الجمـــهوريـــة الجـــزائريـــة الديـمقـراطيـــــــة الشـعبيــــــة
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعـلـيـم الـعـالــي والـبـحـث الـعـلـمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جـامـعـة عمّـــار ثـلـيـــجـــي بالأغـــواط
UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT
كـلـيـــة الـعـلـــــوم
FACULTE DES SCIENCES
قسم علوم المادة
DEPARTEMENT Sciences de la Matière

مذكرة الماستر

الميدان: علوم المادة

الفصيلة: كيمياء

التخصص: كيمياء عضوية التطبيقية

من اعداد :

هواري صهيب **روان عطاء الله زين العابدين**

العنوان

تأثير المذيب على كمية المركبات الفينولية والنشاط المضاد للأكسدة لمستخلصات حبوب الذرة الرفيعة المحلية *(Sorghum bicolor L. Moench)*

أمام لجنة المناقشة المكونة من:

الرئيس	محمد بن علية	أستاذ محاضر ب
الممتحنة	حدباوي زينب	أستاذ محاضر ب
المشرف	بلهادي بدر الدين	أستاذ محاضر أ
المشرف المساعد	يوسفي محمد	أستاذ التعليم العالي

السنة الدراسية 2022/2021

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة عمّار ثليجي بالأغواط

UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT

كلية العلوم

FACULTE DES SCIENCES

قسم علوم المادة

DEPARTEMENT Sciences de la Matière

Mémoire de Master

Domaine : Sciences de la Matière

Filière : Chimie

Option : Chimie Organique applique

Par :

Rouane Atallah Zinelabidine   Houari sohib

THEME

Influence des solvants sur le contenu en composés phénoliques et l'activité anti-radicalaire des extraits de sorgho local *(Sorghum bicolor L. Moench)*

Soutenu publiquement devant le jury composé de :

BENALIA Mohamed	*MCB*	*Président*
HADBAOUI Zineb	*MCB*	*Examinatrice*
BELHADI Badreddine	*MCA*	*Promoteur*
YOUSFI Mohamed	*Prof*	*Co- Promoteur*

Année Universitaire 2021/2022

شكـــــر وعرفـان

انطلاقاً من قوله تعالى { رب أوزعني أن أشكر نعمتك التي أنعمت عليّ وعلى والديّ وأن أعمل صالحاً ترضاه وأدخلني برحمتك في عبادك الصالحين } سورة النمل، الآية 19.

يطيب لنا بعد إنجاز هذا العمل أن نسجد لله رب العرش العظيم حمدا وشكراً على ما أعطانا تعالى من عون وصبر وتوفيق لإنجاز هذا العمل، والذي نرجوه أن يكون خالصا لوجهه الكريم، وأن يرزقنا أجره، وما توفيقنا إلا بالله عليه توكلنا وإليه مآبنا.

واقرارا بالفضل يسرنا أن نتقدم بجزيل الشكر والتقدير والعرفان وفائق الإحترام إلى سعادة الدكتور بلهادي بدرالدين، الذي شرفنا متفضلا بإشرافه على هذه الدراسة، والذّي لم يبخل علينا بنصحه و توجيهه طيلة إجراء هذه الدراسة، والذّي كان لدقة ملاحظاته، وتوجيهاته القيمة، وصبره وجم تواضعه، الدور الكبير في إنجاز هذه الدراسة بهذه الصورة، فكان نِعْمَ المشرف والموجه في جميع خطوات هذا العمل، فلا يسعنا إلا الدعاء له بالخير، سائلين المولى عزّ وجل أن يجعل ذالك في ميزان حسناته.

كما نتقدم بالشكر والتقدير والإحترام للبروفسور يوسفي محمد على تشجيعه لنا ومتابعة عملنا خطوة بخطوة وعندما تضيق بنا الأمور وينال منا التعب وتقف الصعبات بالمرصاد أمامنا كانت كلمته الطيبة مفتاح نور لعقولنا وبردا وسلاما على قلوبنا فيفتح الدرب أمامنا ويزول عن كاهلنا كل التعب فنمضي مبتسمين.

كما نتقدم بالشكر والتقدير والإحترام لسادة أعضاء لجنة المناقشة الدكتور بن علية محمد والدكتورة حدباوي زينب، الذين تفضلوا بطيب نفس ورحابة صدر بقبول المناقشة لهذه الدراسة، ولما بذلوه من جهد ووقت في تقويمها،راجينا من الله عز وجل أن يجزيهم خير الجزاء.

كما نتقدم بأسمى آيات الشكر والتقدير والإمتنان إلى جميع زملائنا في الدراسة وأساتذتنا وطاقم المخبر قسم علوم المادة .

إهـــــــــــــــــــــــداء خاص

إنه لشرف عظيم أن أهدي هذا العمل المتواضع إلى الشخصين اللذين ضحيا من اجل تعليمي وعلماني أن لا أستسلم أبدا ، والذان جعلا مني ما أنا عليه اليوم ، والذي بدونهما لم أكن لأنجح أبدا واللذان لن أستطيع أن أوفيهما حقهما أمي و أبي .

في ذكرى جدي رحمه الله ،و رحبه الله سبحانه وتعالى في جنته الشاسعة.

كما أهدي هذا العمل المتواضع إلى: أخواتي وأخي وفقهم الله وإلى صديقي وأخي هواري صهيب على الجهود التي بذلها للقيام بهذا العمل وأيضا الى زملائي في قسم علوم المادة .

روان عطاء الله زين العابدين

إهـــــــــــــــــــــداء خاص

إلى سندي في الحياة أمي حفظها الله ومد في عمرها.

إلى فخري واعتزازي أبي العزيز عبد القادر حفظه الله ومد في عمره.

لولا جهودهما وتشجيعهما ودعمهما لي لما وصلت إلى هذا الإنجاز أسال الله العظيم أن يكافئهما ويسعدهما في الدنيا والآخرة ويدخلهما جنته الفردوس ويرويهما من حوض النبي صلى الله عليه وسلم.

إلى إخوتي من صغيرهم إلى كبيرهم.

إلى صديقي وأخي روان عطاء الله زين العابدين على جهوده ومثابرته في العمل.

إلى صديقي بكاي محمد.

إلى زملائي في الدراسة.

إلى كل هؤلاء أهدي ثمرة جهدي.

هواري صهيب

الإختصارات :

DPPH	1 ,1-Diphényl-2-Picryl –Hydrazyl
FRAP	إختبار القدرة الإرجاعية لأيونات الحديد
(mg EC/g)	المكافئ بالملي غرام من الكاتيشين لكل غرام من المادة الجافة
(mg EAG/g)	المكافئ بالميليغرام من حمض الغاليك بالنسبة لـ 1 غرام من مادة الجافة
(mg EAT/g)	المكافئ بالميليغرام من حمض التانيك بالنسبة لـ 1 غرام من مادة الجافة
MS%	نسبة المادة الجافة
VCEAC	القدرة المضادة للأكسدة المكافئة لحمض الأسكوربيك
ANOVA	التحليل الاحصائي ثنائي المتغير
SMCH2011AS	العينة المختلطة من حبوب نبات الذرة الرفيعة الكاملة
SMCH2011AS-L	العينة المختلطة من حبوب نبات الذرة الرفيعة منزوعة الليبيدات
SKH12011AS	العينة البرية من حبوب نبات الذرة الرفيعة الكاملة
SKH12011AS-l	العينة البرية من حبوب نبات الذرة الرفيعة منزوعة الليبيدات
SR22012AS	العينة الحمراء من حبوب نبات الذرة الرفيعة الكاملة
SR22012AS-L	العينة الحمراء من حبوب نبات الذرة الرفيعة منزوعة الليبيدات
SB12011AS	العينة البيضاء من حبوب نبات الذرة الرفيعة الكاملة
SB12011AS -L	العينة البيضاء من حبوب نبات الذرة الرفيعة منزوعة الليبيدات
Ri(%)	النسبة المئوية لتثبيط الجذور الحرة
Pi(%)	النسبة المئوية للقدرة الإرجاعية
ATC	Acide trichloracétique

قائمة الجداول :

رقم الصفحة	رقم وعنوان الجدول
4	**الجدول1: المحتوى الغذائي للبذرة بأكملها وكسورها**
6	**الجدول2: الفئات الرئيسية للمركبات الفينولية**
7	**الجدول3: تواجد وتوزيع الأحماض الفينولية في البذور**
13	**الجدول 4: المحاليل المعيارية للمنحنى المعياري لتقدير المركبات الفينولية باستعمال حمض الغاليك**

الجدول 5: المحاليل المعيارية للمنحنى المعياري لتقدير المركبات الفينولية باستعمال حمض التانيك	14
الجدول 6: يمثل نسبة مردودية المركبات الفينولية في النظام01	21
الجدول7 : يمثل نسبة مردودية المركبات الفينولية في النظام02	21
الجدول 8: تقدير كمية الفينولات الكلية المتواجدة في المستخلصات الناتجة من النظام 01	23
الجدول 9: تقدير كمية الفينولات الكلية المتواجدة في المستخلصات الناتجة من النظام 02	24
الجدول10: يمثل كمية التانينات في دقيق الذرة الرفيعة المحلية	26
الجدول 11: يمثل نشاط المضاد للجذور الحرة DPPH (VCEAC)	28
الجدول 12: يمثل القدرة الارجاعية لأيونات الحديد FRAP (VCEAC)	30

قائمة المنحنيات :

رقم وعنوان المنحنى	رقم الصفحة
المنحنى (1) : المنحنى المعياري لتقدير الفينولات الكلية بدلالة حمض الغاليك	22
المنحنى (2) : المنحنى المعياري لتقدير الفينولات الكلية بدلالة حمض التانيك	22
المنحنى (3): المنحنى المعياري لتقدير المركبات التانينية بدلالة محلول الكاتيشين	25
منحنى (4): فعالية القدرة الارجاعية لحمض الأسكوربيك بواسطة اختبار.DPPH•	27
المنحنى (5) منحنى معياري حمض الاسكوربيك في المرحلة الكاملة	29
المنحنى (6) منحنى معياري حمض الاسكوربيك في المرحلة الخطية	30

قائمة الأشكال :

رقم وعنوان الشكل	رقم الصفحة
الشكل 1: نبات الذرة الرفيعة المحلية من اصناف مختلفة	2
الشكل2 : يوضح الوصف المورفولوجي لمقطع في حبة الذرة الرفيعة	3
الشكل 3: بنية الفينول	5
الشكل 4: أحماض هيدروكسي بنزويك	6
الشكل 5: أحماض هيدروكسي سيناميك	6
الشكل 6: الهيكل الأساسي الفلافونويدات	8

الشكل 7: المركبات الأساسية للفلافونويدات	9
الشكل 8: التركيب الكيميائي للأحماض الغاليك (A) والإيلاجيك (B)	10
الشكل9: يمثل الشكل التركيب المعتمد في استخلاص المركبات الفينولية من حبوب الذرة الرفيعة المحلية	12
الشكل 10:معادلة تثبيط جذر DPPHفي وجود مضادات الجذور الحرة	16
الشكل 11: تمثل الصورة المستخلصات الفينولية بالنظام01	20
الشكل 12: تمثل الصورة المستخلصات الفينولية بالنظام02	20

الفهرس

شكـــــر وعرفـان..I

إهـــــــــــــــداء خاص II

إهـــــــــــــــداء خاص III

الإختصارات : IV

قائمة الجداول : IV

قائمة المنحنيات : V

قائمة الأشكال : V

الفهرس VI

المقدمة :..1

I. نبات الذرة الرفيعة : 2

I.1 التسمية..2

I.2 الأصل : 2

I.3 الدراسة المورفولوجية لنبات الذرة الرفيعة:..2

I.4 التصنيف : 3

I. 5 انتاج الذرة الرفيعة :..3

I. 6 التركيب الكيمائي والقيمة الغذائية:..4

I.7 المركبات الفينولية:.....5
I.7.1 تعريف المركبات الفينولية:.....5
I.7.2 تصنيف المركبات الفينولية:.....5
I.7.2. 1 الأحماض الفينولية:.....5
I.7.2. 2 الفلافونيدات:.....8
I.7.2. 2. 1 خواص الفلافونيدات:.....8
I.7.2. 2. 2 تواجد ودور الفلافونيدات عند النباتات:.....8
I.7.2. 3 التانينات:.....9
I.7.3 دور المركبات الفينولية:.....10
I.7.4 النشاطية المضادة الاكسدة لعديدات الفينول:.....10
II. الدراسة التجريبية: 11
II .1 طريقة أخذ العينات :.....11
II .2 طرق استخلاص المركبات الفينولية من الذرة الرفيعة:.....11
II .3 التقدير االكيفي للمستخلصات: 12
II.3.1 الكشف عن وجود الفلافونويدات (اختبار اللون) 12
II .4 التقدير االكمي للمستخلصات: 13
II.4.1 تقدير الفينولات الكلية:.....13
II.4.2 تحديد التانينات بطريقة الفانيلين وحمض الهيدروكلوريك (vanillin-HCL):.....15
II .5 تحديد النشاط المضاد للأكسدة: 16
II .5. 1 تحديد النشاط المضاد للجذور الحرة DPPH :.....16
II.5.2 تحديد القدرة الإرجاعية لأيونات الحديد FRAP :.....18
II. 6 الدراسة الإحصائية:.....19

III النتائج والمناقشة: 20
III .1 طرق استخلاص المركبات الفينولية من الذرة الرفيعة 20
III.1.1 مردود الفصل : 20
III .2 التحليل الفيتو كيميائي للمستخلصات الفينولية:..... 21
III.1.2 الكشف عن وجود الفلافونويدات (إختبار اللون): 21
III.2.2 تقدير الفينولات الكلية:..... 22
III.3.2 تقدير كمية التانينات :..... 25
III.3 تحديد النشاط المضاد للأكسدة 27
III.1.3 تحديد النشاط المضاد للجذور الحرة DPPH : 27
III.2.3 تحديد القدرة الإرجاعية لأيونات الحديد FRAP : 29
الخاتمة 32
قائمة المراجع :..... 33

المقدمة :

تعتبر الذرة الرفيعة (sorghum bicolor (l.) moench) مصدر غني باللمركبات الفينولية والتانينات وهي مسؤولة عن إعطاء اللون لهذه البذور ،حيث تمتازهذه المركبات بدور مهم في أليات الدفاع ضد الفطريات و الحيوانات مثل الحشرات الطيور .

تمتلك هذه المركبات أنشطة بيولوجية مختلفة مثل الأنشطة المضادة للالتهابات والمضادة للبكتيريا والفيروسات والمضادة لتوسع الأوعية التي يمكن ان تكون مرتبطة بنشاطها المضاد للاكسدة. اكدت البحوث العلمية والدراسات الإحصائية ان للمركبات الفينولية فاعلية في الوقاية من الامراض ومقاومتها، وذلك من خلال قدرتها الارجاعية (تأثيرها المضاد للأكسدة) بأليات مختلفة وذلك لتنوع بنيتها.

الهدف من هذه الدراسة هو استخلاص المركبات الفينولية المتواجدة في أربعة عينات من حبوب الذرة الرفيعة المحلية بواسطة مذيبين مختلفين، نظام 01 عبارة عن مذيب يتكون من الميثانول النقي، اما بالنسبة للنظام 02 استعملنا مذيب ميثانولي يحتوي على ه 1% من حمض كلور الماء (حجم/حجم). اهتممنا بتقدير كمية الفينولات الكلية المتواجدة في 16 مستخلص منها 8 مستخلصات منزوعة اليبيدات و8 مستخلصات كاملة من دقيق الذرة الرفيعة المحلية. قمنا بتقدير كمية التانينات لهذه المستخلصات بإستخدام محلول الكاتيشين كمرجع. وأخيرا قمنا بدراسة تأثير مصدر العينة وتأثير نزع الليبيدات ونظام الاستخلاص على النشاط المضاد للجذور الحرة الـ DPPH وعلى القدرة الارجاعية للحديد الثلاثي الـFRAP.

تقسم هذه المذكرة الى جانبين رئيسيين. الجانب الأول عبارة عن ملخص نظري يتناول بعض العموميات حول نبات الذرة الرفيعة والمركبات الفينولية. اما الجانب الثاني فهو تجريبي مقسم الى جزئين، خصص الجزء الأول منه حول استخلاص المركبات الفينولييية من ثمانية عينات من دقيق الذرة الرفيعة المحلية (4 عينات من دقيق الكامل و 4 أخرى من هذا الدقيق منزوعة اليبيدات)، اما الجزء الثاني منه فتركز على تقدير كمية الفينولات الكلية والتانينات وبتقييم الفعالية المضادة للاكسدة لمختلف المركبات الفينولية المستخلصة من خلال تقدير النشاط المضاد للجذور الحرة بالاعتماد على اختبار الـ DPPH وعلى تقدير القدرة الإرجاعية للحديد الثلاثي باعتماد إختبار الـ FRAP.

I. نبات الذرة الرفيعة :

1.I التسمية

نبات الذرة الرفيعه ويدعى كذلك نبات الذرة البيضاء وباللغه الفرنسيه Sorgho و بالانجليزيه Sorghum اما اسمه العلمي فهو(sorghum bicolor (l.) moench) كما ان له عده تسميات محليه عديده تختلف باختلاف مناطق زراعته ففي منطقه تيدليكت بأدار يسمى التافوست (Tafoust)، وفي منطقه الهقار يطلق عليه الطلق (Talek).

الشكل 1: نبات الذرة الرفيعة المحلية من اصناف مختلفة

2.I الأصل :

الذرة الرفيعة(*sorghum bicolor (L.) moench*) هي حبوب تزرع في المواسم الدافئة من أصل أفريقي، زرعت لأول مرة في منطقة إثيوبيا أو تشاد منذ أكثر من 5000 سنة. ثم انتشر إلى الهند قبل 4000 سنة، وبعد ذلك إلى الصين و إلى جنوب إفريقيا قبل حوالي 1500 سنة. تزامن دخول الذرة الرفيعة إلى أمريكا الشمالية مع تجارة الرقيق في القرن الثامن عشر.

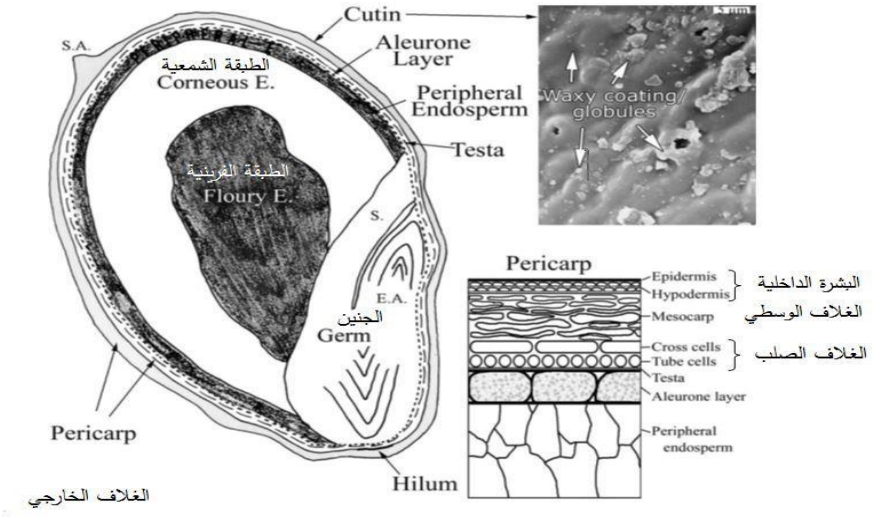
تصنف الذرة الرفيعة الى أربعة أصناف رئيسية حسب الخصائص التالية: جودة الحبوب وأبعادها ؛ محتوى السكر في سيقان نبات الذرة الرفيعة وجودة العلف ؛ الخصائص المورفولوجية للسيقان والسنابل واستخداماتها كمكانس وفرش، استخدامات الذرة الرفيعة العشبية كأعلاف (Rosentrater and Evers 2017).

3.I الدراسة المورفولوجية لنبات الذرة الرفيعة:

الذرة الرفيعة، مثل معظم النباتات العليا، لديها أجهزة تسمح لها بامتصاص الماء والأملاح المعدنية، وضمان وظائف التمثيل الضوئي للنمو والتطور المرضي: إنه نبات ذاتي التغذية(Sene 1995)

تضم العائلة النجيلية حوالي 700جنس ومن 7500 إلى 10000 نوع، تأخذ أشكالا متنوعة جدا، غالبا ما تكون عشبية ومعمرة أو حولية، أسطوانية الساق مقسمة إلى سلميات جوفاء نادرا ما تكون مليئة وتكون العقد واضحة في الساق، الأوراق ثنائية الصف متعاقبة النظم، الأزهار صغيرة الحجم ثنائية الجنس فالنباتات أحادية المسكن.

وتعتبر الذرة الرفيعة نبات عشبي حولي ينتمي إلى العائلة النجيلية وتنتمي أصنافه المحلية إلى النوع sorghum biocolor (L)



الشكل2 : يوضح الوصف المورفولوجي لمقطع في حبة الذرة الرفيعة

4.I التصنيف :

Position taxonomique (USDA-ARS, 2012)

Règne : Plantes (règne végétal)	المملكة : النباتية
Sous-règne : Trachéobiontes (plantes vasculaires)	تحت المملكة : النباتية الوعائية
Super-embranchement : Spermatophytes (plantes à graines)	فوق القسم : النباتية البذرية
Embranchement : Magnoliophytes (plantes à fleurs)	القسم النباتية البذرية
Classe : Liliopsides (monocotylédones)	القسم : النباتات الزهرية
Sous-classe : Commélinidés	تحت القسم Commélinidés
Ordre : Cypérales	الصنف : أحادية الفلقة
Famille : Poacées (graminées) (famille des graminées)	العائلة : النجليات
Genre : Sorghum Moench (sorgho)	الجنس : Sorghum Moench (sorgho)
Espèce: Sorghum bicolor (L.) Moench (sorgho)	النوع :

5 .I انتاج الذرة الرفيعة :

الذرة الرفيعة (sorghum bicolor (l.) moench)هي محصول حبوب مهم في العديد من المناطق الاستوائية في العالم (الشكل 1). وهي واحدة من الحبوب الرئيسية التي تزرع في أفريقيا وفي المناطق الاستوائية شبه القاحلة في آسيا (Abu (Assar, Uptmoor et al. 2009

تتكيف الذرة الرفيعة مع التقلبات المناخية بشكل أفضل من الحبوب التقليدية مثل الأرز والذرة بسبب نظام جذرها الواسع الذي يترسخ بقوة في التربة (Chantereau and Nicou 1991) وهذا يجعل هذا النبات محصولا مفضلا في المناطق التي يكون فيها الجفاف وفقر التربة من العوامل المقيدة {KOFFI, 2011}.

تتواجد حوالي 90 ٪ من المناطق المزروعة بالذرة الرفيعة و 70 ٪ من الإنتاج العالمي في البلدان النامية. تمثل البلدان الأفريقية والآسيوية وحدها أكثر من 95 ٪ من إجمالي استخدام الغذاء للذرة الرفيعة. الذرة الرفيعة هي المواد الغذائية الأساسية في أفريقيا وجنوب آسيا وأمريكا الوسطى.

وفقا لقاعدة البيانات الإحصائية لمنظمة الأغذية والزراعة، تعد إفريقيا أكبر منتج للذرة الرفيعة، حيث يبلغ إنتاجها السنوي 21.9 مليون طن، أي ما يعادل 39.04 ٪ من الإنتاج العالمي. تعد حبوب الذرة الرفيعة هي الحبوب الرئيسية المزروعة في بوركينا فاسو بإنتاج سنوي يبلغ حوالي 1.5 مليون طن. تتراوح المساحة الإجمالية المزروعة بين 1.3 و 1.4 مليون هكتار (54 ٪ من مناطق الحبوب) أخيرا ، في الجزائر يزرع الذرة الرفيعة كمحصول غذائي في المناطق الصحراوية وعلى وجه الخصوص في أقصى الجنوب **(**Rahal Bouziane and Kharsi 2004**)**. بفضل معرفتهم ، حافظ سكان هذه المناطق على هذه الموارد بتنوعها. استخدموه لإطعام أنفسهم ، لشفاء أنفسهم وإطعام قطعانهم(Rahal Bouziane 2008) ومع ذلك ، لا تزال هذه الموارد غير معروفة ولم يتم إجراء سوى القليل من أعمال الجرد والتقييم لهذه المحاصيل ، والتي أثرت في الواقع فقط على المواد النباتية المدخلة. ومع ذلك ، فقد وجدت موارد الذرة الرفيعة المحلية لفترة طويلة جدا في الواحات الجزائرية

(Rahal Bouziane and Kharsi 2004**)**

I. 6 التركيب الكيمائي والقيمة الغذائية:

يرد المحتوى الغذائي لكسور حبوب الذرة الرفيعة في الجدول 1. نخالة الذرة الرفيعة منخفضة في البروتين والرماد وغنية بالألياف. الجزء الجرثومي من الذرة الرفيعة غني بالرماد والبروتين والزيت ، ولكنه منخفض جدا في النشا. أكثر من 68 ٪ من إجمالي المواد المعدنية و 75 ٪ من زيت الحبوب الكاملة في الجزء الجرثومي ، ومساهمتها في محتوى البروتين من الحبوب هي 15 ٪ فقط. جرثومة الذرة الرفيعة غنية أيضا بفيتامينات ب المعقدة. السويداء ، أهم جزء من الحبوب ، فقير نسبيا في المواد المعدنية والرماد والزيت. من ناحية أخرى ، يحتوي على 80 ٪ من بروتينات الحبوب الكاملة ، و 94 ٪ من النشا وما يصل إلى 75 ٪ من فيتامينات ب المعقدة (FAO., 1995).

جدول1 : المحتوى الغذائي للبذرة بأكملها وكسورها

Fraction	Protéines (%)	Cendres (%)	Huile (%)	Amidon (%)	Niacine (mg/100g)	Riboflavine (mg/100g)	Pyridoxine (mg/100g)
Graine	12,3	1,67	3,6	73,8	4,5	0,13	0,47
Endosperme	12,3	0,37	0,6	82,5	4,4	0,09	0,40
Germe	18,9	10,4	28,1	13,4	8,1	0,39	0,72
Son	6,7	2,0	4,9	34,6	4,4	0,40	0,44

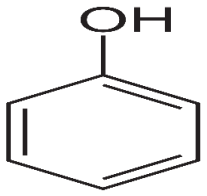
7.I المركبات الفينولية:

بدأ تاريخ المركبات الفينولية المستخلصة من النباتات في مجال الصناعة أولا من الأصناف الأكثر شهرة لهذه المركبات هي التانينات والتي استعملت مند القديم في دباغة الجلود وصناعة الحبر، وكذلك تدخل بعض المركبات الفينولية في صناعة البلاستيك والمواد الملونة وتعرف المركبات الفينولية على أنها مركبات فعالة ذات أوزان جزيئية منخفضة تحتوي على حلقة عطرية تحمل مجموعة هيدروكسيل أو أكثر. وتؤدي المركبات الفينولية دورا مهما في نمو وتكاثر النباتات فضلا عن أنها تحميها من الإصابة بالأمراض والحشرات وبالتالي تعد عوامل مقاومة طبيعية للنباتات، إذ تجعل جذور الخلايا غير منفذة للماء والغازات، وتكون مسؤولة عن إعطاء صفة الصلابة للنباتات. تكون أغلب الفينولات ذائبة في الماء وهي توجد مرتبطة مع السكر على هيئة كلايكوسيدات وتنشأ في جدران الخلايا. إن لموقع وعدد مجموعات الهيدروكسيل في الفينولات علاقة مع الفعالية المضادة لهذه المركبات تجاه الأحياء المجهرية والقدرة الارجاعية (الفعالية المضادة للأكسدة). تتواجد المركبات الفينولية بالطبيعة على هيئة فلافونيدات، حوامض فينولية، التانينات، اللقنينات{D Archivio, 2007 #22}

1.7.I تعريف المركبات الفينولية:

المركبات الفينولية عبارة عن مركبات عطرية تتكون من حلقة بنزن مرتبطة بمجموعة هيدروكسيل (OH) واحدة أو أكثر، وهي عبارة عن سوائل موجودة بفجوات الخلايا وأبسط أنواعها الفينولات والأحماض الفينولية والكومارين، تضم المركبات الفينولات أنواعا مختلفة منها الفلافونيدات، التانين، اللكنين وغيرها .وتنتج النباتات الالاف من المركبات النباتية والتي تحتوي على نوع أو أكثر من الفنولات والأحماض الفينولية، ويمكن تقسيمها على مجموعات تبعا لعدد ذرات الكربون في تركيبها الكيميائي.(Pharmacognosie, 1999)

وتكسب الفينولات النباتات مقاومة نسبية ضد الآفات مثل الحشرات إذ تعد عوامل مقاومة طبيعية فضلا عن كونها عوامل مضادة للبكتيريا.



الشكل 3: بنية الفينول

2.7.I تصنيف المركبات الفينولية:

المركبات الفينولية هي فئة تتكون من 8000 مركب. وهي مقسمة إلى عدة فئات: أحماض فينولية، فلافونويدات ، تانينات .... يمكن أن تشكل المركبات الفينولية من مجموعة كبيرة جدًا من المواد الكيميائية. يتم تصنيفها وفقًا لعدد وترتيب ذرات الكربون الخاصة بها (الجدول 2).

توجد هذه الجزيئات بشكل عام مرتبطة بالسكريات والأحماض العضوية. تظهر أبسط أشكال الفينول هياكل كيميائية تتراوح من الفينول C6 البسيط إلى مركبات الفلافونويد C15 والجزيئات ذات الصلة.

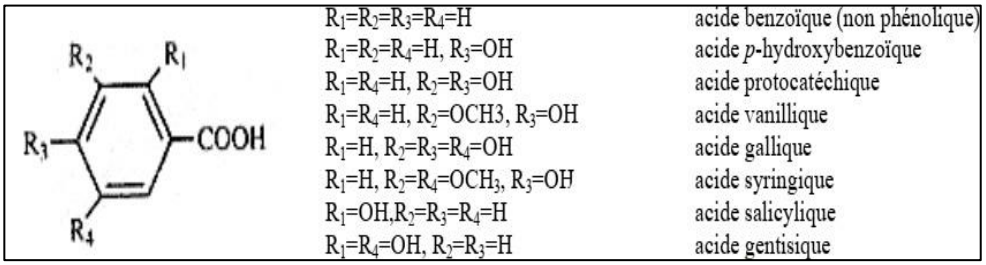
1. 2.7.I الأحماض الفينولية:

هي مركبات أيضية ثانوية تنتشر على نطاق واسع في المملكة النباتية، ومركبات تمتلك حلقة عطرية (بنزينية) متصلة بمجموعة كربوكسيلية (COOH) وتستبدل على الأقل واحدة من الهيدروجين بمجموعة هيدروكسيل (OH) قابلة لذوبان في المذيبات العضوية، وتنقسم أغلب الأحماض الفينولية الموجودة في النباتات إلى مجموعتين أساسيتين مجموعة حمض البنزويك

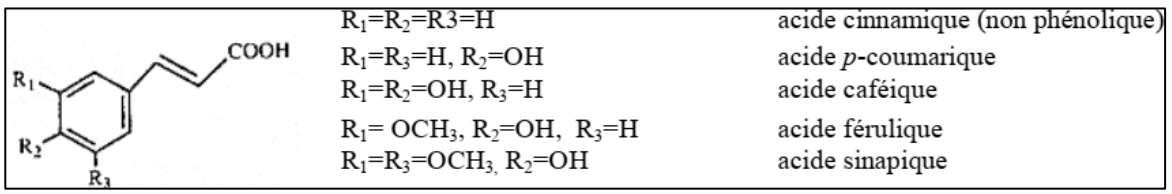
والتي تحتوي على سبع ذرات كربون (C1 - C6) ومجموعة حمض السيناميك والتي تحتوي على تسع ذرات كربون (C6 - C3) كما موضح في الجدول (2).

جدول2 : الفئات الرئيسية للمركبات الفينولية

السلسلة الكاربونية	التصنيف	أمثلة	مصدرها
C_6	Phénols simples	Catéchol	
C_6 - C_1	Acides Hydroxybenzoïques	*p*-Hydroxybenzoïque	Epices, fraise
C_6 - C_3	Acides hydroxycinnamique sCoumarines	Acides caféique, férulique Scopolétine, esculétine	CitrusCitrus
$C_6 – C_4$	Naphtoquinones	Juglone	Noix
$C_6 – C_2 – C_6$	Stilbènes	Resvératrol	Vigne
$C_6 – C_3 – C_6$	Flavonoïdes • Flavonols • Anthocyanes • Flavanols • Flavanones Isoflavonoïdes	Kaempférol, quercétineCyanidine, pélargonidine Catéchine, épicatéchine Naringénine Déidzéine	Fruits, légumes, fleurs Fleure, fruits rouges Pomme, raisin Citrus Soja, pois
$(C_6 – C_3)_2$	Lingnanes	Pinorésinol	Pin
$(C_6 – C_3)_n$	Lignines		Bois, noyau des fruits
$(C_{15})_n$	Tannins		Raisin rouge, Kaki



الشكل 4: أحماض هيدروكسي بنزويك (Guignard, 1974)



الشكل 5: أحماض هيدروكسي سيناميك (Guignard, 1974)

جدول3: تواجد وتوزيع الأحماض الفينولية في البذور (Andreasen et al., 2001)

الاحماض الفينولية	البذور	المصدر
أحماض هيدروكسي بنزويك		
Gallique	mils, riz, **sorgho**	Hahn *et al* 1983; Zhou *et al*., 2004; Suba *et al*., 2002..
Protocatéchique	orge, maïs, mils, avoine, seigle, blé, riz, **sorgho**	Mattila*et al*., 2005, Mazza, et Gao, 2005; McDonough et Rooney, 2000. Hahn *et al*., 1983
-p-Hydroxybenzoïque	orge, maïs, mils, avoine, seigle, blé, riz, **sorgho**	Hahn *et al*., 1983; Mattila*et al*., 2005; Kim *et al*., 2006; Mazza et Gao, 2005; Kim *et al*., 2006.
-salicylique	orge, **sorgho**, blé	Waniska*et al*., 1989; Mazza et Gao, 2005, Kim *et al*., 2006.
-vanillique	orge, maïs, mils, avoine, seigle, blé, riz, **sorgho**	Kim *et al*., 2006; Mattila*et al*., 2005; Zhou *et al*., 2004
-syringique	orge, maïs, mils, avoine, seigle, blé, riz, **sorgho**	Kim *et al*., 2006; Mattila*et al*., 2005, Mazza et Gao, 2005; McDonough et Rooney, 2000; Mattila*et al*., 2005.
أحماض هيدروكسي سيناميك		
Férulique	orge, maïs, mils, avoine, seigle, blé, riz, **sorgho**	Andreasen*et al*., 2000; Hahn *et al*.,1983; Kim *et al*., 2006; Zhou *et al*., 2004.
Caféique	orge, maïs, mils, avoine, seigle, blé, riz, **sorgho**	Kim *et a*., *l*2006; Suba*et a*., *l*2002; Zhou *Et al*., 2004.
-o-coumarique	Orge	Mazza et Gao, 2005.
-m-coumariqe	Orge	Mazza et Gao, 2005.
-p-coumarique	orge, maïs, seigle, avoine	Andreasen*et al*., *2000*; Kim *et al*., 2006; Kim *et al*., 2006; Mazza et Gao,2005; Mattila*et al*., *200*5; Zhou *et al*., 2004.
-cinnamique	blé, mils, **sorgho**	Mazza et Gao, 2005; Mattila*et al*., *200*5; Zhou *et al*., 2004; McDonough etRooney, 2000.
-sinapique	orge, maïs, mils, avoine, seigle, riz,**sorgho**	Mattila*et al*., 2005; Zhou *et al*., 2004; Andreasen*et al*., 2000; Waniska*et al*.,1989.

ملاحظة:

نلاحظ من الجدو السابق أن الأحماض الفينولية المتواجدة في بذور الذرة الرفيعة المحلية (Sorgho) على شكل مجموعتين

أحماض هيدروكسي بنزويك المتمثلة في (*Gallique* – Protocatéchique - p-Hydroxybenzoïque – salicylique – vanillique – syringique).

أحماض هيدروكسي سناميك المتمثلة في (Férulique – Caféique – cinnamique – sinapique).

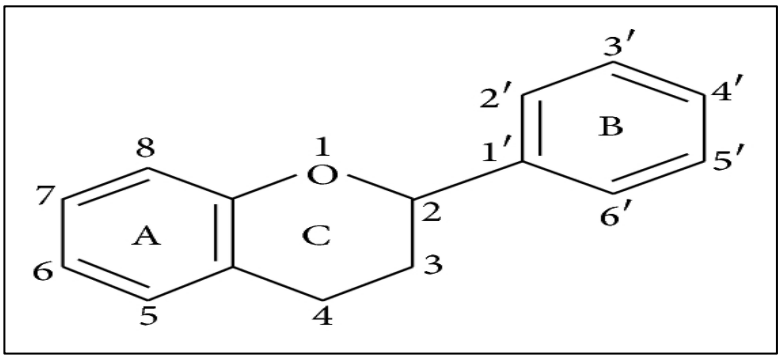
الفعالية البيولوجية

وجدت العديد من الدراسات التجريبية التي أجريت على الأحماض الفينولية ومشتقاتها فعالية علاجية قوية مضادة للأورام، مضادة للميكروبات، مضادة للأكسدة مضادة للالتهابات مضادة للسرطان ومضادة للفيروسات والفطريات. (D Archivio, 2007)

I.7.2.2. الفلافونيدات:

هي عبارة عن مركبات طبيعية من ناتج الأيض الثانوي تختلف فيما بينها في عدد وتوزع المجاميع الهيدروكسي ليه وكذلك إضافة المجاميع السكرية والميثيلية .تملك الفلافونويدات بنية موحدة ممثلة في C6-C3-C6 وتمثل الوحدتين C6 الحلقة A و Bأما C3 فتمثل حلقة (pyrane)، (شكل 6).

وحسب درجة إضافة المجاميع الهيدروكسيلية والتغيرات الحاصلة على مستوى الحلقة C تقسم الفلافونويدات إلى مختلف المجاميع: flavone،flavanols، flavonols، flavanones، Anthocyanins وتتكون أغلب الفلافونويدات بارتباط الحلقة B بالكربون رقم 2 للحلقةC ، غير أن في بعض الفلافونويدات مثل isoflavonoids وneoflavonoids ترتبط الحلقة B بالكربون رقم 3و 4على التوالي (شكل6)، **(Tsao, 2010)**



الشكل 6: الهيكل الأساسي الفلافونويدات (Kumar, 2013)

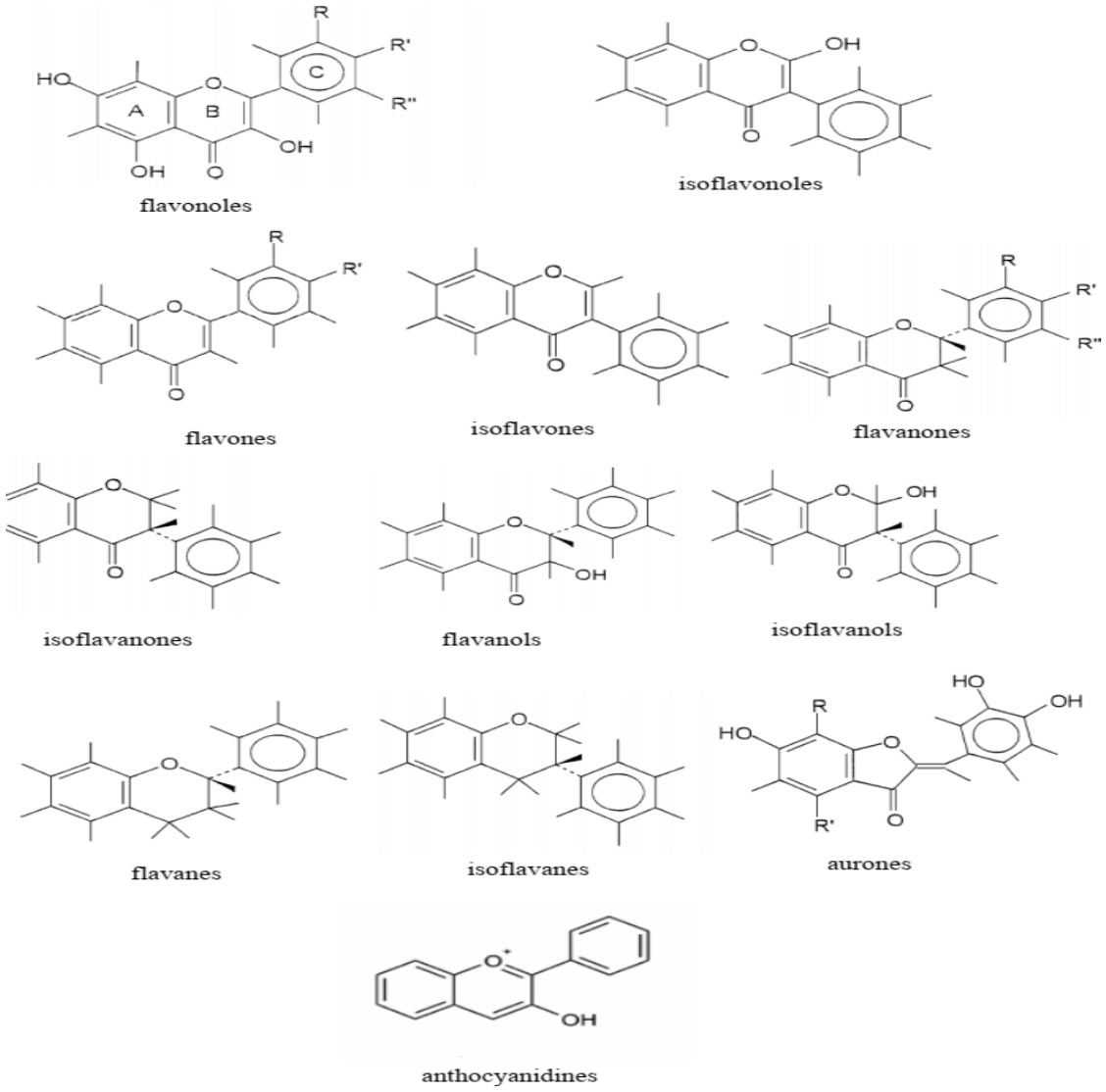
I.7.2.2.1. خواص الفلافونيدات:

الفلافونيدات مركبات هيدروكسيلية ذات حمضية ضعيفة قابلة للذوبان في القواعد القوية مثل هيدروكسيد الصوديوم، احتوائها على عدد أكبر من مجموعات الهيدروكسيلية الحرة أو جزيئة سكر يكسبها قطبية عالية تجعلها تذوب في المذيبات القطبية مثل الميثانول والإيثانول وثنائي ميثيل سلفوكسيد والماء أما الفلافونيدات الأقل قطبية مثل: الإيزوفلافونويدات، الفلافانونات، الفلافونونات تذوب في المذيبات الأقل قطبية مثل الكلوروفورم (D Archivio, 2007).

I.7.2.2.2. تواجد ودور الفلافونيدات عند النباتات:

تعتبر الفلافونيدات من المركبات الطبيعية الأكثر انتشارا في المملكة النباتية إذ تتواجد بشكل واسع في الأوراق والبذور الأغصان وأزهار النباتات كما تتوفر بأوراق الخضار (كرنب، سبانخ، ... الخ)، وكذلك في الغشاء الخارجي للفواكه. الفلافونيدات هي العناصر المسؤولة عن إعطاء اللون للنبتة وبصفة خاصة للأزهار مما يمنحها الصفة الجاذبة للحشرات والطيور التي تنقل حبوب الطلع وبذلك تمنح دورة جديدة لحياة هذه النبتات (D Archivio, 2007)،كما تلعب دور حماية

لها إذ تعطي طعما مميزا للنبتة مما يبعد الحشرات الضارة عنها. لها دور في مراقبة نمو وتطور النبات وهذا بتفاعلها بطريقة معقدة مع مختلف هرمونات النمو النباتية كما تتكامل فيما بينها لتساهم فيما يسمي ب: phytoalexines وهو إنتاج النبتة للأيض يعالج الاضطرابات التي تسببها البكتيريا والفطريات(Djidel, 2009).



الشكل 7: المركبات الأساسية للفلافونويدات .(D Archivio, 2007)

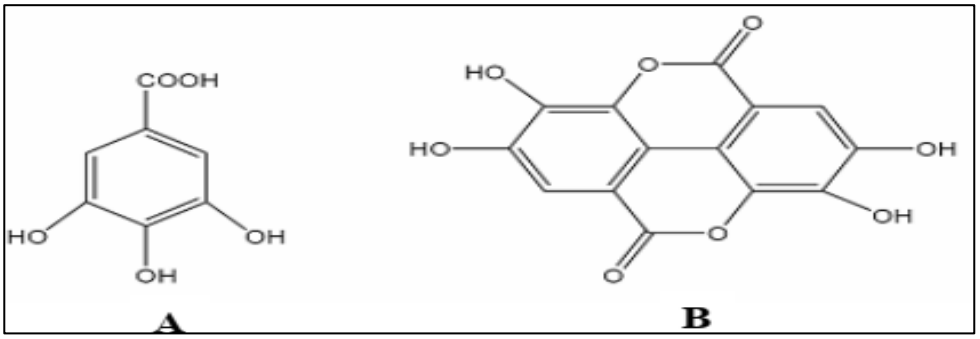
I.2.7.3 التانينات:

وتنقسم إلى فئتين مختلفتين حسب نشاطهما الكيميائي وتكوينهما وهما التانينات القابلة للتحلل والتانينات المكثفة.

{Haslam, 1989 }

1- التانينات القابلة للتحلل:

هذه هي استرات الجلوكوز وحمض الغاليك { Guignard, 1974}. وهي تتميز، أولا وقبل كل شيء بحقيقة أنها يمكن أن تتحلل عن طريق التحلل المائي الكيميائي (الأنزيمي). ثم يطلقون جزءا غير فينولي (غالبا الجلوكوز) وجزء فينولي يمكن أن يكون إما حمض الغاليك أو ديمر من نفس حمض -حمض الإيلاجيك.



الشكل 8: التركيب الكيميائي للأحماض الغاليك (A) والإيلاجيك (B).

2- التانينات المكثفة:

يتم توزيع التانينات المكثفة، والتي تسمى أيضا البروسيانيدين أو البروانثوسيانيدين، على نطاق واسع في الأنسجة النباتية. هم أوليغومرات أو بوليمرات فلافان -3 ol مشتقة من (+) كاتشين أو أيزومراتها العديدة (Harborne, 2013). لديهم خاصية تخثر بروتينات الأدمة، وبالتالي استخدامها في دباغة الجلود (Guignard, 1974).

3.7.I دور المركبات الفينولية:

يتم التعرف الآن على دور المركبات الفينولية في مختلف جوانب الحياة النباتية وفي الاستخدام البشري للنباتات. البحوث التي أجريت مؤخرا على المركبات الفينولية متقدمة جدا بسبب خصائصها الفسيولوجية المختلفة مثل المضادة للحساسية، المضادة للالتهابات، المضادة للميكروبات، المضادة للفيروسات، المضادة للبكتيريا، المضادة للسرطان، المضادة للجلطات، وأنشطة توسع الأوعية(Ksouri, 2007;Middleton, 2000) . تعزى هذه الإجراءات إلى تأثيرها المضاد للأكسدة والذي يرجع إلى خصائص الأكسدة والاختزال من خلال لعب دور مهم في التدمير التأكسدي عن طريق تحييد الجذور الحرة أو حبس الأكسجين أو تحلل البيروكسيدات.

4.7.I النشاطية المضادة الاكسدة لعديدات الفينول:

لوحظ أن النظام الغذائي الغني بالمركبات الفينولية يلعب دورا مهما في حماية الانسان، حيث أن تناول الفواكه والخضر والحبوب المعروفة بغناها بالمركبات الفينولية مرتبط بتخفيض أخطار الاصابة بالعديد من الأمراض مثل السرطان و أمراض الأوعية والقلب والالتهاب والعديد من الامراض الانحلالية ، وجد أن عديدات الفينول مضادات أكسدة قوية تستطيع تعديل الجذور الحرة بإعطاء الكترونات أو ذرات هيدروجينية، ويرتبط التأثير المضاد للأكسدة ببنية المركبات الفينولية، حيث أن إضافة مجموعة الهيدروكسيل على مستوى الكربون 3 لمركبات flavonol يجعلها مضادات أكسدة قوية، كما يمكن أن تؤثر المركبات الفينولية بالإزاحة المباشرة للجذور الحرة المتسببة في أكسدة الليبيدات (Rice-Evans, 1996) إضافة إلى هذا يمكن أن تستعمل عديدات الفينول كملتقطات للمعادن مثل الحديد وبذلك الحد من تفاعلاتfenton المتسببة في إنتاج جذر الهيدروكسيل الذي يعتبر من أخطر الجذور الحرة.

II. الدراسة التجريبية:

نهدف من خلال هذا العمل إلى استخلاص المركبات الفينولية من أربعة أنواع حبوب الذرة الرفيعة المحلية. اعتمدنا خلال عملية الإستخلاص على الدقيق الكامل والدقيق المنزوع الليبيدات، وعلى دراسة تأثير نظامين مختلفين من الميثانول على مردود الإستخلاص وعلى مكوناتها الكيميائية (المركبات الفينولية والتانينات). كما قمنا بتقدير النشاط المضاد للأكسدة للمستخلصات الفينولية بالإعتماد على إختبار المضاد للجذور الحرة الـ DPPH· واختبار القدرة الارجاعية لايونات الحديد الثلاثي الـ FRAP.

II .1 طريقة أخذ العينات :

ترجع عينات الدراسة إلى محاصيل حبوب الذرة الرفيعة المحلية لمنطقة عين صالح خلال الموسمين 2011 و2012. حفظت هذه العينات في الثلاجة عند 6 درجات مئوية في مخبر.....

تم اختيار هذه الأنواع على أساس وفرتها وتنوعها. وتتمثل في ما يلي:

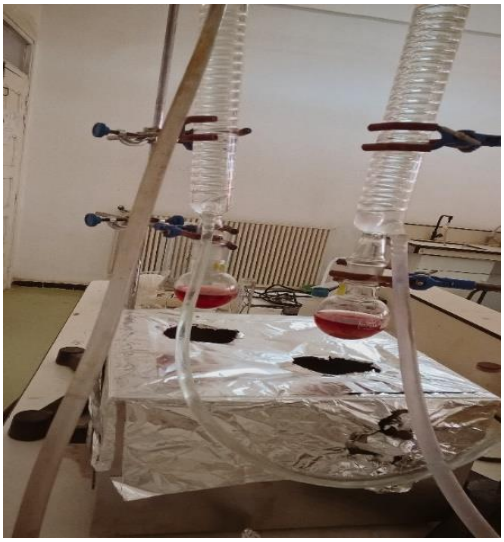
- الذرة الرفيعة البيضاء (SB12011AS)،
- الذرة الرفيعة الحمراء (SR22012AS)،
- الذرة الرفيعة البرية (SKH12011AS)،
- الذرة الرفيعة ذات لون مختلط بين الأحمر والأبيض (SMCH2011AS).

حضرت أربع أنواع من الدقيق الكامل وأربع أنواع أخرى من الدقيق المنزوع الليبيدات للعينات السابقة خلال عمل سابق **(Terbag et al, 2020)**، حيث سميت كما يلي:

- دقيق الذرة الرفيعة البيضاء منزوعة الليبيدات من العينة (SB12011AS –L)، ودقيق غير منزوع الليبيدات (SB12011AS)،
- دقيق الذرة الرفيعة الحمراء منزوعة الليبيدات من العينة (SR22012AS-L)، ودقيق غير منزوع الليبيدات (SR22012AS)،
- دقيق الذرة الرفيعة البرية منزوعة الليبيدات من العينة (SKH12011AS-l)، ودقيق غير منزوع الليبيدات (SKH12011AS)،
- دقيق الذرة الرفيعة المختلط منزوعة الليبيدات من العينة (SMCH2011AS-L)، ودقيق غير منزوع الليبيدات (SMCH2011AS).

II .2 طرق استخلاص المركبات الفينولية من الذرة الرفيعة:

اعتمدنا في هذا العمل على نظامين مختلفين من الميثانول للاستخلاص المركبات الفينولية من الذرة الرفيعة. خلال عملية إستخلاص اعتمدنا على الطريقة الموصوفة من طرف (Chethan and Malleshi 2007) بتصرف. تتمثل هذه الطريقة على تركيب تجريبي مزود بنظام تبريد يعتمد على عملية تسخين المزيج عند درجة حرارة تتجاوز درجة حرارة غليان المذيب كما هو مبين في الشكل (9).



الشكل9: يمثل الشكل التركيب المعتمد في استخلاص المركبات الفينولية من حبوب الذرة الرفيعة المحلية

1.2.II النظام 01 : استخلاص باستعمال مذيب يحتوي على الميثانول:

نظيف 50 mL من مذيب الميثانول إلى دورق كروي الشكل سعته 100 mL يحتوي على 1g من دقيق الذرة الرفيعة. نربط الدورق بنظام التبريد السابق ونضعه في حمام مائي درجة حرارته 70 °C لمدة ساعتين (Chethan and Malleshi 2007)عند انقضاء هذه المدة نترك المزيج يبرد في درجة حرارة الغرفة، ثم نقوم بترشيح المزيج بواسطة ورق الترشيح. نقوم بتبخير الرشاحة بواسطة جهاز التبخير بالدوران تحت الضغط المنخفض (laborota 4003-control) عند الظروف التجريبية التالية: الضغط 400 mbar و.C° 64 نجفف المستخلص من بقايا المذيب في حاضنة عند درجة حرارة 40 °C خلال ليلة كاملة. نذيب المستخلص الجاف بحجم صغير من الميثانول بعد وزنه. نضع المستخلص الناتج في الثلاجة الى غاية استعماله.

2.2.II النظام 02 : إستخلاص باستعمال مذيب يحتوي على (ميثانول +حمض كلور الماء 1%) (V/V) :

نظيف 50 mL من مذيب الميثانول-حمض كلور الماء إلى دورق كروي الشكل سعته 100 mL يحتوي على 1g من دقيق الذرة الرفيعة. نربط الدورق بنظام التبريد السابق ونضعه في حمام مائي درجة حرارته 70 °C لمدة ساعتين (Chethan and Malleshi 2007). عند انقضاء هذه المدة نترك المزيج يبرد في درجة حرارة الغرفة، ثم نقوم بترشيح المزيج بواسطة ورق الترشيح. نعدل درجة حموضة المزيج بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم المركز، ونراقب درجة الحموضة بواسطة ورق الـ pH. نقوم بتبخير الرشاحة بواسطة جهاز التبخير بالدوران تحت الضغط المنخفض(laborota 4003-control) عند الظروف التجريبية التالية: الضغط 400 mbar و.C° 64 نجفف المستخلص من بقايا المذيب في حاضنة عند درجة حرارة 40 °C خلال ليلة كاملة. نذيب المستخلص الجاف بحجم صغير من الميثانول بعد وزنه. نضع المستخلص الناتج في الثلاجة الى غاية استعماله.

II .3 التقدير االكيفي للمستخلصات:

1.3.II الكشف عن وجود الفلافونويدات (اختبار اللون)

من أجل الكشف عن وجود المركبات الفلافونويدات بشكل عام في حبوب الذرة الرفيعة المحلية، إعتماد على الطريقة اللونية باستعمال هيدروكسيد الصوديوم ككاشف (Sorescu, Nuta et al. 2018) بتصرف.

II. 1.1.3 الأدوات المستعملة :

هيدروكسيد الصوديوم NaOH (2N) ، حوجلة حجمية سعتها 100 ml، بيشر، أنابيب إختبار.

II. 2.1.3 تحضير المحاليل :

1- **محلول هيدروكسيد الصوديوم**

من اجل تحضير محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH (2N)، تم إذابة 8g من مسحوق (NaOH) في حوجلة سعتها 100 ml باستخدام الماء المقطر.

2- مبدا العمل: نأخذ 100 µL من المستخلص ونضيف له 50 µL من المحلول (NaOH). تشكل اللون الأصفر دليل على تواجد المركبات الفلافونويدية.

II .4 التقدير االكمي للمستخلصات:

II.1.4 تقدير الفينولات الكلية:

لأجل تقدير كمية الفينولات في دقيق الذرة الرفيعة اعتمدنا على الطريقة الموصوفة من طرف (Singleton, Orthofer et al. 1999) بتصرف.

II.1.4.1 الأدوات والمواد المستخدمة:

أنابيب اختبار سعتها 10 mL، جهاز الرج (vortex) مقياس الطيف الضوئي، ماصة ميكرو مليلتريه. المتفاعل folin-ciocalteu، ماء مقطر محلول كربونات الصوديوم.

من أجل تحقيق المخطط التجريبي قمنا بتحضير المحاليل التالية:

1- تحضير المتفاعل folin-ciocalteu:

تم تحضير محلول فولين بتركيز % 10، وذلك بأخذ 10 mL من محلول فولين و بتمديده بالميثانول الى حجم 100 mL باستعمال حوجلة حجمية. يحفظ المحلول الناتج في قارورة عاتمة.

2- تحضير محلول بيكربونات الصوديوم:

تم تحضير محلول حجمه 100 mL من بيكربونات الصوديوم بتركيز % 2. قمنا باذابة 2g من بيكربونات الصوديوم في حوجلة حجمية سعتها 100 mL باستعمال الماء المقطر.

II.1.4.2 تحضير المحاليل المعيارية:

استخدمنا حمض الغاليك وحمض التانيك كمحلولين معياريين لتقدير المركبات الفينولية. عبرنا عن كمية الفينولات الكلية للمختلف المستخصات بالميلي مكافئ غرامي لحمض الغاليك (mg GAE/g) وبالميلي مكافئ غرامي لحمض التانيك (mg TAE/g) لكل غرام من المادة الجافة.

1- المنحنى المعياري لحمض الغاليك:

انطلاقا من محلول الام من حمض الغاليك 500mg/l، يتم تحضير سلسلة من المحاليل الممددة، بتراكيز تتراوح من 60 إلى 250mg/ml اتبعنا نفس البروتوكول المتبع لفحص العينات (الجدول 4).

2- المنحنى المعياري لحمض التانيك:

انطلاقا من محلول الام من حمض التانيك (mg/l) 500، يتم تحضير سلسلة من المحاليل الممددة، بتراكيز تتراوح من 60 إلى (mg/ml) 250 اتبعنا نفس البروتوكول المتبع لفحص العينات (الجدول 5).

جدول 4: المحاليل المعيارية للمنحنى المعياري لتقدير المركبات الفينولية باستعمال حمض الغاليك

تركيز محلول الأم(g/l)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
حجم محلول الأم (u/l)	120	180	240	300	360	400	500

تراكيز المحلول الممدد(g/l)	0.06	0.09	0.12	0.15	0.18	0.21	0.25
حجم المحلول الممدد (ml)	1	1	1	1	1	1	1
حجم الماء المقطر المضاف	880	820	760	700	640	600	500

جدول 5: المحاليل المعيارية للمنحنى المعياري لتقدير المركبات الفينولية باستعمال حمض التانيك

تركيز محلول الأم(g/l)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
حجم محلول الأم (u/l)	120	180	240	300	360	400	500
تراكيز المحلول الممدد(g/l)	0.06	0.09	0.12	0.15	0.18	0.21	0.25
حجم المحلول الممدد (ml)	1	1	1	1	1	1	1
حجم الماء المقطر المضاف	880	820	760	700	640	600	500

3.1.4.II طريقة العمل: البروتوكول التجريبي المتبع (Singleton, Orthofer et al. 1999) بتصرف

1. نأخذ 100 µL من المستخلص ونضيف له 500 µL من كاشف فولين المخفف (10 % v/v)،
2. بعد دقيقتين نضيف 2000 µL من من بيكربونات الصوديوم Na_2CO_3 (2 %) الى الأنابيب،
3. نقوم بحضن الخليط الناتج عند درجة حرارة الغرفة لمدة 30 دقيقة في وسط مظلم،
4. تقاس الامتصاصية بجهاز قياس الطيف الضوئي عند طول موجي 760 نانومتر،
5. نكرر قياس العينة ثلاث مرات،
6. نقوم بقياس عينة جديدة باستبدال المتفاعل بالماء المقطر مع الحفاظ على نفس الخطوات السابقة. وذلك لتصحيح القراءة الناتجة من امتصاص المستخلص عند هذا الطول الموجي.

4.1.4.II الحساب:

نعبر عن تركيز المركبات الفينولية بعدد غرامات حمض الغاليك (mg GAE/g) والتانيك (mg TAE/g) المكافئة بالنسبة لغرام واحد من العينة بالنسبة للمادة الجافة (mg GAE/g)، نفس الطريقة الحساب بالنسبة لحمض التانيك .

يمكن حساب تركيز المركبات الفينولية الكلية $C(mg/ml)$ بدلالة تراكيزمحاليل حمضي الغاليك والتانيك وفقا للمعادلة التالية:

$$C(mg/ml) = \frac{(A - A_c)}{B}$$

من خلال معادلة المنحنى تغير الإمتصاصية بدلالة تركيز بـ(mg/ml) نحسب التركيزالمستخلصات وفقا للمعادلة التالية:

$$(mg\ \text{GAE}/g) = (mg\ \text{TAE}/g) = C(mg/ml) \times \frac{V_e}{m \times Ms} \times \frac{1}{f}$$

A امتصاصية العينة،A_c : إمتصاصية التصحيح (لون محلول الفولين)، B : ميل المنحنى.

m: كتلة العينة، M_s : كتلة المادة الجافة، $\frac{1}{f}$: معامل التمديد، V_e: حجم المستخلص.

II.2.4.2 تحديد التانينات بطريقة الفانيلين وحمض الهيدروكلوريك (vanillin-HCL):

من أجل الكشف عن وجود المركبات التانينية في مختلف المستخلصات، قمنا باستعمال طريقة الفانيلين وحمض الهيدروكلوريك (vanillin-HCL) (Price, Van Scoyoc et al. 1978, Sorour, Mehanni et al. 2017). حيث يتفاعل الفانيلين ومركبات الكاتيشين (catéchine) في وجود حمض الهيدروكلوريك معطية اللون الوردي أو الأحمر الفاتح.

II. 1.2.4 الأدوات والمواد المستعملة:

أنابيب اختبار سعتها 10mL، جهاز الرج (vortex)، مقياس الطيف الضوئي، ماصة ميكرو مليلتريه.

ميثانول. حمض الهيدروكلوريك المركز (37%). الكاتيشين. الفانيلين. الماء المقطر.

II. 2.2.4 تحضير المحاليل

يتم تحضير المحاليل وفقا لطريقة (Price, Van Scoyoc et al. 1978)

1- محلول الفانيلين 4%:

نذيب 1g من الفانيلين في أنبوب اختبار سعته 25mL باستعمال الميثانول.

2- تحضير محلول HCL (8%):

نضيف حجما قدره 8 mL من محلول حمض كلور الماء (37%) HCL الى حجم من الميثانول في حوجلة سعتها 100 mL، ثم نكمل الحجم بالميثانول حتى بلوغ التعييرة.

3- تحضير المحلول (B): محلول HCL (4%)

نضيف حجما قدره 4 mL من محلول حمض كلور الماء (37%) HCL الى حجم من الميثانول في حوجلة سعتها 100 mL، ثم نكمل الحجم بالميثانول حتى بلوغ التعييرة.

4- تحضير المحلول (A):

يحضر المحلول (A) بمزج محلول الفانيلين 4% ومحلول HCL (8%) (50% v/v).

ملاحظة : يوضع المحلولان (A) و(B) في الحمام المائي درجة حرارته 30°C طوال مدة الاختبار.

5- تحضير محلول المنحنى المعياري:

انطلاقا من محلول الام من الكاتيشين (g/l) 10، تحضير سلسلة من المحاليل الممددة بتراكيز تتراوح من 1 إلى 8 (mg/ml).

II. 3.2.4 طريقة العمل:

1- نأخذ 100 µL من المستخلص ونضيف له 1000 µL من المحلول (A)،

2- نضع المزيج في حمام مائي درجة حرارته 30°C لمدة 20 دقيقة. نقوم بقراءة الامتصاصية عند 500 nm،

3- تقرأ امتصاصية للمحلول (B) من خلال استبادله مكان المستخلص خلال كل عملية قياس (A_c)، وذلك من اجل تصحيح امتصاصية المستخلصات،

4- نتبع نفس الخطوات السابقة في تقدير امتصاصية محاليل الكاتيشين الممدة، من أجل تحديد المعادلة الخطية للمنحنى المعياري.

II. 4.2.4 الحساب:

نعبر عن النتائج المتحصل عليها بعدد ميلي غرامات الكاتيشين المكافئة (CE) بالنسبة للغرام الواحد من العينة بالنسبة للمادة الجافة (mg EC/g)، وفقا للمعادلة التالية:

$$(mg\ EC/g) = C(mg/ml) \times \frac{V_e}{m \times Ms} \times \frac{1}{f}$$

يمكن حساب تركيز المركبات التانينية $C(mg/ml)$ بدلالة تركيز الكاتشين وفقا للمعادلة التالية:

$$C(mg/ml) = \frac{(A - A_c + b)}{B}$$

حيث:

A : امتصاصية العينة، A_c : إمتصاصية التصحيح (لون المستخلص)،

B: ميل المنحنى، b: ثابت التقاطع مع محور التراتيب، m: كتلة العينة، Ms: كتلة المادة الجافة،

$\frac{1}{f}$: معامل التمديد، V_e: حجم المستخلص.

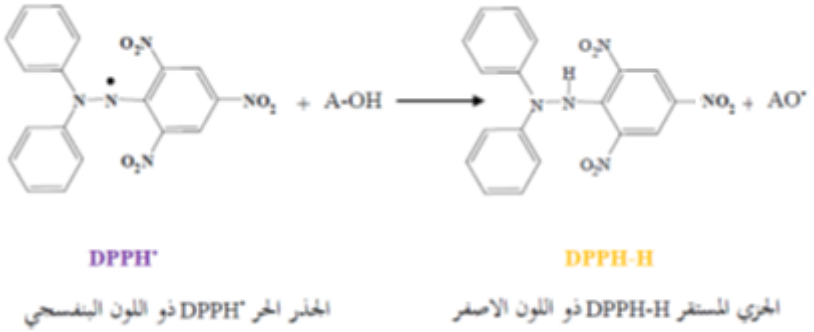
5. II تحديد النشاط المضاد للأكسدة:

1.5. II تحديد النشاط المضاد للجذور الحرة DPPH :

لقياس فعالية النشاط المضاد للجذور الحرة، تم إختبار التأثير الإزاحي لمختلف المستخلصات الميثانولية على جذر الـ DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) بتصرف (Sánchez-Moreno, Larrauri, & Saura-Calixto, 1998).

يعتمد هذا الاختبار على استعمال جذر الـ DPPH ذو اللون البنفسجي الداكن والذي يتحول إلى اللون الأصفر عندازاحته (إرجاع) بواسطة المركبات المضادة للأكسدة. تتجلى هذه الخاصية في مقدرة هذه المستخلصات المدروسة على منح ذرة هيدروجين من مجاميع الهيدروكسيل الفينولية،وانتاج مركبات مستقرة لاتتسبب في توسيع تفاعلات الأكسدة وفقا للمعادلة التالية :

$$DPPH^{\bullet} + A-OH \rightarrow DPPH-H + AO^{\bullet}$$



الشكل (10) :معادلة تثبيط جذر DPPHفي وجود مضادات الجذور الحرة

1.1.5 .II الأدوات والمواد والأجهزة المستعملة:

أنابيب اختبار سعتها 10 mL، جهاز الرج (vortex) مقياس الطيف الضوئي، ماصة ميكرو مليلتريه. ميثانول، $DPPH^{\bullet}$، حمض الأسكوربيك.

1- تحضير محلول DPPH:

في حوجلة سعتها 100 mL نذيب 0.004 g من مركب DPPH بإستعمال الميثانول. يوضع محلول الـ DPPH في قارورة عاتمة في الثلاجة.

2- تحضير محلول حمض الاسكوربيك ($C_6H_8O_6$) 0.5 mg/L:

في حوجلة سعتها 100 mL نذيب 0.005 g من حمض الاسكوربيك في الماء.

II . 2.1.5 طريقة العمل:

1. نأخذ 100 µL من المستخلص ونضيف له 100 µL من المحلول الـ DPPH،
2. نضع المزيج في مكان مظلم عند درجة حرارة الغرفة لمدة 30 دقيقة. نقوم بقراءة الامتصاصية عند 517 nm،
3. تقرأ امتصاصية محلول الـ DPPH (الامتصاصية المرجعية A_0) في غياب المثبط، باستبدال المستخلص بالميثانول،
4. قمنا بقياس امتصاصية المستخلص لوحده(A_c) باستبدال محلول الـ DPPH بالماء، من أجل تصحيح الامتصاصية،
5. نتبع نفس الخطوات السابقة في تقدير امتصاصية محاليل حمض الأسكوربيك الممدة، من أجل تحديد المعادلة الخطية للمنحنى المعياري،
6. تحسب النسبة المئوية لتثبيط الـ DPPH (IR(%)) من المعادلة المعيارية لتغيرات الامتصاصية بدلالة تركيز حمض الأسكوربيك وفقا للمعادلة التالية:

$$IR(\%) = \left[\left(A_0 - A_e - A_c \right) / A_0 \right] \times 100$$

حيث:

A_0: امتصاصية المرجعية (1000 µl من الميثانول و1000µl من DPPH).

A_e : امتصاصية العينة.

A_c: إمتصاصية التصحيح (لون المستخلص).

من خلال المعادلة الخطية لمنحنيات تغير نسبة التثبيط بدلالة تركيز المستخلصات نحسب القدرة المضادة للجذور الحرة بوحدة الميكرومول وفقا للمعادلة التالية:

$$C(\mu mol) = \frac{IR(\%)}{B} \times V_e \times m_e \times M_s \times \frac{1}{f}$$

حيث:

B: ميل المنحنى، m_e: كتلة العينة، Ms: كتلة المادة الجافة،

$d = \frac{1}{f}$: معامل التمديد، V_e: حجم المستخلص.

تقدر النسبة المئوية لتثبيط الجذر الحر DPPH بالنسبة للقدرة المضادة للاكسدة لحمض الأسكوربيك، باستعمال تراكيز مختلفة تتراوح من 0.142 ,0.170, 0.199, 0.277, 0.255, 0.284, 0.312, 0.341, 0.369, 0.397 c (umol/ml). باتباع نفس الخطوات لتحليل العينات.

تم التعبير عن فعالية نشاط تثبيط الجذر الحر DPPH بالنسبة لجميع المستخلصات في هذا االعمل من خلال التكافؤ (VCEAC) بالنسبة للمادة الجافة. والذي يعرف على أنه تركيز حمض الاسكوربيك بوحدة µM، الذي له نفس الفعالية المضادة للأكسدة لميكرومول واحد من حمض الأسكوربيك (1 µM) بالنسبة للمادة الجافة.

II.2.5 تحديد القدرة الإرجاعية لأيونات الحديد FRAP :

تم تحديد الإختبار في سنة 1986 من طرف (Oyaizu 1986)، لتحديد القدرة الإرجاعية التي تقوم على إعطاء إلكترون بإستخدام طريقة إختزال مركب فيريسيانيد البوتاسيوم وهذا بإرجاع الحديد الثلاثي (Fe^{+3}) إلى الحديد الثنائي (Fe^{+2}) ذو اللون الأخضر الداكن وذالك بمنحه إلكترون، وتقاس إمتصاصيته عند 700 نانومتر. (Bougandoura and Bendimerad 2013) (Ou, Hampsch-Woodill et al. 2001). وفق للمعادلتين التاليتين:

$$Fe(CN)_6^{3-} + Antioxidant \rightarrow Fe(CN)_6^{4-} + oxidizedAntioxidant$$

$$Fe(CN)_6^{4-} + Fe^{3+} \rightarrow Fe\left[(Fe(CN)_6\right]^-$$

II.2.5.1 تحضير المحاليل المستعملة:

1. تحضير محلول حمض الاسكوربيك ($C_6H_8O_6$) :

نذيب 0.1 g من حمض الاسكوربيك في حوجلة سعتها 100 mL بإستخدام الماء المقطر.

2. تحضير محلول $Fecl_3$ (0.1%):

نذيب 0.1 g من **$Fecl_3$** في حوجلة سعتها 100mL باستخدام الماء المقطر.

3. تحضير محلول $K_3Fe(CN)_6$ (1%):

نذيب 1g من $K_3Fe(CN)_6$ في حوجلة سعتها 100 mL بإستخدام الماء المقطر.

4. **تحضير محلول TCA (10%):**

نذيب 10 g من TCA في حوجلة سعتها 100 mL بإستخدام الماء المقطر.

5. تحضير المحلول الموقي الفوسفاتي (0.2M ; pH=6.6):

من أجل تحضير هذا المحلول، نقوم بتحضير المحلوليين التاليين:

- تحضير محلول الـ K_2HPO_4: نذيب 17.4 g من K_2HPO_4 في حوجلة سعتها 100 mL ونكمل الحجم بالماء المقطر حتى بلوغ التعييرة.
- تحضير محلول الـ KH_2PO_4: نذيب 13.6 g من KH_2PO_4 في حوجلة سعتها 100 mL ونكمل الحجم بالماء المقطر حتى بلوغ التعييرة.

من أجل تحضير المحلول الموقي الفوسفاتي (0.2M ; pH=6.6) نتبع مايلي: نمزج في حوجلة حجمية سعتها 250 mL 6.6 mL من محلول K_2HPO_4 و 43.4 m من محلول KH_2PO_4 ، ثم نضيف 200 mL من الماء المقطر.

II . 2.5.2 طريقة العمل:

1. نأخذ 25 µL من المستخلص ونضيف له 500 µL من محلول الموقي و 500 µL من محلول $K_3Fe(CN)_6$ (1%)،
2. نضع المزيج في حمام مائي درجة حرارته 50 °C لمدة 20 دقيقة، ثم نضيف له 500 µL من محلول TCA (10%)، وبعد ذلك نضيف له 100 µL من محلول الـ $Fecl_3$ (0.1%).
3. تقرأ الامتصاصية عند 700 نانومتر.
4. نتبع نفس الخطوات السابقة في تقدير امتصاصية محاليل حمض الأسكوربيك الممدة، من أجل تحديد المعادلة الخطية للمنحنى المعياري.
5. نستبدل المستخلص بالماء المقطر و نتبع نفس الخطوات السابقة .

6. تحسب النسبة المئوية للقدرة الإرجاعية PI(%) للـ FRAP بالاعتماد على منحنى تقدير القدرة الارجاعية لايونات الحديد الثلاثي باستعمال حمض الأسكوربيك، وفقا للمعادلة التالية:

$$PI(\%) = \frac{A_e}{A_0} \times 100$$

A_0: امتصاصية مستخلص .

A_e : متوسط القيم العظمى للامتصاصية حمض الأسكوربيك .

يمكن التعبير عن القدرة الارجاعية للحديد الثلاثي FRAP بالنسبة لجميع المستخلصات من خلال التكافؤ (VCEAC) بالنسبة للمادة الجافة. والذي يعرف على أنه تركيز حمض الاسكوربيك بوحدة µM، الذي له نفس القدرة الارجاعية لميكرومول واحد من حمض الأسكوربيك (1 µM) بالنسبة للمادة الجافة، وفقا للمعادلة التالية:

$$C(\mu mol) = \frac{PI(\%)}{B} \times V_e \times m_e \times Ms \times \frac{1}{f}$$

حيث:

B: ميل المنحنى، m_e: كتلة العينة، Ms: نسبة المادة الجافة،

$d = \frac{1}{f}$: معامل التمديد، V_e: حجم المستخلص.

II. 6 الدراسة الإحصائية:

تمت معالجة النتائج المتحصل عليها بالاعتماد على البرنامج الاحصائي SPSS الإصدار السابع عشر لتبيين ما يلي:

- التحليل الاحصائي أحادي المتغير: تم الاعتماد على هذا الأسلوب لتقدير الوسط الحسابي (Means) والانحراف المعياري (SD) ومعامل التباين (CV%).
- التحليل الاحصائي ثنائي المتغير: قمنا بتطبيق تحليل التباين (ANOVA) بعامل واحد. تم الاعتماد على هذا الأسلوب لتحديد تأثير طريقة الاستخلاص وتأثير نزع الليبيدات من الدقيق وتأثير مصدر العينة على خصائص المركبات الفينولية المستخلصة، عند مستوى معنوي قدره 5 %

III النتائج والمناقشة:

III .1 طرق استخلاص المركبات الفينولية من الذرة الرفيعة

اعتمدنا خلال هذه العملية على استخلاص المركبات الفينولية من دقيق كامل وأخر منزوع الليبيدات، لأربع عينات من حبوب الذرة الرفيعة المحلية، بالاعتماد على نظامين ميثانوليين مختلفين:

النظام 1: الاستخلاص عن طريق التسخين في مذيب ميثانولي.

النظام 2: الاستخلاص عن طريق التسخين في مذيب ميثانولي يحتوي على حمض الهيدروكلوريك.

يتمحورالعمل في تقييم المستخلصات التي تم الحصول عليها من حيث كمية الفينول الكلي والتانينات وخصائص مضادة للأكسدة.

1.1.III مردود الفصل :

بعد استخلاص المركبات الفينولية من حبوب الذرة الرفيعة تحصلنا على: مستخلصات فينولية حجمها يتراوح ما بين 3 mL و5 mL.

الشكل 11: تمثل الصورة المستخلصات بالنظام01

الشكل 12: تمثل الصورة المستخلصات بالنظام 02

1.1.1.III النظام 01:

تراوحت قيم مردود المركبات الفينولية في النظام 01 ما بين 7.30% و13.51% بقيمة متوسطة قدرت بـ8.91% وبمقياس تشتت ضعيف قدر بـ5.53 كما هو موضح في الجدول (6). وتراوحت قيمها بالنسبة للدقيق الكامل لحبوب الذرة الرفيعة المحلية ما بين أكبر قيمة % 13,5 بنسبة للعينة البرية (SKH12011AS) واقل قيمة في العينة الحمراء (SR22012AS) حيث قدرة بـ% 7,80. تراوحت نسبة مردود الاستخلاص بالنسبة للدقيق منزوع الليبيدات ما بين أكبر قيمة 7.39% بنسبة للعينة (SR22012AS-L) أقل قيمة 7.30% بنسبة للعينة (SMCH2011AS-L).

2.1.1.III النظام 02:

تراوحت قيم مردود المركبات الفينولية في النظام 02 ما بين 0.32% و11.56% بقيمة متوسطة قدرت بـ5.44% وبمقياس تشتت ضعيف قدر بـ12.99 كما هو موضح في الجدول (7). وتراوحت قيمها بالنسبة للدقيق الكامل لحبوب الذرة الرفيعة المحلية ما بين أكبر قيمة 11.56%للعينة (SMCH2011AS)، واقل قيمة في العينة الحمراء (SR22012AS) حيث قدرة بـ% 5. تراوحت نسبة مردود الاستخلاص بالنسبة للدقيق منزوع الليبيدات ما بين أكبر قيمة 7.70% بنسبة للعينة (SMCH2011AS-L) وأقل قيمة 0.32% بنسبة للعينة البيضاء (SB12011AS -L).

الجدول 6: يمثل نسبة مردودية المركبات الفينولية في النظام01

اسم العينة	حجم المذيب (ml)	%المردودية
SMCH2011AS	5 ml	10.15
SMCH2011AS-L	5 ml	7.30
SKH12011AS	5ml	13.51
SKH12011AS-l	5ml	7.31
SR22012AS	2 ml	7.82
SR22012AS-L	2ml	7.39
SB12011AS	4ml	-
SB12011AS -L	3ml	-
Moyenne	**8.91**	
Ecart type	**2.35**	
Variance	**5.53**	

الجدول 7: يمثل نسبة مردودية المركبات الفينولية في النظام 02

اسم العينة	حجم المذيب (ml)	%المردودية
SMCH2011AS	5 ml	11.56
SMCH2011AS-L	5 ml	7.70
SKH12011AS	4 ml	7.05
SKH12011AS-l	4 ml	4.80
SR22012AS	3ml	5.00
SR22012AS-L	3ml	1.62
SB12011AS	3ml	-
SB12011AS -L	3ml	0.32
Moyenne	**5.44**	
Ecart type	**3.60**	
Variance	**12.99**	

3.1.1.III الدراسة الاحصائية:

بينت نتائج تحليل التباين (ANOVA) لاختبار مدى وجود فروق معنوية في تأثير كل من نظام الفصل ومصدر العينة ونزع الليبيدات من دقيق الذرة الرفيعة المحلية على مرود استخلاص المواد الفينولية، أنه يوجد اختلاف معنوي في متوسطات قيم المردود عند مستوى معنوي قدره 5 %.

2. III التحليل الفيتو كيميائي للمستخلصات الفينولية:

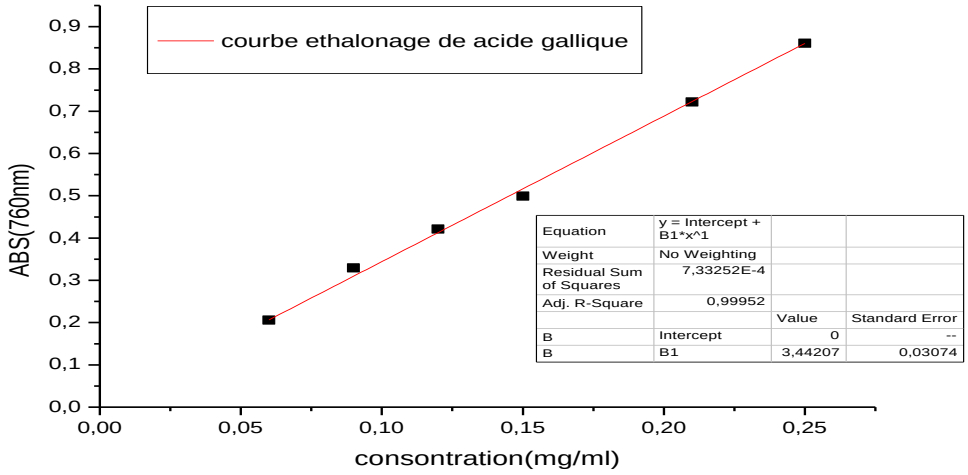
قمنا بتقدير كل من الفينولات الكلية والتانينات والقدرة المضادة للأكسدة من خلال اختبار الـ DPPH واختبار الـ FRAP.

1.2.III الكشف عن وجود الفلافونويدات (إختبار اللون):

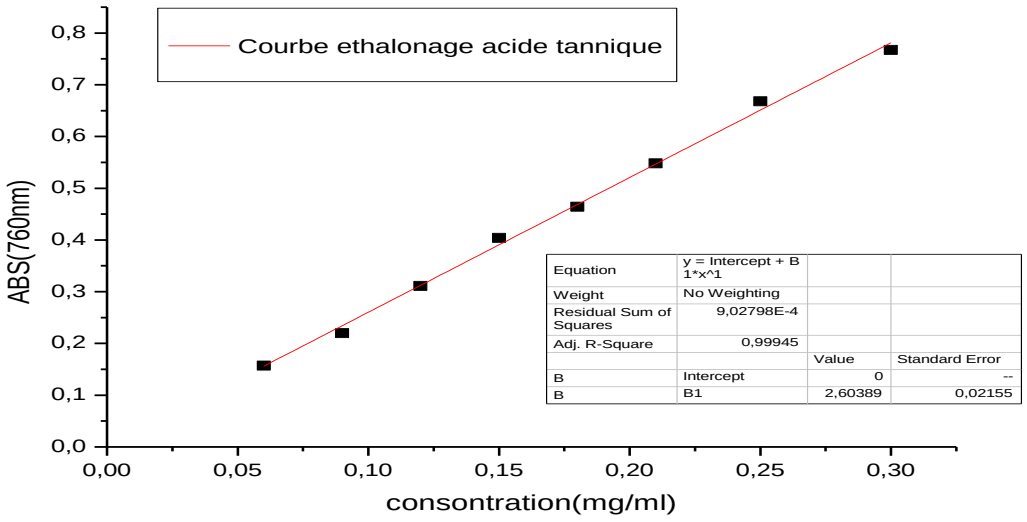
بعد إجراء اختبار الكشف عن هذه المركبات باستخدام طريقة (Sorescu, 2018). كانت جل نتائج فحص المستخلصات سلبية، باستثناء مستخلص العينة البيضاء لدقيق الذرة الرفيعة المحلية SB12011AS والتي كانت نتئجها إيجابية. مما يدل عن احتمال احتوائها على المركبات الفلافونويد. نتائج هذا الفحص منطقية، لأنه من المعروف أن الحبوب بصفة عامة لا تحتوي على نيب معتبرة من الفلافونويدات.ض

2.2.III تقدير الفينولات الكلية:

تعتبر الفينولات الكلية مركبات طبيعية من نواتج الأيض الثانوي، وبالتالي فإن معرفة نسبتها في مختلف المستخلصات الفينولية له أهمية كبيرة. قمنا في هذا العمل بتقدير المركبات الفينولية الكلية لمختلف المستخلصات بالاعتماد على المنحنيين المعياريين (المنحنى 1 والمنحنى 2) كمرجعين مختلفين لتقيم هذه المركبات، المنحنى الأول يتعلق بحمض الغاليك والمنحنى الثاني بحمض التانيك.



المنحنى (1) : المنحنى المعياري لتقدير الفينولات الكلية بدلالة حمض الغاليك



المنحنى (2) : المنحنى المعياري لتقدير الفينولات الكلية بدلالة حمض التانيك

عبرنا عن مختلف القيم بالملي مكافئ غرام من حمض الغاليك (mg GAE/g) وبالملي مكافئ غرام من حمض التانيك (mg TAE/g) بالنسبة للمادة الجافة، كما هو موضح في الجدول رقم 8.

1.2.2.III النظام 01:

يلخص الجدول رقم (8) قيم المركبات الفينولية الكلية المتواجدة في المستخلصات الناتجة من النظام 01.

الجدول 8: تقدير كمية الفينولات الكلية المتواجدة في المستخلصات الناتجة من النظام 01

اسم العينة	الفينولات الكلية بالنسبة لحمض الغاليك (mg GAE/g)	متعدد الفينولات بالنسبة لحمض التانيك (mg TAE/g)
SMCH2011AS	12.06±0.01	15.95±0.02
SMCH2011AS-L	9.55±0.12	12.63±0.15
SKH12011AS	10.45±0.32	13.82±0.42
SKH12011AS-L	12.01±0.32	15.88±0.42
SR22012AS	2.18±0.03	2.88±0.04
SR22012AS-L	2.04±0.02	2.70±0.03
SB12011AS	1.14±0.11	1.51±0.14
SB12011AS -L	0.56±0.02	0.74±0.03
Moyenne	**8.13**	**10.75**
Ecart type	**4.53**	**5.98**
Variance	**20.49**	**35.80**

1- تقدير المركبات الفينولية الكلية بالنسبة لحمض الغاليك: (mg GAE/g)

تحتوي المستخلصات الفينولية المتحصل عليها من النظام 01 على كميات من الفينولات الكلية تتراوح تراكيزها ما بين (mg GAE/g) 0.56 و(mg GAE/g) 12.06بقيمة متوسطة قدرت بـ (mg GAE/g) 8.13 وبمقياس تشتت ضعيف قدر بـ 20.49 كما هو موضح في الجدول (8). تراوحت قيمها بالنسبة للدقيق الكامل لحبوب الذرة الرفيعة المحلية ما بين (mg GAE/g) 1.14±0.11 للصنف الأبيض (SB12011AS) و(mg GAE/g)0.01±12.06 للصنف SMCH2011AS. أما بالنسبة للمستخلصات النظام 01 المتعلقة بالدقيق المنزوع اللييبيدات، فكانت أكبر القيم للصنف البري (-SKH12011AS L) بقيمة قدرت بـ (mg GAE/g)0.32±12.01 وأقل القيمة كانت متواجدة في الصنف الأبيض (SB12011AS -L) حيث قدرت بـ (mg GAE/g)0.02±0.56.

2- تقدير المركبات الفينولية الكلية بالنسبة لحمض التانيك: (mg TAE/g)

تحتوي المستخلصات الفينولية المتحصل عليها من النظام 01 على كميات من الفينولات الكلية تتراوح تراكيزها ما بين (mg TAE/g) 0.74 و(mg TAE/g)15.95 بقيمة متوسطة قدرت بـ (mg TAE/g) 10.75 وبمقياس تشتت ضعيف قدر بـ 35.80 كما هو موضح في الجدول (8). تراوحت قيمها بالنسبة للدقيق الكامل لحبوب الذرة الرفيعة المحلية على كميات من الفينولات الكلية تتراوح ما بين (mg TAE/g) 0.14±1.51 للصنف الأبيض (SB12011AS) و(mg TAE/g) 0.02±15.95 للصنف SMCH2011AS. أما بالنسبة للمستخلصات النظام 01 المتعلقة بالدقيق المنزوع اللييبيدات، فكانت أكبر القيم للصنف البري (SKH12011AS-L) بقيمة قدرت بـ (mg TAE/g)0.42±15.88 وأقل القيمة كانت متواجدة في الصنف الأبيض (SB12011AS -L) حيث قدرت بـ (mg TAE/g)0.03±0.74.

2.2.2.III النظام 02:

يلخص الجدول رقم (9) قيم المركبات الفينولية الكلية المتواجدة في المستخلصات الناتجة من النظام 02.

الجدول 9: تقدير كمية الفينولات الكلية المتواجدة في المستخلصات الناتجة من النظام 02

اسم العينة	الفينولات الكلية بالنسبة لحمض الغاليك (mg GAE/g)	متعدد الفينولات بالنسبة لحمض التانيك (mg TAE/g)
SMCH2011AS	15.72±1.14	20.78±1.51
SMCH2011AS-L	19.58±0.05	25.41±0.81
SKH12011AS	15.18±0.31	20.07±0.42
SKH12011AS-l	11.04±0.40	14.60±0.54
SR22012AS	5.59±0.07	7.39±0.09
SR22012AS-L	4.22±0.40	5.88±0.11
SB12011AS	2.08±0.20	2.60±0.09
SB12011AS -L	2.84±0.39	3.76±0.51
Moyenne	**10.55**	**13.94**
Ecart type	**6.11**	**8.08**
Variance	**37.33**	**65.23**

1- تقدير المركبات الفينولية الكلية بالنسبة لحمض الغاليك: (mg GAE/g)

تحتوي المستخلصات الفينولية المتحصل عليها من النظام 02 على كميات من الفينولات الكلية تتراوح تراكيزها ما بين (mg GAE/g) 2.08 و(mg GAE/g) 19.58بقيمة متوسطة قدرت بـ (mg GAE/g) 10.55 وبمقياس تشتت ضعيف قدر بـ 37.33 كما هو موضح في الجدول (9). تراوحت قيمها بالنسبة للدقيق الكامل لحبوب الذرة الرفيعة المحلية ما بين (mgGAE/g) 2.08±0.20 للصنف الأبيض (SB12011AS) و(mg GAE/g) 15.72±1.14 للصنف SMCH2011AS. أما بالنسبة للمستخلصات النظام 02 المتعلقة بالدقيق المنزوع الليبيدات، فكانت أكبر القيم للصنف SMCH2011AS-L بقيمة قدرت بـ (mg GAE/g)19.58±0.05 وأقل القيمة كانت متواجدة في الصنف الأبيض (SB12011AS -L) حيث قدرت بـ (mg GAE/g) 2.84±0.39.

2- تقدير المركبات الفينولية الكلية بالنسبة لحمض التانيك: (mg TAE/g)

تحتوي المستخلصات الفينولية المتحصل عليها من النظام 02 على كميات من الفينولات الكلية تتراوح تراكيزها ما بين (mg TAE/g) 2.60 و(mg TAE/g) 25.41 بقيمة متوسطة قدرت بـ (mg TAE/g) 13.94 وبمقياس تشتت متوسط قدر بـ 65.23 كما هو موضح في الجدول (9). تراوحت قيمها بالنسبة للدقيق الكامل لحبوب الذرة الرفيعة المحلية ما بين (mg TAE/g) 2.60±0.09 للصنف الأبيض (SB12011AS) و(mg TAE/g) 20.78±1.51 للصنف SMCH2011AS. أما بالنسبة للمستخلصات النظام 02 المتعلقة بالدقيق المنزوع الليبيدات، فكانت أكبر القيم للصنف SMCH2011AS-L بقيمة قدرت بـ (mg TAE/g)25.41±0.81 وأقل القيمة كانت متواجدة في الصنف الأبيض (SB12011AS -L) حيث قدرت بـ (mg TAE/g) 3.76±0.51.

3.2.2.III المناقشة:

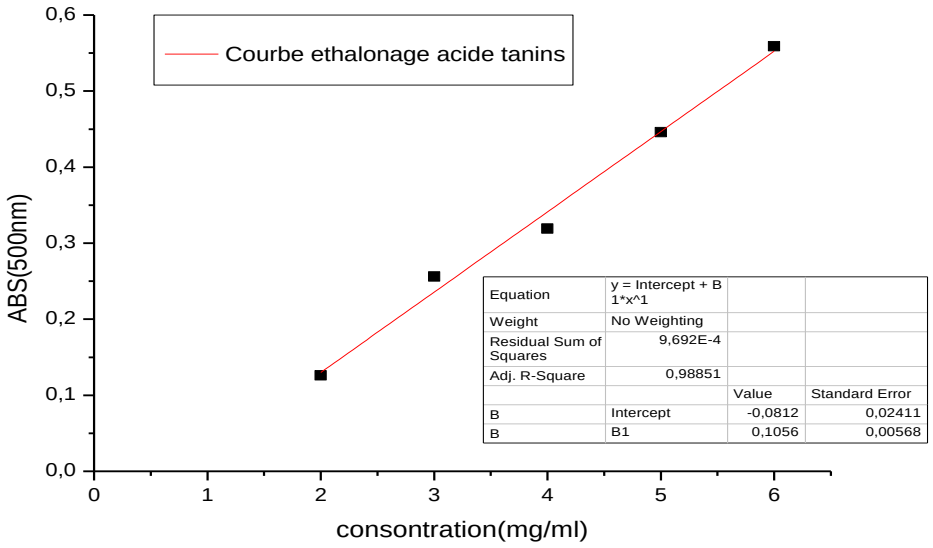
نلاحظ من النتائج السابقة أن قيم المركبات الفينولية الكلية لحبوب الذرة الرفيعة المحسوبة بالاعتماد على حمض التانيك كمرجع تكون أكبر من قيمها المحسوبة عند الاعتماد على حمض الغاليك كمرجع لحساب قيم الفينولات الكلية. وهذا ما يبرر اعتماد حمض التانيك كمرجع لحساب قيم المركبات الفينولية في العديد من المراجع عند تقديرها للفينولات الذرة الرفيعة (Singleton, 1999 #10).

كما بينت النتائج أن اضافة حمض كلور الماء الى المذيب الميثانولي يرفع من قدرة استخلاص المركبات الفينولية.

عند مقارنة نتائجنا بالنتائج المتحصل عليها من دراسات محلية سابقة (Aichaoui et Lakhal, 2020)، تبين أن طريقة الاستخلاص المعتمدة من طرفنا تعطي قيم كبيرة من المواد الفينولية المستخلصة، حيث تحصلنا على قيم تتراوح ما بين (mg GAE/g) 0.25±0.00 و (mg GAE/g) 1.55±0.04. وعند مقارنة القيم المتوسطة لنسبة المركبات الفينولية التي تحتويها حبوب الذرة الرفيعة المحلية بمختلف النتائج المتحصل عليها في عدة أبحاث اجنبية، نجدها تقريبا تنتمي الى المجال المعطى من طرف (Awika and Rooney., 2004) حيث تراوحت القيم ما بين 1,36 (mg TAE/g) و 11.23. (mg TAE/g) بينت نتائج تحليل التباين (ANOVA) لاختبار مدى وجود فروق معنوية في تأثير كل من نظام الفصل وتأثير نزع الليبيدات من دقيق الذرة الرفيعة المحلية، أنه لا يوجد اختلاف معنوي في متوسطات قيم المركبات الفينولية الكلية عند مستوى معنوي قدره 5 %. في حين بينت الدراسة عن وجود فروق معنوية بالنسبة لتأثير مصدر العينة على قيم هذه المركبات عند مستوى معنوي قدره 5 %.

3.2.III تقدير كمية التانينات :

بعد إجراء الحسابات من منحنى المعايرة الخاص بمحلول الكاتيشين (المنحنى 3). وجدنا النتائج الموضحة في الجدول (10) أدناه المعبر عنها بالملي مكافئ غرام من الكاتيشين لكل غرام من المادة الجافة (EC/g).



المنحنى (3): المنحنى المعياري لتقدير المركبات التانينية بدلالة محلول الكاتيشين

1.3.2. النظام 01:

تحتوي المستخلصات الفينولية المتحصل عليها من منحنى المعياري لمحلول الكاتيشين النظام 01 على كميات من التانينات تتراوح تراكيزها ما بين (mg EC/g) 1.12 و(mg EC/g) 79.44 بقيمة متوسطة قدرت بـ (mg EC/g) 24.84وبمقياس

تشتت كبير قدر بـ 909.65 كما هو موضح في الجدول (10). تراوحت قيمها بالنسبة للدقيق الكامل لحبوب الذرة الرفيعة المحلية ما بين (mg EC/g) 21.04±2.74 للعينة البرية (SKH12011AS) و(mg EC/g)1.12±0.46 للعينة الحمراء (SR22012AS). أما بالنسبة للمستخلصات النظام 01 المتعلقة بالدقيق المنزوع اللييبيدات، فكانت أكبر القيم للصنف البري (SKH12011AS-L) بقيمة قدرت بـ (mg EC/g)79.44±10.00 وأقل القيمة كانت متواجدة في الصنف الأبيض (SB12011AS -L) حيث قدرت بـ (mg EC/g)3.84±0.14 .

جدول 10: تقدير كمية التانينات في دقيق الذرة الرفيعة المحلية

اسم العينة	النظام 01 التانينات mg(EC/g)	النظام 02 التانينات mg(EC/g)
SMCH2011AS	4.76±0.00	98.94±66.79
SMCH2011AS-L	12.07±1.40	67.17±58.14
SKH12011AS	21.04±2.74	107.42±18.87
SKH12011AS-l	79.44±10.00	47.20±13.66
SR22012AS	1.12±0.46	62.31±10.49
SR22012AS-L	7.67±1.53	57.50±5.16
SB12011AS	6.58±1.61	49.84±1.82
SB12011AS -L	3.84±0.14	51.39±0.00
Moyenne	**24.84**	**70.28**
Ecart type	**30.16**	**36.76**
Variance	**909.65**	**1351.07**

2.3.2.III النظام 02:

تحتوي المستخلصات الفينولية المتحصل عليها من منحنى المعياري لمحلول الكاتيشين النظام 02 على كميات من التانينات تتراوح تراكيزها ما بين (mg EC/g) 47.20 و(mg EC/g) 107.42 بقيمة متوسطة قدرت بـ (mg EC/g)70.28 وبمقياس تشتت كبير جدا قدر بـ 1351.07 كما هو موضح في الجدول (10). تراوحت قيمها بالنسبة للدقيق الكامل لحبوب الذرة الرفيعة المحلية ما بين (mg EC/g)107.42±18.87 للعينة البرية (SKH12011AS) و(mg EC/g) 49.84±1.82بنسبة للعينة البيضاء (SB12011AS). أما بالنسبة للمستخلصات النظام 02 المتعلقة بالدقيق المنزوع اللييبيدات، فكانت أكبر القيم للصنف البري (SMCH2011AS-L) بقيمة قدرت بـ (mg EC/g)67.17±58.14 وأقل القيمة كانت متواجدة في العينة البرية (SKH12011AS-L) حيث قدرت بـ (mg EC/g)47.20±13.66 .

3.3.2.III المناقشة:

نلاحظ من النتائج السابقة أن قيم المركبات التانينية لحبوب الذرة الرفيعة المحسوبة بالاعتماد على محلول الكاتيشين كمرجع في النظام 02 تكون أكبر من قيمها المحسوبة في النظام 01.

كما بينت النتائج أن اضافة حمض كلور الماء الى المذيب الميثانولي يرفع من قدرة استخلاص المركبات التانينية.

عند مقارنة نتائجنا بالنتائج المتحصل عليها من دراسات محلية سابقة (Aichaoui et Lakhal, 2020) التي تتراوح قيمها بين (mg EC/g)2.00 و(mg EC/g)6.91، تبين أن طريقة الاستخلاص المعتمدة من طرفنا تعطي نتائج كبيرة جدا من المركبات التانينية المستخلصة، حيث تحصلنا على قيم تتراوح ما بين (mg EC/g) 1.12و (mg EC/g) 107.42.

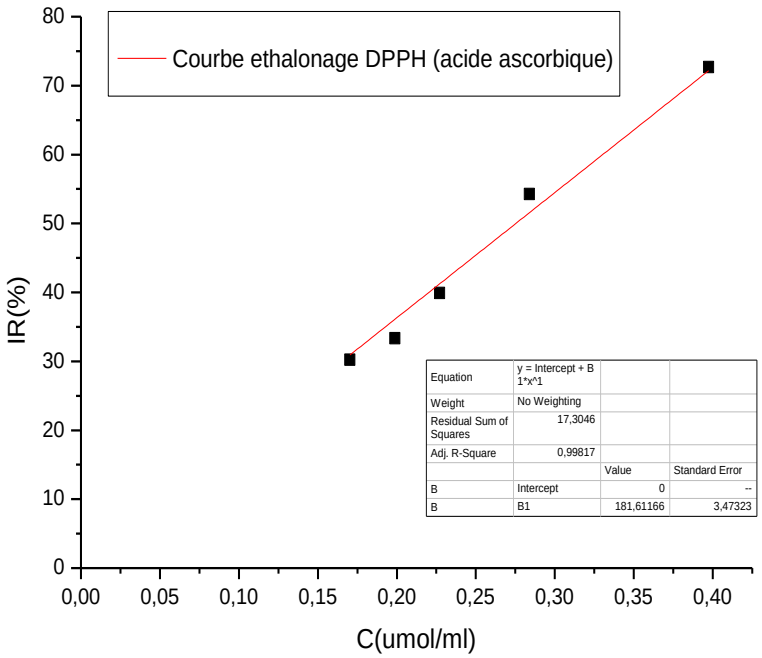
وعند مقارنة القيم المتوسطة لنسبة المركبات التانينية التي تحتويها حبوب الذرة الرفيعة المحلية بمختلف النتائج المتحصل عليها في عدة أبحاث اجنبية، نجدها تقريبا تنتمي الى المجال المعطى من طرف (Awika and Rooney., 2004) حيث تراوحت القيم ما بين 10 (mg EC/g /g) و 68 (mg EC/g).

بينت نتائج تحليل التباين (ANOVA) أنه لا توجد فروق معنوية في تأثير مصدر العينة وتأثير نزع اللييبيدات من الدقيق على متوسطات قيم المركبات التانينية عند مستوى معنوي قدره 5 %. في حين بينت الدراسة عن وجود فروق معنوية بالنسبة لتأثير نظام الاستخلاص على قيم هذه المركبات عند مستوى معنوي قدره 5 %. مما يدل على أن اضافة حمض كلور الهيدروجين يعمل على استخلاص المركبات التانينية الموجودة في الدقيق.

3.III تحديد النشاط المضاد للأكسدة

1.3.III تحديد النشاط المضاد للجذور الحرة DPPH :

يعتبر اختبار الـ DPPH أحد الاختبارات المستعملة لتحديد الأنشطة المضادة للجذور الحرة، حيث يمثل المنحنى 4 القدرة المضادة للجذور الحرة لحمض الأسكوربيك.



المنحنى (4): النشاط المضاد للجذور الحرة DPPH· لحمض الأسكوربيك.

بعد إجراء الحسابات من منحنى المعايرة الخاص بحمض الاسكوربيك. وجدنا النتائج الموضحة في الجدول أدناه المعبر عنها (µM/g).

جدول 11: تقدير النشاط المضاد للجذور الحرة DPPH (VCEAC)

اسم العينة	النظام 01: النشاط المضاد للجذور الحرة (µM/g)	النظام 02: النشاط المضاد للجذور الحرة (µM/g)
SMCH2011AS	73.68 ± 3.27	96.89 ± 4.70
SMCH2011AS-L	39.63±2.02	157.63±3.60
SKH12011AS	49.35±2.85	27.43±3.94
SKH12011AS-l	50.91±2.18	56.98±2.39
SR22012AS	8.18±0.31	8.82±7.86
SR22012AS-L	5.05±0.56	5.08±2.47
SB12011AS	1.08±0.24	2.74±1.65
SB12011AS -L	0.00	2.30±0.94
Moyenne	**37.80**	**50.73**
Ecart type	**25.65**	**55.32**
Variance	**627.81**	**3060.72**

1.1.3.III النظام 01:

يتراوح تركيز القدرة الارجاعية لمختلف المستخلصات الذرة الرفيعة المتحصل عليها من منحنى المعياري لحمض الأسكوربيك في النظام 01 ما بين (µM/g) 0.00 و (µM/g) 73.68 بقيمة متوسطة قدرت بـ (µM/g) 37.80 وبمقياس تشتت كبير قدر بـ627.81 كما هو موضح في الجدول (11). تراوحت قيمها بالنسبة للدقيق الكامل لحبوب الذرة الرفيعة المحلية ما بين (µM/g) 3.27 ± 73.68 للعينة (SMCH2011AS) و(µM/g)1.08±0.24 للعينة البيضاء(SB12011AS). أما بالنسبة للمستخلصات النظام 01 المتعلقة بالدقيق المنزوع اللييبيدات، فكانت أكبر القيم للصنف البري (SKH12011AS-L) بقيمة قدرت بـ (µM/g) 50.91±2.18 وأقل القيمة كانت متواجدة في الصنف الأبيض (SB12011AS -L) حيث قدرت بـ (µM/g) 0.00.

2.1.3.III النظام 02:

يتراوح تركيز القدرة الارجاعية لمختلف المستخلصات الذرة الرفيعة المتحصل عليها من منحنى المعياري لحمض الأسكوربيك في النظام 02 ما بين(µM/g)2.30 و(µM/g)157.63 بقيمة متوسطة قدرت بـ (µM/g) 50.73 وبمقياس تشتت كبير جدا قدر بـ3060.72 كما هو موضح في الجدول (11). تراوحت قيمها بالنسبة للدقيق الكامل لحبوب الذرة الرفيعة المحلية ما بين (µM/g) 4,70 ± 96.89 للعينة (SMCH2011AS) و(µM/g)2.74±1.65 للعينة البيضاء (SB12011AS). أما بالنسبة للمستخلصات النظام 02 المتعلقة بالدقيق المنزوع اللييبيدات، فكانت أكبر القيم للصنف (SMCH2011AS-L) بقيمة قدرت بـ (µM/g) 157.63±3.60وأقل القيمة كانت متواجدة في الصنف الأبيض (SB12011AS -L) حيث قدرت بـ (µM/g)2.30±0.94 .

3.1.3.III المناقشة:

نلاحظ من النتائج السابقة أن قيم تراكيز القدرة الإرجاعية لحبوب الذرة الرفيعة المحسوبة بالاعتماد على حمض الأسكوربيك كمرجع في النظام 02 تكون أكبر من قيمها المحسوبة في النظام 01

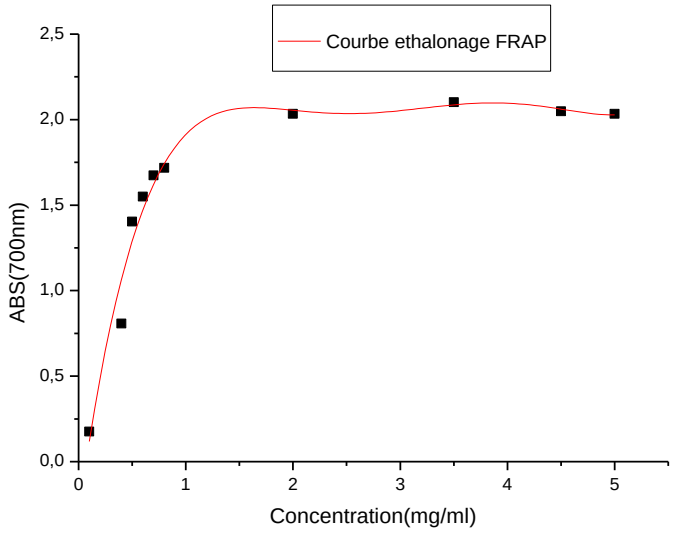
نلاحظ ان قيم القدرة الارجاعية التي تحصلنا عليها تكون عادة أكبر بكثير بالنسبة حمض الاسكوربيك، وان العينة البيضاء منزوعة اللييبيد (SB12011AS –L) خالية من قدرة الارجاعية بالنسبة لاختبار ال DPPH والعينة البيضاء الكاملة (SB12011AS) تحتوي على قدرة إرجاعية مساوية لحمض الاسكوربيك بالنسبة لاختبار ال DPPH

عند مقارنة نتائجنا بالنتائج المتحصل عليها من دراسات محلية سابقة (Aichaoui et Lakhal, 2020)، تبين أن طريقة الاستخلاص المعتمدة من طرفنا تعطي قيم كبيرة من القدرة الارجاعية ، حيث تحصلنا على قيم تتراوح ما بين 3.25و 5.73 µM. وعند مقارنة القيم االقدرة الارجاعية لمستخلصات حبوب الذرة الرفيعة المحلية بمختلف النتائج المتحصل عليها في عدة أبحاث اجنبية، نجدها تقريبا تنتمي الى المجال المعطى من طرف (Awika and Rooney., 2004) حيث تراوحت القيم ما بين. 6.00 و00. 28 µM. بينت نتائج تحليل التباين (ANOVA) أنه يوجد إختلاف معنوي فقط في تأثير مصدر العينة على متوسطات قيم تثبيط الجذور الحرة الـ DPPH، عند مستوى معنوي قدره 5 %.

2.3.III تحديد القدرة الإرجاعية لأيونات الحديد FRAP :

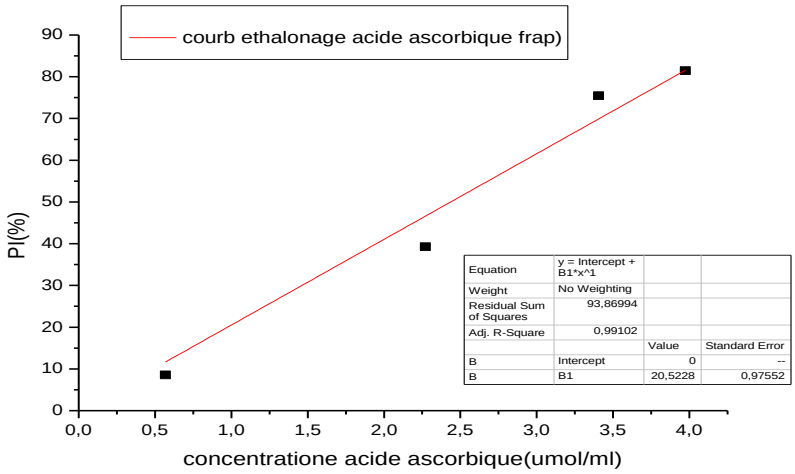
يعتبر اختبار FRAP أحد الاختبارات التي تمكننا من معرفة القدرة الارجاعية للنباتات المختلفة، تعتمد طريقة FRAPعلى ارجاع أيونات الحديد الثلاثي (Fe^{+3}) إلى أيونات حديد الثنائي (Fe^{+2}). هذا الأسلوب يقيم قوة ارجاع المركبات.

قمنا بحساب النسبة المئوية للقدرة الإرجاعية PI(%) للـ FRAP بالاعتماد على منحنى تقدير القدرة الارجاعية لايونات الحديد الثلاثي باستعمال حمض الأسكوربيك، وفقا للمعادلة للمنحنى 5 :



المنحنى (5) منحنى معياري حمض الاسكوربيك في المرحلة الكاملة

يبين المنحنى 6 المعادلة الخطية لمنحنى تغير نسبة ارجاع الحديد الثلاثي بدلالة تراكيزحمض الأسكوربيك في مرحلته الابتدائية.



المنحنى (6) منحنى معياري حمض الاسكوربيك في المرحلة الخطية

1.2.3.III النظام 01:

تتراوح تراكيز القدرة الارجاعية لمختلف المستخلصات الذرة الرفيعة المتحصل عليها من منحنى المعياري لحمض الأسكوربيك في النظام 01 ما بين(µM/g)5.20 و(µM/g)20.01 بقيمة متوسطة قدرت بـ (µM/g) 15.44وبمقياس تشتت كبير جدا قدر بـ 38.20 كما هو موضح في الجدول (12).

جدول 12: تقدير القدرة الارجاعية لأيونات الحديد FRAP

اسم العينة	النظام 01 القدرة الارجاعية (µM/g)	النظام 02 القدرة الارجاعية (µM/g)
SMCH2011AS	19.93±0.65	1047.93±73.74
SMCH2011AS-L	19.82±0.53	2018.50±351.82
SKH12011AS	20.01±0.73	367.96±32.52
SKH12011AS-l	18.86±0.61	712.37±50.31
SR22012AS	7.76±0.39	85.76±8.02
SR22012AS-L	6.26±0.55	101.96±8.98
SB12011AS	9.84±0.33	4.88±0.38
SB12011AS -L	5.20±0.19	2.64±0.42
Moyenne	**15.44**	**619.59**
Ecart type	**6.18**	**696.55**
Variance	**38.20**	**485178.16**

تراوحت قيمها بالنسبة للدقيق الكامل لحبوب الذرة الرفيعة المحلية ما بين (µM/g) 20.01±0.73 للعينة (SMCH2011AS) وهي تعادل 20 ضعف من القدرة الارجاعية لحمض الاسكوربيك، و(µM/g)7.76±0.39 للعينة الحمراء (SR22012AS) وهي تعادل 7 اضعاف القدرة الارجاعية لحمض الاسكوربيك. أما بالنسبة للمستخلصات النظام 01 المتعلقة بالدقيق المنزوع اللبيبدات، فكانت أكبر القيم للصنف (SMCH2011AS-L) بقيمة قدرت بـ (µM/g) 19.82±0.53 وهي تعادل 19 ضعف من القدرة الإرجاعية لحمض الأسكوربيك وأقل القيمة كانت متواجدة في الصنف الأبيض (SB12011AS -L) حيث قدرت بـ (µM/g) 5.20±0.19 وهي تعادل 5 أضعاف من القدرة الإرجاعية لحمض الأسكوربيك.

ملاحظة

نلاحظ ان القدرة الارجاعية للصنفين (SMCH2011AS)، (SKH12011AS) متقاربتين جدا حيث قدرت بـ (µM/g) 19.93±0.65 و (µM/g) 20.01±0.73على الترتيب.

2.2.3.III النظام 02:

تتراوح تراكيز القدرة الارجاعية لمختلف المستخلصات الذرة الرفيعة المتحصل عليها من منحنى المعياري لحمض الأسكوربيك في النظام 02 ما بين 2.61 و2018.50 (µM/g) بقيمة متوسطة قدرت بـ (µM/g) 619.59 وبمقياس تشتت كبير جدا قدر بـ 485178.16 كما هو موضح في الجدول (12). تراوحت قيمها بالنسبة للدقيق الكامل لحبوب الذرة الرفيعة المحلية ما بين (µM/g) 1047.93±73.74 للعينة (SMCH2011AS) وهي تعادل 1047 ضعف من القدرة الارجاعية لحمض الاسكوربيك، و(µM/g)4.88±0.38 للعينة البيضاء (SB12011AS) وهي تعادل4 اضعاف القدرة الارجاعية لحمض الاسكوربيك. أما بالنسبة للمستخلصات النظام 02 المتعلقة بالدقيق المنزوع اللبيبدات، فكانت أكبر القيم للصنف (SMCH2011AS-L) بقيمة قدرت بـ (µM/g)2018.50±351.82 وهي تعادل 2018 ضعف من القدرة الإرجاعية لحمض الأسكوربيك وأقل القيمة كانت متواجدة في الصنف الأبيض (SB12011AS -L) حيث قدرت بـ (µM/g) 2.64±0.42 وهي تعادل 2 أضعاف من القدرة الإرجاعية لحمض الأسكوربيك.

3.2.3.III المناقشة:

نلاحظ من النتائج السابقة أن قيم تراكيز القدرة الإرجاعية لحبوب الذرة الرفيعة المحسوبة بالاعتماد على حمض الأسكوربيك كمرجع في النظام 02 تكون أكبر من قيمها المحسوبة في النظام 01.

وعند مقارنة القيم االقدرة الارجاعية لمستخلصات حبوب الذرة الرفيعة المحلية بمختلف النتائج المتحصل عليها في عدة أبحاث اجنبية، نجدها تقريبا تنتمي الى المجال المعطى من طرف (BOUA P.R et al décembre 2010) حيث تراوحت القيم ما بين54.9 و 453.7 µM. بينت نتائج تحليل التباين (ANOVA) أنه توجد فروق معنوية في نظام الإستخلاص على متوسطات قيم القدرة الإرجاعية للحديد الثلاثي باستعمال اختبار الـ FRAP، عند مستوى معنوي قدره 5 %.

الخاتمة

تعتبر الذرة الرفيعة المحلية مصدرا مهمًا لمضادات الاكسدة المختلفة (المركبات الفينولية ، التانينات،.....إلخ) التي تعمل على تثبيط الآثار الضارة الناتجة عن الجذولر الحرة في الجسم البشري.

نستنتج أن مصدر العينة ونوع النظام الاستخلاص واستخدام حمض التانيك كمرجع لتقدير كمية المركبات الفينولية له تأثير على القدرة الارجاعية. ووجود الليبيدات أو عدمها في العينات المدروسة لا تؤثر على كمية استخلاص المركبات الفينولية أو على القدرة الإرجاعية حيث قدرة نسبة تأثيرها بـ 5% حسب القيم المعطاة من(ANOVA) .

تظهر نتائج التحليلات للمستخلصات أن أفضل طريقة لاستخلاص المركبات الفينولية من دقيق الذرة الرفيعة المحلية هي طريقة النظام 02 ميثانول أضيف إليه1% حمض كلور الماء (حجم /حجم). ونستنتج أن أفضل مرجع لتقدير كمية المركبات الفينولية في دقيق الذرة الرفيعة المحلية هو حمض التانيك، حيث تراوح إجمالي محتوى المركبات الفينولية عند الاستخلاص باستخدام النظام 02 بين 2.08 و 25.41 (mg TAE/g) في دقيق الذرة الرفيعة المحلية. وأظهرة نتائج تقديرالتانينات عند الاستخلاص باسخدام النظام 02 قيم بين 47.20 و 107.42(EC/g)mg . كما أظهرت نتائج تقدير الفعالية المضادة للجذور الحرة ، أن المستخلصات التي تمت دراستها لها فعالية مختلفة بنسبة لإختبارDPPH تراوحت بين 2.30 و157(µM/g) في النظام 2. في حين تتراوح قيم القدرة الإرجاعية لأيونات الحديد الثلاثي بإستخدام اختبارFRAP بين 2.64 و2018.50(µM/g) في النظام 2.

نستنتج أن العينتين (SMCH2011AS) و(SKH12011AS) لها أكبر مردودية من المركبات الفينولية وغنية بالمركبات التانينية وكما أعطت فعالية كبيرة جدا في كلا الإختبارين.

ونستنتج أن العينة البيضاء (SB12011AS) لها أقل مردودية من المركبات الفينولية وفقيرة من المركبات التانينية وكما أعطت فعالية شبه معدومة اتجاه القدرة المضادة للجذور الحرة لإختبارالـ DPPH وكما أعطت فعالية شبه معدومة القدرة الإرجاعية لأيونات الحديد الثلاثي بإستخدام إختبار الـ FRAP ، ومنه يمكن القول إن حبوب الذرة الرفيعة البيضاء المدروسة لا تحتوي على نسب عالية من مواد ذات سمية مثل التانينات والمركبات الفينولية مما يسمح بأن تكون لها أهمية غذائية مثل الحبوب الأخرى كالقمح والذرة والشعير...إلخ.

ومن اجل هذا وجب التركيز في الأبحاث القادمة على محاولة عزل المركبات النشطة بيولوجيا الموجودة في الحبوب الذرة الرفيعة (Sorghum bicolor L. Moench) وتحليلها باستعمال التقنيات المختلفة للتحليل الكروماتوغرافي. بالإضافة الى استعمال طرائق أخرى للاستخلاص وتحسينها باستعمال مذيبات وتقنيات مختلفة.

قائمة المراجع :

Abu Assar, A. H., R. Uptmoor, A. A. Abdelmula, C. Wagner, M. Salih, A. M. Ali, F. Ordon and W. Friedt (2009). "Assessment of sorghum genetic resources for genetic diversity and drought tolerance using molecular markers and agro-morphological traits."

Bougandoura, N. and N. Bendimerad (2013). "Evaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux et méthanolique de Satureja calamintha ssp. Nepeta (L.) Briq." Nature & Technology(9): 14.

Chantereau, J. and R. Nicou (1991). Le Sorgho. Maisonneuve & Larose, Paris.

Chethan, S. and N. Malleshi (2007). "Finger millet polyphenols: Optimization of extraction and the effect of pH on their stability." Food chemistry **105**(2): 862-870.

Dahlberg, J., J. Berenji, V. Sikora and D. Latković (2012). "Assessing sorghum [Sorghum bicolor (L) Moench] germplasm for new traits: food, fuels & unique uses." Maydica **56**(2).

Harlan, J. R. and J. M. de Wet (1972). "A simplified classification of cultivated sorghum 1." Crop science **12**(2): 172-176.

KOFFI, K. G. C., L. AKANVOU, R. AKANVOU, B. I. A. ZORO, C. K. KOUAKOU and H. A. N'DA "1Université d'Abobo-Adjamé, Unité de Formation et de Recherche des Sciences de la Nature, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire 2 Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), Km17, Rte de Dabou, 01 BP 1740 Abidjan, Côte d'Ivoire."

Ou, B., M. Hampsch-Woodill and R. L. Prior (2001). "Development and validation of an improved oxygen radical absorbance capacity assay using fluorescein as the fluorescent probe." Journal of agricultural and food chemistry **49**(10): 4619-4626.

Oyaizu, M. (1986). "Studies on products of browning reaction antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine." The Japanese journal of nutrition and dietetics **44**(6): 307-315.

Price, M. L., S. Van Scoyoc and L. G. Butler (1978). "A critical evaluation of the vanillin reaction as an assay for tannin in sorghum grain." Journal of agricultural and food chemistry **26**(5): 1214-1218.

Rahal Bouziane, H. (2008). "Evaluation de la variabilité génétique chez quelques mils penicillaires (Pennisetum glaucum LR Br) cultivés dans les oasis de la région d'Adrar (Algérie)." Journal Algérien des régions arides **7**(1): 37-47.

Rahal Bouziane, H. and M. Kharsi (2004). "Les mils penicillaires de la région d'Adrar (Algérie): quelques caractéristiques en présence d'un témoin importé. Séminaire International Aridoculture et cultures oasiennes." Revue des zones arides, Tunisie **2**: 450-454.

Rosentrater, K. A. and A. D. Evers (2017). Kent's technology of cereals: An introduction for students of food science and agriculture, Woodhead Publishing.

Sene, L. (1995). "Réponse de la variété de sorgho CE 145-66 à l'alimentation en eau: effet du stress hydrique sur les rendements et la qualité des semences." Mémoire de fin d'étude, École Nationale des cadres ruraux de Bambey, Sénégal.

Shewale, S. and A. Pandit (2011). "Chapter 1: Uses of sorghum and value addition." Sorghum: Cultivation, varieties and uses. Nova Science Publishers, Inc., New York: 181.

Singleton, V. L., R. Orthofer and R. M. Lamuela-Raventós (1999). [14] Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. Methods in enzymology, Elsevier. **299:** 152-178.

Sorescu, A.-A., A. Nuta, R.-M. Ion and L. Iancu (2018). "Qualitative analysis of phytochemicals from sea buckthorn and gooseberry." Phytochemicals-Source of Antioxidants and Role in Disease Prevention: 161-177.

Sorour, M., A. Mehanni, E. Taha and A. Rashwan (2017). "Changes of total phenolics, tannins, phytate and antioxidant activity of two sorghum cultivars as affected by processing." Journal of Food and Dairy Sciences **8**(7): 267-274.

D Archivio, 2007 Polyphenols, dietary sources and bioavailability‹Annali-Istituto Superiore di Sanita

USDA-ARS ,2012

FAO 1995

Pharmacognosie, Bruneton J,1999, phytochime ,Plantes Medicinales. 3ª ed. París: Technique et Documentation-Lavoisier

J.-L. Guignard. — Abrégé de Biochimie végétale, 1974

Tsao, Rong,2010, Chemistry and biochemistry of dietary polyphenols

Djidel, S Khennouf, SBaghiani, A Harzallah, DArrar, L ,2009 Medicinal plants used traditionally in the Algerian folk medicine for gastrointestinal disorders and hypertension: total polyphenols, flavonoids and antioxidant ac tivity

Haslam, Edwin 1989 Plant polyphenols: vegetable tannins revisited

Harborne, Jeffrey B 2013 The flavonoids: advances in research since 1980

Ksouri, Riadh Megdiche, Wided Debez, Ahmed Falleh, Hanen Grignon, Claude Abdelly, Chedly 2007 Salinity effects on polyphenol content and antioxidant activities in leaves of the halophyte Cakile maritima Plant Physiology and Biochemistry

Rice-Evans, Catherine AMiller, Nicholas JPaganga, George 1996 Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids Free radical biology and medicine

الملخص

تعتبر الذرة الرفيعة مثل غيرها من الحبوب والفواكه والخضراوات والنباتات الطبية مصدرا مهما لمضادات الأكسدة المختلفة (المركبات الفينولية ، التاينات ، ....الخ)، التي تعمل على تثبيط الأثار الضارة الناتجة عن الجذور الحرة في الجسم البشري. خصص هذا العمل في استخلاص المركبات الفينولية من دقيق حبوب الذرة الرفيعة المحلية المزروعة في منطقة تيديكلت، وفي تقدير محتواها من الفينولات الكلية والتانينات. كما قمنا بتقييم الفعالية المضادة للأكسدة بالاعتماد على إختبار تثبيط الجذور الحرة الـ DPPH واختبار تقدير القدرة الارجاعية للحديد الثلاثي الـ FRAP.

أظهرت نتائج تحليل المستخلصات بوضوح، أن هذه الأصناف المحلية هي مصادر واعدة للمركبات الفينولية بصفة عامة. حيث تراوح إجمالي المحتوى الفينولي عند الاستخلاص باستخدام النظام 02(نظام يتكون من الميثانول و1 % من حمض الهيدروكوريك) بين 2.08 و25.41 (mgTAE/g) في دقيق الذرة الرفيعة. هذا المحتوى أعلى بكثير من محتواه عند الاستخلاص باستخدام النظام 01(ميثانولي نقي)، حيث تم تسجيل قيم تتراوح بين 2.04 و15.88 (mgTAE/g). تراوح محتوى التانينات عند الاستخلاص باستخدام النظام 02 بين47,20 و 107,42 (mgEC/g)،في حين تراوحت قيم التانينات ما بين 1,12 و 79,44 (mgEC/g) باستخدام النظام 01.

كما بينت نتائج دراسة الفعالية المضادة للأكسدة لمختلف المستخلاصات الفينولية لدقيق حبوب الذرة الرفيعة المحلية، أن لها قدرة كبيرة لتثبيط الجذور الحرة وكذلك القدرة الإرجاعية لأيونات الحديد الثلاثي ، خاصة عند العينة SMCH2011AS-L.

دلت نتائج تحليل التباين (ANOVA)لاختبار مدى وجود فروق معنوية في تأثير نزع الليبيدات أنه لا يوجد اختلاف معنوي في متوسطات مختلف النتائج المسجلة. كما سجلنا وجود فروق معنوية في محتوى التانينات والقدرة الارجاعية للحديد الثلاثي الـ FRAP بالنسبة لتأثير نظام الفصل المعتمد. في حين بينت نتائج تأثير مصدر العينة عن وجود فروق معنوية في متوسطات قيم الفينولات الكلية وقيم تثبيط الجذور الحرة الـ DPPH، عند مستوى معنوي قدره 5 %.

الكلمات المفتاحية : الذرة الرفيعة ، المركبات الفينولية ، التانينات ، الفعالية المضادة للأكسدة ، الـ DPPH ، الـ FRAP .

.

Résumé

Le sorgho, comme d'autres céréales, fruits, légumes et plantes médicinales, est une source importante de divers antioxydants (composés phénoliques, tanins, etc.)...Etc.), qui agissent pour inhiber les effets nocifs des radicaux libres dans le corps humain. Ce travail a été consacré à l'extraction des composés phénoliques de la farine des grains de sorgho locaux cultivés dans la région de Tedikelt, et à l'estimation de leur teneur en phénols totaux et en tanins. Nous avons également évalué l'efficacité antioxydante sur la base du test d'inhibition des radicaux libres DPPH et du test de la réduction du fer FRAP.

Les résultats de l'analyse des extraits ont clairement montré, que ces variétés locals sont des sources prometteuses en composés phénoliques en général. La teneur phénolique totale lors de l'extraction à l'aide du système 02 (un système composé de méthanol et d'acide chlorhydrique à 1%) variait de 2,08 à 25,41 (mg TAE/g) dans la farine de sorgho. Cette teneur est beaucoup plus élevée que lors de l'extraction à l'aide du système 1 (méthanolique pur), où des valeurs allant de 2,04 à 15,88 (mg TAE/g) ont été enregistrées. La teneur en tanin lors de l'extraction à l'aide du système 02 variait entre 47,20 et 107,42 (EC/g)mg, tandis que les valeurs de tanins variaient de 1,12 à 79,44 (EC/g)mg en utilisant le système 01.

Les résultats de l'étude de l'activité antioxydante de divers extraits phénoliques de farine de sorgho local ont montré qu'elle possède une grande capacité d'inhibition des radicaux libres et le test de FRAP, notamment dans l'échantillon SMCH2011 AS-L.

Les résultats de l'analyse de variance (ANOVA) de l'effet d'élimination des lipides ont indiqué, qu'il n'y avait pas de différence significative dans la moyenne des différents résultats enregistrés.Nous avons également enregistré des différences significatives de l'effet du système d'extraction approuvé en ce qui concerne la teneur en tanins et le test de FRAP. Alors que les résultats de l'effet de la source de l'échantillon ont montré qu'il existait des différences significatives dans les valeurs moyennes des phénols totaux et de l'inhibition des radicaux libres DPPH, à un niveau significatif de 5%.

Mots clés: sorgho, composés phénoliques, tanins, pouvoire antioxydante, DPPH, FRAP

ABSTARCT

Sorghum, like other grains, fruits, vegetables and medicinal plants, is an important source of various antioxidants (phenolic compounds, tins, etc.), which work to inhibit the harmful effects of free radicals in the human body.This work was devoted to the extraction of phenolic compounds from the flour of local sorghum grains grown in the Tedikelt region, and in estimating their content of total phenols and tannins. We also evaluated the antioxidant activity based on, the free radical inhibition DPPH test and the ferric reducing antioxidant power FRAP test.

The results of the analysis clearly showed, that these the local varieties are promising sources of phenolic compounds in general. The total phenolic content when extracted using the system 02 (a system composed of methanol and 1% hydrochloric acid) ranged from 2.08 to 25.41 (mg TAE/g) in sorghum flour. This content is much higher than during the extraction using system 1 (methanolic), where values ranging from 2.04 to 15.88 (mg TAE/g) were recorded. The tannin content ranged between 47.20 and 107.42 (mg EC/g) when using the system 02, while the tannin values ranged from 1.12 to 79.44 (mg EC/g) using the 01 system.

The results of the study of the antioxidant activity of various phenolic extracts of local sorghum flour, showed that it has a great ability to inhibit free radicals and a As well as Ferric Reducing Antioxidant Power Assay FRAP, especially in the sample SMCH2011AS-L.

The results of the analysis of variance (ANOVA) of the lipid elimination effect indicated that there was no significant difference in the average of the various reported results. There were also significant differences in the effect of the approved extraction system on tannin content and Ferric Reducing Antioxidant Power Assay FRAP. While the effect of the sample source showed that there were significant differences in the mean values of total phenols and free radical inhibition DPPH, at a significant level of 5%.

Keywords: sorghum, phenolic compounds, tannins, antioxidant power, DPPH, FRAP