



DOI:10.22144/ctujos.2024.397

XÁC ĐỊNH NGƯỠNG CHỊU MẶN CỦA CỪU (*Ovis aries*) PHAN RANG KHI CHO UỐNG NƯỚC BIỂN PHA LOÃNG

Nguyễn Thiết^{1*}, Nguyễn Thanh Đạt¹ và Nguyễn Trọng Ngử²¹Khoa Phát triển Nông thôn, Trường Đại học Cần Thơ²Khoa Chăn nuôi, Trường Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ*Tác giả liên hệ (Corresponding author): nthiet@ctu.edu.vn

Thông tin chung (Article Information)

Nhận bài (Received): 08/02/2024

Sửa bài (Revised): 02/05/2024

Duyệt đăng (Accepted): 03/06/2024

Title: Salt tolerance threshold in Phan Rang sheep (*Ovis aries*) drinking with diluted seawater

Author(s): Nguyen Thiet*, Nguyen Thanh Dat and Nguyen Trong Nu

Affiliation(s): Can Tho University

TÓM TẮT

Thí nghiệm nhằm đánh giá ngưỡng chịu mặn của cừu (*Ovis aries*) và được thực hiện trên 10 cừu đực, chia thành 2 giai đoạn. Giai đoạn 1 cho cừu uống nước ngọt trong 7 ngày từ hai máng uống giống nhau. Giai đoạn 2 trong 8 ngày cho cừu uống nước ngọt cho máng uống thứ nhất và nước biển pha loãng (DSW) cho máng uống thứ hai hoặc ngược lại, nồng độ DSW (diluted seawater) từ 0,5% đến 2,0%. Kết quả cho thấy khối lượng cơ thể và lượng chất khô ăn vào không khác nhau bởi DSW, trong khi lượng nước uống vào cao hơn ở giai đoạn 2 ($P < 0,05$). Cừu uống nhiều DSW ở nồng độ 0,5% và sau đó giảm sự lựa chọn DSW ở nồng độ 1,0%, tránh lựa chọn DSW ở nồng độ 1,5% và từ chối uống ở nồng độ 2,0%. Cừu uống DSW tăng nồng độ natri và clorua huyết tương, trong khi đó kali huyết tương không khác nhau giữa giai đoạn 1 và 2. Nồng độ urê, creatine, AST và ALT huyết tương không thay đổi giữa hai giai đoạn. Kết quả thí nghiệm cho rằng cừu có thể chịu đựng được DSW lên tới 1%.

Từ khóa: Cừu, nước biển pha loãng, ngưỡng chịu mặn, sinh hóa máu

ABSTRACT

The experiment aimed to evaluate the salt tolerance threshold in sheep drinking with diluted seawater was carried out on 10 rams, divided into two phases: Phase 1 (control, C) all rams were given fresh water for 7 days from two identical buckets, and daily water intake was recorded from both buckets. In phase 2 (preference test, PT), each ram was supplied with fresh water for the first bucket and diluted seawater (DSW) for the second bucket or vice versa. The concentration of DSW for preference tests ranged from 0.5% to 2.0%. The results from the experiment showed that body weight and dry matter intake did not differ by DSW, whereas water intake was significantly higher during phase 2 ($P < 0.05$). Rams consumed more DSW at 0.5% level and then decreased to prefer DSW from 1.0% concentration, began to avoid DSW with 1.5% concentration, and rejected at 2.0%. Rams consumed with DSW increased plasma sodium and chloride concentrations, whereas plasma potassium did not differ between phases 1 and 2. Plasma levels of urea, creatine, AST and ALT remained unchanged between phases. It was concluded that Phan Rang rams can tolerate DSW up to 1%.

Keywords: Blood biochemistry, diluted seawater, salt tolerance, sheep

1. GIỚI THIỆU

Hiện tượng xâm nhập mặn khiến tài nguyên nước ngọt khan hiếm, không đủ để cung cấp cho con người và vật nuôi, quá trình chăn nuôi sẽ gặp nhiều khó khăn. Việc xâm nhập mặn do biến đổi khí hậu (BĐKH) gây ra không chỉ làm cho nguồn nước ngọt khan hiếm mà còn có khuynh hướng làm giảm chất lượng nước do nước bị nhiễm mặn, nhiễm phèn quá cao. Khi đó gia súc, gia cầm sử dụng các nguồn nước ô nhiễm, không đạt tiêu chuẩn này làm phát sinh thêm nhiều bệnh tật, ảnh hưởng đến sức khỏe vật nuôi. Dê và cừu có khối lượng nhỏ, nhu cầu thức ăn ít nên không đòi hỏi diện tích chuồng trại và đồng cỏ lớn so với trâu bò. Thêm vào đó khả năng chống chịu với điều kiện nắng nóng của dê và cừu tốt hơn so với trâu, bò (Silanikove, 2000). Vì vậy, dê và cừu có thể được xem là vật nuôi thích hợp trong điều kiện biến đổi khí hậu hiện nay tại Việt Nam. Các nghiên cứu trước đây đã chỉ ra rằng dê và cừu có khả năng sử dụng nước uống có độ mặn khác nhau, cũng như sự đáp ứng với khả năng chịu mặn khác nhau giữa dê và cừu (Peirce, 1957; Abou et al., 1994; El Gawad, 1997; Mdletshe et al., 2017). Cho đến nay, Việt Nam đã có một số nghiên cứu cơ bản, có hệ thống về đánh giá cơ chế chịu mặn của dê thịt và dê sữa trong điều kiện stress nhiệt (Thiet et al., 2022a, 2022b). Tuy nhiên, Việt Nam có rất ít thông tin nghiên cứu khả năng chịu mặn của cừu, đặc biệt là đánh giá ngưỡng chịu mặn của cừu Phan Rang. Vì vậy, nghiên cứu xác định ngưỡng chịu mặn của cừu Phan Rang khi cho uống nước biển pha loãng được thực hiện là cần thiết. Kết quả của đề tài xác định được ngưỡng chịu mặn của cừu, từ đó đưa ra các khuyến cáo thích hợp cho người chăn nuôi ở những vùng bị ảnh hưởng bởi xâm nhập mặn.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Địa điểm thí nghiệm

Đề tài được thực hiện tại Trại Thực nghiệm, Khoa Phát triển Nông thôn, Trường Đại học Cần Thơ.

2.2. Bố trí thí nghiệm

Nghiên cứu được thực hiện trên 10 cừu Phan Rang đực (khoảng 6 tháng tuổi), có khối lượng trung bình là $17,92 \pm 0,77$ kg. Trước thí nghiệm một tuần, tất cả cừu thí nghiệm được nuôi thích nghi trong lồng cá thể và chia thành hai giai đoạn. Giai đoạn 1 (giai đoạn đối chứng), tất cả cừu được cho uống nước ngọt trong 7 ngày và nước được cung cấp trong 2 máng uống giống nhau, lượng nước uống hàng ngày được ghi nhận lại cả 2 máng. Trong giai đoạn 2 (giai đoạn thí nghiệm 08 ngày), mỗi cừu

được cung cấp nước ngọt cho máng uống đầu tiên và nước biển pha loãng cho máng uống thứ hai hoặc ngược lại. Vị trí của máng uống đề xuất từ các nghiên cứu trước đây (Runa et al., 2019; Goatcher & Church, 1970a, 1970b) và được điều chỉnh thay đổi hàng ngày vào lúc 07:00, 13:00 và 18:00 giờ (Thiet et al., 2023) để tránh sai số do cừu có thói quen nhận biết vị trí của máng chứa nước ngọt hoặc nước biển pha loãng. Mỗi nồng độ nghiên cứu được đánh giá trong 48 giờ (2 ngày liên tục). Quy trình này cho phép xác định ngưỡng mà cừu chấp nhận hoặc từ chối uống nước biển pha loãng. Giai đoạn thí nghiệm (giai đoạn 2) bắt đầu ở mức 0,5% (ngày 8–9), 1,0% (ngày 10–11), 1,5% (ngày 12–13) và 2,0% (ngày 14–15). Ngưỡng mà gia súc từ chối uống nước biển pha loãng là khi chúng uống ít hơn 20% tổng lượng nước từ hai máng (Goatcher & Church, 1970b).

Tỷ lệ cừu uống nước mặn (%) = (lượng nước mặn cừu uống/tổng lượng nước cừu uống ở 2 máng) x 100.

Trong nghiên cứu này sử dụng nước biển cô đặc (9,7%) pha với nước ngọt để đạt được nước biển pha loãng với nồng độ là 0,5%, 1,0%, 1,5% và 2,0% theo công thức $C_1V_1 = C_2V_2$ (trong đó C_1 là nồng độ của dung dịch ban đầu, V_1 là thể tích của dung dịch ban đầu, C_2 là nồng độ của dung dịch cuối cùng, V_2 là thể tích của dung dịch cuối cùng) và sau đó được đo lại bằng khúc xạ kế (Master S28M, Atago, Nhật Bản). Thành phần hóa học của nước ngọt và nước biển cô đặc được thể hiện ở Bảng 1.

Bảng 1. Thành phần hóa học của nước ngọt và nước biển cô đặc

| Chỉ tiêu | Nước ngọt | Nước biển cô đặc |
|------------------------|-----------|------------------|
| EC (mS/cm) | 0,28 | 214 |
| TDS (g/L) | 0,127 | 97 |
| Na ⁺ (g/L) | 0,017 | 31,97 |
| Cl ⁻ (g/L) | 0,028 | 63,34 |
| K ⁺ (g/L) | 0,004 | 1,11 |
| Ca ²⁺ (g/L) | 0,015 | 0,57 |
| Mg ²⁺ (g/L) | 0,01 | 4,11 |

Ghi chú: EC: Độ dẫn điện, TDS: Tổng lượng chất rắn hòa tan trong nước.

Tất cả cừu thí nghiệm được cho ăn khẩu phần giống nhau, bao gồm 500 g thức ăn hỗn hợp (300 g cho ăn vào buổi sáng và 200 g cho ăn vào buổi chiều) và bắp ủ chua cho ăn tự do sau khi cho ăn thức ăn hỗn hợp (TAHH). Thành phần hóa học (TPHH) của TAHH: vật chất khô (DM) là 88,5%, đạm thô (CP) là 19,2%, khoáng (Ash) là 8,06, xơ axit (ADF) là 20,25% và xơ trung tính (NDF) là

39,36%, bấp ú chua với TPHH: DM là 20,5%, CP là 7,95%, Ash là 9,67, ADF là 46,91% và NDF là 65,18%.

2.3. Thu thập số liệu và đo lường các chỉ tiêu thí nghiệm

Lượng thức ăn ăn vào được ghi nhận lại hàng ngày trong suốt quá trình nghiên cứu (từ ngày 1 đến ngày 7 đối với giai đoạn 1 và ngày 8 đến ngày 15 đối với giai đoạn 2). Các mẫu thức ăn và thức ăn thừa được thu thập hàng ngày và chia thành hai phần; một phần được sấy khô trong tủ sấy ở 105°C cho đến khi khối lượng không đổi để xác định vật chất khô và các mẫu còn lại được giữ ở -20°C để phân tích thành phần hóa học. Khi kết thúc thí nghiệm, tất cả các mẫu thức ăn được rã đông, trộn kỹ và được sấy khô ở 65°C để phân tích khoáng (Ash) và protein thô theo AOAC (1990), xơ trung tính (NDF) và xơ acid (ADF) theo quy trình của Van Soest et al. (1991).

Lượng nước uống được ghi nhận hàng ngày từ đầu đến cuối nghiên cứu. Phân tích mẫu nước: Natri (Na⁺), kali (K⁺), canxi (Ca²⁺) và magiê (Mg²⁺) được đo bằng phương pháp quang phổ hấp thụ nguyên tử (Thermo iCE 3000 series, Thermo Fisher Scientific, Trung Quốc), clorua (Cl⁻) được xác định bằng phương pháp chuẩn độ so màu, sunfat (SO₄²⁻) được đo bằng phép đo quang phổ (UV-VIS 1800 Shimadzu, Nhật Bản), EC được xác định bằng máy đo EC (Schott instrument D-55122, Mainz, Đức) và TDS được đo bằng khúc xạ kế (Master S28M, Atago, Nhật Bản).

Vào ngày 7 (giai đoạn 1) và 15 (giai đoạn 2) của thí nghiệm, cừu được lấy mẫu máu ở tĩnh mạch cổ. Các mẫu máu được chứa trong ống nghiệm chứa chất chống đông heparin lúc 09:30 giờ và sau đó được ly tâm để thu mẫu huyết tương phân tích các chỉ tiêu sinh hóa. Máy phân tích hóa học lâm sàng tự động được sử dụng để đo nồng độ urê, creatinine, AST và ALT trong huyết tương (XL200, Erba Mannheim, Đức) và thành phần chất điện giải trong huyết tương (ST200 PRO, Sensa Core, Ấn Độ).

2.4. Xử lý thống kê

Số liệu về lượng vật chất khô ăn vào, lượng nước uống, khối lượng và các chỉ tiêu sinh hóa máu được so sánh giữa giai đoạn 1 và giai đoạn 2, tỷ lệ nước uống giữa hai máng bằng so sánh cặp đôi (Pair T-test). So sánh các nồng độ của nước biển pha loãng qua hai giai đoạn thí nghiệm bằng phân tích phương sai (ANOVA). Sự khác biệt có ý nghĩa thống kê khi P<0,05.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Kết quả lượng vật chất khô ăn vào của cừu không khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa giai đoạn 1 và 2 (p>0,05; Bảng 2). Kết quả lượng vật chất khô ăn vào tương tự như các nghiên cứu trước đây trên cừu (Peirce, 1957), hươu (Ru et al., 2004) và dê lai Boer (Nhựt và ctv., 2022), trong khi lượng vật chất khô ăn vào thấp hơn được tìm thấy khi dê uống nước mặn 2% (Zoidis & Hadjigeorgiou, 2018). Một số nghiên cứu cho thấy lượng vật chất khô ăn vào tăng dần khi động vật uống nước có độ mặn thấp như ở hươu (Ru et al., 2005) và dê Boer (Arieli et al., 1989). Các đáp ứng khác nhau về lượng vật chất khô ăn vào khi động vật uống nước muối có thể khác nhau ở các loài. Khối lượng cừu không bị ảnh hưởng bởi độ mặn trong nghiên cứu này (P>0,05; Bảng 2). Điều này có thể do cừu trong nghiên cứu này uống nước biển trong thời gian ngắn (8 ngày) nên không ảnh hưởng đến khối lượng. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu trước đây của Runa et al. (2019), kết quả cho thấy khối lượng của dê Boer không bị ảnh hưởng bởi nước muối. Một số nghiên cứu trước đây cho rằng khi vật nuôi uống nước muối 1% không ảnh hưởng đến khối lượng, trong khi đó vật nuôi giảm khối lượng khi chúng tiêu thụ 2% NaCl (Peirce, 1957; Zoidis & Hadjigeorgiou, 2018).

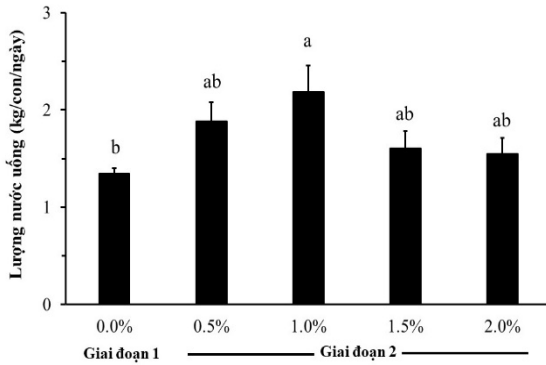
Bảng 2. Trọng lượng, lượng thức ăn, nước uống ở giai đoạn 1 và 2

| Chỉ tiêu | Giai đoạn thí nghiệm | | P |
|--------------------|----------------------|-------------|-------|
| | Giai đoạn 1 | Giai đoạn 2 | |
| DMI (kg/con/ngày) | 0,67±0,02 | 0,71±0,01 | 0,103 |
| DMI (g/kg BW/ngày) | 36,0±0,60 | 38,2±1,10 | 0,102 |
| WI (kg/con/ngày) | 1,35±0,06 | 1,81±0,05 | 0,03 |
| WI (g/kg BW/ngày) | 72,2±2,90 | 96,7±8,95 | 0,001 |
| BW (kg/con) | 17,9±0,77 | 18,7±0,62 | 0,44 |

Ghi chú: DMI: lượng vật chất khô ăn vào, WI: lượng nước uống, BW: khối lượng

Kết quả thí nghiệm ở Hình 1 cho thấy cừu đã tăng lượng nước uống hàng ngày ở nồng độ 1% và ở các nồng độ nước biển pha loãng khác (0,5%; 1,5% và 2%) thì tương tự như uống nước ngọt ở giai đoạn 1. Do đó, trung bình lượng nước uống ở giai đoạn 2 cao hơn so với giai đoạn 1 (P<0,05, Bảng 2). Kết quả này khác với nghiên cứu ở trên dê của Thiet et al. (2023), tác giả nhận thấy rằng dê Bách Thảo đã giảm lượng nước uống hàng ngày ở nồng độ là

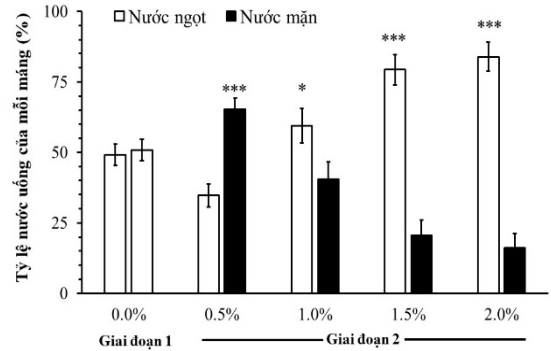
1,5% và 2%, do đó lượng nước uống ở giai đoạn 2 thấp hơn so với giai đoạn 1.



Hình 1. Lượng nước uống ở giai đoạn 1 (nước ngọt/nước ngọt) và giai đoạn 2 (nước ngọt/nước mặn)

Ngoài ra, khi quan sát thí nghiệm về mức độ lựa chọn, cừ Phan Rang có mức độ lựa chọn nước ngọt thấp hơn nước biển pha loãng ở nồng độ 0,5%. Sự lựa chọn đối với nước biển pha loãng ở nồng độ 1% đã giảm và cừ gần như từ chối (dưới 25%) uống nước biển pha loãng ở nồng độ 1,5% và từ chối (dưới 20%) ở nồng độ 2% (Hình 2). Điều này cho thấy ngưỡng từ chối uống nước biển pha loãng của cừ ở thí nghiệm này phù hợp với các báo cáo trước đây (Goatcher & Church, 1970a, 1970b). Vật nuôi có khả năng chịu được lượng muối ở các nồng độ khác nhau trong nước uống, điều này có thể liên quan đến chức năng thận (Potter, 1963) bằng cách tăng bài tiết chất điện giải qua nước tiểu, giảm hoặc ngừng uống nước có độ mặn cao (Thiet et al., 2022a). Tương tự, Chandrashekar et al. (2010) đã báo cáo rằng ở chuột vị muối có thể kích hoạt hai tập tính khác nhau: nước muối có nồng độ thấp có thể hấp dẫn chuột uống, trong khi nước muối với nồng độ cao chuột giảm hoặc không uống, ngay cả khi chuột bị thiếu muối. Sự thích nghi này có thể xảy ra khi cừ chỉ được cho uống nước biển pha loãng. Theo đó, cừ có thể cân bằng lượng điện giải dư thừa bằng cách ưu tiên mức nước ngọt hoặc nước biển pha loãng và duy trì trong khoản cho phép. Nassar & Mousa (1981) báo cáo rằng dê có thể chấp nhận 1,5% NaCl trong nước uống, trong khi dê Boer từ chối nước biển pha loãng ở mức 1,25-1,5% NaCl (Runa et al., 2019). Enke et al. (2022) báo cáo rằng lạc đà lựa chọn nước biển pha loãng với nồng độ từ 0,5-0,75% NaCl và từ chối uống nước với nồng độ 1,25% NaCl. Abou et al. (1994) cho rằng lạc đà chịu được nước muối cao hơn dê và cừ vì chúng có lượng nước uống thấp và giảm thể tích nước tiểu. Ở hươu, khả năng chịu mặn dao động từ 0,8 đến 1,2% (Ru et al., 2005). Tóm lại, cừ Phan Rang từ nghiên

cứ này có thể chịu được nước biển pha loãng tới 1,0%.



Hình 2. Tỷ lệ nước uống ở hai máng ở giai đoạn 1 (nước ngọt/nước ngọt) và giai đoạn 2 (nước ngọt/nước mặn)

Kết quả thí nghiệm cho thấy nước biển pha loãng đã làm tăng nồng độ natri và clo huyết tương (Bảng 3; $p < 0,05$). Điều này do mẫu máu được lấy ở ngày cuối của thí nghiệm khi cừ uống nước biển pha loãng (2%) có nồng độ Na, Cl cao hơn nhiều so với nước ngọt. Trong khi đó, nồng độ kali huyết tương tự giữa hai giai đoạn thí nghiệm.

Bảng 3. Một số chỉ tiêu sinh hóa máu của cừ ở giai đoạn 1 và 2

| Chỉ tiêu | Giai đoạn thí nghiệm | | P |
|--------------------------|----------------------|-------------|-------|
| | Giai đoạn 1 | Giai đoạn 2 | |
| Na ⁺ (mmol/L) | 141,93±0,63 | 144,90±0,66 | 0,01 |
| K ⁺ (mmol/L) | 4,40±0,24 | 4,21±0,08 | 0,43 |
| Cl ⁻ (mmol/L) | 103,22±0,31 | 105,04±0,58 | 0,001 |
| Urea (mmol/L) | 9,57±0,36 | 8,91±0,35 | 0,21 |
| Creatinine (μmol/L) | 75,01±5,87 | 74,65±3,46 | 0,96 |
| AST (U/L) | 100,15±2,91 | 92,84±4,38 | 0,21 |
| ALT (U/L) | 17,46±1,42 | 15,62±1,10 | 0,31 |

Kết quả này phù hợp với các nghiên cứu trước đây trên dê (Thiet et al., 2022a; Nhựt và ctv., 2022) và cừ (Assad & El-Sherif, 2002). Nhưng một số nghiên cứu khác đã chỉ ra rằng động vật uống nước biển pha loãng làm tăng natri và kali trong huyết thanh (Runa et al., 2022). Nồng độ clorua huyết tương ở giai đoạn 2 cao hơn so với giai đoạn 1. Kết quả này phù hợp với báo cáo của Runa et al. (2022) và mức độ chất điện giải trong huyết tương trong

nguyên cứu này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Jackson and Cockcroft (2002).

Nồng độ creatinine, urea huyết tương và men AST và ALT huyết tương không khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa hai giai đoạn thí nghiệm ($P > 0,05$; Bảng 3), mặc dù giai đoạn 2 cừ uống nước biển pha loãng trong 8 ngày với nồng độ tăng dần từ 0,5% đến 2%. Các giá trị ALT và AST từ thí nghiệm này vẫn nằm trong khoản bình thường theo báo cáo của các nghiên cứu trước đây (Jackson & Cockcroft, 2002; Diana; 2007). Nồng độ hai men này tăng lên khi có tổn thương ở tế bào gan. Trong khi đó, theo báo cáo của Runa et al. (2022) khi cho dê uống nước biển pha loãng 1,2% thì giá trị AST và ALT huyết tương tăng lên. Tương tự, nồng độ nước biển pha loãng từ 1,35% - 1,45% cũng ảnh hưởng đến cừ và lạc đà (Assad & El-Sherif, 2002). Theo Thiet et al. (2024) cho rằng nước biển pha loãng không ảnh hưởng đến giá trị AST và ALT huyết tương của dê

ở tuần thứ 4 và tăng lên ở tuần thứ 8 của thí nghiệm. Kết quả về nồng độ creatinine trong huyết tương tương tự như nghiên cứu trước đây ở dê (Runa et al., 2022) và cừ Barki (Ghanem et al., 2018).

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã xác định ngưỡng chịu mặn của cừ Phan Rang là 1%. Cừ sử dụng nước biển pha loãng tăng dần từ 0,5% đến 2% trong thời gian 8 ngày thí nghiệm không ảnh hưởng đến lượng tiêu thụ thức ăn và trọng lượng. Tuy nhiên, nồng độ natri và clorua huyết tương tăng lên khi nồng độ DSW tăng.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ từ nguồn kinh phí của Quỹ Nghiên cứu Khoa học Quốc gia (Nafosted), Mã số 106.05-2020.45.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Abou, H. E. R. M., Gihad, E. A., El-Gedawy, T. M., & Abdel, G. M. H. (1994). Responses of camels, sheep and goats on saline water. 2. Water and mineral metabolism. *Egyptian Journal of Animal Production*, 31, 387-401.
- AOAC. (1990). *Official Method of Analysis*. Association of Official Agricultural Chemists, Inc., Virginia.
- Arieli, A., Naim, E., Benjamin, R. W., & Pasternak, D. (1989). The effect of feeding saltbush and sodium chloride on energy metabolism in sheep. *Animal Production* 49, 451-457, <https://doi.org/10.1017/S0003356100032657>.
- Assad, F., & El-sherif, M. M. A. (2002). Effect of drinking saline water and feed shortage on adaptive responses of sheep and camels. *Small Ruminant Research*, 45, 279-290.
- Chandrashekar, J., Kuhn, C., Oka, Y., Yarmolinsky, D. A., Hummler, E., Ryba, N. J. P., & Zuker, C. S. (2010). The cells and peripheral representation of sodium taste in mice. *Nature*. 464, 297- 301, <https://doi.org/10.1038/nature08783>.
- Diana, N. C. (2007). *Appendix: Therapeutic drug monitoring and laboratory reference ranges. Current medical diagnosis and treatment*. Stephen JM, Maxine AP. 46th edition, Mc Graw hill, 1767- 75.
- Enke, N., Brinkmann, L., Runa, R. A., Südekum, K. H., Tholen, E., & Gerken, M. (2022). Drinking behaviour of llamas (Lama glama) in choice tests for fresh or saline water. *Small Ruminant Research*, 216, 1-9.
- El-Gawad, E. I. A. (1997). Physiological responses of Barki and Damascus goats and their crossbred to drinking saline water. *Alexandria. Journal of Agricultural Research*, 42, 23-36.
- Ghanem, M., Zeineldin, M., Eissa, A., El Ebissy, E., Mohammed, R., & Abdelraof, Y. (2018). The effects of saline water consumption on the ultrasonographic and histopathological appearance of the kidney and liver in Barki sheep. *The Journal of Veterinary Medical Science*, 80, 741 - 748.
- Goatcher, W. D., & Church, D. C. (1970a). Taste responses in ruminants. I. Reactions of sheep to sugars, saccharin, ethanol and salts. *Journal of Animal Science*, 30, 777-783, <https://doi.org/10.2527/jas1970.305777x>.
- Goatcher, W. D., & Church, D. C. (1970b). Taste responses in ruminants. III. Reactions of pygmy goats, normal goats, sheep and cattle to sucrose and sodium chloride. *Journal of Animal Science*, 31, 364-372, <https://doi.org/10.2527/jas1970.312364x>.
- Jackson, P. G. G., & Cockcroft, P. D. (2002). *Clinical Examination of Farm Animals*. Blackwell Science, Oxford, UK, pp. 303-305.
- Mdletshe, Z. M., Chimonyo, M., Marufu, M. C., & Nsahlai, I. V. (2017). Effects of saline water consumption on physiological responses in Nguni goats. *Small Ruminant Research*, 153, 209-211. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.06.019>.
- Nassar, A. M., & Mousa, S. N. (1981). *Observations on behavioral response of sheep to water salinity*. Ain Shams University, Cairo, Egypt, Res. Bull., 1488.
- Nhật, H. L. Q., Ngự, N. T., & Thiêt, N. (2022). Ảnh hưởng của mức độ mặn trong nước uống lên

- lượng thức ăn, nước uống, tăng khối lượng và chỉ tiêu sinh lý của dê thịt. *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Chăn nuôi*, 274, 69-75.
- Peirce, A. W. (1957). Studies on salt tolerance of sheep. I. The tolerance of sheep for sodium chloride in the drinking water. *Australian Journal of Agricultural Research*, 8, 711-722.
- Potter, B. J. (1963). The effect of saline water on kidney tubular function and electrolyte excretion in sheep. *Australian Journal of Agricultural Research*, 14, 518-528.
- Ru, Y. J., Fischer, M., Glatz, P. C., & Bao, Y. M. (2004). Effect of salt level in the feed on performance of red and fallow weaner deer. *Asian-Australasian Journal Animal Sciences*, 17, 638-642, <https://doi.org/10.5713/ajas.2004.638>.
- Ru, Y. J., Glatz, P. C., & Bao, Y. M. (2005). Effect of salt level in water on feed intake and growth rate of Red and Fallow Weaner Deer. *Asian-Australasian Journal Animal Sciences*, 18, 32-37, <https://doi.org/10.5713/ajas.2005.32>.
- Runa, R. A., Brinkmann, L., Gerken, M., & Riek, A. (2019). Adaptation capacity of Boer goats to saline drinking water. *Animal*, 13, 2268-2276, <https://doi.org/10.1017/S1751731119000764>.
- Silanikove, N. (2000). The physiological basis of adaptation in goats to harsh environments. *Small Ruminant Research*, 35, 181-193.
- Thiet, N., Khang, T. V., Ngu, N. T., Hon, N. V., Nhan, N. T. H., & Thammacharoen, S. (2022a). Effects of high salinity in drinking water on behaviors, growth and renal electrolyte excretion in crossbred Boer goats under tropical conditions. *Veterinary World*, 15, 834-840. www.doi.org/10.14202/vetworld.2022.834-840.
- Thiet, N., Khang, T. V., Ngu, N. T., & Thammacharoen, S. (2023). Salt tolerance threshold and physiological responses in Bach Thao goats drank diluted seawater under tropical conditions. *Veterinary World*, 16, 1714-1720.
- Thiet, N., Ngu, N. T., Chaiyabutr, N., & Thammacharoen, S. (2024). Effects of adaptive duration to salinity in drinking water on behavior, weight gain and blood biochemical parameters in growing goats. *Polish Journal of Veterinary Sciences* 27, 129-136.
- Thiet, N., Ngu, N. T., Nhan, N. T. H., Thammacharoen, S. (2022b). The effects of high saline water on physiological responses, nutrient digestibility and milk yield in lactating crossbred goats. *Livestock Research for Rural Development*, 34(37).
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583-3597, [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2).
- Zoidis, E., & Hadjigeorgiou, I. (2018). Effects of drinking saline water on food and water intake, blood and urine electrolytes and biochemical and haematological parameters in goats: a preliminary study. *Animal Production Science*, 58, 1822-1828. <https://doi.org/10.1071/AN16539>.