Journal of Agricultural, Environmental and Veterinary Sciences
Volume (5), Issue (2) : 30 Jun 2021
P: 1 - 14

AJSRP
ISSN: 2522-3364

مجلة العلوم الزراعية والبيئية والبيطرية
المجلد (5)، العدد (2) : 30 يونيو 2021م
ص: 1 - 14

Comparison of antioxidant activity and some bioactive compounds between Anise and citrus Syrian honey

Mohammed Yousef Al-Haql
Hoda Yasein Habbal
Wafaa Asaad Yakoub
Faculty of Agriculture || Damascus University || Syria

Abstract: The aim of this research was to estimate and compare the antioxidant activity, total phenolic content, total flavonoids, amino acid proline, diastase activity and Hydroxymethylfurfural (HMF) in both Anise and citrus Syrian honey. 24 honey samples were collected directly from beekeepers during the harvest season of 2019. There were 12 samples of anise honey from Hama, Aleppo and Damascus countryside governorates. Moreover, another 12 citrus honey samples from Lattakia and Tartous governorates. Chemical tests were performed on samples directly after the collection. The analysis achieved in the laboratories of the Department of Food Sciences - Faculty of Agriculture - Damascus University, Damascus, Syria. The results demonstrate that the means of anti-oxidant activity were (45.58 & 24.05), total phenolic content (98.28 & 37.14 mg GAE/100g), total flavonoids (23.77 & 24.66 mg QE/100g), proline (876.74 & 396.38mg/kg), diastase activity (32.38 & 12.51 Gothe), and HMF contents (10.11&2.06 mg/kg) in both anise and citrus honey, respectively. The statistical study showed that there were significant differences ($P < 0.05$) in all the studied Parameters between one type of honey samples as well as between the two types of honey. Anise Syrian honey shows better antioxidant activity, total phenolic content, total flavonoids, proline and diastase activity than citrus honey. However, citrus honey is distinguished by its low content of HMF and its high content of total flavonoids.

Keywords: anise honey, citrus honey, antioxidant activity, proline, diastase, HMF.

مقارنة النشاط المضاد للأكسدة وبعض المركبات الفعالة حيوياً بين عسلي اليانسون والحمضيات السوري

محمد يوسف الحقل
هدى ياسين حبال
وفاء أسعد يعقوب
كلية الزراعة || جامعة دمشق || سورية

المستخلص: هدف البحث إلى تقدير ومقارنة النشاط المضاد للأكسدة والمحتوى من الفينولات والفلافونيدات الكلية والحمض الأميني البرولين ونشاط إنزيم الدياستاز وهيدروكسي ميثيل فورفورال (HMF)، في كلٍ من عسل اليانسون وعسل الحمضيات السوري. جمعت 24 عينة عسل من مربي النحل مباشرة، خلال موسم القطف لعام 2019م، منها 12 عينة عسل يانسون من محافظات حماة وحلب وريف دمشق، و12 عينة عسل حمضيات من محافظتي اللاذقية وطرطوس. تم إجراء الاختبارات الكيميائية على العينات بعد جمعها مباشرةً في مخابر قسم علوم الأغذية – كلية الزراعة - جامعة دمشق، دمشق، سورية. أظهرت نتائج الدراسة أن متوسط قيمة النشاط

المضاد للأكسدة (DPPH) قد بلغت (45.58 و24.05%)، والمحتوى من الفينولات الكلية (98.29 و37.14 مغ حمض غاليك/100غ)، والمحتوى من الفلافونيدات الكلية (23.77 و24.66 مغ كويرسيتين/100غ)، والمحتوى من البرولين (876.74 و396.38 مع/كغ)، ونشاط إنزيم الدياستاز (32.38 و12.51 غوث)، وهيدروكسي ميثيل فورفورال (10.11 و2.06 مغ/كغ)، في كلٍ من عسل اليانسون والحمضيات على التوالي. وأظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ($P<0.05$) في كافة المؤشرات المدروسة بين عينات نوع العسل الواحد وكذلك بين نوعي العسل، مع تفوق عسل اليانسون السوري على عسل الحمضيات من حيث النشاط المضاد للأكسدة، والمحتوى من الفينولات الكلية، والبرولين، ونشاط إنزيم الدياستاز، بينما تميز عسل الحمضيات بانخفاض محتواه من هيدروكسي ميثيل فورفورال (HMF) وارتفاع محتواه من الفلافونيدات الكلية.

الكلمات المفتاحية: عسل اليانسون، عسل اليانسون، مضادات الاكسدة، البرولين، الدياستاز، هيدروكسي ميثيل فورفورال.

المقدمة.

يعرف عسل النحل الطبيعي بأنه "المادة الحلوة الطبيعية التي ينتجها نحل العسل من رحيق النباتات أو من إفرازات الأجزاء الحية من النبات أو إفرازات الحشرات التي تمتص النباتات في الأجزاء الحية منها، والتي يجمعها النحل، ويحولها من خلال مزجها مع مواده الخاصة وإيداعها وتجفيفها، وتخزينها في الأقراص الشمعية كي تنضج" (Codex, 2001). ويمكن تصنيف العسل بناءً على المصدر الزهري للرحيق إذا كان يأتي بشكل كلي أو بشكل رئيسي (أكثر من 45%) من ذلك المصدر الخاص وله الخصائص الحسية والفيزيائية والكيميائية والمجهرية المقابلة لذلك المصدر (Bogdanov, 2017 and Codex, 2001).

ويعتبر عسل اليانسون والحمضيات من أهم أنواع العسل المنتشرة عالميا ومحلياً ويُنتج عسل الحمضيات في الجمهورية العربية السورية في المنطقة الساحلية أما عسل اليانسون فينتج في المنطقة الوسطى والجنوبية. ويتميز العسل السوري بتنوعه نتيجة للتنوع النباتي الواسع في سورية، وتختلف مصادر الرحيق باختلاف المواقع الجغرافية (Al-Jouri et al, 2017). ويتصف عسل اليانسون بلونه العنبري الداكن وقوامه السائل قليل اللزوجة ولا يتبلور إلا بعد فترة طويلة من قطافه ورائحته عطرية خفيفة ومذاقه خفيف وحلاوته غير شديدة، ويمتاز كونه مدراً للبول والطمث ومدراً للحليب ويسكن الجهاز الهضمي وينشطه ويزيل البلغم ويوقف السعال (العريفي، 2017). ويتميز عسل الحمضيات بلونه الذي يتراوح من الأصفر الفاتح إلى العنبري الذهبي، ورائحته عطرية قوية تشبه رائحة أزهار الحمضيات، ومذاقة حلو جداً، وقوامة سائل قليل اللزوجة، يتبلور بعد عدة أشهر من قطافة إلى حبيبات ناعمة، ويفيد في مقاومة نزلات البرد والإنفلونزا والتهاب الشعب الهوائية، ويستخدم لعلاج القلق والتوتر العصبي، ومقاومة التشنجات وملين ومطهر للمعدة، ويعزز مناعة الجسم، ويفيد مرضى ضغط الدم (العريفي، 2017).

ويتكون العسل بشكل أساسي من السكريات المختلفة (الرئيسية الفركتوز والجلوكوز) والماء، بالإضافة إلى ذلك، يحتوي العسل على كميات قليلة من البروتينات والأحماض الأمينية الحرة والإنزيمات والفيتامينات والأحماض العضوية والمعادن والمركبات الفينولية، وعلى الرغم من وجود هذه المركبات في العسل بكميات قليلة، إلا أنها مسؤولة عن منح العسل خصائصه المميزة (Roshan et al, 2017). ويعتمد تركيب العسل بشكل رئيس على المصدر النباتي (الزهري) الذي جُمع منه الرحيق ولكنه يتأثر بعوامل مختلفة مثل: نوع النحل، ومن ثم بالعوامل البيئية، الظروف المناخية، المنطقة الجغرافية، موسم القطف والعمليات التكنولوجية وظروف الانضاج والتخزين (Bath and Sungh, 2000 ; De Silva et al, 2016).

يُعرف الإجهاد التأكسدي بانه "اختلال التوازن بين إنتاج الجذور الحرة والدور الوقائي الذي تقوم به مضادات الأكسدة داخل الجسم، وهذا الاختلال يرجع إلى الإنتاج المفرط للمؤكسدات وانخفاض مضادات الأكسدة" (ربيعي، 2016). ويصيب الإجهاد التأكسدي كل مكونات الخلية الحية حتى جزئ (DNA) وتعد الليبيدات الأكثر تأثراً

بهذه العملية والأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة للأغشية الخلوية مثل أسترات الكوليستيرول، الفوسفوليبيدات، الجليسريدات الثلاثية، ويمكن أن تتأكسد أغلب الأحماض الأمينية وخاصة الأحماض الأمينية الكبريتية، وقد تحدث تغيرات في بنية البروتينات وقد تثبط بعض الإنزيمات (Birben et al, 2012). ويسبب الإجهاد التأكسدي أمراض القلب وتصلب الشرايين، والسرطانات المختلفة والأمراض المزمنة الأخرى، كما انه يلعب دوراً مهماً في ظهور اعراض الشيخوخة (Watanabe et al, 2010). وفي السنوات الأخيرة كان هناك اهتماماً متزايداً لتحديد النشاط المضاد للأكسدة في العسل، كأحد المصادر الطبيعية لمضادات الأكسدة، والذي ينتج في العسل من مصدرين: إنزيمي (الكتلاز، غولوكوز أوكسيداز)، والمصدر الآخر لا إنزيمي (حمض الاسكوربيك، التكوفيرولات، الأحماض الأمينية، ونواتج تفاعلا ميلارد، الكاروتينات، الفينولات والفلافونيدات)، ويعتمد نوع وكمية تلك المركبات في العسل بشكل رئيس على المصدر النباتي الذي جمع منه الرحيق وعلى الظروف المناخية وموسم القطف، وطريقة التصنيع، وظروف التخزين (Gheldof et al, 2002 ; Ferreira et al, 2009).

مبررات البحث وأهدافه:

يوجد الكثير من الأبحاث المنشورة على مستوى العالم حول التركيب الكيميائي للعسل بشكل عام ومحتواه من المركبات الفعالة حيوياً، ولكن عددا قليلا من هذه الأبحاث ركزت على نوع المصدر الزهري (نوع العسل)، كما أن هناك قلة بالدراسات والمعلومات المتوفرة حول الاعسال السورية وحيد المصدر الزهري وبشكل خاص المحتوى من البرولين والذي لم يتم دراسته من قبل في العسل لسوري. ونظراً لخطورة الاجهاد التأكسدي كأحد مسببات الأمراض المزمنة والاورام الخبيثة، ولأهمية العسل كمصدر طبيعي لمضادات الاكسدة، بالإضافة إلى أهمية نشاط إنزيم الدياستاز والمحتوى من هيدروكسي ميثيل فورفورال كمؤشرات جودة في العسل. فهناك ضرورة لإجراء دراسات حديثة من أجل إبراز مزايا وخصائص الاعسال السورية ومدى مطابقتها للمواصفات القياسية السورية والعالمية، وبناءً على ذلك وعلى توصيات الباحثين السابقين في هذا المجال **فقد هدف البحث إلى:**

1- تقدير ومقارنة النشاط المضاد للأكسدة والمحتوى من الفينولات والفلافونيدات الكلية في كلٍ من عسل اليانسون وعسل الحمضيات السوري.
2- تقدير ومقارنة نشاط إنزيم الدياستاز والمحتوى من البرولين وهيدروكسي ميثيل فورفورال في كلٍ من عسل اليانسون وعسل الحمضيات السوري، ومقارنتهما بالمواصفات القياسية.

مواد البحث وطرائقه.

جمع عينات العسل:

جمعت 24 عينة عسل من مربي النحل مباشرة، خلال موسم القطف لعام 2019م، من مواقع جغرافية مختلفة في الجهورية العربية السورية الجدول (1)، وزن كل عينة 250غ، منها 12 عينة عسل يانسون من محافظة حماة وحلب وريف دمشق، و12 عينة عسل حمضيات من محافظتي اللاذقية وطرطوس، وأُجريت الاختبارات الكيميائية على العينات بعد جمعها مباشرةً في مخابر قسم علوم الأغذية – كلية الزراعة - جامعة دمشق، دمشق، سورية.

الجدول (1) مناطق جمع عينات عسل اليانسون والحمضيات.

عسل اليانسون			عسل الحمضيات		
رقم العينة	المحافظة	تاريخ القطف	رقم العينة	المحافظة	تاريخ القطف
1	حماه	6/2019	13	اللاذقية	5/2019
2	حلب	6/2019	14	اللاذقية	5/2019
3	حلب	6/2019	15	اللاذقية	5/2019
4	حلب	6/2018	16	اللاذقية	5/2019
5	حماه	6/2019	17	اللاذقية	5/2019
6	حماة	6/2019	18	اللاذقية	5/2019
7	ريف دمشق	7/2019	19	اللاذقية	5/2019
8	ريف دمشق	7/2019	20	اللاذقية	5/2019
9	ريف دمشق	7/2019	21	اللاذقية	5/2019
10	ريف دمشق	6/2019	22	طرطوس	5/2019
11	ريف دمشق	7/2019	23	طرطوس	5/2019
12	ريف دمشق	7/2019	24	طرطوس	5/2019

الاختبارات الكيميائية:

النشاط المضاد للأكسدة: قُدر النشاط المضاد للأكسدة في عينات العسل حسب طريقة الجذر الحر ثنائي فينيل بيكريل هيدرازيل (DPPH) 1, 1- diphenyl -2-picryl–hydrazyl، باتباع طريقة (Ferreira et al, 2009). وهي كالتالي: يُضاف إلى مُستخلص العينة الكحولي (1غ عينة في100 مل ميتانول) نفس الحجم من محلول DPPH (0.06 ملي مول في 100 مل ميتانول)، وبعد مجانسة المزيج السابق بخلاط الأنابيب (vortex) وحفظه بعيداً عن الضوء، والانتظار لمدة 30 دقيقة، قيست امتصاصيته عند طول موجة 517 نانومتر بواسطة جهاز Spectrophotometer (Prim, Secomam RS 232)، أُستعمل الميثانول النقي في تجربة الشاهد بدلاً من العينة، وعُبر عن النشاط المضاد للأكسدة بحساب النسبة المئوية لتثبيط الجذر الحر من المعادلة التالية:

$$\%\mathbf{Inhibition} = \frac{\mathbf{A} - \mathbf{B}}{\mathbf{A}} \times \mathbf{100}$$

A: امتصاصية الشاهد عند 517 نانومتر. B : امتصاصية العينة عند 517 نانومتر.

المحتوى من الفينولات الكلية: قُدرت الفينولات الكلية كمياً في عينات العسل باستخدام كاشف فولين Folin–Ciocalteu، بواسطة جهاز Spectrophotometer (Prim, Secomam, RS 232)، عند طول موجة 725 نانومتر، وحضرت سلسلة عيارية من حمض الغاليك (2-4-6-8-10 ملغ/مل) وعُبر عن النتيجة كـ ملغ مكافئ حمض غاليك/100غ، وفقاً للطريقة المتبعة من قبل (Moniruzzaman et al, 2014).

المحتوى من الفلافونيدات الكلية: قُدرت الفلافونيدات الكلية كمياً في عينات العسل باستخدام الطريقة اللونية بواسطة جهاز Spectrophotometer (Prim, Secomam, RS 232)، عند طول موجة 510 نانومتر، وحضرت سلسلة عيارية من الكويرسيتين، (2-4-6-8-10ملغ/مل) وعُبر عن النتيجة كـ ملغ مكافئ كويرسيتين/100غ، وفقاً للطريقة المتبعة من قبل (Moniruzzaman et al, 2014).

المحتوى من البرولين: قُدر الحمض الأميني البرولين كمياً في عينات العسل بواسطة جهاز Spectrophotometer (Prim, Secomam, RS 232) باتباع طريقة Ough والتي تعتمد على تشكل معقد ملون بين البرولين والنهدرين في وسط حامضي، ثم يرجع اللون بإضافة 2- بروبانول، وتقاس الامتصاصية عند طول موجة 510 نانومتر، (أُستخدم برولين عياري كشاهد) وعُبر عن النتيجة كـ مغ/كغ (AOAC, 2005 and IHC, 2009).

نشاط إنزيم الدياستاز Diastase: قُدر بواسطة جهاز المطياف الضوئي Spectrophotometer (PG Instruments T70 UV/VIS) عند طول موجة 660 نانومتر، باتباع طريقة Schade، وعبر عن نشاط الإنزيم بوحدة غوث (Gothe): "عبارة عن كمية إنزيم الدياستاز الموجود في 1غ عسل التي تحلل 0.1 غ من النشاء خلال ساعة واحدة عند 40°م" (AOAC, 2005 and IHC, 2009).

هيدروكسي ميثيل فورفورال (HMF): قُدر بواسطة جهاز المطياف الضوئي Spectrophotometer (PG Instruments T70 UV/VIS) باتباع طريقة White والتي تعتمد على تحديد فرق الامتصاصية لمحلول العسل عند طول موجة 284 و336 نانومتر بعد إضافة محلول كاريز (I and II)، ونفس المحلول بعد إضافة بي سلفيت الصوديوم بدلا من الماء المقطر، وعبر عن النتيجة كـ مغ/كغ (AOAC, 2005 and IHC, 2009).

التحليل الإحصائي: أجريت الاختبارات على ثلاثة مكررات وسجلت النتائج كمتوسطات(Mean) ± الانحراف المعياري (SD) وأُجري اختبار تحليل التباين ANOVA، عند مستوى معنوية ($P<0.05$) تم تحليل البيانات باستخدام البرنامج الإحصائي (SPSSالإصدار17.0).

النتائج والمناقشة:

النشاط المضاد للأكسدة (DPPH):

يعتبر العسل من الأغذية الوظيفية الهامة لامتلاكه مجموعة من المكونات الفعالة حيوياً والتي تمنحه خواصه المضادة للأكسدة. وتعمل مضادات الأكسدة بالدرجة الأولى كمانحات للهيدروجين أو مستقبلات للجذور الحرة، أو أنها تتحد مع الجذور الحرة وتحولها إلى مركبات مستقرة، بمعنى أنها تتعرض لهجمات الجذور الحرة بدلاً من مهاجمتها لخلايا جسم الإنسان (ربيعي، 2016).

تظهر النتائج المدرجة في الجدول (2) أن قيم النشاط المضاد للأكسدة (DPPH) في عسل اليانسون قد تراوحت بين (39.38 و54.25%) وبمتوسط عام (45.58%)، وهذه القيم أعلى من التي وجدت في عسل الحمضيات والتي تراوحت بين (17.81 و33.45%) وبمتوسط عام (24.05%).

الجدول (2): النشاط المضاد للأكسدة DPPH والمحتوى من الفينولات الكلية لعسل اليانسون والحمضيات.

عسل الحمضيات			عسل اليانسون		
رقم العينة	% DPPH	الفينولات الكلية مغ حمض غاليك/100غ	رقم العينة	% DPPH	الفينولات الكلية مغ حمض غاليك/100غ
1	17.81±0.98^{g}	±1.28^{d}33.97	13	48.20±0.74^{cd}	93.60±0.87^{h}
2	20.17±1.02^{f}	±0.53^{f}30.22	14	49.51±1.29^{bc}	101.98±0.79^{e}
3	33.45±1.18^{a}	±0.72^{ef}31.70	15	50.82±0.61^{b}	109.57±0.42^{d}
4	17.89±0.88^{g}	±0.70^{8d}33.80	16	54.25±0.78^{a}	143.31±0.26^{a}
5	19.36±0.88^{fg}	±1.24^{de}32.44	17	39.38±1.86^{i}	61.03±0.19^{k}

عسل اليانسون			عسل الحمضيات		
82.68±0.52^{i}	42.72±1.02^{g}	18	±1.90^{a}47.24	29.98±1.00^{bc}	6
100.01±0.52^{f}	42.73±1.02^{g}	19	±0.85^{g}28.17	19.54±0.97^{f}	7
117.39±0.39^{b}	47.05±0.88^{de}	20	±1.29^{de}33.36	20.01±0.99^{f}	8
65.53±0.39^{j}	45.01±0.74^{f}	21	±1.04^{c}42.22	24.43±0.91^{e}	9
93.94±0.60^{h}	40.68±0.88^{hi}	22	±0.59^{ab}46.22	26.55±0.62^{d}	10
98.00±0.52^{g}	41.18±0.98^{gh}	23	±0.60^{c}41.04	28.69±0.88^{c}	11
112.45±0.92^{c}	45.50±0.61^{ef}	24	±0.33^{b}45.15	30.72±1.09^{b}	12
98.29±21.68	45.58±4.47	Mean±Sd	±6.6537.14	24.05±5.50	Mean±Sd
0.978	1.716	L.S.D	1.724	1.630	L.S.D

*تشير الاحرف المختلفة ضمن العمود الواحد إلى الفروق المعنوية بين العينات ($p<0.05$).

لوحظ وجود فروق معنوية ($P<0.05$) في قيم النشاط المضاد للأكسدة (DPPH) بين عينات نوع العسل الواحد ويعود ذلك إلى اختلاف محتوى الرحيق الزهري من المركبات الفعالة حيوياً (الانزيمات، الأحماض الأمينية، الفينولات والفلافونيدات) (Halouzka et al, 2016). ونلاحظ من خلال مقارنة نتائج التحليل الإحصائي الجدول (5) وجود فروق معنوية ($p<0.05$) في النشاط المضاد للأكسدة (DPPH) لنوعي العسل (يانسون وحمضيات) ويعود ذلك إلى اختلاف المصدر الزهري لرحيق، بالإضافة إلى تأثير الموقع الجغرافي والعوامل البيئية في تلك المواقع (Reshma et al, 2016).

اتفقت نتائج النشاط المضاد للأكسدة (DPPH) في عينات العسل المدروسة مع نتائج كلا من العسل السلوفاكي والهولندي حيث تراوحت قيمة (DPPH) بين (7.2 و53.8%) في الأول وبين (11.76 و60.52%) في الأخير، وعُزيت الاختلافات بين العينات إلى نوع العسل والموقع الجغرافي (Bertoncelj et al, 2007 ; Tomczyk et al, 2019). وتفوقت نتائج (DPPH) لعسل الحمضيات واليانسون السوري على العسل البرازيلي (3.17 و8.79%) (Pontis et al, 2014). ومن جهة اخرى اختلفت النتائج مع دراسات سابقة حول العسل السوري حيث كانت النتائج اقل مما وجد (قره بت، وداغستاني، 2015). وأعلى مما وجدته (الخيرات، 2015) وقد يعود ذلك إلى اختلاف نوع العسل.

المحتوى من الفينولات الكلية:

تُعتبر الفينولات من أهم المركبات الفعالة حيوياً في العسل، كونها تمتلك كفاءة عالية في التخلص من الجذور الحرة، وتساهم في لون ونكهة العسل بالإضافة لتأثيرها المفيد للصحة. تروحت كمية الفينولات الكلية في عسل اليانسون بين (61.03 و143.31) وبمتوسط (98.29 مغ حمض غاليك/100غ)، بينما تروحت في عسل الحمضيات بين (28.17 و47.24) وبمتوسط (37.14 مغ حمض غاليك/100 غ)، ولوحظ وجود فروق معنوية ($P<0.05$) في كمية الفينولات الكلية بين عينات نوع العسل الواحد كما هوا موضح في الجدول (2) ويعود ذلك إلى اختلاف محتوى الرحيق الزهري من المركبات الفينولية واختلاف نوع المرعى والظروف المناخية في المواقع الجغرافية التي جمعت منها العينات إضافةً إلى ظروف استخلاص العسل (Predescu et al, 2017).

وعند مقارنة النتائج المدرجة في الجدول (5) لوحظ وجود فروق معنوية ($P<0.05$) في كمية الفينولات الكلية لنوعي العسل (يانسون وحمضيات) وذلك نتيجةً لاختلاف المصدر الزهري للرحيق، وهذه الاختلافات ممكنة لأن بعض المركبات الفينولية خاصة بنباتات معينة وبالتالي فهي موجودة فقط في العسل الناتج من تلك النباتات (Predescu et

al, 2017). كما وجدت علاقة ارتباط إيجابية قوية ($p<0.01$) بين النشاط المضاد للأكسدة والمحتوى من الفينولات الكلية لنوعي العسل حيث بلغت قيمة معامل الارتباط لعسل اليانسون ($R=0.798$)، و($R=0.783$)، لعسل الحمضيات، مما يؤكد على أن النشاط المضاد للأكسدة في العسل ينتج بشكل رئيس عن الفينولات الكلية. ومن الملاحظ أن محتوى عسل الحمضيات من الفينولات الكلية اقل من عسل اليانسون، وذلك لان محتوى العسل الفاتح اللون من الفينولات الكلية اقل من العسل الداكن (Santana et al, 2014).

توافقت نتائج محتوى نوعي العسل المدروسين من الفينولات الكلية مع نتائج كلا من العسل المجري والذي تراوحت كمية الفينولات الكلية فيه بين (24.30 و141.2 مغ حمض غاليك/100غ) (Czipa, 2010). والعسل التشيكي (32.49 و146.15 مغ حمض غاليك/100غ)، وعزا الباحث التباين إلى المنطقة الجغرافية والظروف المناخية والأنواع النباتية التي جُمع منها الرحيق (Halouzka et al, 2016). وكانت النتائج المتحصل عليها أعلى مما وجدت (Reshma et al, 2016) في دراستها حول العسل الهندي والتي تراوحت بين (20.2 و30.78 مغ حمض غاليك/100غ).

المحتوى من الفلافونيدات الكلية:

الفلافونيدات هي مركبات فينولية ذات وزن جزيئي منخفض مسؤولة عن نكهة العسل وقدرته المضادة للأكسدة، وتعتبر من أكثر المركبات الفينولية تأثيراً في حيوية الخلايا بعد الإنزيمات الذاتية التي تولد في الخلايا الحية، ويمكن أن تؤثر على الإجهاد التأكسدي بطرق مختلفة كالالتقاط المباشر للأنواع الأكسيجينية النشطة، حجز معادن الانتقال مثل الحديد مانعة بذلك تفاعل فانتون، تثبيط نشاط بعض الإنزيمات المسؤولة عن إنتاج الجذور الحرة (Moniruzzaman et al, 2014؛ 2016، ربيعي).

تشير نتائج الجدول (3) إلى أن محتوى عسل اليانسون من الفلافونيدات الكلية قد تراوحت بين (13.37 و38.36) وبمتوسط عام (23.77 مغ كويرسيتين/100غ)، في حين كان المحتوى من الفلافونيدات الكلية في عسل الحمضيات أعلى قليلاً فقد تراوحت بين (14.29 و38.26) وبمتوسط عام (24.62 مغ كويرسيتين/100غ). ومن جهة اخرى يشير التحليل الإحصائي إلى وجود فروق معنوية ($P<0.05$) بين عينات عسل الحمضيات وكذلك بين عينات عسل اليانسون، ويعود ذلك إلى اختلاف محتوى الرحيق من الفلافونيدات الكلية، والموقع الجغرافي، ونوع المرعى الذي يلعب دوراً كبيراً في المحتوى من الفلافونيدات الكلية لنفس نوع المصدر الزهري للعسل، بالإضافة إلى العوامل البيئية (Aazza et al, 2013 ; Predescu et al, 2017).

الجدول (3): المحتوى من الفلافونيدات الكلية والمحتوى من البرولين لعسل اليانسون والحمضيات.

عسل الحمضيات			عسل اليانسون		
رقم العينة	الفلافونيدات الكلية (مغ كويرسيتين/100غ)	البرولين مغ/كغ	رقم العينة	الفلافونيدات الكلية (مغ كويرسيتين/100غ)	البرولين مغ/كغ
1	26.22 ± 1.23^{e}	364.91 ± 1.84^{i}	13	16.66 ± 1.11^{e}	1218.20 ± 0.87^{b}
2	18.30 ± 1.08^{g}	445.51 ± 1.20^{c}	14	26.94 ± 0.94^{c}	887.71 ± 0.60^{g}
3	18.20 ± 1.20^{g}	443.68 ± 0.61^{d}	15	25.71 ± 0.64^{cd}	663.17 ± 0.94^{h}
4	20.46 ± 1.46^{f}	476.24 ± 0.06^{b}	16	38.36 ± 0.99^{a}	491.15 ± 1.18^{k}
5	21.08 ± 0.99^{f}	438.67 ± 0.63^{e}	17	16.55 ± 0.47^{e}	542.09 ± 0.62^{j}
6	38.26 ± 1.23^{a}	484.24 ± 0.68^{a}	18	13.98 ± 0.77^{f}	579.94 ± 0.87^{i}

عسل اليانسون			عسل الحمضيات		
1228.46±0.69[a]	17.38±0.77[e]	19	301.96±0.80[k]	14.91±1.45[h]	7
958.97±0.45[e]	24.17±1.24[d]	20	294.15±1.23[l]	14.29±0.99[h]	8
1028.92±1.23[c]	13.37±0.77[f]	21	340.30±1.84[j]	25.91±1.11[e]	9
958.97±0.45[e]	32.70±0.81[b]	22	387.35±0.34[g]	32.80±1.24[c]	10
1011.10±0.74[d]	33.53±1.39[b]	23	371.63±1.25[h]	29.62±1.23[d]	11
952.20±1.41[f]	25.91±1.41[c]	24	407.97±0.65[f]	35.38±1.08[b]	12
876.74±244.11	23.77±8.07	Mean±Sd	396.38±60.02	24.62±7.86	Mean±Sd
1.503	1.665	L.S.D	1.805	2.032	L.S.D

*تشير الاحرف المختلفة ضمن العمود الواحد إلى الفروق المعنوية بين العينات ($p<0.05$).

كما وجودت فروق معنوية ($P<0.05$) في محتوى نوعي العسل من الفلافونيدات الكلية (يانسون وحمضيات) كما هو مبين في الجدول (5)، ويعود ذلك إلى اختلاف المصدر النباتي للرحيق، واشار (Santana et al, 2014) إلى أن العسل الفاتح اللون (حمضيات) يحتوي على كمية أعلى من الفلافونيدات الكلية مقارنة بالعسل الداكن (يانسون)، بعكس المحتوى من الفينولات الكلية التي تكون في الأخير أعلى. وكانت علاقة ارتباط الـ DPPH مع الفلافونيدات الكلية إيجابية ($p<0.01$) لنوعي العسل إذ كانت قيمة معامل الارتباط لعسل اليانسون ($R=0.520$) و($R=0.666$) لعسل الحمضيات.

اتفقت نتائج المحتوى من الفلافونيدات الكلية لنوعي العسل المدروسين مع نتائج كلا من العسل التركي والعسل التشيكي حيث تراوحت كمية الفلافونيدات الكلية بين (4.80 و54.78 مغ كويرسيتين /100غ) في الأول وتراوحت بين (10.61 و40.02 مغ كويرسيتين/100غ) في الأخير (Özkök et al, 2010 ; Halouzka et al, 2016). وكانت النتائج المتحصل عليها أعلى مما وجد في العسل البرتغالي (1.93 و21.16 مغ كويرسيتين/100غ) (Aazza et al, 2013). والبرازيلي (1.99 و11.86 مغ كويرسيتين /100غ) (Santana et al, 2014).

المحتوى من البرولين:

يُعد البرولين الحمض الأميني السائد (50-85%) في العسل، ويعتبر أحد مؤشرات الجودة كونه يعبر عن مدى نضج العسل وفي بعض الحالات يستخدم كمؤشر لاكتشاف غش العسل بالمحاليل السكرية، ويمكن استخدامه لتوصيف العسل بناء على المصدر الزهري للرحيق (Meda et al, 2005 ; Bogdanov, 2017).

تظهر النتائج المدرجة في الجدول (3) أن المحتوى من البرولين في عسل اليانسون قد تراوح بين (491.15 و1228.20) وبمتوسط عام (876.74 مغ/كغ)، في حين تراوح محتوى عسل الحمضيات من البرولين بين (294.15 و484.24) وبمتوسط عام (396.38 مغ/كغ). وعلى الرغم من وجود تفاوت كبير في محتوى عينات العسل المدروسة من البرولين إلا انها ذات محتوى مرتفع مما يؤكد نقاء العسل واكتمال نضجه عند القطف (Khalil et al, 2012). كما لوحظ وجود فروق معنوية ($P<0.05$) بين عينات عسل الحمضيات وكذلك بين عينات عسل اليانسون، ويعود ذلك إلى اختلاف الموقع الجغرافي ومصدر الرحيق وكمية حبوب اللقاح في العسل، والوقت الذي يستغرقه النحل لتحويل الرحيق إلى عسل، لأن معظم البرولين مصدره إفرازات النحل، وما تبقى يعود إلى المصدر النباتي للرحيق (Czipa et al, 2012 ; Keckes et al, 2013).

وعند مقارنة النتائج المدرجة في الجدول (5) تبين وجود فروق معنوية ($P<0.05$) في المحتوى من البرولين لنوعي العسل (يانسون وحمضيات) مع تفوق عسل اليانسون، وذلك لان المحتوى من البرولين يختلف حسب نوع العسل ومصدره الزهري. ومن المعروف منذ فترة طويلة أن معظم البرولين في العسل مشتق من النحلة نفسها، ولكن من الصعب تفسير سبب وجود مثل هذا الاختلافات في محتوى العسل من البرولين (Marcucci et al, 2019).

توافقت نتائج المحتوى من البرولين مع نتائج كلا من العسل البوركيني (300 و1258 مغ/كغ) (Meda et al, 2005). والعسل الهنغاري (252 و2283 مغ/كغ) وعزا الباحث التفاوت في محتوى عينات العسل من البرولين إلى اختلاف مصدر الرحيق وكمية حبوب اللقاح (Czipa et al, 2012). وكانت النتائج اقل مما وجد في العسل الجزائري إذ تراوح المحتوى من البرولين في الدراسة التي أجراها (Khalil et al, 2012) بين (1692 و2712 مع/كغ) ويرى الباحث أن نسبة البرولين المرتفعة تشير إلى انخفاض احتمال غش العسل بإضافة المحاليل السكرية.

وعلى الرغم من أهمية البرولين كمؤشر جودة دال على اكتمال نضج العسل عند القطف، وعمر وظروف تخزين العسل وكشف غشه بالمحاليل السكرية، إلا أن المواصفات العالمية والعربية لم تدرجه ضمن الاختبارات الروتينية لجودة العسل. ومع ذلك حددت الجمعية العالمية للعسل (IHC, 2009) الحد الادنى لمحتوى العسل الطبيعي من البرولين بـ (180 مغ/كغ)، وهي قيمة مقبولة في مختبرات مراقبة جودة العسل.

نشاط إنزيم الدياستاز:

يُعد إنزيم الدياستاز(Diastase) من أهم مؤشرات الجودة للعسل حيث يستخدم كمؤشر على تعرض العسل للمعاملة الحرارية (البسترة) القاسية أو ظروف التخزين السيئة، لأن نشاط الإنزيم ينخفض أثناء التخزين أو عندما يتعرض العسل لدرجة حرارة فوق (60°م). وايضاً ينخفض نشاط الإنزيم في العسل الناتج عن تغذية النحل على المحاليل السكرية، مما يجعله مؤشراً على غش العسل بالمحاليل السكرية كما أن المصدر الرئيسي له هو النحل وإن كان هناك جزء يأتي من غبار الطلع (Yücel and Sultanoglu, 2013 ; De Silva et al, 2016).

تراوحت قيم نشاط إنزيم الدياستاز في عسل اليانسون بين (19.96 و38.08) وبمتوسط عام (32.38 غوث)، في حين كانت قيمة نشاط إنزيم الدياستاز في عسل الحمضيات اقل من ذلك، والتي تراوحت بين (9.35 و15.67)، وبمتوسط عام (12.51 غوث)، كما هو مبين في الجدول (4). ويدل النشاط الإنزيم المرتفع في عينات العسل المدروسة على طزاجة ونقاء العسل وعدم بسترته (Yücel and Sultanoglu, 2013).

وكانت نتائج نشاط إنزيم الدياستاز في نوعي العسل مطابقة للمواصفات القياسية السورية (رقم1987/412م) ومواصفات الـ Codex (2001) والتان حددتا الحد الأدنى لنشاط إنزيم الدياستاز في العسل الطبيعي بـ (8 غوث) و(3 غوث) لعسل الحمضيات وبعض الأنواع الأخرى من العسل ذات النشاط الإنزيمي المنخفض. وتجدر الإشارة إلى أن عسل الحمضيات يعتبر من الاعسال ذات النشاط الإنزيمي المنخفض بشكل طبيعي وهوا مستثنى في المواصفات القياسية العالمية (Codex، 2001).

الجدول (4): نشاط إنزيم الدياستاز والمحتوى من HMF لعسل اليانسون والحمضيات.

عسل الحمضيات			عسل اليانسون		
رقم العينة	الدياستاز (غوث)	HMF (مغ/كغ)	رقم العينة	الدياستاز (غوث)	HMF (مغ/كغ)
1	12.01 ± 0.89^{de}	3.29 ± 0.15^{a}	13	36.61 ± 0.63^{bc}	6.68 ± 0.76^{h}
2	14.29 ± 0.67^{b}	1.49 ± 0.15^{f}	14	33.30 ± 0.52^{e}	5.68 ± 0.39^{i}
3	11.44 ± 0.65^{ef}	2.24 ± 0.15^{d}	15	38.08 ± 0.46^{a}	8.03 ± 0.82^{fg}

عسل اليانسون			عسل الحمضيات		
19.60±0.74[a]	19.96±1.04[i]	16	2.54±0.15[bc]	11.69±0.76[def]	4
12.67±0.70[b]	32.70±0.91[ef]	17	2.69±0.15[b]	13.90±0.94[bc]	5
9.97±0.61[cd]	27.08±0.84[h]	18	1.94±0.15[e]	15.67±0.58[a]	6
10.67±0.48[c]	29.11±1.06[g]	19	0.79±0.08[g]	9.95±0.82[gh]	7
7.78±0.30[g]	34.91±0.30[d]	20	2.24±0.15[d]	9.35±0.88[h]	8
11.97±0.15[b]	32.26±0.59[ef]	21	2.74±0.08[b]	12.70±0.72[cd]	9
8.83±0.15[ef]	31.92±0.53[f]	22	1.89±0.08[e]	14.19±0.57[b]	10
9.72±0.39[de]	37.09±0.71[ab]	23	2.39±0.15[cd]	10.71±0.82[fg]	11
9.77±0.52[cd]	35.56±0.73[cd]	24	0.59±0.15[g]	14.20±0.40[b]	12
10.11±3.53	32.38±4.96	Mean±Sd	2.06±0.77	12.51±2.0	Mean±Sd
0.931	1.235	L.S.D	0.230	1.257	L.S.D

*تشير الاحرف المختلفة ضمن العمود الواحد إلى الفروق المعنوية بين العينات ($p<0.05$).

تبين من التحليل الإحصائي الجدول (4 و5) وجود فروق معنويه ($P<0.05$) في نشاط إنزيم الدياستاز بين عينات نوع العسل الواحد وكذلك بين نوعي العسل (يانسون وحمضيات) ويعود ذلك إلى اختلاف الموقع الجغرافي، ونوع المرعى، وعمر النحل، وموعد جمع الرحيق وكميته ومحتواه من السكريات، فكلما زاد محتوى الرحيق من السكريات قل نشاط إنزيم الدياستاز (Ahmed et al, 2014 ; Da Silva et al, 2016).

كانت نتائج نشاط إنزيم الدياستاز في نوعي العسل المدروسين متوافقة مع ما وجد (Silva et al, 2009) في دراسته حول العسل البرتغالي والتي تراوحت بين (3 و38 غوث) وعزا الباحث انخفاض نشاط الإنزيم في بعض العينات إلى المعاملة الحرارية وظروف التخزين غير المناسبة قبل إجراء التحليل. وتوافقت أيضاً مع نتائج العسل السعودي والذي تراوحت فيه قيمة نشاط إنزيم الدياستاز بين (6.8 و37.0 غوث) (Abu-Tarboush et al, 2009).

محتوى العسل من هيدروكسي ميثيل فورفورال (HMF):

يُعد تقدير محتوى العسل من 5-هيدروكسي ميثيل فورفورال (HMF) مؤشراً مهماً لتقييم طزاجة العسل وجودته أو كشف غشه بالسكر المحول، ولا يتواجد في العسل الطازج الا بنسبة بسيطة اقل من 15 مع/كغ وخصوصاً في المناطق الحارة، وتزداد كميته مع زيادة فترة التخزين وذلك بالاعتماد على درجة الحرارة والـ pH، أو عند تعرض العسل للمعاملة الحرارية القاسية (Bath and Sungh, 2000 ; Bogdanov, 2017).

تُظهر النتائج المُبينة في الجدول (4) أن محتوى عسل اليانسون من الـ HMFقد تراوح بين (5.68 و19.6) وبمتوسط عام (10.11 مغ/كغ) وكانت قيم الـHMF في عسل اليانسون أعلى منها في عسل الحمضيات، إذ تراوح محتوى عسل الحمضيات من الـ HMFبين (0.590 و 3.29) وبمتوسط عام (2.06 مغ/كغ). وتشير نتائج التحليل الإحصائي الجدول (4) و(5) إلى وجود فروق معنوية ($p<0.05$) بين عينات نوع العسل الواحد، وكذلك بين نوعي العسل، ويعود الاختلاف بين نوع العسل الواحد، إلى اختلاف درجة الـ pH وكمية الحموضة الكلية، بالإضافة لاختلاف العوامل البيئية في المواقع التي جمعت منها العينات وفترة التخزين قبل إجراء التحليل (Marcucci et al, 2019). اما الاختلافات بين نوعي العسل فتعود إلى اختلاف التركيب الكيميائي للعسل. ومن المعروف أن عسل الحمضيات من الاعسال ذات النشاط الإنزيمي المنخفض بشكل طبيعي ومع ذلك فمن الضروري أن يكون العسل ذو

النشاط الإنزيمي المنخفض ذو محتوى منخفض ايضاً من HMF (اقل من 15 مغ/كغ) وذلك لإثبات أن العسل لم يخضع للمعالجة الحرارية أو التخزين لفترة طويلة (Yücel and Sultanoglu, 2013; Abu-Tarboush et al, 2009).

كانت نتائج المحتوى من الـ HMFفي نوعي العسل مطابقة للمواصفات القياسية السورية (رقم 1987/412م) ومواصفات الـ Codex (2001) والتان حددتا الحد الأعلى لمحتوى العسل الطبيعي من الـHMF بـ (40 مغ/كغ) و(15 مغ/كغ) لعسل الحمضيات وبعض أنواع العسل الأخرى ذات الحموضة المرتفعة. اقتربت نتائج المحتوى من الـ HMF في نوعي العسل المدروسين من نتائج العسل البرازيلي والتي تراوحت بين (4.09 و46.35 مغ/كغ) (Marcucci et al, 2019). وكانت النتائج اقل مما وجدتا (الدياب وجركس، 2015) في دراستهما حول بعض أنوع العسل السوري المجموع من الأسواق المحلية والتي تراوح المحتوى من الـ HMF فيها بين (25 و41.1 مغ/كغ) وعُزيت التباينات بين العينات إلى اختلاف أنواع العسل والتركيب الكيميائي لهذه الأنواع وعمر العسل قبل التحليل.

جدول (5) مقارنة بين عسل اليانسون والحمضيات من حيث المؤشرات المدروسة.

المؤشر المدروس	عسل اليانسون	عسل الحمضيات	L.S.D
% DPPH	45.58±4.47[a]	24.05±5.50[b]	2.359
الفينولات الكلية مغ حمض غاليك/100غ	98.29±21.68[a]	±6.65[b]37.14	7.540
الفلافونيدات الكلية مغ كويرسيتين/100غ	23.77±8.07[b]	24.62±7.86[a]	3.742
البرولين (مغ/كغ)	876.74 ± 24[a]	396.38±60[b]	83.70
الدياستاز (غوث)	32.38±4.96[a]	12.51± 2.0[b]	1.781
HMF مغ/كغ	10.11±3.53[a]	2.06±0.77[b]	1.204

*تشير الاحرف المختلفة ضمن الصف الواحد إلى الفروق المعنوية بين نوعي العسل ($p<0.05$).

الاستنتاجات:

- أظهرت نتائج الدراسة الحالية تفوق عسل اليانسون مقارنة بعسل الحمضيات من حيث المحتوى من النشاط المضاد للأكسدة والفينولات الكلية، في حين كانت كمية الفلافونيدات الكلية في عسل الحمضيات أعلى من عسل اليانسون.
- تميز عسل الحمضيات بانخفاض محتواه من الـ HMF مقارنة بعينات عسل اليانسون في حين كان نشاط إنزيم الدياستاز والمحتوى من البرولين أعلى في عسل اليانسون.
- أظهرت الدراسة الإحصائية وجود فروق معنوية ($p<0.05$) في كافة المؤشرات المدروسة بين عينات نوع العسل الواحد وكذلك بين نوعي العسل المجموعين من مواقع مختلفة. مما يدل على تأثير الموقع الجغرافي على التركيب الكيميائي للعسل، نتيجة لاختلاف العوامل البيئية في تلك المواقع، واختلاف المرعى وكذلك احتمال وجود أزهار نباتات اخرى يزورها النحل إلى جانب ازهار المصدر الرئيس للرحيق.
- وجودت علاقة ارتباط إيجابية قوية ومعنوية بين النشاط المضاد للأكسدة والمحتوى من الفينولات والفلافونيدات الكلية في نوعي العسل.

التوصيات والمقترحات.

- التوسع في دراسة الخصائص الكيميائية والفيزيائية والمجهرية لأهم أنواع العسل السوري وحيدة المصدر الزهري، وزيادة عدد العينات المدروسة من كل نوع وتمثيل كافة المواقع المنتجة لتلك الأنواع من الأعسال.

- دراسة تأثير التخزين على أهم مؤشرات الجودة في أكثر أنواع عسل النحل السوري انتشاراً.
- دراسة محتوى أهم أنواع عسل النحل السوري من البرولين.
- إجراء دراسة حول محتوى العسل السوري من الملوثات المعدنية والمبيدات الزراعية خصوصاً خلال فترة الحرب كون العسل يعد مؤشراً على مدى التلوث البيئي في منطقة الدراسة.
- ينصح المستهلك بتناول الاعسال الداكنة اللون وذلك لكونها أغنى بالمركبات الفعالة حيوياً.

قائمة المراجع.

أولاً- المراجع بالعربية:

- الخيرات، آلاء. (2015). النشاط المضاد للأكسدة في بعض أنواع عسل النحل السوري. رسالة ماجستير، قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، ص.1-98.
- الدياب، ديمة، وجركس، بشرى. (2015). مراقبة سويات هيدروكسي ميتيل فورفورال في العسل المتوفر في محافظة اللاذقية. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية، المجلد (37) العدد (2).
- ربيعي، عبد الكريم. (2016). تقدير المحتوى الفينولي والفعالية المضادة للأكسدة لمنتجات النحل في الجزائر بالطرق الكهروكيميائية. رسالة دكتوراه، قسم الكيمياء، كلية الرياضيات وعلوم المادة، جامعة قصدي مرباح، الجزائر، ص 1-233.
- العريفي، ابراهيم. (2017). أطلس العسل. مكتبة الملك فهد الوطنية، الرياض، المملكة العربية السعودية. ص84.
- قره بت، فرانسوا، وداغستاني، منال. (2015). توصيف كيميائي فيزيائي لعينات من العسل السوري من أربع فصائل نباتية مختلفة ودراسة خواصها المضادة للتأكسد. المجلة العربية للعلوم الصيدلية، (5) 2، ص. 97-108.
- المواصفة القياسية السورية رقم 412 لعام (1987) لتحديد خصائص الجودة في أنواع العسل السوري، هيئة المواصفات والمقاييس السورية.

ثانياً- المراجع بالإنجليزية:

- Aazza, A, Lyoussi, B, Antunes, and Miguel, M.G. (2013). Physicochemical Characterization and Antioxidant Activity of Commercial Portuguese Honeys. Journal of Food Science, Vol. 78, Nr. 8, 1159-1165.
- Abu-Tarboush, H.M, Al-Kahtani, H.A, and El-Sarrag, M.S.A (1993).Floral-Type Identification and Quality Evaluation of Some Honey Types. Food Chemistry. 46, 13–17.
- Ahmed, M, Djebli, N, Aissat, S, Khiati, B, Meslem, A, and Bacha, S (2014). In vitro activity of natural honey alone and in combination with curcuma starch against Rhodotorula mucilaginosa in correlation with bioactive compounds and diastase activity. Asian Pac. J. Trop. Biomed. 3(10), 816-21.
- Al-Jouri, E, Daher-Hjaij, N, Alkattea R, Mahmoud, K. A, and Saffan, M. (2017) Evaluation of Changes in some Physical and Chemical Properties of Syrian Honey, Affecting Honey Crystallization due to the Different Geographical Sites. Biological Forum – An International Journal, 9(2), 185-193.
- AOAC (2005) Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists.18th ed.Arlington, USA.

- Bath, P. K, and Singh, N. (2000) research note chemical changes in Helianthus annus and Eucalyptus lanceolatus honey during storage. Journal of Food Quality. 23(4) :443–451.
- Bertoncelj, J, Dobersek, U, Jamnik, M, and Golob, T.(2007). Evaluation of the Phenolic Content, Antioxidant Activity and Colour of Slovenian Honey. Food Chem, 105, 822–828. DOI: 10.1016/j.foodchem.2007.01.060.
- Birben, E, Sahiner, U. M, Sackesen, C, Erzurum, S, and Kalayci, O. (2012). Oxidative Stress and Antioxidant Defense. The World Allergy Organization journal, 5 (1), 9.
- Bogdanov, S. (2017). Book of honey: Honeys Types, Bee product science. Chapter 5. www.bee-hexagon.net.
- Codex Alimentarius Commission. (2001). Revised standards for honey. Codex Standard 12-1981. Rev 1 (1987), Rev 2 (2001), Rome.p.1-8
- Czipa, N.(2010) Comparative study of honeys with different origin, the effect of production-forming on the quality. Ph.D, thesis.University of Debrecen. Plant Production, Horticulture and Food Sciences.
- Czipa, N, Borbély, M, and GYŐRI, Z. (2012). Proline Content of Different Honey Types. Acta Alimentaria, 41 (1), 26–32.
- Da Silva, P. M, Gauche, C, Gonzaga, L. V, Costa, A. C, and FetT, R.(2016). Honey: Chemical composition, stability and authenticity. Food Chemistry, 196, 309–323.
- Ferreira, I. C, Aires, E, Barreira, J. C, and Estevinho, L. M. (2009) Antioxidant activity of Portuguese honey samples: Different contributions of the entire honey and phenolic extract. Food Chemistry, 114, 1438-1443. http://dx.doi.org/10.1016/j. foodchem.2008.11.028.
- Gheldof, N, Wang, X. H, and Engeseth, N. J. (2002). Identification and quantification of antioxidant components of honeys from various floral sources. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50, 5870–5877.
- Halouzka, R, Tarkowski, P. and Ćavar Zeljković, S.(2016) Characterisation of phenolics and other quality parameters of different types of honey. Czech J. Food Sci, 34, 244–253.
- IHC. (2009). Harmonized methods of the International Honey Commission. Swiss Bee Research Centre, FAM, Liebefeld, Switzerland, 1 – 62. http://www.beehexagon.net/en/network.htm
- Keckes, J, Trifkovic, J, Andric, F, Jovetic, M, Tesic Z, and Milojkovic-Opsenica, D. (2013). Amino acids profile of serbian unifloral honeys. J. Sci. Food Agric.93, 3368–3376.
- Khalil, M I, Moniruzzaman, M, Boukraâ, L, Benhanifia, M, Islam, M, Islam, N, Sulaiman, A, and GAN, S. (2012). Physicochemical and antioxidant properties of Algerian honey. Molecules, 17(9), 11199–11215.
- Marcucci, M. C, Toledo, D. B, Sawaya, A. C, Lopez, B, Gonçalves, I. D, Camargo, T. C, and Gonçalves, C. P. (2019). Quality control parameters, antioxidant activity and chemometrics of Brazilian honey. Electronic, J Biol, 15(1)10-19.

- Meda A, Lamien C E, Romito M, Millogo. J, and Nacoulma, O. G.(2005). Determination of total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity. Food Chemistry, 91, 571-577.
- Moniruzzaman, M, Yung, C, Rao, P.V, Hawlader, M. N. S, Azlan, A. M, and Gan, S, H. (2014). Identification of Phenolic acids and Flavonoids in Monofloral Honey from Bangladesh by High Performance Liquid Chromatography: Determination of Antioxidant Capacity. Biomed Research International, 1, 11..Http://Dx.Doi.Org/10.1155/2014/737490.
- Özkök, A, Darcy, B, and Sorkun, K. (2010) Total Phenolic Acid and Total Flavonoid Content of Turkish Pine Honeydew Honey. Journal of ApiProduct and ApiMedical Science. 2 (2): 65 –71.
- Pontis, J. A, Da Costa, L. A. M, Da Silva, S.J, and Flach, A. (2014). Color, phenolic and flavonoid content, and antioxidant activity of honey from Roraima, Brazil. Food Sci. Technol, Campinas, 34(1): 69-73.
- Predescu, C, Papuc, C, and Nicorescu, V. (2017) Antioxidant Activity of Sunflower and Meadow Honey. Scientific Works j. Vol, LX(1)1-6
- Reshma, M. V, Shyma, S, George, T. M, Rishin, A. V, Ravi, K. C, and Shilu, L. (2016). Study on the physicochemical parameters, phenolic profile and antioxidant properties of Indian honey samples from extra floral sources and multi floral sources. International Food Research J, 23(5), 2021-2028.
- Roshan, A.R, Gad, H.A, El-Ahmady, S.H, Abou-Shoer, M.I, Khanbash, M.S, and Al-Azizi, M.M.(2017).Characterization and discrimination of the floral origin of sidr honey by physicochemical data combined with multivariate analysis. Food Anal. Methods, 10, 137–146.
- Santana, L.D, Ferreira, A.B, Lorenzon, M.C.A, Berbara, R.L, and Castro, R.N. (2014). Correlation of total phenolic and flavonoid contents of Brazilian honeys with color and antioxidant capacity. Int. J. Food Prop. 17, 65-76.
- Silva, L.R, Videira, R, Monteiro, A.P, Valentã£O, P, and Andrade. P. B.(2009). Honey From Luso Region (Portugal): Physicochemical Characteristics and Mineral Contents. Microchem. J, 93(1):73–77.
- Tomczyk, M, Tarapatskyy, M, and Dzugan, M. (2019). The influence of geographical origin on honey composition studied by Polish and Slovak honeys. Czech Journal of Food Sciences. 37. 232-238.
- Watanabe, R, Nakamura. H, Masutani. H, and Yodoi. J. (2010). Antioxidative, anti-cancer and anti-inflammatory actions by thioredoxin 1 and thioredoxin-binding protein-2. Pharmacol. Ther. J, 127: 261-270.
- Yücel, Y, Sultanoglu, P. (2013). Characterization of honeys from Hatay Region by their physicochemical properties combined with chemometrics. Food Biosci. 1, 16-25.