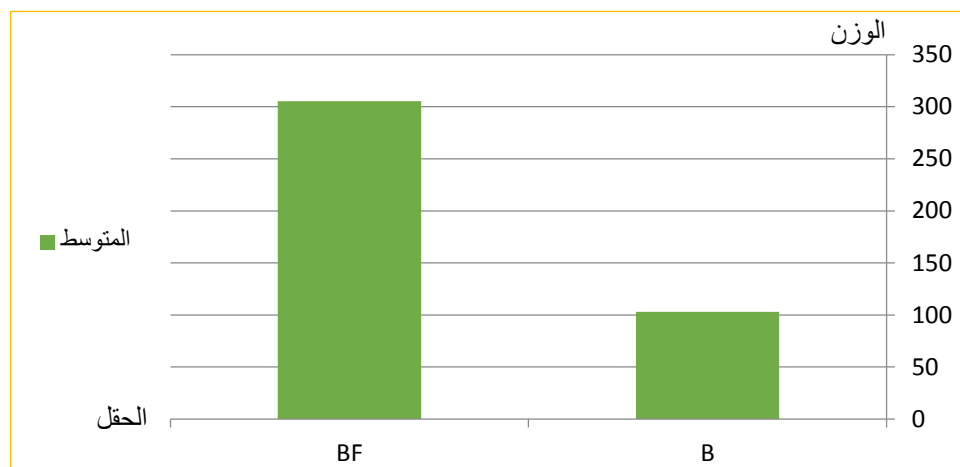
الإحصائي أكد وجود فرق معنوي بين حقلي البنجر والذي قيمته $F_t=31.2905$ و $F_c=0.005$.



الوثيقة 14: البنجر المنفرد (B)

الوثيقة 13: البنجر المختلط (BF)

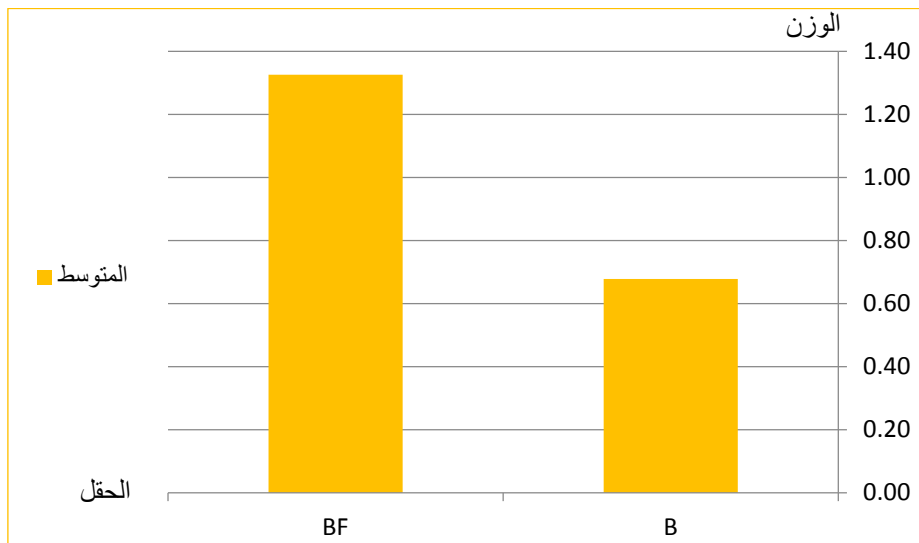
1-2 الوزن الرطب للجزء الخضري:



الوثيقة 15: الوزن الرطب للجزء الخضري عند البنجر الأحمر

يتبين من خلال الجدول و الأعمدة البيانية أن أكبر وزن رطب للمجموع الخضري في حقل البنجر مع الفول بقيمة 305.45 غ وهي ضعف الوزن الرطب للمجموع الخضري في حقل البنجر المنفرد. كما أن التحليل الإحصائي أكد وجود فرق معنوي بين حقلي البنجر والمقدر ب $F_t=2.8853$ و $F_c=0.1646$.

3-1 الوزن الجاف للأوراق:



الوثيقة 16 : الوزن الجاف لأوراق البنجر الأحمر

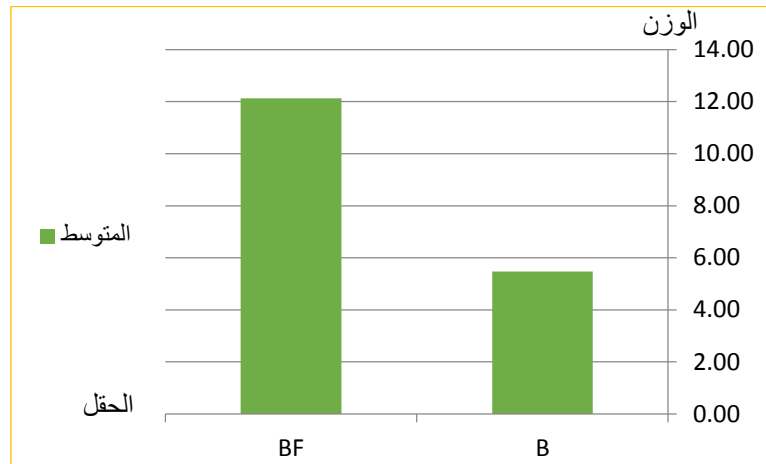
من خلال الجدول و الأعمدة البيانية تم تسجيل أكبر وزن جاف للأوراق في الحقل المختلط (BF) و ذلك بقيمة 1.33 غ وهي ضعف الوزن الجاف لأوراق البنجر المنفرد (B) والذي قيمته 0.68 غ.

كما أن التحليل الإحصائي أكد وجود فرق معنوي بين أصناف البنجر $F_t=11.3419$ و $F_c=0.0039$.



الوثيقة 17: الأوراق الجافة للبنجر (BF و B)

1-4 الوزن الرطب للأوراق:



الوثيقة 18: الوزن الرطب لأوراق البنجر الأحمر

يتضح من خلال ما يظهره الجدول والأعمدة البيانية أن أكبر وزن رطب لأوراق سجل عند الحقل المختلط (BF) والذي قدر بـ 12.12 غ وهو ضعف الوزن الرطب لأوراق البنجر المنفرد الذي قيمته 5.47 غ.



الوثيقة 19: الأوراق الطرية للبنجر (B و BF)

1-5 المساحة الورقية:



الوثيقة 20: المساحة الورقية للبنجر الأحمر

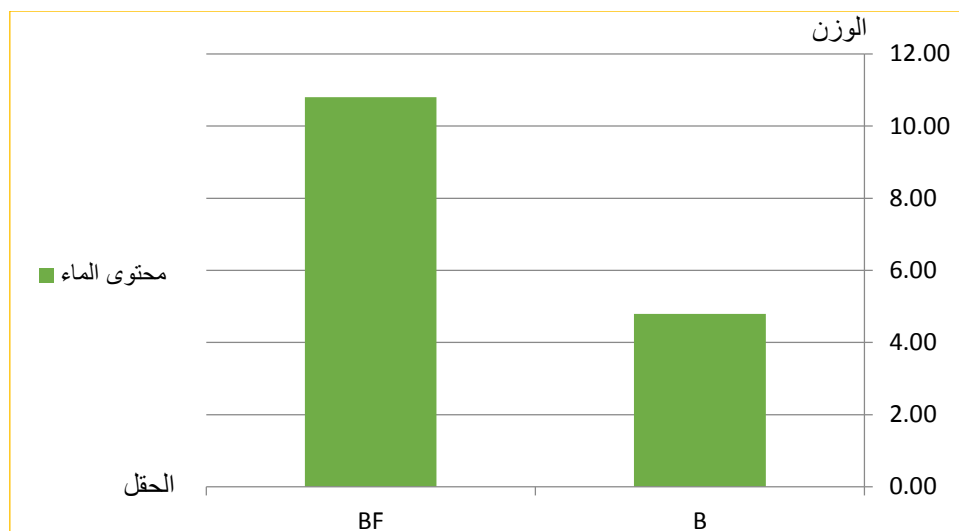
نلاحظ من خلال نتائج الجدول والأعمدة البيانية أن أكبر مساحة ورقية سجلت في الحقل المختلط (BF) والتي كانت قيمتها 195.85 سم². كما أن التحليل الإحصائي أكد وجود فرق معنوي بين الحقلين والمقدر ب $F_t=22222$ و $F_c=0.0001$.

2- الخصائص الفيزيولوجيا:

2-1 تقدير محتوى الماء في الأوراق:

جدول 3: يوضح متوسط محتوى الماء في الأوراق

المتوسط محتوى الماء في الأوراق (غ)	الحقل
4.80	B
10.80	BF



الوثيقة 21: محتوى الماء في أوراق البنجر الأحمر

من خلال الجدول والأعمدة البيانية نلاحظ أن أكبر محتوى للماء في الأوراق تم تسجيله عند

الحقل المختلط (BF) والمقدر بـ 10.80 غ وهو ضعف محتوى الماء عند البنجر المنفرد (B)

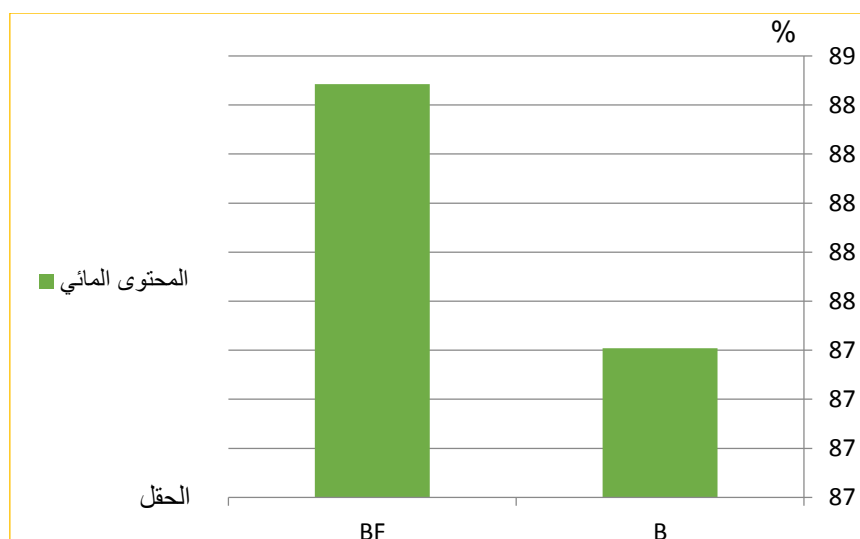
والذي قيمته 4.80 غ. كما أن التحليل الإحصائي أكد وجود فرق معنوي بين الحقلين والمقدر بـ

$$F_c=0.0228 \text{ و } F_t=6.3399.$$

2-2 تقدير محتوى الماء في مساحة ورقية معينة:

جدول 4: يوضح تركيز الماء في مساحة ورقية معينة

الحقل	المحتوى المائي للورقة (غ)	الوزن الرطب للورقة (غ)	نسبة محتوى الماء في المساحة الورقية (غ/غ)
B	4.80	5.47	87%
BF	10.80	12.12	88%



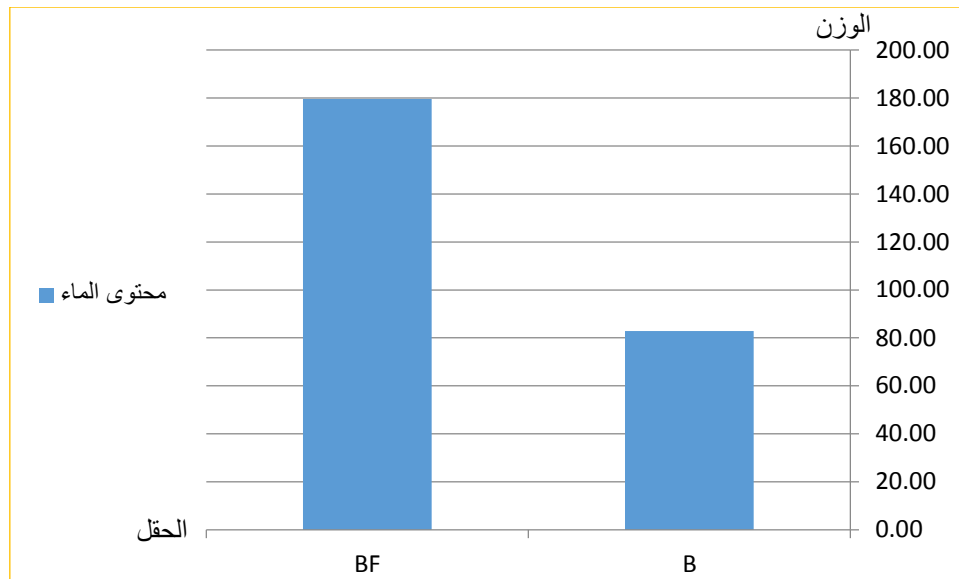
الوثيقة 22: نسبة المحتوى المائي في المساحة الورقية للبنجر الأحمر

من خلال النتائج التي يظهرها الجدول والأعمدة البيانية أن نسب المحتوى المائي في المساحة الورقية كانت متقاربة عند كل من البنجر المنفرد (B) والمختلط (BF) والتي قدرت ب 87 و 88% على التوالي.

2-3 تقدير محتوى الماء في الجذر التخزيني:

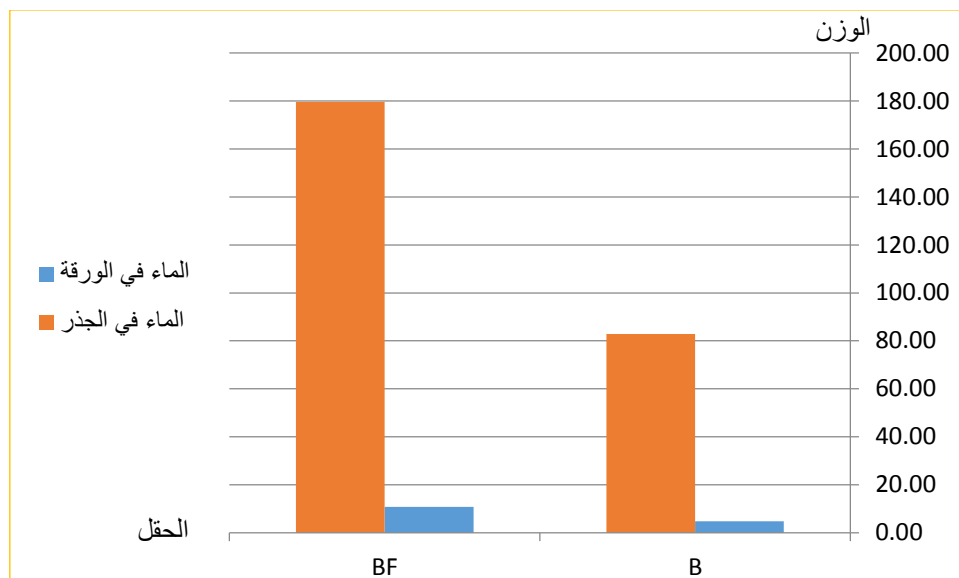
جدول 5: يوضح متوسط محتوى الماء في الجذر التخزيني

الحقول	الوزن الرطب للجذر (غ)	الوزن الجاف للجذر (غ)	محتوى الماء في الجذر (غ)
B	99.80	16.99	82.82
BF	209.21	29.60	179.61



الوثيقة 23: محتوى الماء في الجذر التخزيني للبنجر الأحمر

اتضح من خلال النتائج التي يظهرها الجدول والأعمدة البيانية أن أكبر محتوى للماء في الجذر تم تسجيله عند الحقل المختلط (BF) بقيمة 179.61 غ وهي ضعف قيمة محتوى الماء في الجذر عند البنجر المنفرد (B) والمقدر ب 82.82 غ. كما أن التحليل الإحصائي أكد وجود فرق معنوي بين حقلي البنجر والمقدر ب $F_t=2.4660$ و $F_c=0.1914$.



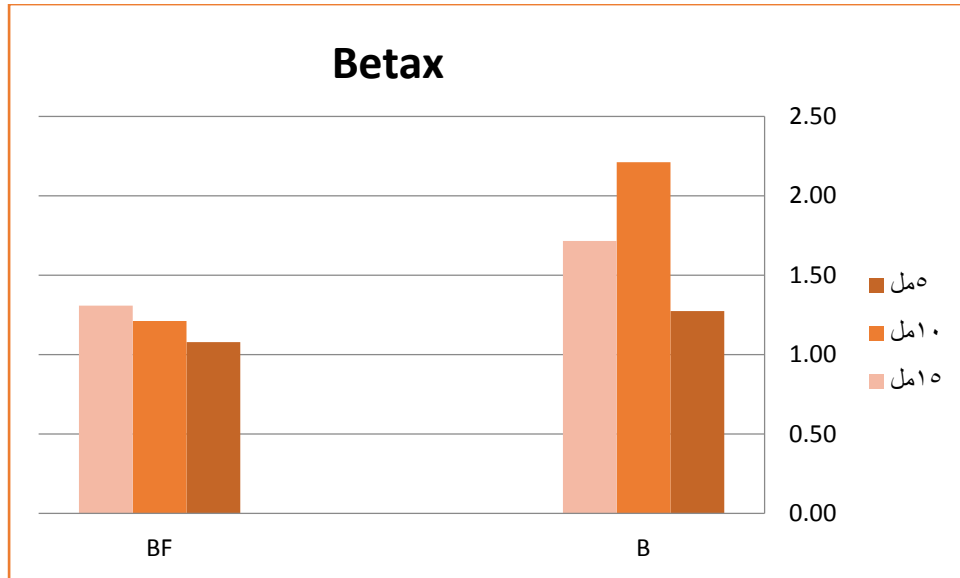
الوثيقة 24: المحتوى المائي لكل من الورقة والجذر للبنجر الأحمر

من خلال الجداول والأعمدة البيانية تبين أن الجذر يحتوي على نسبة عالية جدا من الماء مقارنة مع الأوراق في كلا الحقلين (B و BF) .

2-4 تقدير محتوى البيتالين في الجذر التخزيني:

جدول 6: يوضح تركيز Betax للبنجر المذاب في الماء المقطر

البنجر المنفرد (B)		ماء مقطر
تركيز Beta X	الحجم (مل)	
1.27	5	
2.21	10	
1.71	15	
البنجر المختلط (BF)		
تركيز Beta X	الحجم (مل)	
1.08	5	
1.21	10	
1.31	15	



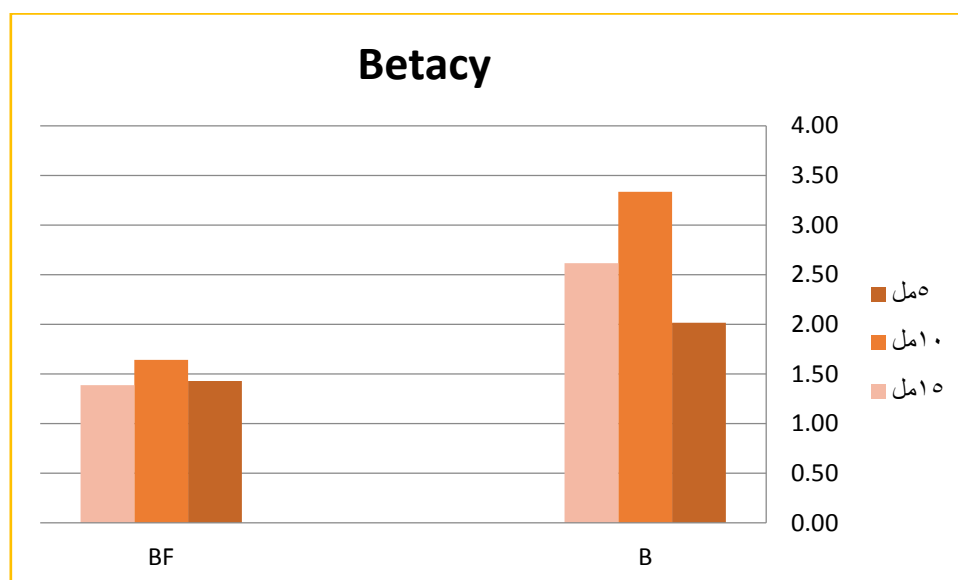
الوثيقة 25: تركيز Betax للبنجر المذاب في الماء المقطر

من خلال الأعمدة البيانية نلاحظ:

- ❖ عند الحجم 5 مل كان تركيز Betax أكبر عند البنجر المنفرد مقارنة بالبنجر المختلط والمقدر ب 1.27 غ/ل.
- ❖ عند الحجم 10 مل كان تركيز Betax مرتفع جدا عند البنجر المنفرد مقارنة بالبنجر المختلط والمقدر ب 2.21 غ/ل.
- ❖ عند الحجم 15 مل كان تركيز Betax كبير عند البنجر المنفرد مقارنة بالبنجر المختلط والمقدر ب 1.71 غ/ل.
- ❖ كما نلاحظ أن أكبر تركيز ل Betax عند البنجر المنفرد كان عند الحجم 10 مل بينما عند البنجر المختلط كان عند 15 مل.

جدول 7: يوضح تركيز Betacy للبنجر المذاب في الماء المقطر

البنجر المنفرد (B)		ماء مقطر
تركيز Beta Cy	الحجم (مل)	
2.02	5	
3.33	10	
2.61	15	
البنجر المختلط (BF)		
تركيز Beta Cy	الحجم (مل)	
1.43	5	
1.64	10	
1.39	15	



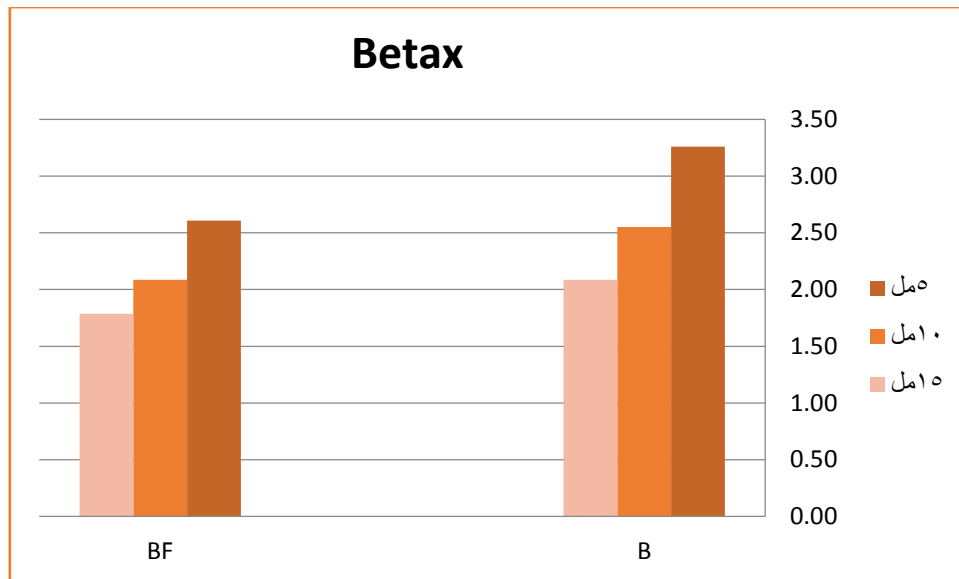
الوثيقة 26: تركيز Betacy لأصناف البنجر المذابة في الماء المقطر

تبين من خلال الأعمدة البيانية أن:

- ❖ تركيز Betacy عند الحجم 5مل كان أكبر في البنجر المنفرد بالمقارنة مع البنجر المختلط والذي قيمته 2.02 غ/ل.
- ❖ تركيز Betacy عند الحجم 10مل كان كبير جدا في البنجر المنفرد والمقدر ب 3.33 غ/ل وهي ضعف قيمة التركيز عند البنجر المختلط.
- ❖ تركيز Betacy عند الحجم 15مل كان أكبر في البنجر المنفرد مقارنة بالبنجر المختلط والذي قدر ب 2.61 غ/ل.
- ❖ اتضح أيضا أن أكبر تركيز ل Betacy كان عند الحجم 10مل وذلك عند كلا من البنجر المنفرد والبنجر المختلط.

جدول 8: يوضح تركيز Betax للبنجر المذاب في الميثانول

البنجر المنفرد (B)		ميثانول
تركيز Beta X	الحجم (مل)	
3.26	5	
2.55	10	
2.09	15	
البنجر المختلط (BF)		
تركيز Beta X	الحجم (مل)	
2.21	5	
2.08	10	
1.79	15	



الوثيقة 27: تركيز Betax للبنجر المذاب في الميثانول

تبين من خلال الأعمدة البيانية أن:

❖ تركيز Betax عند الحجم 5مل كان كبير جدا عند البنجر المنفرد بالمقارنة مع البنجر

المختلط والمقدر ب 3.26 غ/ل.

❖ تركيز Betax عند الحجم 10مل كان كبير عند البنجر المنفرد مقارنة بالبنجر المختلط

والمقدر ب 2.55 غ/ل.

❖ تركيز Betax عند الحجم 15مل كان أكبر عند البنجر المنفرد مقارنة بالبنجر المختلط

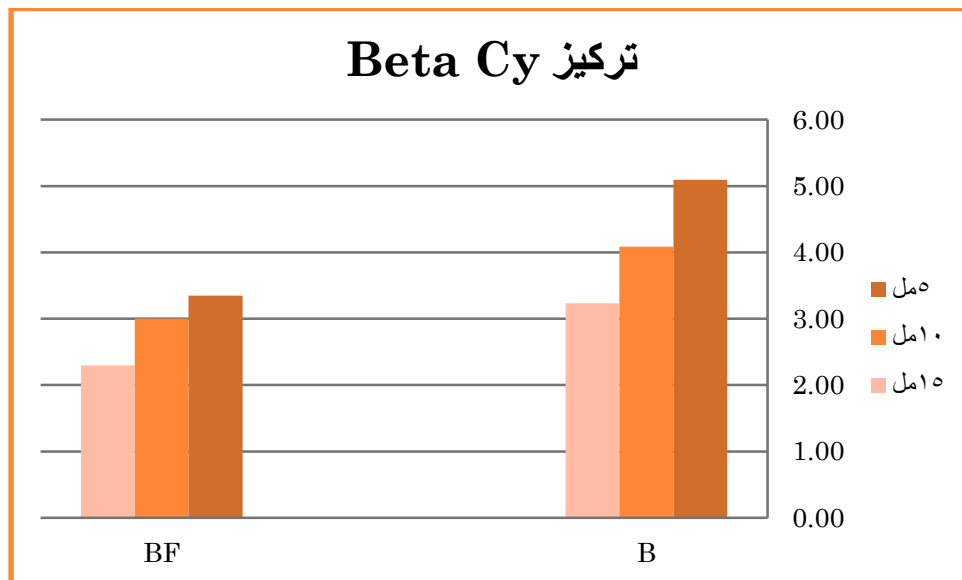
والذي قدرت قيمته ب 2.09 غ/ل.

❖ كما لوحظ أيضا أن أعلى تركيز ل Betax كان عند الحجم 5مل في كلا من البنجر

المنفرد والبنجر المختلط.

جدول 9: يوضح تركيز Betacy للبنجر المذاب في الميثانول

البنجر المنفرد (B)		ميثانول
تركيز Beta Cy	الحجم (مل)	
5.10	5	
4.08	10	
3.23	15	
البنجر المختلط (BF)		
تركيز Beta Cy	الحجم (مل)	
3.35	5	
3.00	10	
2.29	15	



الوثيقة 28: تركيز Betacy للبنجر المذاب في الميثانول

اتضح من خلال الأعمدة البيانية أن:

❖ تركيز Betacy عند الحجم 5مل كان مرتفع عند البنجر المنفرد مقارنة بالبنجر المختلط

والذي كانت قيمته 5.10 غ/ل.

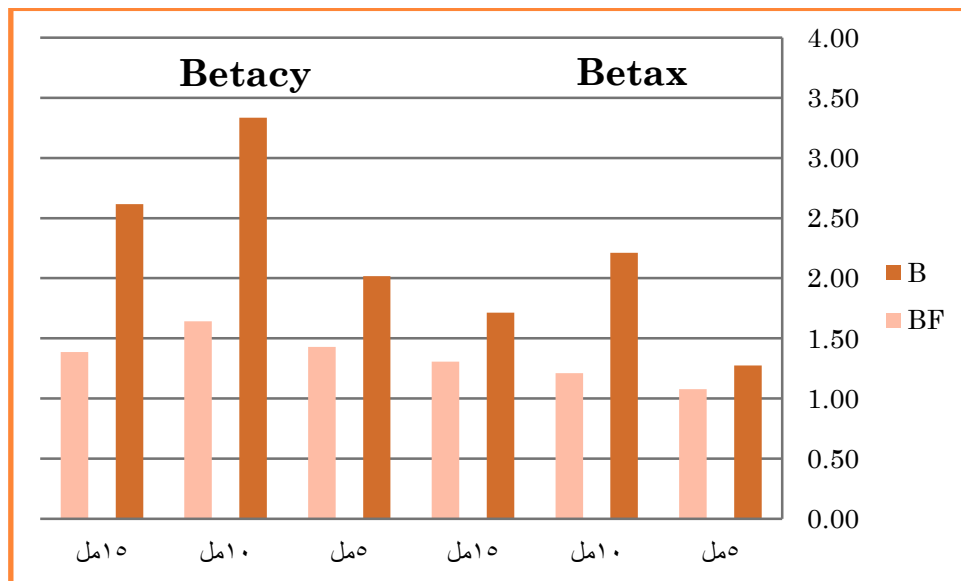
❖ تركيز Betacy عند الحجم 10مل كان كبير عند البنجر المنفرد بالمقارنة مع البنجر

المختلط والذي قدرت قيمته ب 4.08 غ/ل.

❖ تركيز Betacy عند الحجم 15مل كان أكبر عند البنجر المنفرد مقارنة بالبنجر المختلط

والذي كانت قيمته 3.23 غ/ل.

❖ كما تبين أيضا أن تركيز Betacy كان مرتفع عند الحجم 5مل في كلا الحقلين.



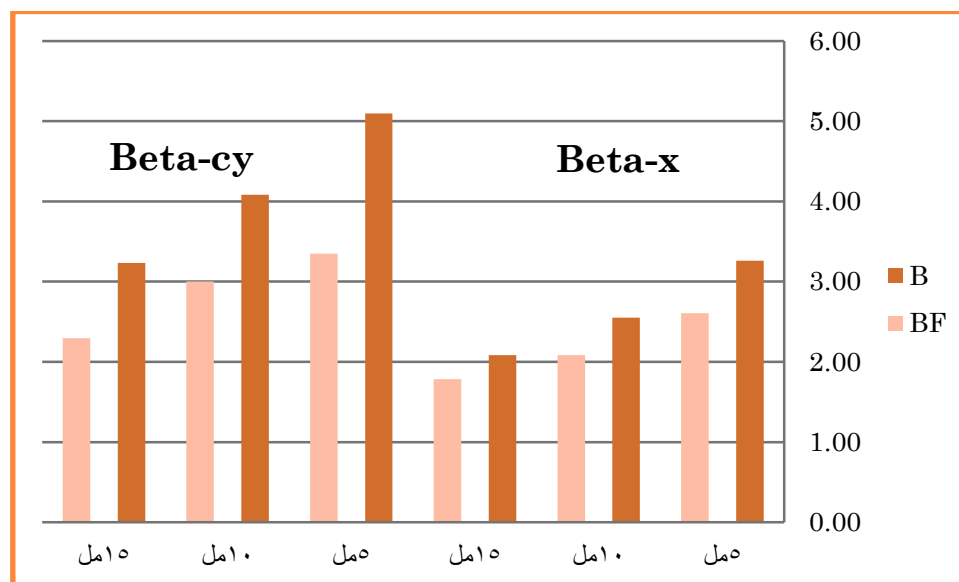
الوثيقة 29: تركيز Betacy و Betax للبنجر المذاب في الماء المقطر

من خلال الأعمدة البيانية نلاحظ أن:

❖ تركيز Betacy عند الحجم 5، 10، 15مل متفوق عن تركيز Betax عند نفس الحجم

في كلا الحقلين (B و BF) المذابان في الماء المقطر.

❖ كما نلاحظ أن تركيز كلا من Betacy و Betax عند الحجم 5،10،15مل متفوق عند البنجر المنفرد مقارنة بالبنجر المختلط.

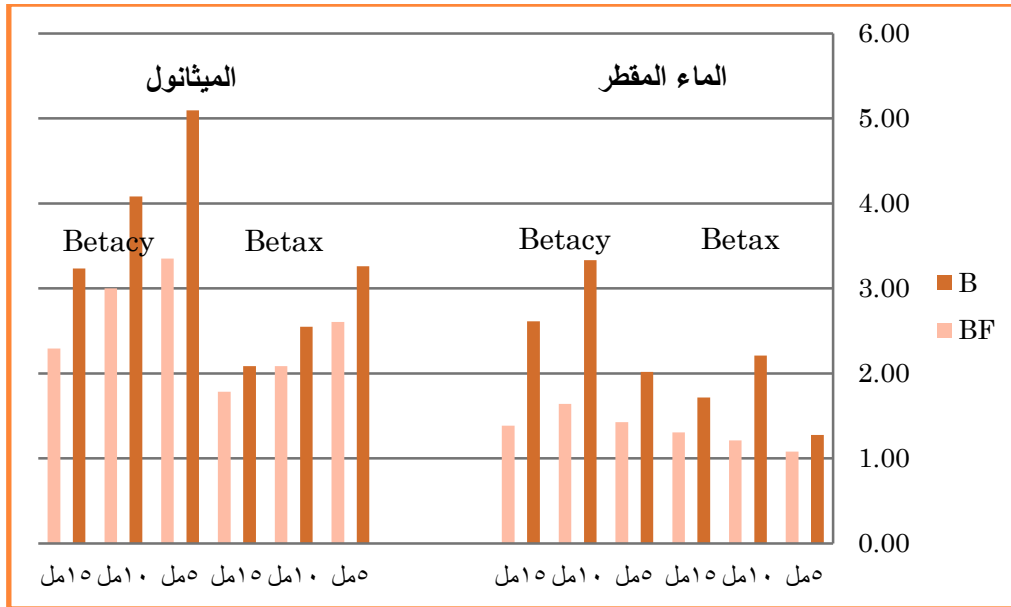


الوثيقة 30: تركيز Betacy و Betax للبنجر المذاب في الميثانول

تبين من خلال الأعمدة البيانية أن:

❖ تركيز Betacy عند الحجم 5،10،15مل أكبر بكثير من تركيز Betax عند نفس الحجم وعند كلا الحقلين (B و BF) المذابان في الميثانول.

❖ كما نلاحظ أيضا أن تركيز كلا من Betacy و Betax عند الحجم 5،10،15مل كان مرتفع عند البنجر المنفرد بالمقارنة مع البنجر المختلط.



الوثيقة 31: تركيز Betacy و Betax للبنجر المذاب في (الماء المقطر والميثانول)

اتضح من خلال الأعمدة البيانية أن:

- ❖ تركيز Betax للبنجر المذاب في الميثانول متفوق عن المذاب في الماء المقطر.
- ❖ تركيز Betacy للبنجر المذاب في الميثانول متفوق عن المذاب في الماء المقطر.
- ❖ تركيز Betacy للبنجر المذاب في الماء المقطر والميثانول متفوق عن تركيز Betax للبنجر المذاب في الماء المقطر والميثانول.
- ❖ كما نلاحظ أيضاً أن تركيز Betacy و Betax للبنجر المنفرد المذاب في الماء المقطر والميثانول متفوق عن تركيز Betacy و Betax للبنجر المختلط المذاب في الماء المقطر والميثانول.

الخلاصة العامة

يهدف تقدير محتوى البيتالين في البنجر الأحمر، قمنا بدراسة تهدف إلى معرفة تأثير الزراعة المختلطة على نمو البنجر وعلى الخصائص المورفولوجيا والفسولوجية وكذا تركيز صبغة البيتالين في جذور البنجر.

أظهرت نتائج الدراسة أن البنجر المختلط (BF) له كفاءة عالية في الخصائص المورفولوجيا مثل الوزن الرطب للجذر التخزيني، والوزن الرطب والجاف للأوراق والمساحة الورقية مما يدل على تفوقه في النمو الخضري مقارنة بالبنجر المنفرد (B).

تبين نتائج دراسة الخصائص الفسيولوجية تفوق البنجر المختلط (BF) في المحتوى المائي للأوراق والمقدر بـ 10.80 غ وهو ضعف المحتوى المائي للأوراق عند البنجر المنفرد (B). كما سجل أيضا تفوقاً في المحتوى المائي للجذر والذي كانت قيمته 179.61 غ وهي ضعف قيمة المحتوى المائي للجذر عند البنجر المنفرد (B).

توصلت الدراسة إلى أن البنجر المنفرد احتوى على كميات من صبغة البيتالين بتركيز يفوق الكميات التي يحتويها البنجر المختلط ضمن الزراعة المختلطة.

أكدت الدراسة أن استخلاص صبغة البيتالين باستعمال الميثانول كمذيب له فعالية أكثر مقارنة مع الماء المقطر، في حين أن زيادة حجم المذيب له تأثير سلبي على كمية البيتالين المستخلص من البنجر.

ومن خلال هذه النتائج توصلت دراستنا إلى أن نبات البنجر لا يتأثر سلبا بالزراعة المختلطة مع الفول، إذ تسمح بالحصول على نتائج ذات قيمة اقتصادية وتزيد من القيمة الغذائية والحيوية

للبنجر. وهذا مما يشجع على استغلال المساحات الزراعية في أكثر من منتج خلال الموسم الواحد.

قائمة المراجع العربية

١. الشوني، كمال عبد العزيز، وأحمد عبد الصادق محمد، 2003- نشأة وتقسيم محاصيل الحقل عالم الكمبيوتر والطباعة.
٢. بدوي، محسن، 2005- برنامج التعليم عن بعد في مجال الإرشاد الزراعي والتنمية الريفية. كلية الزراعة بأونتاريو، جامعة المنصورة وقسم الإرشاد الريفي.
٣. حسونة عبد العزيز، النسيج العمراني لمدينة قمار بمنطقة سوف من القرن العاشر إلى الثالث عشر الهجري القرن السادس عشر إلى التاسع عشر الميلادي ، مذكرة لنيل شهادة ماجستير ، مخطوط ، قسم التاريخ ، معهد التاريخ ، الجزائر الخاتمة ، 2009-2010.
٤. عبد الجواد، أحمد عبد العظيم، 1989- مقدمة في علم المحاصيل أساسيات الإنتاج. الدار العربية للنشر والتوزيع، القاهرة.

1. Aykln-Dinçer, E.; Güngör, K.K.; Çağlar, E.; Erba,s, M. The use of beetroot extract and extract powder in ~ sausages as natural food colorant. Int. J. Food Eng. 2020, 1.
2. Babarykin, D.; Smirnova, G.; Pundinsh, I.; Vasiljeva, S.; Krumina, G.; Agejchenko, V. Red Beet (Beta vulgaris) Impact on Human Health. J. Biosci. Med. 2019, 7, 61–79
3. **Bird, Richard and Christine Ingram.**, 2003: Growing Root Vegetables: A Dictionary of Varieties and How to Cultivate them Successfully, Anness Publishing Lit., London, p. 11
4. **Bartoloni FH, Gonçalves LC, Rodrigues AC, et al.** (2013). "Photophysics and hydrolytic stability of betalains in aqueous trifluoroethanol". Monatshefte für Chemie - Chemical Monthly. **144**(4): 567–571. doi:10.1007/s00706-012-0883-5. S2CID 93924750.
5. **Cai, Y., Sun, M. & Corke, H.** (1998). Colourant properties and stability of *Amaranthus* betacyanin pigments. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 46, 4491–4495.
6. **Carmen Socaciu** (2008). Food colorants: chemical and functional properties. Washington, DC: Taylor & Francis. pp. 169. ISBN 0-8493-9357-4.
7. Czyżowska, A.; Siemianowska, K.; Sniadowska, M.; Nowak, A. Bioactive compounds and microbial quality ´ of stored fermented red beetroots and red beetroot juice. Polish J. Food Nutr. Sci. 2020, 70, 35–44.
8. **Daget P.H. et Gordon M**, 1982 – Analyse frequentille de écologie des espèces dans les communautés .Ed.Masson Paris,163p.
9. Da Silva, D.V.T.; dos Santos Baião, D.; de Oliveira Silva, F.; Alves, G.; Perrone, D.; Del Aguila, E.M.; Paschoalin, V.M.F. Betanin, a Natural Food Additive: Stability, Bioavailability, Antioxidant and Preservative Ability Assessments. Molecules 2019, 24, 458.

10. Desseva, I.; Stoyanova, M.; Petkova, N.; Mihaylova, D. Red beetroot juice phytochemicals bioaccessibility: An in vitro approach. *Polish J. Food Nutr. Sci.* 2020, 70, 45–53.
11. Dias, S.; Castanheira, E.M.S.; Fortes, A.G.; Pereira, D.M.; Rodrigues, A.R.O.; Pereira, R.; Gonçalves, M.S.T. Application of Natural Pigments in Ordinary Cooked Ham. *Molecules* 2020, 25, 2241.
12. Duranton J . F. , Launois, 1982 –Manuel de prospection acridienne en zone tropicale seche . Ed, Paris , pp.707-1495p.
13. Francisco, D. V., & Paredes-Lopez, O, 2003- Natural colorants for food and nutraceutical uses. Boca Raton: CRC Press (Chapter 8) .
14. Francis F (1999). Colorants. Egan Press. ISBN 978-1-891127-00-7.
15. Gonçalves LC, Da Silva SM, DeRose PC, et al. (2013). "Beetroot-pigment-derived colorimetric sensor for detection of calcium dipicolinate in bacterial spores". *PLOS ONE*. **8** (9): e73701. Bibcode:2013PLoSO...873701G. doi:10.1371/journal.pone.0073701. PMC 3760816. PMID 24019934.
16. Gonçalves LC, Di Genova BM, Dörr FA, et al. (2013). "Effect of dielectric microwave heating on the color and antiradical capacity of betanin". *Journal of Food Engineering*. **118** (1): 49–55. doi:10.1016/j.jfoodeng.2013.03.022.
17. Grubben, G.J.H. & Denton, O.A. 2004. Plant Resources of Tropical Africa 2. Vegetables. PROTA Foundation, Wageningen; Backhuys, Leiden; CTA, Wageningen.
18. Harsh chawla, Milind Parle, Kailash Sharama et al. Beetroot: A Health Promoting Functional Food. *Inventi Rapid: Nutraceuticals*, 2016(1):1-5, 2015.
19. Hilda S I, Anita S, 2020: Physical evaluation of lipstick contains encapsulated beet (*Beta vulgaris* Linn.) root water extract in maltodextrin. Journal homepage: <http://journal.uad.ac.id/index.php/PHARMACIANA>.

- 20.Jasmitha SK , Ahok Shenoy and Karunakar Hegde**,2018: A Review On Beta Vulgaris (Beet Root) . Department of Pharmacology, Srinivas College of Pharmacy, Valachil, Post Farangipete, Mangalore - 574143, Karnataka, India.
- 21.Kugler, F., Stintzing, F.C. & Carle, R.** (2004). Identification of betalains from petioles of differently coloured Swiss chard (*Beta vulgaris* L. ssp. *cicla* [L.] Alef. cv. Bright Lights) by highperformance liquid chromatography–electrospray ionization mass spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 2975– 2981.
- 22.Kumar, S.; Brooks, M.S.L.** Use of Red Beet (*Beta vulgaris* L.) for Antimicrobial Applications—A Critical Review. *Food Bioprocess Technol.* 2018, 11, 17–42.
- 23.Nemzer, B.; Pietrzkowski, Z.; Spórna, A.; Stalica, P.; Thresher, W.; Michałowski, T.; Wybraniec, S.** Betalainic and nutritional profiles of pigment-enriched red beet root (*Beta vulgaris* L.) dried extracts. *Food Chem.* 2011, 127, 42–53.
- 24.Nikan, M.; Manayi, A.** *Beta vulgaris* L. In *Nonvitamin and Nonmineral Nutritional Supplements*; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2018; pp. 153–158. ISBN 9780128124918.
- 25.Nilesh K. Jain and Abhay K. Singhai**,2012: Protective Role Of Beta Vulgaris L. Leaves Extract And Fractions On Ethanol-Mediated Hepatic Toxicity. Department Of Pharmaceutical Sciences, Dr. Hari Singh Gour Vishwavidyalaya, Sagar 470003, M.P., India.
- 26.Nowacka, M.; Tappi, S.; Wiktor, A.; Rybak, K.; Miszczykowska, A.; Czyzewski, J.; Drozdal, K.; Witrowa-Rajchert, D.; Tylewicz, U.** The Impact of Pulsed Electric Field on the Extraction of Bioactive Compounds from Beetroot. *Foods* 2019, 8, 244.
- 27.Platina. circa** 1475. *De Honesta voluptate et Valetudine*. Rome: Udalricus Gallus (Ulrich Han).

- 28. Raven PH, Evert RF, Eichhorn SE** (2004). *Biology of Plants* (7th ed.). New York: W. H. Freeman and Company. p. 465. ISBN 978-0-7167-1007-3.
- 29. Rasika Sunnadeniya¹, Alexander Bean¹, Matthew Brown¹, Neda Akhavan et al** , 2016: Tyrosine Hydroxylation in Betalain Pigment Biosynthesis Is Performed by Cytochrome P450 Enzymes in Beets (*Beta vulgaris*).
- 30. Robinson T** (1963). *The Organic Constituents of Higher Plants*. Minneapolis: Burgess Publishing. p. 292.
- 31. Salisbury FB, Ross CW** (1991). *Plant Physiology* (4th ed.). Belmont, California: Wadsworth Publishing. pp. 325–326. ISBN 978-0-534-15162-1.
- 32. Stafford HA** (1994). "Anthocyanins and betalains: evolution of the mutually exclusive pathways". *Plant Science*. **101** (2): 91–98. doi:10.1016/0168-9452(94)90244-5. ISSN 0168-9452.
- 33. Stintzing, F.C., Schieber, A. & Carle, R.** (2002b). Identification of betalains from yellow beet (*Beta vulgaris* L.) and cactus pear [*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.] by high-performance liquid chromatography–electrospray ionization mass spectroscopy. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 2302–2307.
- 34. Stintzing, F. C., Schieber, A., & Carle, R.**, 2003- Evaluation of colour properties and chemical quality parameters of cactus juices. *European Food Research and Technology*, 216, 303–311p.
- 35. Strack, D., Vogt, T., & Schliemann, W.**, 2003- Recent advances in betalain research *Photochemistry*, 62, 247e269p.
- 36. Topoleski, Leonard D.**, 1981: *The Home Vegetable Garden*, Cornell Information Bulletin 101, New York State College of Agriculture and Life Sciences, a Statutory College at the State University at Cornell University, Ithaca, New York, p. 24

- 37. Vaillant, F., Perez, A., Davila, I., Dornier, M. & Reynes, M. (2005).**
Colourant and antioxidant properties of red-purple pitahaya (Hylocereus sp.)
Fruits, 60, 1–10.
- 38. Wootton-Beard PC, Ryan L (2011)** A beetroot juice shot is a significant
and convenient source of bio accessible antioxidants. Journal of Functional
Foods 3: 329-334.
- 39. Yashwant Kumar, 2015.** Beetroot: A Super Food, Assistant Professor,
Department of FPT, Bilaspur University, Bilaspur, Chhattisgarh, India.
Volume 01, No.3, March 2015.

الملحق

جدول 1: يوضح تكرارات الأوزان الجافة لأوراق البنجر

الوزن الجاف للورقة الكاملة	B	الورقة 1	الورقة 2	الورقة 3	BF	الورقة 1	الورقة 2	الورقة 3
	العينة 1	0,84	0,67	0,88	العينة 1	0,85	1,29	0,59
	العينة 2	0,54	0,74	0,80	العينة 2	1,87	1,14	1,18
	العينة 3	0,57	0,23	0,47	العينة 3	2.38	1,31	1,08
الوزن الجاف للقطعة الورقية	B	الورقة 1	الورقة 2	الورقة 3	BF	الورقة 1	الورقة 2	الورقة 3
	العينة 1	0,04	0,04	0,04	العينة 1	0,02	0,03	0,02
	العينة 2	0,04	0,05	0,04	العينة 2	0,03	0,03	0,03
	العينة 3	0,03	0,04	0,04	العينة 3	0,03	0,03	0,02

جدول 2: يوضح تكرارات الأوزان الرطبة لأوراق البنجر

B	1	2	3	BF	1	2	3
العينة 1	7,04	5,58	7,38	العينة 1	7,12	11,31	4,92
العينة 2	3,72	6,98	5,58	العينة 2	17,62	9,45	9,73
العينة 3	4,55	1,82	3,79	العينة 3	25,15	10,84	10,22

جدول 3: يوضح تكرارات الأوزان الرطبة للقطع الورقية

B	1	2	3	BF	1	2	3
العينة 1	0,36	0,37	0,37	العينة 1	0,22	0,28	0,15
العينة 2	0,26	0,34	0,30	العينة 2	0,38	0,34	0,33
العينة 3	0,28	0,24	0,30	العينة 3	0,46	0,30	0,27

جدول 4: يوضح تكرارات المساحة الورقية للبنجر

الورقة 3	الورقة 2	الورقة 1	BF	الورقة 3	الورقة 2	الورقة 1	B	المساحة الورقية
122	176	174	العينة 1	92	68	88	العينة 1	
161,3	156	253,3	العينة 2	84	63,2	58	العينة 2	
220	178,6	321.3	العينة 3	51	27	80	العينة 3	

جدول 5: يوضح تكرارات الوزن الرطب للجذر التخزيني للبنجر

111,15g	العينة 1	B
113,30 g	العينة 2	
74,96g	العينة 3	
182,11 g	العينة 1	BF
211,23g	العينة 2	
234,28 g	العينة 3	

جدول 6: يوضح وزن الجزء الخضري للبنجر

الحقل	وزن الجزء الخضري (غ)
B	149,05
	59
	100,65
BF	97,56
	318,77
	500,03

جدول 7 : يوضح تكرارات الأوزان الرطبة لشرائح البنجر

نوع البنجر	رقم الشرائح	الوزن الرطب(غ)	الوزن الرطب الاجمالي(غ)
B : العينة 1	1	21,27	43,97
	2	22,71	
B : العينة 2	1	18,75	38,55
	2	19,81	
B : العينة 3	1	13,48	30,57
	2	17,15	
BF : العينة 1	1	26,65	49,96
	2	23,35	
BF : العينة 2	1	29,61	62,68
	2	33,09	
BF : العينة 3	1	34,28	63,50
	2	29,23	

جدول 8: يوضح تكرارات الأوزان الجافة لشرائح البنجر

الحقل	العينات	رقم الشرائح	الوزن الجاف (غ)	الوزن الجاف الاجمالي (غ)
B	العينة 1	1	3.4368	6.7996
		2	3.3628	
	العينة 2	1	3.3331	7.0278
		2	3.6947	
	العينة 3	1	2.3357	5.3638
		2	3.0281	
BF	العينة 1	1	4.1705	8.6273
		2	4.4568	
	العينة 2	1	3.5229	8.567
		2	5.0441	
	العينة 3	1	4.1685	7.7277
		2	3.5592	

جدول 9: يوضح تكرارات قراءة المطياف

الحجم	العينة 1	العينة 2	العينة 3	B
5مل	0.795	0.696	0.892	ماء مقطر عند طول الموجة 480nm
10مل	0.746	0.525	0.797	
15مل	0.344	0.431	0.294	
الحجم	العينة 1	العينة 2	العينة 3	B
5مل	0.909	0.784	0.948	ماء مقطر عند طول الموجة 538nm
10مل	0.797	0.543	0.842	
15مل	0.397	0.421	0.323	
الحجم	العينة 1	العينة 2	العينة 3	B
5مل	1.298	2.546	2.252	ميثانول عند طول الموجة 480nm
10مل	0.925	0.619	0.841	
15مل	0.437	0.539	0.324	
الحجم	العينة 1	العينة 2	العينة 3	B
5مل	1.579	2.591	2.501	ميثانول عند طول الموجة 538nm
10مل	0.929	0.804	0.940	
15مل	0.429	0.560	0.422	
الحجم	العينة 1	العينة 2	العينة 3	BF
5مل	0.431	0.485	1.102	ماء مقطر عند طول الموجة 480nm
10مل	0.360	0.416	0.356	
15مل	0.217	0.296	0.302	

BF	العينة 3	العينة 2	العينة 1	الحجم
ماء مقطر عند طول الموجة 538nm	1.019	0.476	0.375	5مل
	0.243	0.385	0.446	10مل
	0.200	0.177	0.228	10مل
BF	العينة 3	العينة 2	العينة 1	الحجم
ميثانول عند طول الموجة 480nm	2.026	1.964	0.885	5مل
	0.625	0.719	0.605	10مل
	0.280	0.500	0.333	15مل
BF	العينة 3	العينة 2	العينة 1	الحجم
ميثانول عند طول الموجة 538nm	1.789	1.772	0.824	5مل
	0.557	0.637	0.771	10مل
	0.238	0.460	0.303	15مل

جدول 10: يوضح تكرارات محتوى الماء في الأنسجة الورقية

3	2	1	BF	3	2	1	BC
4.33	10.02	6.27	1	6.5	4.91	6.20	1
8.55	8.31	15.75	2	4.78	6.24	3.18	2
9.14	9.53	22.77	3	3.32	1.59	3.98	3

جدول 11: يوضح تكرارات محتوى الماء في مساحة ورقية

تركيز الماء	BF	تركيز الماء	BC
22.90	1	14.08	1
17.49	2	14.46	2
17.37	3	17.79	3