تقييم دور خلاصة مجموعة من النباتات الطبية مع العسل وفيتامين ب (مكمل إنرجي فورت) في تحسين بعض الاستجابات الفيزيولوجية عند الخيول العربية الأصيلة قبل وبعد السباق (الجزء الأول)

*د. عبد الملك فواز كرزون **أ.د. أسعد العبد ***د. سلوى الدبس

(الإيداع: 15 آذار 2023 ، القبول: 24 آيار 2023)

الملخص:

أُجريَّ هذا البحثِ لدراسةِ الاستجابات الفيزيولوجية في الخيول العربية الأصيلة من خلالِ معرفة التغيرات البيوكيميائية في مستوى الغلوكوز واللاكتات قبل وبعد سباق 1600 متر ومعرفة تأثير الخلاصات الطبية لنباتات الجينسنغ والأملج والقسط الهندي والقولنجان وبذور الكرفس والخردل بالإضافة إلى مجموعة فيتامين ب والعسل الموجودة ضمن مُستحضر أو مُكمِل إنرجي فورت في تحسين الاستجابات الفيزيولوجية والتخفيف من بعض آثارِ التَعب العضلي بعد السباق.

وُزعتْ الخيول إلى خمسة مجموعات، ضمت كل مجموعة ستة خيول بأوزان متقاربة وفق التالي:

- **المجموعة الأولى (G1): مجموعة الشاهد الطبيعي** تُركت الخيولُ دونَ إجراء أي سباق أو تمرين رياضي، لمعرفةِ القيم الطبيعيةِ للمتغيرات الفيزيولوجية المدروسة (الغلوكوز، اللاكتات)، واعتُبرت على أنها مجموعة شاهد سلبي.
- **المجموعة الثانية (G2):** خَضَعتْ الخيول لسباق سرعة بمسافة (1600) متر، ثم جُمعتْ منها عينات الدم بعد السباق مباشرةً، حيث اعتُبرتْ هذه المجموعة شاهد إيجابي للمجموعة الثالثة.
- **المجموعة الثالثة (G3):** أُعطيتْ الخيولُ في هذه المجموعة مكمل إنرجي فورت بجرعة مقدارها 2 مل/100 كغ وزن حي قبل سباق 1600 متر مباشرةً، ثم جُمعت منها عينات الدم بعد السباق مباشرةً.
- **المجموعة الرابعة (G4):** خَضَعتْ الخيولُ لسباق سرعة بمسافة (1600) متر، ثم جُمعت منها عينات الدم بعد السباق مباشرةً، حيث أُعتبرت هذه المجموعة شاهد إيجابي للمجموعة الخامسة.
- **المجموعة الخامسة (G5):** خَضَعت الخيول في هذه المجموعة لسباق سرعة مسافة (1600) متر، ثم أُعطيت مُكمِلُ إنرجي فورت بجرعة مقدارها 2 مل/100 كغ وزن حي بعد السباق مباشرةً، وبعَدَ نصف ساعةً من إعطاء المُكمل جُمِعَتْ عينات الدم من هذه المجموعة.

تمَّ الحصول على جميع العينات الدموية من الوريد الوداجي.

حدوثَ تغيراتٍ حقيقيةٍ في الاستجابات الفيزيولوجية تمثلت بحدوثِ ارتفاع معنوي ($P\leq0.0001$) في متوسطات تركيز اللاكتات والغلوكوز بعد السباق في مجموعات الشاهد الإيجابي **(G4-G2)** عندَ مقارنتهما مع مجموعة الشاهد الطبيعي **(G1)**، وحدوثِ انخفاض معنوي ($P\leq0.0001$) في متوسطات تركيز اللاكتات والغلوكوز بعدَ السباق في مجموعات السباق **(G5-G3)** المعطاة مُكمِل إنرجي فورت قبل وبعدَ السباق عندَ مقارنتهما مع مجموعة الشاهد الإيجابي **(G2-G4)**.

الكلمات المفتاحية: الاستجابات الفيزيولوجية، الغلوكوز، اللاكتات، الحماض، التكيفات الفيزيولوجية، اللياقة البدنية، الخيول العربية الاصيلة.

*طالب دراسات عليا (دكتوراه)-اختصاص الفيزيولوجيا – قسم وظائف الأعضاء-كلية الطب البيطري-جامعة حماة.

** أستاذ دكتور الفيزيولوجيا المرضية -قسم وظائف الأعضاء-كلية الطب البيطري- جامعة حماة.

*** دكتورة الأدوية والسموم -قسم وظائف الأعضاء-كلية الطب البيطري- جامعة حماة.

Evaluation of the Role of some Medicinal Plants Extract with Honey and Vitamin B (Energy Fort Supplement) In Improving some Physiological Responses of Purebred Arabian Horses Before and After the Race (First Part)

*Dr. Abdul malek karzoun ** Prof. Dr. Asad alabed ***Dr. Salwa al debs

(Received: 15 March 2023 , Accepted: 24 May 2023)

Abstract:

This research was conducted to study the physiological responses in purebred Arabian horses by knowing the biochemical changes in the level of glucose and lactate before and after the 1600-meter race and knowing the effect of medicinal extracts of *Ginseng, Phyllanthus, Saussurea Costus, Alpinia, Celery and Mustard Seeds*, in addition to the vitamin B group and honey included in the Energy Fort preparation, in improving of Physiological responses and alleviation of some of the effects of post-race muscle fatigue.

The horses were distributed into five groups, each group included six horses with similar weights according to the following:

-***The First Group (G1):*** **the normal control group**. The horses were left without any race or exercise, to know the normal values of the studied variables (Glucose, Lactate).

-***The Second Group (G2):*** The horses underwent a 1,600-meter gallop, then blood samples were collected from them immediately after the race, as this group was considered a positive control for **The Third Group**.

-***The Third Group (G3):*** The horses in this group were given an Energy Fort supplement at a dose of 2 ml / 100 kg of body weight immediately before the 1600-meter race, and then blood samples were collected from them immediately after the race.

-***The Fourth Group (G4):*** The horses underwent a 1,600-meter gallop, then blood samples were collected from them immediately after the race, as this group was considered a positive control for **The Fifth Group**.

-***The Fifth Group (G5):*** The horses in this group underwent a 1,600-meter gallop, then were given Energy Fort supplement at a dose of 2 ml/100 kg body weight immediately after the race, and half an hour after giving the supplement, blood samples were collected from this group.

All blood samples were obtained from the Jugular Vein.

The results showed that real changes occurred in the physiological responses, represented by a significant increase in the average concentrations of Lactate and Glucose after the race in the positive control groups (G4-G2) when compared with the group of the normal control (G1), and a significant decrease in the average concentrations of lactate and glucose after the race in the groups Race (G5-G3) given Energy Fort supplement before and after race when compared with a positive control group (G2-G4)

Keywords: Physiological Responses, Glucose, Lactate, Acidosis, Physiological Adaptations, Physical Fitness, Purebred Arabian Horses.

-*Postgraduate student (doctorate) - physiology- Department of Physiology - Faculty of Veterinary Medicine - Hama University.

**Professor of physiology - Department of Physiology - Faculty of Veterinary Medicine - Hama University.

*** Doctor of Pharmacology and Toxicology - Department of Physiology - Faculty of Veterinary Medicine - University of Hama

1- المقدمة Introduction:

تُعَد الخيول العربية الأصيلة Purebred Arabian Horses واحدةً من أقدمِ السلالات في العالم والتي لها الدور الكبير في تطويرِ سلالاتٍ جديدةٍ من الخيول في العصر الحديث (Cosgrove et al., 2020) ومن المعروف أن الخيولَ العربيةَ من أجملِ سلالات الخيول في العالم قاطبةً، حيثُ تمتاز بتوازنها وتناسقُ حركتها وكتلتُها العضلية ومظهرُها الأنيق، ولجمالِها ورشاقتِها وألوانِها الساحرة مراتب عديدة جعلت لها أسماء وأنسابٍ مختلفة (Fontanel et al., 2020). وتحتلُ الخيولَ العربيةَ الأصيلةَ المرتبة الأولى عالمياً في سباقات التحمل (Witkowska-Piłaszewicz et al., 2021)، في حين تحتلُ المرتبة الثانية عالمياً في سباقات السرعة بعدَ خيول ثوروبريد Thoroughbred وستاندربريد Standardbreds المهجنة من خيول عربية بالأصل (Fontanel et al., 2020; ARO.2023)، وقد استُخدمتْ الخيولُ العربية تاريخياً لتحسينِ مجموعةٍ من الصفاتِ في سلالات الخيول الأخرى وذلك لامتلاكِها خصائص وصفات فيزيولوجية فريدة جعلتها في المراتب الأولى عالمياً (Önder et al., 2022).

يبلغُ متوسطَ سرعةِ خيول السباق 17 متر/ ثانية أثناء السباقات (Mercier and Aftalion., 2020)، ويطلبُ من الخيولِ الحفاظَ على هذه السرعة لأكثر من دقيقتين في السباقات العالمية مثل كنتاكي ديربي Kentucky Derby أو إبسوم ديربي Epsom Derby وغيرها (Gardner, 2016) مثل هذه التمارين عالية الكثافة والتي تسمى بسباقات السرعة يمكن أن تسبب التعب، مما يؤدي إلى عدم قدرة الخيول على الحفاظ على سرعتِها في الجزءِ الأخيرِ من السباقات (Takahashi et al., 2021)، حيث تُعدُ مشكلةَ التعبِ العضليِ من أهمِ المشاكلِ التي تواجه الخيول الرياضية خلال موسم السباق (مرحلة التدريب) وأثناء وبعد السباق (Witkowska-Piłaszewicz., 2021; Takahashi et al., 2020) والناتج عن استجابات فيزيولوجية معقدة والتي لها أسباب كثيرة أهمُها عدم وصول الخيول إلى مرحلةِ التكيفِ الفيزيولوجي أثناء مرحلة التدريب و تحميلُ الخيول أقصى من قدرتِهم القصوى أثناء السباق وفي الغالبِ تُؤدي هذه الاستجابات والتغيرات إلى نشوءِ العديدِ من الاضطرابات والأمراضِ نتيجة تراكم الجذور الحرة وحدوث الحماض الاستقلابي وغيرها من الاضطرابات الأخرى، وفي بعض الأحيان تؤدي إلى الموت (Arfuso et al.,2022).

وبشكلٍ عام أظهرتْ الدراسات التي أُجريتْ على خيولِ السباق التي تُمارسُ نشاطاً بدنياً عالي الكثافة سواءً في التدريب الذي يُحاكي السباقَ أثناء موسم السباق أو في سباق 1600 متر حدوث تغيرات في الاستجابات الفيزيولوجية تمثلتْ بحدوثِ تغيرات بيوكيميائية وحدوث ارتفاع معنوي في مستوى الغلوكوز واللاكتات والأنزيمات التي تدل على التعب والضرر العضلي مثل انزيم اللاكتات ديهيدروجيناز Lactate Dehydrogenase (LDH) وأنزيم الكرياتيتن كاينار Creatine Kinase (CK) وأنزيمات وظائف الكبد مثل الآلانين أمينو ترانسفيراز Alanine Aminotransferase (ALT) والأسبارتات أمينو ترانسفيراز Aspartate Aminotransferase (AST) وتغيرات معنوية في مستويات الشوارد والبروتينات والدهون (Wang et al., 2023; Zuluaga Cabrera et al., 2022; Bos et al., 2018; Muñoz et al., 2002; Kedzierski et al., 2006)، وقد يمنحنا فهمَ آثارَ التعبَ رؤى حولَ كيفية تكيفِ الخيول مع ظروف التعب ويساعدُ في تقييمِ التغيرات في شكل الاستجابات الفيزيولوجية للخيول مع التعب (Takahashi et al., 2021).

وقدَ اقترحَ العديدَ من الباحثين طرقاً لتحسينِ الاستجابات الفيزيولوجية والتخفيف من أثارِ التعبِ العضلي وكذلك التخفيف من وَطْئهِ -كونهما المعوقَان الرئيسيَان للإنجازِ الرياضي وحدوث الاضطرابات والأمراض- والوصول إلى مرحلة التكيفات الفيزيولوجية عندَ الخيول قبل السباق (فترة التدريب)، واثناء السباق، وبعد السباق (فترة الاستشفاء)، وكذلك زيادة القوة العضلية في الاندفاع، وزيادة قوة التحمل من خلال تأمين مصادر إضافية طبيعية للطاقة أثناء العديد من التمرينات الرياضية والسباقات

المختلفة، وذلك للوصول إلى أعلى كفاءة رياضية خلال السباقات المختلفة وبأقل تأثيرات جانبية على الخيول (Elghandou et al.,2018).

حيث أُستُخدمتْ المكملات الغذائية والعقاقير والمستحضرات الطبية والخلاصات النباتية للمساعدةِ في الوقايةِ من آثار التعبِ ومن نقصِ الفيتامينات والمعادن والشوارد والاضطرابات العضلية بعد السباق وكذلك لتحسينِ الاستجابات الفيزيولوجية وتحسينُ الصحةِ العامةِ والأداءِ الرياضي (Murray et al., 2021). ومن الجدير بالذكر ان هناك طيف واسع جداً من المكملات الغذائية الخاصة بصحة الانسان والتي تعمل على موازنة النظامِ الغذائي والاستقلابي، وتحسينُ الأداءِ الرياضي والتخفيفُ من أثار التعبِ العضلي ومن المشكلات الصحية الأخرى، وبالمقابل فقد كان هناك كثافة في انتاج المكملات الصحية عند الخيول على مدارِ العشرين عاماً الماضية. وقد نتجَ عن ذلك مجموعةً هائلةً من المكملات المتاحةِ لأصحابِ الخيولِ (Murray et al., 2021). ومن هُنا نشأَتْ مساعدات أو مكملات الطاقة أو ما يسمى بأداةِ توليد الطاقة وهي أي تقنية تدريب، أو جهاز ميكانيكي، أو مُستحضَر أو ممارسة غذائية، أو طريقة دوائية، أو تقنية نفسية يمكنها تحسين القدرةِ في أداءِ التمرين أو تعزيز تكيفات التدريب الناتجة عن الاستجابات الفيزيولوجية وقد تساعدُ مكملات الطاقة في الإعدادِ للسباق، وتحسينُ كفاءَة الاستجابات الفيزيولوجية أثناء السباق، وتعزيز مرحلة الاستشفاء بعد السباق، أو المساعدة في الوقاية من الإصابات أثناء التدريب المكثف. على الرغم من أن هذا التعريف يَبدو واضحاً إلى حدٍ ما، إلا أن هناك جدلاً كبيراً بشأن القيمةِ المولدةِ للطاقة للمكملات الغذائية المختلفة، ولكن بشكل عام يُوجَد إجماع من قِبلِ الباحثين على أن المكملات مولدات للطاقة، إذْ أَظهرتْ الدراسات من قبل الباحثين أن المكملات تُعزز بشكلٍ كبيرٍ من أداءِ التمرينِ الذي يُحاكي السباقُ أو المهمة الرياضية بعد فتراتٍ مختلفةٍ من الإعطاء (على سبيل المثال، يُعززُ المُكملُ الزيادات في القوة القصوى وسرعة الجري و / أو العمل أثناء مهمة تمرين معينة). ومن ناحيةٍ أخرى قد يكون للمكملِ أيضاً قيمةَ مولدٍ لطاقةِ إذا كان يُعززُ بشكلٍ كبيرٍ من قدرةِ الرياضي على أداءِ مهمة تمرينٍ واحدٍ أو يُعززُ مرحلةُ الاستشفاء والتعافي من نوبةِ تمرينٍ واحدٍ (Kerksick et al., 2018).

وفي الآونةِ الأخيرةِ ظهرتْ المكملات متعددةُ النباتات الطبية عند الخيولِ والتي تحتوي على العديدِ من الخلاصات النباتية والمغذيات الدقيقة (الفيتامينات) (Cecchini et al., 2014; Grigore et al., 2022) وازدادتْ شعبيةُ فئةٍ جديدةٍ من المكملات النباتية وتسمى مكملات ما قبل السباق متعددة المكونات ويهدف تناول هذه المكملات قبل التمرين لتحسينِ الإداءِ الرياضِي أَثناء النشاط البدني وتحسينِ الاستجابات الفيزيولوجية أثناء موسم التدريب وبعد السباق حيث تحتوي عادةً على مزيج من المكونات مثل الكافيين والكرياتين والعديد من الخلاصات النباتية والفيتامينات (Harty et al. 2018). حيث يؤدي الجمع بين الخلاصات و الفيتامينات إلى إحداثِ تأثيرٍ تآزُرِي للموادِ الفعالةِ وتحسين أداء التمرين الشاق وتحسين ما يليه من استجابات وتكيفات (Jagim et al., 2019) ، وكذلك تقليلُ الآثارِ الضارةِ للإجهادِ التأكُسدي الناجم عن الجذور الحرة المتولدة أثناء السباق (Rossi et al., 2021;Smarsh et al. 2010).

كان هناك بعض الدراسات التي عملتْ على تقييمِ استخدام المكملات التجارية في الولايات المتحدة الأمريكية والمملكة المتحدة والتي تُشيرُ إلى الاستخدام الواسع النطاق للمكملات الحاوية على العديد من الخلاصات النباتية الطبية والفيتامينات عند الخيول (Murray et al., 2021 ; Burk and Williams., 2008) مع اعتمادُهُم على نهجِ البحث العلمي المَبني على الاستبيانِ لمعرفةِ دور المُكمِلات. وعلى الرغم من أنّ الكثيرَ من المكملات المُصنعة من قبل الشركات التجارية يدّعون فيها تحسينُ الأداءِ أو التخفيف من المشكلات والاضطرابات الصحية، إلا أنّه لا يزالُ هناك ندرةً في الدراساتِ القائمةِ على الأدلةِ لدعمِ هذه الادعاءات. وبالتالي، فإنّ مالكي الخيولُ لديهِم إمكانيةُ الوصولِ إلى مجموعةٍ واسعةٍ من المكملات مع القليل من الأدلة العلمية أو عدم وجودها لدعم فعاليتها (Geor., 2006). في بحثنا هذا تمَّ التعاونُ مع شركة الفارابي لتصنيعِ الأدوية

البيطرية والزراعية وتمَّ تحضيرُ الخلاصات النباتية من النبات الطبية: الجنسينغ، الأملج، القولنجان، القسط الهندي وبذور الكرفس والخردل ومجموعة فيتامين (ب) وتحميلها على العسل وفق الشروط العلمية في مُكمِلٍ واحدٍ يسمى إنرجي فورت، حيث تمَّ الآنّ الانتقال إلى مرحلة تقيم المكمل علمياً والتحقق من فعاليتهِ عند الخيول.

2- الهدف من البحث The Aim of the Research:

- ❖ دراسةُ الاستجابات الفيزيولوجية من خلالِ معرفة التغيرات البيوكيميائية في مستوى الغلوكوز واللاكتات في مصل الدم قبلَ وبعدَ سباقِ 1600 متر.

3- معرفةِ دور مكمل إنرجي فورت عند إعطائه للخيول الرياضية قبلَ وبعدَ سباقِ 1600 متر في تحسين الاستجابات الفيزيولوجية وفي التخفيفِ من بعض آثار التعب العضلي.

4- المواد وطرائق العمل Materials and Methods:

3-1 حيوانات التجربة Experimental Animals:

أُجريتْ الدراسةُ على خيول السباق العربية الأصيلة في المرابطِ التابعةِ للجمعيةِ السوريةِ للخيول العربية الأصيلة، وأُجريت السباقات في نادي باسل الأسد للفروسية في مدينة حماة، وذلك في فصل الصيف خلال الفترة الوقعة في (26-5-2022).

3-2 تصميم التجربة Design of Experiment:

وُزعتْ الخيولُ إلى خمسة مجموعات، ضمت كل مجموعة ستة خيول بأوزان متقاربة **وفق التالي:**

1) **المجموعة الأولى G1: مجموعة الشاهد الطبيعية تُركت** الخيول دون إجراء أي سباق أو تمرين رياضي وخَضَعتْ لظروف التربية والتغذية والتدريب كما هو مُطبق في المربط.
2) **المجموعة الثانية G2: مجموعة الشاهد الايجابية الأولى** خَضَعتْ الخيولُ لسباق سرعة بمسافة (1600) متر وعدت كمجموعة شاهد إيجابي للمجموعة الثالثة وكانت خاضعة لظروف التربية والتغذية والتدريب كما هو مُطبق في المربط (لم تعطْ **مكمل إنرجي فورت**).
3) **المجموعة الثالثة G3: مجموعة السباق الأولى** خَضَعتْ الخيولُ لسباق سرعة مسافة (1600) متر، وأُعطيت جرعة مقدارها 2 مل/ 100 كغ وزن حي من مكمل إنرجي فورت الحاوي على الخلاصات المائية للنباتات الطبية (القسط الهندي، بذور الكرفس، بذور الخردل، الجنسنغ، القولنجان، الأملج) بالإضافةِ إلى (عسل صافي، مجموعة فيتامينات B طبيعية المنشأ) **قبل السباق.**
4) **المجموعة الرابعة G4: مجموعة الشاهد الايجابية الثانية** خَضَعتْ الخيولُ لسباق سرعة بمسافة (1600) متر وعدت كمجموعة شاهد إيجابي للمجموعة الخامسة وكانت خاضعة لظروف التربية والتغذية والتدريب كما هو مطبق في المربط (لم تعطْ **مكمل إنرجي فورت**).
5) **المجموعة الخامسة G5: مجموعة السباق الثانية** خَضَعتْ الخيولُ لسباق سرعة مسافة (1600) متر، وأُعطيت جرعة 2 مل/ 100 كغ وزن حي من مكمل إنرجي فورت الحاوي على الخلاصات المائية للنباتات الطبية (القسط الهندي، بذور الكرفس، بذور الخردل، الجنسنغ، القولنجان، الأملج) بالإضافة إلى (عسل صافي، مجموعة فيتامينات B طبيعية المنشأ) **بعد السباق.**

❖ **يجب الإشارة إلى أن:**

a. خَضَعتْ جميع خيول الدراسةِ لظروف تربية، وتغذية، وتدريبات رياضية متماثلة حيثُ أُجريت التجربة ضمن الظروف الطبيعية خلالَ التحضيرات الموسمية للسباقات المحلية.

b. خيول المجموعة الثالثة G3 هي نفسُ خيول المجموعة الثانية G2 مع مراعاة وجود فترة راحة كافية بينَ السباقان.

c. خيول المجموعة الخامسة G5 هي نفسُ خيول المجموعة الرابعة G4 مع مراعاة وجودفترة راحة كافية بينَ السباقان.

3-3 جمع العينات الدموية Blood Samples:

- ❖ تمَّ الحصول على جميع العينات الدموية من الوريد الوداجي Jugular Vein، حيث تم سحب 20 مل من الدم الوريدي في المحقن وقُسمت إلى قسمين بحيث تم وضع 10 مل من الدم في أنابيب اختبار تحوي على مانع تخثر (EDTA) وذلك للتحاليل الدموية و10 مل في أنابيب اختبار لا تحوي مانع تخثر وذلك للتحاليل البيوكيميائية.
- ❖ تمَّ حفظ جميع العينات عند درجة 8 مئوية لمدة تصل إلى ساعتين قبل إجراء التحليلات الدموية والبيوكيميائية.
- ❖ ثم نُقلت العينات مباشرةً إلى مخبر وظائف الأعضاء في كلية الطب البيطري في حماة، حيث ثُفلت العينات الدموية التي لا تحوي على مانع تخثر باستخدام جهاز الطرد المركزي من طراز KUBOTA 5400 ياباني الصنع وتثفيلها بسرعة 2200 دورة بالدقيقة لمدة 10 دقيقة، بغية الحصول على مصل الدم. تم وضع المصل في أنابيب أبندورف Eppendorf Tube، ورُقمت العينات ثم حُفظت بدرجة حرارة -20° درجة مئوية لحين إجراء الفحوصات الكيميائية الحيوية. تمت جميع المراحل بحسب (Bos and Lindner, 2018)
- ❖ **جُمعت العينات الدموية وفق الترتيب التالي:**

وفق الترتيب الزمني التالي:

- **المجموعة الأولى (G1):** تمَّ جمعُ العينات الدموية منها مرة واحدة ولم تخضعْ لأي سباق خلال موسم السباق؛ لدراسة الاستجابات الفيزيولوجية **قبل السباق**، من خلال معرفة مستوى اللاكتات والغلوكوز.
- **المجموعة الثانية (G2):** تمَّ جمعُ العينات الدموية منها بعد سباق سرعة مسافة 1600 متر مباشرةً؛ لدراسة الاستجابات الفيزيولوجية **بعد السباق مباشرةً**، من خلال معرفة مستوى اللاكتات والغلوكوز.
- **المجموعة الثالثة (G3):** تمَّ جمعُ العينات الدموية منها بعد إعطاء المكمل وسباق سرعة مسافة 1600 متر بعد انتهاء السباق؛ لدراسة تأثير المكمل في الاستجابات الفيزيولوجية **بعد السباق مباشرة**، من خلال معرفة مستوى اللاكتات والغلوكوز.
- **المجموعة الرابعة (G4):** تمَّ جمعُ العينات الدموية منها بعد سباق سرعة مسافة 1600 متر مباشرةً؛ لدراسة الاستجابات الفيزيولوجية **بعد السباق مباشرةً**، من خلال معرفة مستوى اللاكتات والغلوكوز.
- **المجموعة الخامسة (G5):** تمَّ جمعُ العينات الدموية منها بعد إعطاء المكمل وسباق سرعة مسافة 1600 متر وبعد نصف ساعة تقريباً من انتهاء السباق؛ لدراسة تأثير المكمل في الاستجابات الفيزيولوجية **بعد فترة وجيزة من السباق**، من خلال معرفة مستوى اللاكتات والغلوكوز.

3-4 التحاليل المخبرية لقياس ومعايرة مكونات الدم الخلوية والبيوكيميائية:

أُنجزتْ الاختبارات الكيميائية الحيوية المطلوبة بالتعاون مع مخبر خاص حيثُ تم استخدام جهاز المطياف الضوئي للاختبارات الأنزيمية اللونية (Spectrophotometer-20 Genesys).

❖ **تقدير مستوى الغلوكوز في مصل الدم: Determination of Serum Glucose Level**

تمَّ قياس مستوى الغلوكوز في مصل الدم باستخدام الطريقة الأنزيمية (Trinder,1969) التي تضمنت استخدام عتيدة التحليل (Kits) والمصنعة من قبل شركة (BIOSYSTEMS) لصناعة الكواشف، حيث كان مبدأ التفاعل بالشكل لتالي:

$$Glucose + {}^{1}/_{2}\, O_2 + H_2O \xrightarrow{glucose\ oxidase} Gluconate + H_2O_2$$

$$2H_2O_2 + 4\text{-}Aminoantipyrine + Phenol \xrightarrow{Peroxidase} Quinoneimine + 4H_2O$$

حيث أُجري الاختبار حسب توصيات الشركة المُنتجة، وتمت قراءة نتائج العينات على طول موجة (505) نانومتر.

❖ **تقدير مستوى اللاكتات في مصل الدم: Determination of Serum Lactate Level**

تمَّ قياس مستوى الغلوكوز في مصل الدم باستخدام الطريقة الأنزيمية (Tietz,1995) التي تضمنت استخدام عتيدة التحليل (Kits) والمصنعة من قبل شركة (BIOSYSTEMS) لصناعة الكواشف، حيث كان مبدأ التفاعل بالشكل لتالي:

$$L - lactate + O_2 + H_2O \xrightarrow{LOD} Pyruvate + H_2O_2$$

$$H_2O_2 + 4\text{-}A - AP + ChloroPhenol \xrightarrow{POD} Quinoneimine + H_2O$$

حيث أُجري الاختبار حسب توصيات الشركة المُنتجة، وتمت قراءة نتائج العينات على طول موجة (546) نانومتر.

5- الدراسة الإحصائية:

تمَّ إدخال النتائج التي تمَّ الحصول عليها إلى الحاسوب وحُللت باستخدام برنامج (IBM SPSS Statistics /version 25) وحُسبت قيمةَ P بطريقة تحليل التباين وحيد الاتجاه (One-way ANOVA)، وتمَّ الحصولَ على المتوسط (Mean) والانحراف المعياري للمتوسط (Standard Deviation of Mean (SD، وذلك في كل مجموعة معاملة، وفي كل مرحلة من مراحل التجربة، لتحديدِ فيما إذا كانت الفروق معنوية أم لا. وتمَّ احتساب الفرق معنوياً عند مستوى احتمال ($P\leq0.05$) وكذلك تم استخدامِ المعادلات الإحصائية للعلماء (Tukey, LSD) و (Tamhane, Dunnett) التي تستخدم في المجتمعات الإحصائية الصغيرة وذلك من أجل معرفة دقة الفروقات المعنوية.

6- النتائج Results:

1- نتائج التغيرات في الاستجابات الفيزيولوجية لمستويات الغلوكوز عند الخيول الرياضية: Results of Changes in Physiological Responses to Glucose Levels in Athletic Horses:

i. **<u>نتائج متوسطات تراكيز الغلوكوز في مجاميع التجربة: وذلك كما هو مبين في الجدول رقم (1).</u>**

❖ بلغَ متوسطَ تركيزِ الغلوكوز في مجموعةِ الشاهد الطبيعي G1 (92.3±13.5) ملغ/دل، وهذه المجموعة لم تخضعْ لأيّ سباق ولم تحقنْ بالمستحضر.

❖ في حينِ بلغَ متوسطَ تركيزِ الغلوكوز في مجموعة الشاهد السلبي G2 (187.6±16.4) ملغ/دل، حيث خَضعتْ هذه المجموعة لسباق (1600) متر ولم تحقنْ بالمستحضر.

❖ بينما بلغَ متوسط تركيز الغلوكوز في المجموعة الثالثة G3 (136.1±26.5) ملغ/دل، وهذه المجموعة خَضعتْ لسباق (1600) متر وحُقنت بجرعة (2) مل لكل 100 كغ وزن حي قبل السباق.

❖ وقد بلغَ متوسط تركيز الغلوكوز في المجموعة الرابعة G4 (189.5±15.6) ملغ/دل، حيث خَضعتْ هذه المجموعة لسباق (1600) متر ولم تُحقن بالمُستحضر، وقد عُدت هذه المجموعة كشاهد إيجابي للمجموعة الخامسة.

❖ في حين بلغَ متوسطَ تركيز الغلوكوز في المجموعة الخامسة G5 (97.8±9.2) ملغ/دل، وهذه المجموعة خَضعتْ لسباق (1600) متر وحُقنت بجرعة (2) مل لكل 100 كغ وزن حي بعد السباق مباشرةً.

ii. **<u>نتائج الفروقات المعنوية بين متوسطات تراكيز مجاميع التجربة:</u>**

❖ عند مقارنةِ المجموعة الأولى G1 مع المجموعة الثانية G2 والمجموعة الرابعة G4 كان هنالك فروقات معنوية جداً ($P\leq0.001$)، وهذا يدلُ على وجودِ تأثير للسباقِ والجهد البدني على مستوى تركيز الغلوكوز في مصلِ الدم.

- بينما عندَ مقارنةِ المجموعة الأولى G1 مع المجموعة الثالثة G3 والمجموعة الخامسة G5 لم تكنْ هناك فروقات معنوية ($P\leq0.05$) وذلك عند استخدامِ المعادلات الإحصائية للعالميّن (Tamhane, Dunnett)، وهذا يدلُ على اقترابِهما من قيمِ مجموعة الشاهد الطبيعية G1، في حينِ أنَّ استخدامُ المعادلات الإحصائية للعالميّن (Tukey, LSD) كان هناك تغيراتٍ معنوية ($P\leq0.004$) عند مقارنة المجموعة الأولى G1 مع المجموعة الثالثة G3 ولم تكنْ هناك فروقات معنوية عندَ مُقارنتها مع المجموعة الخامسة G5، وهذا يدلُ على اقترابِ قيم المجموعة الخامسة من القيمِ الطبيعة بشكل أكبر من المجموعة الثالثة.
- وعند مُقارنةِ المجموعة الثانية G2 مع المجموعة الثالثة G3 والمجموعة الخامسة G5 كان هناك فروقاتٍ معنوية جداً ($P\leq0.001$)، وهذا يدل على انخفاض معنوي ($P\leq0.001$) في مستوى تركيز الغلوكوز في المجموعتين المعاملتين بالمكمل بالمقارنة مع مجموعة الشاهد الطبيعية.
- بينما عند مُقارنة المجموعة الرابعة G4 التي عُدتْ الشاهدُ الإيجابي مع المجموعة الخامسة G5 كان هناك فروقات معنوية جداً ($P\leq0.001$) وهذا يدلُ على انخفاض معنوي ($P\leq0.001$) في مستوى تركيز الغلوكوز في المجموعتين المعاملتين بالمُكملِ بالمُقارنة مع مجموعة الشاهد الطبيعي.
- في حين لم تكن هناك فروقاتٍ مَعنوية ($P\leq0.005$) عند مُقارنةَ المجموعة الثانية G2 مع المجموعة الرابعة G4 (اللتان لم تُحقنا بالمكمل وخضعتا للسباق)، وهذا يدل على وجود نفس الاستجابات الفيزيولوجية خلال السباق.

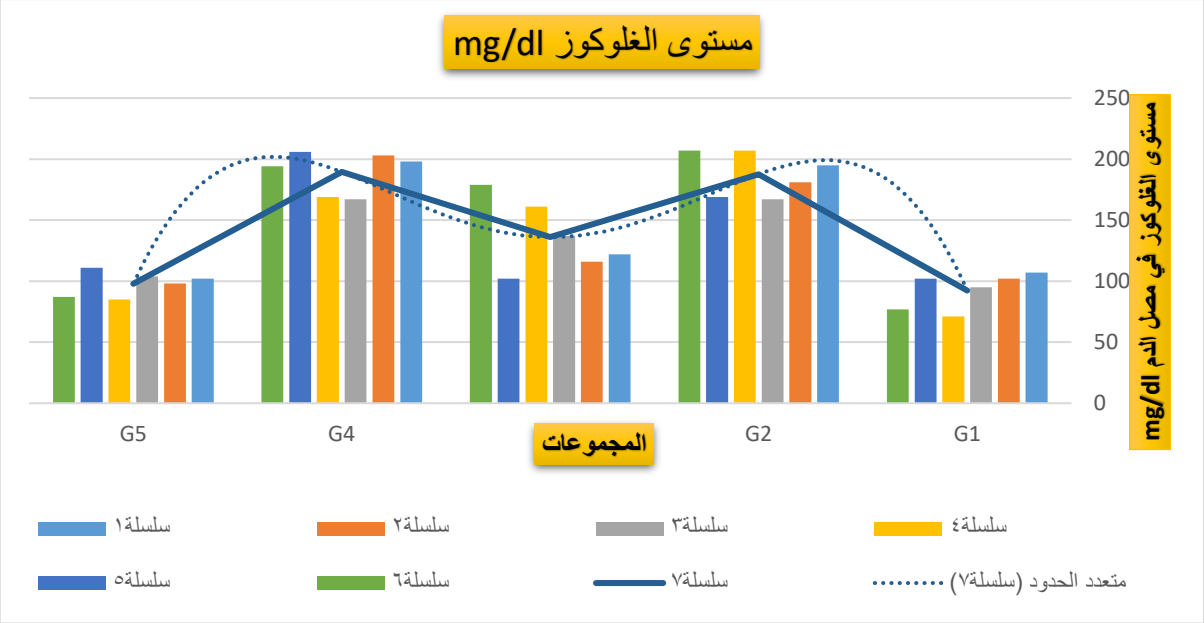
وكلّ ذلك مُبينٌ في الجدول رقم (1) والمخطط البياني رقم (1).

الجدول رقم (1): يبين نتائج التغيرات في الاستجابات الفيزيولوجية لمستويات الغلوكوز عند الخيول الرياضية في مجاميع التجربة

نتائج مستويات غلوكوز الدم mg/dl					
المجموعات / العينات	G1 مجموعة الشاهد	G2 المجموعة الثانية	G3 المجموعة الثالثة	G4 المجموعة الرابعة	G5 المجموعة الخامسة
1	107	195	122	198	102
2	102	181	116	203	98
3	95	167	137	167	104
4	71	207	161	169	85
5	102	169	102	206	111
6	77	207	179	194	87
المتوسطالحسابي Mean	92.33333	187.667*b	136.167*a	189.5*b	97.833*a
الانحراف المعياريSD	14.82790	18.00741	29.07519	17.16683	10.10775

يدل الرمز * على وجود فروقات معنوية عند المقارنة مع G1، ويدل الرمز a على وجود تغيرات معنوية عند المقارنة مع G4-G2 ويدل الرمز b على وجود تغيرات معنوية عند المقارنة مع G3-G5.

توضيح: G1: شاهد طبيعي لم تخضع لسباق ولم تحقن بالمكمل **G2:** خضعت لسباق 1600متر ولم تحقن بالمكمل **G3:** خضعت لسباق 1600متر وحقنت بالمكمل قبل السباق مباشرة **G4:** خضعت لسباق 1600متر ولم تحقن بالمكمل **G5:** خضعت لسباق 1600متر وحقنت بالمكمل بعد السباق مباشرة.



المخطط البياني رقم (1): يبين نتائج التغيرات في الاستجابات الفيزيولوجية لمستويات تركيز الغلوكوز عند الخيول الرياضية في مجاميع التجربة.

2- نتائج التغيرات في الاستجابات الفيزيولوجية لمستويات اللاكتات عند الخيول الرياضية: Results of Changes in Physiological Responses to Lactate Levels in Athletic Horses:

iii. <u>نتائج متوسطات تراكيز اللاكتات في مجاميع التجربة: الجدول رقم (2)</u>

- بلغَ متوسطَ تركيزِ اللاكتات في مجموعة الشاهد الطبيعي G1 (1.51±0.21) mmol/l ، وهذه المجموعة لم تخَضعْ لأيَّ سباق ولم تُحقنْ بالمستحضر.
- في حين بلغَ متوسط تركيز اللاكتات في المجموعة الثانية G2 (19.1±1.49) mmol/l ، حيث خَضَعتْ هذه المجموعة لسباق (1600) متر ولم تُحقنْ بالمستحضر.
- بينما بلغَ متوسط تركيزِ اللاكتات في المجموعة الثالثة G3 (9.95±2.46) mmol/l ، وهذه المجموعة خَضَعتْ لسباق (1600) متر وحُقنت بجرعة (2) مل لكل 100 كغ وزن حي قبل السباق.
- وقد بلغ متوسط تركيز اللاكتات في المجموعة الرابعة G4 (19.83±1.83) mmol/l ، حيث خَضَعتْ هذه المجموعة لسباق (1600) متر ولم تُحقنْ بالمستحضر، وقد عُدت هذه المجموعة كشاهدٍ إيجابّي للمجموعة الخامسة.
- في حينِ بلغَ متوسط تركيز اللاكتات في المجموعة الخامسة G5 (2.91±0.99) mmol/l ، وهذه المجموعة خَضَعتْ لسباق (1600) متر وحُقنتْ بجرعة (2) مل لكل 100 كغ وزن حي بعد السباق مباشرةً.

iv. <u>نتائج الفروقات المعنوية بين متوسطات تراكيز مجاميع التجربة:</u>

- عند مقارنةِ المجموعة الأولى G1 مع المجموعة الثانية G2 والمجموعة الرابعة G4 كان هنالك فروقاتٍ معنوية جداً ($P\leq0.0001$)، وهذا يدلُ على وجود تأثيرٍ للسباق والجهدِ البدنيّ على مستوى تركيز اللاكتات في مصل الدم.
- بينما عند مقارنة المجموعة الأولى G1 مع المجموعة الثالثة G3 والمجموعة الخامسة G5 كان هناك فروقاتٍ معنوية ($P\leq0.05$)، ودلَّ الاختبار الاحصائي على اقتراب قيمِ المجموعة الخامسة احصائياً من قيم مجموعة الشاهد الطبيعة

بشكل أكبر من المجموعة الثالثة، وهذا يدلُّ ربما على أنَّ حقنَ المُكمل بعد السباق كان له دورٍ أكبر من حقنِه قبل السباق في خفضِ مستوى اللاكتات في مصل الدم وعودتها للمستوى القريب من الطبيعي.

- ❖ وعند مقارنة المجموعة الثانية G2 مع المجموعة الثالثة G3 ومع المجموعة الخامسة G5 كان هناك فروقاتٍ معنوية جداً ($P\leq0.0001$)، وهذا يدلُّ على أنَّ حقنَ المُكمل قبل وبعد السباق ساهم في خفض مستوى تركيز اللاكتات في مصل الدم بالمقارنة مع المجموعة الثانية التي لم تُحقنْ بالمكمل.
- ❖ بينما عند مقارنة المجموعة الرابعة G4 التي لم تحقن بالمكمل مع المجموعة الخامسة G5 كان هناك فروقاتٍ معنوية جداً ($P\leq0.0001$)، وهذا يدلُّ على تأثير المُكمل في خفضِ مستوى تركيز اللاكتات في المجموعة G5 التي حُقنت بالمُكملِ بعد السباق بنصف ساعة.
- ❖ في حين لم تكنْ هناك فروقاتٍ معنوية ($P\geq0.05$) عند مقارنة المجموعة الثانية G2 مع المجموعة الرابعة G4 (اللتان لم تحقنا بالمكمل)، وهذا يدلُّ على وجود نفس الاستجابات الفيزيولوجية خلال السباق.

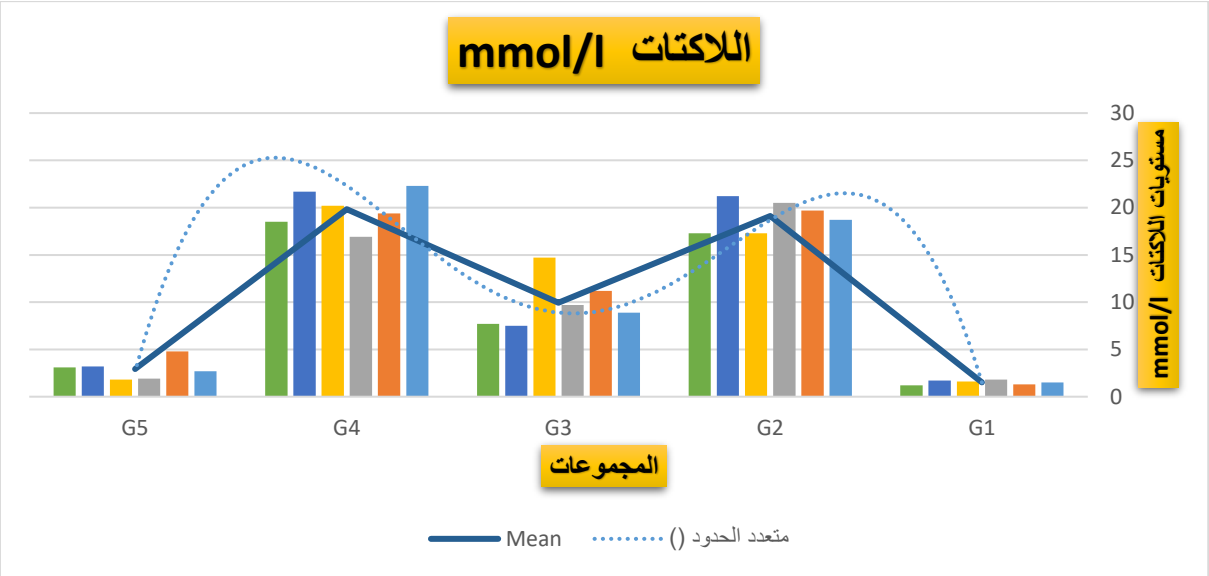
وكلّ ذلك مُبينٌ في الجدول رقم (2) والمخطط البياني رقم (2).

الجدول رقم (2): يبين نتائج التغيرات في الاستجابات الفيزيولوجية لمستويات اللاكتات عند الخيول الرياضية في مجاميع التجربة

نتائج مستويات اللاكتات mmol/l					
المجموعات / العينات	G1 مجموعة الشاهد	G2 المجموعة الثانية	G3 المجموعة الثالثة	G4 المجموعة الرابعة	G5 المجموعة الخامسة
1	1.5	18.7	8.9	22.3	2.7
2	1.3	19.7	11.2	19.4	4.8
3	1.8	20.5	9.71	16.9	1.9
4	1.6	17.3	14.7	20.2	1.8
5	1.7	21.2	7.5	21.7	3.2
6	1.2	17.3	7.7	18.5	3.1
المتوسط الحسابي Mean	1.516667	19.11667^{*b}	9.951667^{*a}	19.83333^{*b}	2.916667^{*a}
الانحراف المعياري SD	0.23166	1.63514	2.69630	2.01362	1.09438

يدل الرمز * على وجود فروقات معنوية عند المقارنة مع G1، ويدل الرمز a على وجود تغيرات معنوية عند المقارنة مع G4-G2 ويدل الرمز b على وجود تغيرات معنوية عند المقارنة مع G3-G5.

توضيح: G1: شاهد طبيعي لم تخضع لسباق ولم تحقن بالمكمل **G2:** خضعت لسباق 1600متر ولم تحقن بالمكمل **G3:** خضعت لسباق 1600متر وحقنت بالمكمل قبل السباق مباشرة **G4:** خضعت لسباق 1600متر ولم تحقن بالمكمل **G5:** خضعت لسباق 1600متر وحقنت بالمكمل بعد السباق مباشرة.



المخطط البياني رقم (2): يبين نتائج التغيرات في الاستجابات الفيزيولوجية لمستويات تركيز اللاكتات عند الخيول الرياضية في مجاميع التجربة.

7- المناقشة Discussions :

5-1 مناقشة التغيرات في الاستجابات الفيزيولوجية لمستويات الغلوكوز عند الخيول الرياضية:

بلغَ متوسطَ تركيزِ الغلوكوز في مجموعة الشاهد الطبيعي G1 (92.3±13.5) ملغ/دل وجاء هذا متوافقاً مع (Hodgson et al. 2014; National Research Council 2017)، حيثُ يختلفُ تركيزَ الغلوكوز في مصل الدم باختلافِ عددٍ من العواملِ أهمُها العمر، الجنس، التغذية، وقت الاعتيان (سحب العينة الدموية)، الفصل من السنة، نظام التدريب المطبق وغيرها، ولكن بشكلٍ عام تبلغُ النسبةُ الطبيعية لتركيزِ الغلوكوز في مصل الدم عند الخيول الرياضية (4-8) ميلي مول/ليتر أي ما يقارب (70-140) ملغ/دل ، حيث جاءتْ نتائجَ الدراسةِ ضمن المدى الطبيعي لمعدل تركيز الغلوكوز في الكتب المرجعية (Hodgson et al. 2014 ;Hinchcliff et al., 2013).

وبَينتْ نتائجَ البحث وجود فروقاتٍ معنوية جداً (P≤0.0001) تمثلتْ بحدوثِ ارتفاعٍ معنويٍ (P≤0.0001) في متوسطات تراكيز الغلوكوز في المجموعتين: الثانية G2 والرابعة G4 بعد السباق وذلك عند مقارنتهما مع مجموعة الشاهد الطبيعي G1، وجاءتْ هذه النتائجُ متوافقةٌ مع العديدِ من الأبحاث والدراسات التجريبية والسريرية (Wang et al., 2023; Bos et al., 2018; Muñoz et al., 2002; Kedzierski et al., 2006)

يُمكن أنْ يُفسرَ ارتفاعَ تركيز الغلوكوز بعد السباق بمجموعةٍ من الأسبابِ يأتي في مقدمتِها نفاذ مصادر الطاقة الرئيسة المتمثلة بالأدينوزين ثلاثي الفوسفات (ATP) وفوسفات الكرياتين (PCr) أو ما يسمى بنظام الفوسفوجين لإمدادات الطاقة وبدءِ الاعتماد على نظام الغليكوجين-حمض اللاكتيك، والذي يقودُ بدورهِ إلى تحللٍ سريعٍ للغليكوجين المخزن في الكبد والعضلات إلى الغلوكوز-6-فوسفات ومن ثم إلى الغلوكوز، وهذا التحلل السريع للغليكوجين يؤدي إلى ارتفاعِ تركيز الغلوكوز في مجرى الدم وذلك من أجل توفيرِ الطاقة اللازمة للسباق (Hodgson et al. 2014; Guyton and Hall., 2021).

ويُمكن أنْ يُعزى السبب إلى الاستجابات الفيزيولوجية الهرمونية التي تتحكم في مستوى تركيز الغلوكوز (هرمون الأنسولين، هرمون الغلوكاغون، هرمون الأدرينالين، هرمون الكورتيزول) أثناء السباق، حيث تتضمنُ هذه الاستجابات زيادةً كبيرةً في تدفق ركائز الطاقة مع بدءِ النشاط العضلي، والتي تعتمد في طبيعتِها على كثافةِ ومدة السباق، حيثُ تُؤدي قوةَ اندفاع الحصانِ

مع زيادة كثافة السباق إلى الحصول على نسبة أكبر من إجمالي إنتاج الطاقة من الغليكوجين في العضلات والكبد ويتمُ التحكمُ في إمدادِ هذه الركائز من خلال الاستجابات الهرمونية للسباق، والتي تشملُ انخفاضَ تركيز الأنسولين في الدم وزيادة في تركيزات الكاتيكولامينات والكورتيزول والغلوكاغون في الدم، فيؤدي ذلك إلى ارتفاع مستوى تركيز الغلوكوز في مجرى الدم (Ferlazzo et al., 2020).

كما يمكنُ تفسيرَ الزيادةِ الحاصلةِ في مستويات الغلوكوز في المصل التي لوحظتْ في هذه الدراسة أثناء السباق نتيجةً لزيادةِ معدل تحلل الغليكوجين، حيث أنَّه مع زيادة شدة السباق يتمُ كبحَ إفراز الأنسولين من البنكرياس بواسطة الجهاز العصبي الوديّ Sympathetic Nervous System، ونتيجةً لذلك تزدادُ مستوياتِ الغلوكاغون في الدم، مما يؤدي إلى زيادةِ مُعدلِ تحلل الغليكوجين إلى غلوكوز (Hodgson et al. 2014; Hinchcliff et al., 2013).

وتُلاحظ هذا الاستجابات الفيزيولوجية فقط في سباقات السرعة ولمسافاتٍ قصيرةٍ أيّ السباقات ذاتُ الكثافةِ العالية ولمدةٍ زمنيةٍ قصيرة (High-Intensity Exercise) على عكسِ سباقات التحمل ذاتُ الكثافة المنخفضة إلى المعتدلة (Low-Intensity Exercise)، التي يلاحظ فيها انخفاض في مستويات الغلوكوز (Prince et al., 2002).

وقد أوضحَ الباحث (Johnson et al., 2017) أنَّ ارتفاع تركيز الغلوكوز في الدم دلالةً واضحةً على اعتمادِ الخيول أثناء السباق على نظام الأكسدة اللاهوائية والتي تمثلُ مقدمةَ التعبِ العضليّ كنتيجةٍ لارتفاع مستوى هرمون التوتر والاجهاد (الكورتيزول) والذي يُثبط الأنسولين وتوافق مع الباحث (Gim et al., 2014) الذي أوضحَ أنَّ الإجهاد الرياضي يؤدي إلى ارتفاع تركيز الغلوكوز في الدم وفُسرَ ذلك بتغيرات التعبير النسخيّ لجينات استقلاب الغلوكوز والنشاطُ المفرطُ للجهازِ الوديّ وزيادةُ افراز الأدرينالين الذي يُنشطُ تحلل الغليكوجين من مخازنِه وتوافق معه العديد من الباحثين (Ferlazzo et al., 2020)، في حينِ كان هناك تعارُض في تفسير هذا الارتفاع للفرضية الحديثة للعالم (Brooks et al.,2022) التي توضح أن زيادة تركيز الغلوكوز في الدم هي عبارة عن استجابة فيزيولوجية لحاجة الجسم المستمرة للطاقةِ وليستْ مقدمةٌ للتعبِ العضليّ أو الإجهاد الرياضي حيث أنَّ اللاكتات الناتج عن استقلاب الغلوكوز المرتفع ليسَ بالضرورةِ أنْ يكونَ ناتج عن الأكسدة اللاهوائية، حيث ينتج اللاكتات من الغلوكوز حتى في ظلِ الظروفِ الهوائية.

كما أظهرتْ نتائجَ الدراسة الحالية وجود فروقاتٍ معنوية جداً ($P\leq0.0001$) تمثلتْ بحدوثِ انخفاضٍ معنوي جداً ($P\leq0.0001$) في تركيز الغلوكوز في المجموعتين: الثالثة G3 والخامسة G5 التي حُقنتا بالمستحضر قبلَ وبعدَ السباق وذلك عند مقارنتهما مع المجموعتين: الثانية G2 والرابعة G4 على التوالي.

وقد يُفسر ذلك بأنَّه يعودُ إلى الجواهرِ الفعالة في الخلاصات النباتية حيثُ تشتركُ جميعُها في خاصيةِ تنظيم مستوى تركيز غلوكوز الدم حيث دلتْ التجارب المخبرية والسريرية على أنَّ هذه الخاصية تعودُ إلى عديدات السكاريد Polysaccharides في الجنسينغ (Guo et al. 2021)، وإلى التانينات التي تدعى فيلانثاسيدويد phyllanthacidoid في الأملج (Siddiqui et al. 2022)، وإلى Constunolide and Dehydrocostus Lactone في القسط الهندي (Pandey et al., 2007)، أو قد يعودُ ذلك إلى مجموعة فيتامين B Complex حيثُ من المعروفِ أنَّها تساهمُ بشكلٍ كبيرٍ في استقلاب جزيئات الغلوكوز لإنتاجِ الطاقة، أو ربما يكونُ للعسلِ دوراً في تنظيم مستوى تركيز الغلوكوز حيثُ بَينتْ العديد من الدراسات بأنَّ العسلَ وبالرغمِ من احتوائِه على الغلوكوز والفركتوز يعملُ على تنظيمِ مستوى الغلوكوز من خلالِ البوليفينولات والفلافونيدات المضادة للأكسدةِ والكاسحةِ للجذورِ الحرةِ والتي تزيدُ من حساسيةِ خلايا بيتا وافراز الأنسولين وبالتالي خفض سكر الدم (Alaerjani et al., 2022; Zheng et al., 2022; Hills et al., 2019)، كما بينَ الباحث (Jagim et al., 2019) أنَّ الجمعَ بينَ الخلاصات النباتية و الفيتامينات والعسل يعملُ على إحداثِ تأثير تآزريّ للموادِ الفعالة

وتحسينُ أداءِ التمرين الشاق وتحسينُ ما يليهِ من استجابات وتكيفات فيزيولوجية الأمر الذي يقودُ إلى تنظيم مستويات الغلوكوز في الدم بما يتناسبُ مع الحالة الفيزيولوجية للخيلِ وضبطها بحيث تبقى ضمن الحدود الفيزيولوجية المقبولة.

أو قد يكونُ كما بَينتْ الأبحاث التجريبية إلى أن الخلاصات النباتية الموجود في المستحضر كالجينسينغ والأملج والقسط الهندي تحوي في جواهرِها الفعالة على بروتينات نباتية شبيهة بالأنسولين، حيث تحثُ هذه البروتينات على تنظيم مستوى تركيز الغلوكوز في مجرى الدم من خلال عملِها المشابه لعملِ الأنسولين (Cecchini et al., 2014).

5–2 مناقشة التغيرات في الاستجابات الفيزيولوجية لمستويات اللاكتات عند الخيول الرياضية:

بلغَ متوسطَ تركيزِ اللاكتات في مجموعة الشاهد الطبيعي G1 (1.51±0.21) **mmol/l** وجاء هذا متوافقاً مع (Hodgson et al. 2014; National Research Council 2017)، حيثُ يختلفُ تركيز اللاكتات في مصل الدم باختلاف عدد من العوامل أهمها: التكيف الفيزيولوجي، التغذية، وقت الاعتيان (سحب العينة الدموية)، الفصل من السنة، نظام التدريب المطبق وغيرها، ولكن بشكل عام تبلغ النسبة الطبيعية لتركيز اللاكتات في مصل الدم عند الخيول الرياضية (0.7–1.8) mmol/L ، حيث جاءتْ نتائجَ الدراسةِ ضمن المدى الطبيعي لمعدل تركيز اللاكتات في الكتب المرجعية (Hinchcliff et al., 2013; Hodgson et al. 2014).

وبَينتْ نتائج البحثِ وجود فروقات معنوية جداً ($P\leq0.0001$) تمثلتْ بحدوث ارتفاعٍ معنوي ($P\leq0.0001$) في متوسطِ تركيز اللاكتات في المجموعتين: الثانية G2 والرابعة G4 بعد السباق وذلك عند مقارنتهما مع مجموعة الشاهد الطبيعي G1، وجاءتْ هذه النتائج متوافقة مع العديد من الأبحاث والدراسات التجريبية والسريرية (Kedzierski et al., 2006; Muñoz et al., 2002; Witkowska–Piłaszewicz et al., 2020; Tavanaeimanesh et al., 2022).

يُعزى الارتفاعُ في مستوى اللاكتات إلى الاستجابات الفيزيولوجية لمتطلبات إمدادات الطاقة (ATP) اللازمة للتقلصِ العضليّ أثناء الأنشطة الرياضية عالية الكثافة مثل السباق، وأنَّ التفسير الدقيق يكمُن في العديدِ من تفسيرات العلماء في مجال فيزيولوجيا التمرين والاستقلاب، حيثُ أنَّ ارتفاعَ مستوى اللاكتات أثناء السباق يعود إلى التحولِ المعقدِ والمُنسقِ والمُتزامنِ في أنظمة الطاقة عندَ الخيولِ من نظام الفوسفاجين للطاقة Phosphagen Energy System والبدء في الاعتماد على نظام الغليكوجين–حمض اللاكتيك Glycogen–Lactic Acid Systems (Guyton and Hall., 2021; Hodgson et al., 2014). حيثُ تبدأُ الخيولَ في تحريرِ الطاقة (ATP) اللازمة لعمل العضلات من خلال الاعتماد على الفسفرة اللاهوائية، وتتميز هذه المرحلة بيوكيميائياً بتحللِ السكر اللاهوائي Glycolysis سواءً من الغليكوجين المخزن في العضلات أو الغلوكوز الواصل عن طريق الدورة الدموية، وينشط هذا النظام عندما لا يتمُ استيفاءَ إعادة تخليق ATP بواسطة نظام الفوسفاجين الذي يتضمن تفاعلات الفوسفوكرياتين أو الميوكيناز (Hodgson et al., 2014; Rivero and Piercy., 2008)، حيثُ أنَّه أثناءَ السباق يجبُ أنَّ تظلَ الإمدادات السريعة من ATP متاحةً للتقلص العضليّ، وينتج عن كلِّ جزيئة غلوكوز أو غليكوجين جزيئتين من البيروفات وفق التفاعلات (1–2):

$$\mathbf{Glucos + 2Pi + 2ADP + 2NAD^{+} \rightarrow 2Pyruvate + 2ATP + 2NADH + 2H_2O + 2H^{+}} \quad (1)$$

$$\mathbf{Glycogen_n + 3\ ADP + 3\ Pi + 2\ NAD+ \rightarrow glycogen_{n-1} + 2\ pyruvate + 3\ ATP + 2\ NADH + 2\ H2O + 1\ H^{+}} \quad (2)$$

وهنا يقبلُ البيروفات pyruvate أيونات الهيدروجين من NADH ويتمُ تحويلَه إلى لاكتات (lactate) تحت تأثير أنزيم اللاكتات ديهيدروجيناز lactate dehydrogenase(LDH)، بدلاً من تحويله إلى أسيتيل مرافق الأنزيم . أ (acetyl- Co-

A) والدخول في دورة كريبس أو الأحماض ثلاثية الكربوكسيل (Krebs or tricarboxylic acid) لعدم توافر الأوكسجين. ولهذا يتحول معظم غيلكوجين العضل إلى اللاكتات حيث تنتجُ الكميات اللازمة للتقلص العضليّ من ATP بغيابٍ تامٍ للأوكسجين وذلك وفق التفاعل التالي (3):

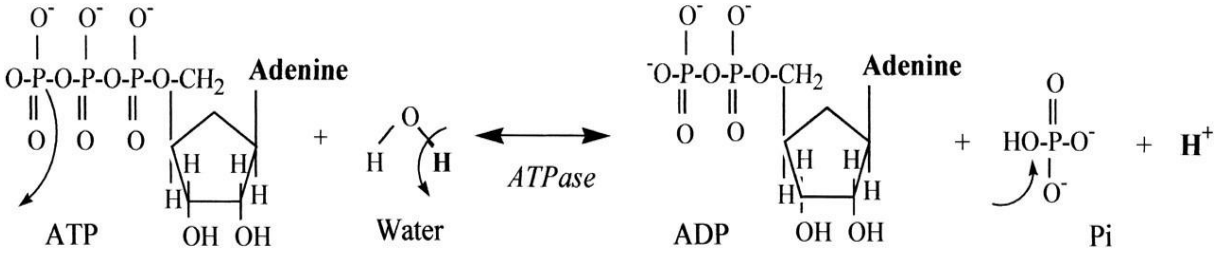
$$\mathbf{Pyruvate} + \mathbf{NADH} + H^{+} \xleftarrow{lactate\ dehydrogenase(LDH)} \mathbf{Lactate} + \mathbf{NAD^{+}} (3)$$

منذُ اكتشاف أنَّ التحللَ السكري اللاهوائي ينتجُ اللاكتات من قبلِ العالمِين مايرهوف وهيل (Meyerhof, 1920; Hill,1914) وحيازتُهما على جائزةِ نوبل لذلك الاكتشاف سادَ الاعتقادُ لثمانيةِ قرون بأنَّ البيروفات يتحولُ إلى حمض اللاكتيك وهو السببُ الرئيسِ للتعبِ العضليّ والحماض الذي يؤثرُ بشكلٍ سلبيٍ على التقلصِ العضليّ (Robergs et al., 2004)، فيما بعد تبين أنَّ غرضَ مايرهوف من الاكتشاف هو أنَّ الغليكوجين مقدمة اللاكتات في ظلِ الظروفِ اللاهوائية (Brooks et al., 2022)، ونشأَ عن ذلك جدلٍ علميّ إلى الآن فيما إذا كانَ البيروفات يتحول إلى حمض اللاكتيك أو اللاكتات؟ وهل اللاكتات أو حمض اللاكتيك هما سبب التعب العضلي؟ وما هو مصدرُ البروتونات والأيونات الناتجة؟ وما هو سببُ حدوث الحماض بعد التمارين عالية الكثافة؟

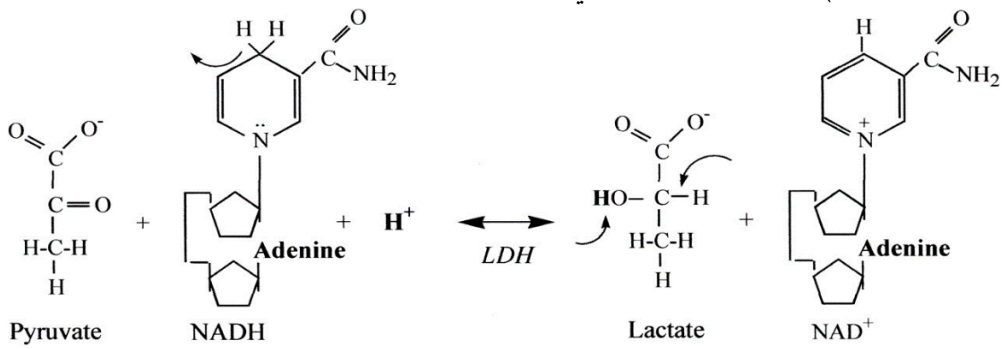
للإجابةِ عن هذه الأسئلة وجدتُ من خلال البحثِ العميقِ والمكثف رأيان مُتناقضان تماماً لعلماء الفيزيولوجيا وكليهما يقدمُ الأدلةَ العلميةَ الدامغةَ وينقضُ الرأي الأخر. الرأي الأول (قديمٌ–سائدٌ في كتب وأبحاث فيزيولوجيا التمرين عند الخيول) يعتقدُ أنَّ البيروفات يتحول إلى حمض اللاكتيك وثم نتيجةً لتراكُمِ حمض اللاكتيك يتأينُ إلى لاكتات ويطلقُ أيوناتِ الهيدروجين والبروتونات التي تعملُ على حدوثِ الحماض وتسببُ التعب العضلي حيث يُفسرُ أصحابَ الرأي الأول تطور الحماض أثناء التمرين المكثف بزيادةِ إنتاج حمض اللاكتيك في ظلِ الظروفِ اللاهوائية فقط، مما يتسببُ في إطلاقِ بروتون وتكوين ملح حمض لاكتات الصوديوم وعلى أساس هذا التفسير، إذا كانَ معدلُ إنتاجِ اللاكتات مرتفعاً بدرجةٍ كافيةٍ، فيمكنُ تجاوزَ سعةِ الدواريِ للبروتون الخلوي، مما يؤدي إلى انخفاضِ درجةِ الحموضةِ الخلوية .وقد سُميتْ هذه الأحداثُ البيوكيميائية بالحماض اللبني .حيث كان الحماض اللبني في التمرين هو التفسيرُ الكلاسيكي للكيمياءِ الحيوية للحماض لأكثر من 80 عاماً. وقد أدى هذا الاعتقادِ إلى تفسير أنَّ إنتاج اللاكتات يسبب الحماض، وبالتالي فإن زيادة إنتاج اللاكتات هو أحدُ أهم الأسبابَ العديدة لتعبِ العضلات أثناء التمرين المكثف (Guyton and Hinchcliff et al., 2008; Hinchcliff et al., 2013 .(Hall., 2021; Hodgson et al., 2014

أما الرأي الثاني (حديثٌ–ناشئ) يُعتقد أنَّ البيروفات يتحولُ إلى لاكتات والذي ينتقلُ مع الأيونات والبروتونات بواسطةِ ناقلات أحادية الكربوكسيل Monocarboxylate Transporter MCTs من خلية إلى أخرى ويتأكسدُ وينتجُ عنه طاقةٍ ATP ويتمُ توزيع اللاكتات بعيداً عن الخلية الأصلية حيثُ يمكنُ استخدامها كركيزةٍ لعملية الاستقلاب في الأنسجة الأخرى (Brooks et al., 2022)، مثل خلايا العضلات الأخرى (الهيكلية والقلبية) والكبد والكلى (Robergs et al., 2004; Gladden., 2004) ونظراً لأن ناقلات أحادية الكربوكسيل هي أيضاً رموز لإزالةِ البروتونات من الخلية ، فإنَّ إنتاجَ اللاكتات يوفُر أيضاً وسيلة للمساعدة في تدفقِ البروتون من الخلية وهكذا يتركُ اللاكتات والبروتون الخلية متكافئاً عبر آلية النقل هذه ومع ذلك، هذا لا يعني أنَّ إنتاجَ اللاكتات هو مصدرُ البروتون كما تم تقديمه حتى الآن في الرأي الأول، حيثُ لا يوجد دليل كيميائي حيوي على إنتاجِ اللاكتات هو الذي يطلقُ بروتوناً، والأدلة البحثية واضحة في تحديد كمية أكبر بكثير من إزالة البروتون مقارنة بإزالة اللاكتات من العضلات الهيكلية المنقبضة (Brooks et al., 2022; Gladden., 2008). على العكسِ من ذلك، تكشفُ الكيمياء العضوية لتفاعل LDH بوضوح أنَّ إنتاجَ اللاكتات يستهلكُ الأيونات والبروتونات (Robergs et al., 2004). والتفسير الفيزيولوجي الصحيح حسب اعتقادهم لهذه الحقائق البيوكيميائية هو أنَّ إنتاج اللاكتات يُؤخر تطور

الحماض، وكذلك يساعدُ في إزالةِ البروتون من الخلية (Ferguson et al., 2018). أما عن مصدرِ الأيونات والبروتونات فهي ناتجة عن تفاعل التحلل المائي لـ ATP عند كل رأس ميوسين والذي يسمى ATP Hydrolysis أثناء النشاط العضلي المُكثف والذي يُشارُ إليه بالتفاعل التالي:



حيثُ يعتقدُ أنَّ أيونات الهيدروجين والفوسفات اللاعضوية الحامضية والبروتونات الناتجة عن هذا التفاعل هي السببُ الرئيسِ للحماض وحدوث التعبِ العضلي (Robergs et al., 2004). في حين يعتقدُ بعض الباحثين أنَّ مصدرَ الأيونات ناتج من $\mathbf{NADH} + \boldsymbol{H}^+$ حيث يمكن أنْ تنشأ وتتراكم أيونات $\boldsymbol{H}^+$ من تراكم $\mathbf{NADH} + \boldsymbol{H}^+$ الناتج عن تفاعل glyceraldehyde 3-phosphate dehydrogenase. وستزدادُ هذه المنتجات خلال أي حالة خلوية تسببتْ في زيادةِ معدلِ تدفق الركيزة من خلال تحلل السكر عن معدل امتصاص الإلكترون والبروتون بواسطة الميتوكوندريا، أو إنتاج اللاكتات (Robergs et al., 2004; Gladden., 2004) وذلك وفق التفاعل التالي:



في حين يُعارضُ الباحثُ بروكس مؤسس نظرية مكوك اللاكتات (Brooks., 2002) الرأي الأول ويصفُ اللاكتات من خلالِ عمله البحثي المطول بأنَّه مصدرٌ رئيسي للطاقة، وإحدى السلائف الرئيسية لتكوينِ الغلوكوز، وجزيء الإشارة Signaling Molecule وأنَّ لـ اللاكتات دوراً في توصيلِ الركائز المؤكسدة والغلوكوجينية وكذلك في إشارات الخلية. ويشيرُ إلى أنَّه لا يزالُ من غير المُؤكدِ ما إذا كان تحلل السكر يُنتجُ اللاكتات أو حمض اللاكتيك، ومن المُؤكدِ أنَّ الحماض يحدثُ في التمارين الرياضية عالية الكثافة ولكنّ آلية حدوثهِ تُحيطُ بها العديدُ من التساؤلاتِ والذي سيؤدي حتماً إلى التعبِ العضليّ ولكن اللاكتات غير متورطٍ في ذلك (Brooks., 2018)، ويتفقُ مع أصحاب الرأيّ الثاني ولكن بشكل جزئيّ ويختلفُ معهم في مصدرِ البروتونات والأيونات والإلكترونات ويشيرُ إلى أنَّها ناتجةٌ عن تفاعلات تحلل السكر بالمُجملِ ولا يعتقدُ أنَّ التحلل المائي لـ ATP هو مصدرُها (Brooks et al., 2022; Brooks., 2018).

كما أظهرتْ نتائجَ الدراسة الحالية وجود فروقاتٍ معنوية ($P\leq0.0001$) تمثلتْ بحدوثِ انخفاضٍ معنوي ($P\leq0.0001$) في متوسطِ تركيز اللاكتات في المجموعتين: الثالثة G3 والخامسة G5 التي حُقنتا بالمستحضرِ وذلك عندَ مُقارنتِهما مع المجموعتين: الثانية G2 والرابعة G4 على التوالي.

قد يُعزىَ ذلك الانخفاضِ المعنوي إلى الجواهرِ الفعالةِ في المُكملِ حيث تشتركُ الخلاصة النباتية الموجودة في المكمل بخاصية مضادات الأكسدة التي لها دوراً كبيراً في كسحِ الجذور الحرة المُتولدةِ من السباق والتي لها دوراً في حدوثِ التعبِ العضليّ، والتي يتمتعُ بها نبات القولنجان حيثُ أثبتتْ الدراسات قدرة المستخلص المائي على تحقيق الاستتباب الفيزيولوجي لجميع

الأعضاء وخفض تركيز اللاكتات وتعودُ تلك الخاصيةِ إلى المركبات الفينولية وأهمها Diarylheptanoids (Abubakar et al., 2018; Pillai et al., 2018) وكذلك القسط الهندي له دوراً في تخفيفِ الألمِ الناتجِ عن تراكم اللاكتات من خلال تثبيطِ بعض المراكزِ في الجهاز العصبي المركزي (Pandey et al., 2007) وكذلك الأملج حيث أثبتتْ الدراسات قدرة الخُلاصةِ المائيةِ على حماية الجسم من الأضرار الاستقلابية وخفض تركيز اللاكتات والوقاية من الحماض الاستقلابي وتعودُ تلك الخاصية إلى التانينات أو العفصيات وعديدات الفينول (Yan et al., 2022) وكذلك أثبتتْ الدراسات أنَّ الجنسينيغ مضادٌ للتعبِ العضلي (Lu et al., 2021) ويعملُ على تعزيزِ توليد الطاقة من المسارات الهوائية (الأكسدة الهوائية) وبالتالي خفضُ مستويات اللاكتات وتلك الخاصية تعودُ إلى الجينسينوسيدات من نوع Ro-rich CMG (Ma et al., 2017)

في حينِ أشارتْ العديدُ من الدراساتِ إلى أنَّ تآزرَ المواد الفعالة في النباتات الطبية واشتراكُها بخاصيةٍ واحدةٍ يُمكن أنْ تُعطي نتائج إيجابية في حماية الأعضاء من العوامل الممرضة، ومما لا شكَ فيه أنَّ أغلبَ النباتات تشتركُ بخواصٍ متعددةٍ يمكن أنْ تُحسنَ من وظائفِ الأعضاء في الجسم وتعملُ على تحسينِ ما يليها من الاستجابات والعمليات الفيزيولوجية المعقدة التي تتمُ سواءً على مستوى الخلية أو العضو أو بالمشاركة مع الأعضاء الأخرى لتشمل الأجهزة (Sellami et al., 2018).

أو قد يعودُ ذلك الانخفاضِ المعنوي إلى الجواهرِ الفعالة في العسلِ حيثُ كشفتْ الدراسات التي أُجريتْ في الجسم الحي أنَّ العسلَ قادرٌ على تحفيز نظام الدفاع المضاد للأكسدة في الأنسجة والأعضاء (أي البنكرياس والدم والكلى والكبد) من خلال تعزيزِ أنشطةِ إنزيمات مضادات الأكسدة الخلوية، مثل سوبر أوكسيد ديسموتاز (SOD)، الكاتلاز (CAT)، والغلوتاثيون بيروكسيديز، والجلوتاثيون S-ترانسفيراز، وعن طريق زيادة مستويات الغلوتاثيون المختزل (Terzo et al. 2020) وبالتالي خفض مستوى اللاكتات في مصل الدم كما بينتْ نتائجَ تجارب الباحث (Łagowska et al. 2017). وأنَّ المكونات الرئيسية للعسل المسؤولةِ عن الخصائص المضادة للأكسدة هي البوليفينول (الأحماض الفينولية والفلافونويد) وفيتامين C وفيتامين E والإنزيمات (مثل الكاتلاز والبيروكسيديز) والعناصر النادرة (Dżugan et al., 2018). لذلك، فإنَّ تناولَ العسلُ بمُفردِه أو مع الخلاصات الطبية أو على شكلِ مُكملات أو مُستحضرات قد يكونُ مفيداً في معالجةِ الأمراض والاضطرابات الفيزيولوجية المرتبطة عادةً بالإجهاد التأكسدي والتي تنشط وتتراكم بشكل كبير أثناء وبعد السباق (Terzo et al. 2020; Hills et al., 2019).

وقد يكون لمجموعة فيتامين B دوراً في خفضِ تركيز اللاكتات حيث من المعلوم دورها في تنظيمِ الاستقلاب المولد للطاقة، وبشكلٍ عام أثبتتْ مُراجعةً علميةً للباحث (Tardy et al., 2020) أنَّ لمجموعة فيتامين B دوراً في كسحِ الجذورِ الحرة المُتولدة أثناء السباق و تخفيف التعب العضلي وتحسين الاستجابات الفيزيولوجية وزيادة قوة العضلات من خلال الاستقلاب المتكامل للطاقة وأشارَ الباحث إلى أنَّ هناكَ مُبرر فيزيولوجي قوي يُشيرُ إلى أنَّ المشاركة المعروفة منذُ فترةٍ طويلةٍ للفيتامينات والمعادن في إنتاجِ الطاقة الخلوية تُترجمُ إلى نتائجٍ وظيفيةٍ وفيزيولوجية، بما في ذلك التعب العضليّ والعقليّ وكذلك الوظائف النفسية والمعرفية وفي الواقع، الأعضاء الداعمة لهذه الوظائف هي العضلات الهيكلية والدماغ، وهي أكثرُ الأجهزة تطلباً للطاقة بالإضافةِ إلى ذلك، تعتبر الفيتامينات والمعادن، وخاصة مجموعة فيتاميناتB، إلزامية لاستخراجِ هذه الطاقة من العليقة وتقديمُها في صورة قابلة للاستخدامِ من الناحية الفيزيولوجية علاوةً على ذلك، ونظراً لوجودِ تفاعل وثيق بينَ مجموعة فيتامين B عبر الخطوات المُتعاقبة لإنتاجِ الطاقة، يجبُ أنْ يكونَ كُلاً منهم متاحاً في وقتٍ واحدٍ لأنَّ النظام بأكملِه قد يتباطَأ بسببِ نقص في واحد منهم في حينِ أنَّ هذا الدور في إنتاج الطاقة مُحوري فيما يتعلق بدرءِ التعبِ إلى جانب توليد الطاقة (Tardy et al., 2020).

❖ **مناقشة ارتباط الغلوكوز – اللاكتات في التعب العضلي:**

في الوسطِ العلميّ هناك تضارب في الآراءِ حولَ ارتباط ارتفاع تركيز كلاً من الغلوكوز واللاكتات في حدوث التعب العضلي بعد الأنشطة الرياضية عالية الكثافة وآلية حدوث التكيف الفيزيولوجي. بعض الباحثيّن أشارَ بأنَّ ارتفاعَ الغلوكوز مقدمةً للتعبِ العضلي وأسندَ فرضَه بحدوثِ ارتفاع اللاكتات كمنتج نهائي للمسار اللاهوائي وفقط في حال عدم وجود الأوكسجين وذلك من أجلِ الحاجة المستمرة لإنتاج الطاقة أثناء التقلص العضليّ وبالرغم من أنَّهما ركيزتان ومُستقلبان لإنتاجِ الطاقة في نفس المسار ولكن مع الإنتاج المستمر لأيون اللاكتات سيكونُ هناك ضرراً واضحاً ومعقداً للآليةِ الفيزيولوجية للتقلصِ العضلي الناتج عن التبدلات الهرمونية لإنتاجِ الطاقة وحدوث الحماض وبالتالي تباطُؤ في السرعة وحدوث التعب في حينِ يعتقدُ بعضُ الباحثين أنَّ ارتفاعَ غلوكوز الدم عبارةً عن استجابةٍ فيزيولوجية مرتبطةً بدرجةِ النشاط الوديّ والمرتبط أساساً بكثافةً التمرين وأنَّ اللاكتات سينتجُ إما من الغلوكوز في الدم أو من الغليكوجين العضلي سواءً في الظروفِ الهوائية أو اللاهوائية. لكنّ الرأي الأرجح والمتوافق مع هذه الدراسة هو أنَّ الغلوكوز واللاكتات يزدادُ مستواهَا مع ازدياد التعب العضلي كما تبين في المجموعتين G2–G4 بعد السباق، بينما ينخفضُ مستواهَا مع إراحةِ الخيول أو إعطاء بعض المُكملات والخلاصات النباتية المساعدة على عودةِ الاستتباب في الوظائف الفيزيولوجية.

8- الاستنتاجات conclusions:

❖ من خلالِ دراسةِ الاستجابات الفيزيولوجية تبينَ أنَّ سباقَ 1600 متر يؤدي إلى تغيراتٍ فيزيولوجية حقيقيةٍ تمثلتْ بحدوثِ ارتفاع مستوى اللاكتات والغلوكوز في مصل الدم لدى المجموعات التي لم تعط مُكملَ إنرجي فورت.

❖ يمكنُ استخدامَ مُؤشرِ اللاكتات–غلوكوز عند دراسة الاستجابات الفيزيولوجية في السباق عند الخيول الرياضية وكذلك لمعرفة مستوى التعب واللياقة البدنية الفردية عندَ الخيول.

❖ أدى إعطاءُ مُكملَ إنرجي فورت إلى خفض مستوى اللاكتات وتنظيمِ مستوى الغلوكوز بعد السباق.

❖ إنَّ إعطاءَ مُكملُ إنرجي فورت للخيولِ الرياضية قبلَ وبعدَ السباق عمل على تحسينِ الاستجابات الفيزيولوجية من خلال خاصياتٍ عديدةٍ يتمتعُ بها المكمل تؤدي إلى ضبطِ النطاقات الفيزيولوجية ضمن الحدود المقبولة والوصول إلى مرحلة التكييف الفيزيولوجي.

9- التوصيات Recommendations:

❖ إنَّ مرحلةَ الاستجابات الفيزيولوجية بعدَ انتهاءِ التمرين والسباق تُعدُ مرحلةٌ هامة وخطيرة لذا نوصي بمراقبةِ هذه التغيرات عندَ الخيول الرياضية لأنَّها تمثلُ الحد الفاصل بينَ حدوثِ الأمراضِ والاضطرابات المرضية ومرحلة التكيف الفيزيولوجي.

❖ يمكنُ إعطاءُ مُكمل إنيرجي فورت للخيول الرياضية قبل وبعد السباق للوقايةِ من آثارِ التعبِ العضليّ ولمّا له من أثارٍ إيجابيةٍ في تحسينِ الاستجابات الفيزيولوجية وبالتالي تحسين القدرة والسرعة.

❖ توسيع البحث مستقبلاً من حيثُ المدةِ والزمنِ والهدفِ في دراسة استخدام مكمل إنرجي فورت عندَ الأمهارِ في مراحلِ الإعداد البدني وكذلك عند الخيول خلال مواسم التدريب.

❖ استخدام معايير عالمية لتقييمِ دورُ المُكمل في اللياقةِ البدنيةِ عند الأمهارِ والخيولِ خلال التدريب والتمرين مثل فهم دوره في تأثيره على معايير عتبة اللاكتات.

❖ تكثيف الأبحاث الفيزيولوجية على الخيولِ العربيةِ الأصيلةِ – كونَها تُعتبرُ إرثٌ وطنيٌّ تاريخيٌّ وسلالةٌ فريدةٌ لا مثيل لها– التي تؤدي إلى تطويرِ برامجٍ تدريبيّةٍ سليمةٍ علمياً تعملُ على تحسينِ البرامجِ المحليةِ التقليديّةِ بما يتلاءمُ مع التطورات العلميّةِ العالميّةِ حيثُ تعملُ على تحسينِ اللّياقةِ البدنيّةِ للخيول.

❖

1- المراجعReferences:

2- Abubakar, I. B., Malami, I., Yahaya, Y., & Sule, S. M. (2018). A review on the ethnomedicinal uses, phytochemistry and pharmacology of Alpinia officinarum Hance. *Journal of ethnopharmacology*, *224*, 45–62. https://doi.org/10.1016/j.jep.2018.05.027

3- Alaerjani, W. M. A., Abu-Melha, S., Alshareef, R. M. H., Al-Farhan, B. S., Ghramh, H. A., Al-Shehri, B. M. A., Bajaber, M. A., Khan, K. A., Alrooqi, M. M., Modawe, G. A., & Mohammed, M. E. A. (2022). Biochemical Reactions and Their Biological Contributions in Honey. Molecules (Basel, Switzerland), 27(15), 4719. https://doi.org/10.3390/molecules27154719

4- Arabian Racing Organization UK. Racing data, racing data ARO racing. (2019). https://www.aroracing.co.uk/. [Accessed 28 January 2023].

5- Arfuso, F., Rizzo, M., Giannetto, C., Giudice, E., Cirincione, R., Cassata, G., Cicero, L., et al. (2022). Oxidant and Antioxidant Parameters' Assessment Together with Homocysteine and Muscle Enzymes in Racehorses: Evaluation of Positive Effects of Exercise. *Antioxidants*, *11*(6), 1176. MDPI AG. Retrieved from http://dx.doi.org/10.3390/antiox11061176

6- Bos, A., Compagnie, E., & Lindner, A. (2018). Effect of racing on blood variables in Standardbred horses. *Veterinary Clinical Pathology*, *47*(4), 625-628.

7- Brooks, G. A. (2002). *Lactate shuttles in Nature. Biochemical Society Transactions, 30(2), 258–264.* https://doi.org/10.1042/bst0300258

8- Brooks, G. A. (2018). *The Science and Translation of Lactate Shuttle Theory. Cell Metabolism, 27(4), 757–785.* doi:10.1016/j.cmet.2018.03.008

9- Brooks, G. A., Arevalo, J. A., Osmond, A. D., Leija, R. G., Curl, C. C., & Tovar, A. P. (2022). Lactate in contemporary biology: a phoenix risen. *The Journal of physiology*, *600*(5), 1229–1251. https://doi.org/10.1113/JP280955

10- Brooks, G. A., Curl, C. C., Leija, R. G., Osmond, A. D., Duong, J. J., & Arevalo, J. A. (2022). Tracing the lactate shuttle to the mitochondrial reticulum. *Experimental & molecular medicine*, *54*(9), 1332–1347. https://doi.org/10.1038/s12276-022-00802-3

11- Burk, A. O., & Williams, C. A. (2008). *Feeding management practices and supplement use in top-level event horses. Comparative Exercise Physiology, 5(02), 85.* doi:10.1017/s1478061508062786

12- Cecchini, S., Paciolla, M., Caputo, A. R., & Bavoso, A. (2014). Antioxidant Potential of the Polyherbal Formulation "ImmuPlus": A Nutritional Supplement for Horses. *Veterinary medicine international*, *2014*, 434239. https://doi.org/10.1155/2014/434239

13- Cosgrove, E. J., Sadeghi, R., Schlamp, F., Holl, H. M., Moradi-Shahrbabak, M., Miraei-Ashtiani, S. R., … Brooks, S. A. (2020). *Genome Diversity and the Origin of the Arabian Horse. Scientific Reports, 10(1).* doi:10.1038/s41598-020-66232-1

14- Dżugan, M., Tomczyk, M., Sowa, P., & Grabek-Lejko, D. (2018). Antioxidant Activity as Biomarker of Honey Variety. *Molecules (Basel, Switzerland)*, *23*(8), 2069. https://doi.org/10.3390/molecules23082069

15- Elghandour, M. M., Reddy, P. R. K., Salem, A. Z., Reddy, P. P. R., Hyder, I., Barbabosa-Pliego, A., & Yasaswini, D. (2018). Plant bioactives and extracts as feed additives in horse nutrition. *Journal of Equine Veterinary Science*, *69*, 66-77.

i. Ferguson, B. S., Rogatzki, M. J., Goodwin, M. L., Kane, D. A., Rightmire, Z., & Gladden, L. B. (2018). Lactate metabolism: historical context, prior misinterpretations, and current understanding. *European journal of applied physiology*, *118*(4), 691-728. https://doi.org/10.1007/s00421-017-3795-6

ii. Ferlazzo, A., Cravana, C., Fazio, E., & Medica, P. (2020). The different hormonal system during exercise stress coping in horses. *Veterinary world*, *13*(5), 847-859. https://doi.org/10.14202/vetworld.2020.847-859

16- Fontanel, M., Todd, E., Drabbe, A., Ropka-Molik, K., Stefaniuk-Szmukier, M., Myćka, G., & Velie, B. D. (2020). *Variation in the SLC16A1 and the ACOX1 genes is associated with gallop racing performance in Arabian horses. Journal of Equine Veterinary Science, 103202.* doi:10.1016/j.jevs.2020.103202

17- Gardner D. S. (2016). Historical progression of racing performance in the Thoroughbred horse and man. *Equine veterinary journal*, *38*(6), 581-583. https://doi.org/10.2746/042516406x156514

18- Geor, R. J. (2006). *The role of nutritional supplements and feeding strategies in equine athletic performance. Equine and Comparative Exercise Physiology, 3(03), 109–119.* doi:10.1017/ecp200690

19- Gim, J.-A., Ayarpadikannan, S., Eo, J., Kwon, Y.-J., Choi, Y., Lee, H.-K., … Kim, H.-S. (2014). *Transcriptional expression changes of glucose metabolism genes after exercise in thoroughbred horses. Gene, 547(1), 152–158.* doi:10.1016/j.gene.2014.06.051

20- Gladden L. B. (2004). Lactate metabolism: a new paradigm for the third millennium. *The Journal of physiology*, *558*(Pt 1), 5–30. https://doi.org/10.1113/jphysiol.2003.058701

21- Gladden, L. B. (2008). Cause and effect. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, *105*(1), 364-364. DOI: 10.1152/japplphysiol.zdg-8016-pcpcomm.2008. PMID: 18680793

22- Grigore, A., Vulturescu, V., Neagu, G., Ungureanu, P., Panteli, M., & Rasit, I. (2022). Antioxidant-Anti-Inflammatory Evaluation of a Poly herbal Formula. *Pharmaceuticals (Basel, Switzerland)*, *15*(2), 114. https://doi.org/10.3390/ph15020114

23- Guyton, A. C., & Hall, J. E. (2021). Textbook of medical physiology 14th edition. *Rio de*. ISBN: 9780323597128. Imprint: Elsevier

24- Harty, P. S., Zabriskie, H. A., Erickson, J. L., Molling, P. E., Kerksick, C. M., & Jagim, A. R. (2018). Multi-ingredient pre-workout supplements, safety implications, and performance outcomes: a brief review. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, *15*(1), 41.

25- Hill, A. V. (1914). The oxidative removal of lactic acid. *J. Physiol*, *48*, 10-11.

26- Hills, S. P., Mitchell, P., Wells, C., & Russell, M. (2019). Honey Supplementation and Exercise: A Systematic Review. *Nutrients*, *11*(7), 1586. https://doi.org/10.3390/nu11071586

27- Hinchcliff, K. W., Kaneps, A. J., & Geor, R. J. (Eds.). (2008). *Equine exercise physiology: the science of exercise in the athletic horse*. Elsevier Health Sciences.

28- Hinchcliff, K. W., Kaneps, A. J., & Geor, R. J. (2013). *Equine Sports Medicine and Surgery E-Book*. Elsevier Health Sciences.

29- Hodgson, D. R., McGowan, C. M., & McKeever, K. (2014). *The athletic horse: principles and practice of equine sports medicine*. Elsevier Health Sciences.

30- Jagim, A. R., Camic, C. L., & Harty, P. S. (2019). Common habits, adverse events, and opinions regarding pre-workout supplement use among regular consumers. *Nutrients*, *11*(4), 855.

31- Johnson, R. A., Johnson, P. J., Megarani, D. V., Patel, S. D., Yaglom, H. D., Osterlind, S., … Crowder, S. M. (2017). *Horses Working in Therapeutic Riding Programs: Cortisol, Adrenocorticotropic Hormone, Glucose, and Behavior Stress Indicators. Journal of Equine Veterinary Science, 57, 77–85.* doi:10.1016/j.jevs.2017.05.006.

32- Kedzierski, W., & Bergero, D. (2006). Comparison of plasma biochemical parameters in Thoroughbred and Purebred Arabian horses during the same-intensity exercise. *Polish journal of veterinary sciences*, *9*(4), 233–238.

33- Kerksick, C. M., Wilborn, C. D., Roberts, M. D., Smith-Ryan, A., Kleiner, S. M., Jäger, R., Collins, R., Cooke, M., Davis, J. N., Galvan, E., Greenwood, M., Lowery, L. M., Wildman, R., Antonio, J., & Kreider, R. B. (2018). ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, *15*(1), 38. https://doi.org/10.1186/s12970-018-0242-y

34- Łagowska, K., Podgórski, T., Celińska, E., & Kryściak, J. (2017). A comparison of the effectiveness of commercial and natural carbohydrate–electrolyte drinks. Science & Sports, 32(3), 160-164.

35- Lu, G., Liu, Z., Wang, X., & Wang, C. (2021). Recent Advances in *Panax ginseng* C.A. Meyer as a Herb for Anti-Fatigue: An Effects and Mechanisms Review. *Foods (Basel, Switzerland)*, *10*(5), 1030. https://doi.org/10.3390/foods10051030

36- Ma, G. D., Chiu, C. H., Hsu, Y. J., Hou, C. W., Chen, Y. M., & Huang, C. C. (2017). Changbai Mountain Ginseng (Panax ginseng C.A. Mey) Extract Supplementation Improves Exercise Performance and Energy Utilization and Decreases Fatigue-Associated Parameters. *Molecules (Basel, Switzerland)*, *22*(2), 237. https://doi.org/10.3390/molecules22020237

37- Mercier, Q., & Aftalion, A. (2020). Optimal speed in Thoroughbred horse racing. *PloS one*, *15*(12), e0235024. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0235024

38- Meyerhof, O. (1920). Die Energieumwandlungen im Muskel. *Pflügers Archiv European Journal of Physiology*, *182*(1), 232-283.

i. Murray, J. M. D., Hanna, E., & Hastie, P. (2021). *Equine dietary supplements: an insight into their use and perceptions in the Irish equine industry. Irish Veterinary Journal, 71(1).* doi:10.1186/s13620-018-0115-3

39- Muñoz, A., Riber, C., Santisteban, R., Lucas, R. G., & Castejón, F. M. (2002). Effect of training duration and exercise on blood-borne substrates, plasma lactate and enzyme concentrations in Andalusian, Anglo-Arabian and Arabian breeds. *Equine veterinary journal. Supplement*, (34), 245-251. https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.2002.tb05427.x

40- National Research Council. 2017. *Equine Blood Biochemistry*. 6th ed. USA: Washington: The National Academies Press.

41- Önder, H., Şen, U., Piwczyński, D., Kolenda, M., Drewka, M., Abacı, S. H., & Takma, Ç. (2022). Comparison of Random Regression Models with Different Order Legendre Polynomials for Genetic Parameter Estimation on Race Completion Speed of Arabian

Horses. *Animals*, *12*(19), 2630. MDPI AG. Retrieved from http://dx.doi.org/10.3390/ani12192630

42- Pandey, M. M., Rastogi, S., & Rawat, A. K. (2007). Saussurea costus: botanical, chemical and pharmacological review of an ayurvedic medicinal plant. *Journal of ethnopharmacology*, *110*(3), 379–390. https://doi.org/10.1016/j.jep.2006.12.033

43- Pillai, M. K., Young, D. J., & Bin Hj Abdul Majid, H. M. (2018). Therapeutic Potential of Alpinia officinarum. *Mini reviews in medicinal chemistry*, *18*(14), 1220–1232. https://doi.org/10.2174/1389557517666171002154123

44- Prince, A., Geor, R., Harris, P., Hoekstra, K., Gardner, S., Hudson, C., & Pagan, J. (2002). Comparison of the metabolic responses of trained Arabians and Thoroughbreds during high- and low-intensity exercise. *Equine veterinary journal. Supplement*, (34), 95–99. https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.2002.tb05398.x

45- Rivero, J. L., & Piercy, R. J. (2008). Muscle physiology: responses to exercise and training. *Equine exercise physiology: the science of exercise in the athletic horse*, 463.

46- Robergs, R. A., Ghiasvand, F., & Parker, D. (2004). Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. *American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology*, *287*(3), R502–R516. https://doi.org/10.1152/ajpregu.00114.2004

47- Rossi, R., Lo Feudo, C. M., Zucca, E., Vizzarri, F., Corino, C., & Ferrucci, F. (2021). Innovative Blood Antioxidant Test in Standardbred Trotter Horses. *Antioxidants (Basel, Switzerland)*, *10*(12), 2013. https://doi.org/10.3390/antiox10122013

48- Sellami, M., Slimeni, O., Pokrywka, A., Kuvačić, G., D Hayes, L., Milic, M., & Padulo, J. (2018). Herbal medicine for sports: a review. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, *15*, 14. https://doi.org/10.1186/s12970-018-0218-y

49- Siddiqui, Z., Khan, M. I., Akhtar, J., & Ahmad, M. (2022). Multifunctional Role of Phyllanthus Acidus L. As a Therapeutic Agent for Management of Diabetes and Associated Complications: A Review. *Biomedical and Pharmacology Journal*, *15*(4), 1821-1831.

50- Smarsh, D. N., Liburt, N., Streltsova, J., McKeever, K., & Williams, C. A. (2010). Oxidative stress and antioxidant status in intensely exercising horses administered nutraceutical extracts. *Equine Veterinary Journal*, *42*, 317-322.

51- Takahashi, Y., Mukai, K., Ohmura, H., & Takahashi, T. (2020). *Do muscle activities of M. splenius and M. brachiocepalicus decrease due to exercise-induced fatigue in*

Thoroughbred horses? Journal of Equine Veterinary Science, 102901. doi:10.1016/j.jevs.2019.102901

52- Takahashi, Y., Takahashi, T., Mukai, K., & Ohmura, H. (2021). *Effects of Fatigue on Stride Parameters in Thoroughbred Racehorses During Races. Journal of Equine Veterinary Science, 101, 103447.* Sport Science Division, Equine Research Institute, Japan Racing Association, Tochigi 320-0856, Japan doi:10.1016/j.jevs.2021.10344

53- Tardy, A. L., Pouteau, E., Marquez, D., Yilmaz, C., & Scholey, A. (2020). Vitamins and Minerals for Energy, Fatigue and Cognition: A Narrative Review of the Biochemical and Clinical Evidence. *Nutrients*, *12*(1), 228. https://doi.org/10.3390/nu12010228

54- Tavanaeimanesh, H., Dashli-Boroon, O. J., & Corley, K. (2022). Comparison of β-endorphin, Lactate and Cortisol Concentrations in Winning and Losing Racehorses. Journal of equine veterinary science, 110, 103857.

55- Terzo, S., Mulè, F., & Amato, A. (2020). Honey and obesity-related dysfunctions: A summary on health benefits. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, *82*, 108401.

56- Trinder P. Determination of glucose in blood using glucose oxidase with an alternative oxygen acceptor. Ann Clin Biochem 1969;6:24-27.

57- Tietz NW. Clinical guide to laboratory tests, 3rd ed. Philadelphia, WB Saunders Co.;1995

58- Wang, T., Zeng, Y., Ma, C., Meng, J., Wang, J., Ren, W., Wang, C., Yuan, X., Yang, X., & Yao, X. (2023). Plasma Non-targeted Metabolomics Analysis of Yili Horses Raced on Tracks With Different Surface Hardness. *Journal of equine veterinary science*, *121*, 104197. Advance online publication. https://doi.org/10.1016/j.jevs.2022.104197

59- Witkowska-Piłaszewicz, O., Maśko, M., Domino, M., & Winnicka, A. (2020). Infrared Thermography Correlates with Lactate Concentration in Blood during Race Training in Horses. *Animals*, *10*(11), 2072. MDPI AG. Retrieved from http://dx.doi.org/10.3390/ani10112072

60- Witkowska-Piłaszewicz, O., Grzędzicka, J., Seń, J., Czopowicz, M., Żmigrodzka, M., Winnicka, A., … Carter, C. (2021). *Stress response after race and endurance training sessions and competitions in Arabian horses. Preventive Veterinary Medicine, 188, 105265.* doi:10.1016/j.prevetmed.2021.1052.

61- Yan, X., Li, Q., Jing, L., Wu, S., Duan, W., Chen, Y., Chen, D., & Pan, X. (2022). Current advances on the phytochemical composition, pharmacologic effects, toxicology, and product development of *Phyllanthi*. *Frontiers in pharmacology*, *13*, 1017268. https://doi.org/10.3389/fphar.2022.1017268

62- Zheng, X., Zhao, Y., Naumovski, N., Zhao, W., Yang, G., Xue, X., Wu, L., Granato, D., Peng, W., & Wang, K. (2022). Systems Biology Approaches for Understanding Metabolic Differences Using 'Multi-Omics' Profiling of Metabolites in Mice Fed with Honey and Mixed Sugars. Nutrients, 14(16), 3445. https://doi.org/10.3390/nu14163445

63- Zuluaga Cabrera, A. M., Casas Soto, M. J., Martínez Aranzales, J. R., Castillo Vanegas, V. E., Correa Valencia, N. M. D. P., & Arias Gutierrez, M. P. (2022). Hematological, biochemical, and endocrine parameters in acute response to increasing-intensity exercise in Colombian Paso horses. Revista mexicana de ciencias pecuarias, 13(1), 211-224.