

כפר הנוער החקלאי

השש שנתי ע"ש כדורי

סמל מוסד: 280065

ד.נ.ג.ת 15242

עבודת גמר צמודה ברמה של 5 יחידות לימוד

חקלאות

השפעת מינון ההורמון PMSG על מדדי פוריות רחלות ושיות



מנחה מלווה: ד"ר הללי עותבנס

מקום מגורים: כמון

מקום עבודה: בית ספר כדורי

שם המנחה: מיקי דהן

מקום מגורים: מלאה

מקום עבודה: בית ספר כדורי

שם התלמיד: שמעון חכים

מקום מגורים: כפר תבור

תעודת זהות: 212607618

מספר טלפון: 0545693656

מרץ, 2020

תודות



תודה להללי שתמכה בי לאורך כל הדרך וגם שזה היה קשה ונראה שאין באמת לאיפה להתקדם, היא תמיד הרימה אותי ונתנה לי (גוגל) דרייב לעבוד.



תודה לחווה, אשפית האקסל והקוסמטיקה, על הצחוקים והדאחקות שלא הפסיקו עד הרגע האחרון, ועל כל הדברים הטעימים שנתנו לנו כוח ואנרגיה לעבוד.



תודה למיקי על הדיר שהוא פתח בפנינו, על העזרה הבאמת לא נגמרת, על ההירתמות לעזור לנו בכל מה שרצינו, ועל הכל התקופה הזאת שבה לא ירד לו החיוך מהפרצוף.



תודה לאיתי שבלעדיו לא הייתי שורד פה אפילו יום אחד. הסיבה היא שהוא פשוט היה שם בשבילי תמיד והוא היה החבר הכי טוב שלי במעבדה ומחוצה לה.



תודה לכולם על שנה וחצי הזויות, מלאות ירידות ועליות, רגעי עצב ושמחה, רגעי חרדה שנמחקה העבודה ורגעי רגיעה שגילינו שגיבינו את העבודה בדרייב. אני אתגעגע לירידות למעבדה אתכם.



תודה לאימא ולאבא שהיו שם תמיד בשבילי ותמיד הסיעו אותי שביקשתי (עד שהוצאתי רישיון כמו תותח) ולא משנה מה הייתה השעה.



תודה לזיו המחנך שלי שתמיד הצדיק את החיסורים שלי וגם תמך בי לאורך כל הדרך.



תודה לעבד על התקופה שהוא החליף את מיקי ועזר לי להתקדם ולאסוף את התוצאות שלי כשהייתי צריך אותן.

תוכן עניינים

1	מבוא	1
2	סקר ספרות	2
2	הדיר ומבנהו	2.1
3	כבש הבית	2.2
3	כבש מזן "אסף"	2.2.1
4	ענף הצאן בארץ	2.3
4	הזרעה מלאכותית	2.4
6	הורמונים	2.5
6	PMSG (Pregnant Mare Serum Gonadotropin)	2.5.1
6	LH	2.5.2
7	FSH	2.5.3
8	אסטרוגן	2.5.4
8	פרוגסטרון	2.5.5
10	תהליך הבייץ (ייחום)	2.6
11	מערכת המין הנקבית	2.7
11	מבנה המערכת	2.7.1
13	הפריה	2.8
15	מערך מחקר	3
15	הקדמה	3.1
15	תכנית הניסוי	3.2
15	שאלות המחקר	3.3
15	משתנים בלתי תלויים	3.4
16	משתנים תלויים	3.5
16	גורמים קבועים	3.6
17	חומרים, ציוד וכלים	3.7
18	שיטות עבודה	3.8
18	תיאור הניסוי	3.9
18	שיטת ריכוז התוצאות והממצאים	3.10
19	תוצאות	4
20	חלק א': שיות	4.1
22	חלק ב': רחלות	4.2
25	חלק ג': השוואה בין שיות לרחלות	4.3
27	דיון ומסקנות	5
30	ביבליוגרפיה	6

רשימת גרפים

- גרף 1: המצב המיני של השיות כתלות בטיפול ההורמון PMSG 20
- גרף 2: השוואה בין אחוז היריון לבין אחוז אי היריון בשיות כתלות במינון ההורמון PMSG 21
- גרף 3: אחוז הספיגה בשיות כתלות במינון ההורמון PMSG 21
- גרף 4: המצב המיני של הרחלות כתלות בטיפול ההורמון PMSG 22
- גרף 5: השוואה בין אחוז היריון לבין אחוז אי היריון ברחלות כתלות במינון ההורמון PMSG 23
- גרף 6: אחוז הספיגה ברחלות כתלות במינון ההורמון PMSG 24
- גרף 7: אחוז המלטות כתלות במינון ההורמון ובשלב המיני של הכבשה 25
- גרף 8: ממוצע טלאים בהמלטה כתלות בכמות ההורמון ובשלב המיני של הכבשה 26

רשימת טבלאות

- טבלה 1: טבלת טיפולים 15
- טבלה 2: טבלת מדדים 16
- טבלה 3: גודל המדגם 19

רשימת תמונות

- תמונה 1: הדיר בכדורי 2
- תמונה 2: כבשים מדיר כדורי 3
- תמונה 3: שיטת ההזרעה המלאכותית 5
- תמונה 4: השחלה 8
- תמונה 5: מערכת המין הנקבית (בבני אדם) 12
- תמונה 6: בקבוקון ההורמון 17
- תמונה 7: סידר 17
- תמונה 8: מתקן להכנסת הסידר 17

1 מבוא

דיר הוא למעשה עסק כלכלי, הוא קם ונופל על יעילות תפעולו ואיכות הכבשים שבו, בין אם בייצור החלב, איכות בשרם או יכולת התחדשות העדר. מנגד, תפעול הדיר דורש השקעה כספית ולכן על החקלאי לנהל את הדיר כך שירוויח מספיק כדי לכסות ואף לעלות על הוצאות המשק. אחד הסעיפים בהוצאות הוא עלות טיפול בנושא רבייה והמלטות הקשור הן לתנובת החלב והן להתחדשות העדר. במצב אופטימלי, לכל הכבשים בדיר תהיה תקופת ייחום מסונכרנת וקרובה, כך שאפשר יהיה להזריע את כולן באותו הזמן. באופן טבעי הדבר אינו אפשרי, כיוון שבעונת הייחום של הכבשים יש לכל כבשה מספר מחזורי התייחמות בתזמון שונה לכל אחת. מאחר וכאמור לחקלאי משתלם יותר כלכלית לסנכרן את תקופת הייחום של הכבשים, הוא משתמש בשיטות מלאכותיות לסנכרון הדרישה של הכבשים בעדר.

קיימת שיטה לכוון את מועד הייחום על פי התהליך הבא: בשלב הראשון מתן הורמון פרוגסטרו, (הורמון חשוב לקיום ותחזוק ההיריון) המונע אפשרות לייחום וביוץ, כלומר כאשר נותנים פרוגסטרו באופן מלאכותי לא יתרחש ביוץ וייחום. בשלב השני, לאחר כ – 12 ימים מופסק מתן הפרוגסטרו ומוזרק ההורמון PMSG (Pregnant Mare Serum Gonadotropin). זהו הורמון המחקר פעילות של שני הורמונים טבעיים (2LH , 1FSH), שגורמים להבשלת זקיקים ולביוץ (שמולוביץ', 2016). הכבשה מתייחמת תוך 2 – 3 ימים ממתן ההורמון, ואז אפשר להרביעה או להזריעה³ (שינדלר, 1981). מקובלת הזרקה של 600 יחב"ל (יחידות בינלאומיות) של הורמון הייחום מחוץ לעונה הטבעית, ללא תלות בשלב המיני של הכבשה (רחלות או שיות⁴). ככל הנראה ניתן להפחית את המינון בתוך עונת הייחום (שמולוביץ', 2016).

בעבודה זו רצינו לבדוק כיצד משפיע מינון ההורמון PMSG בעונת הייחום על מדדי הפוריות; אחוז הריון, אחוז דרישה חוזרת, אחוז ספיגה ומספר וולדות בהמלטה ברחלות ושיות. מטרת המחקר הייתה לבדוק אם יש מינון הורמון אופטימלי בהיבט כולל; הימנעות מבעיות בריאותיות שעלולות לנבוע מעודף הורמון, שיפור המדדים של אחוז ההיריון ומספר וולדות, הפחתת המדדים הלא רצויים (אחוז דרישה חוזרת, אחוז ספיגה) והאם המינון שונה עבור רחלות או שיות.

בהתאם לכך ביצענו ניסוי שבו חילקנו את הכבשים ל – 2 הקטגוריות בהתאם לשלב התבגרותן (רחלות ושיות), בכל קטגוריה נעשו 3 טיפולים של מינון הורמון שונים (אותם המינונים בשתי הקטגוריות).

¹ Follicle Stimulating Hormone

² Luteinizing hormone

³ הרבעה – הפריה הנובעת מהזדווגות עם זכר. הזרעה – הפריה מלאכותית.

⁴ רחלות – כבשים שכבר המליטו. שיות – כבשים שהגיעו לבגרות וטרם המליטו.

2 סקר ספרות

2.1 הדיר ומבנהו

"דיר הוא מכלאה חקלאית לגידול חיות משק כגון כבשים, עזים וחזירים, למטרת בשר, חלב, צמר וכדומה. דיר הוא באופן בסיסי מתקן פשוט, הקיים מימי קדם ובתרבויות שונות. בדיר מודרני, מאידך, ישנם מתקני האבסה, השקיה, קירור וחימום מבוקרים, שנועדו לתת תנאים אופטימליים לגידול תעשייתי" (ויקיפדיה, 2019).

הדיר בכדורי מחולק לשלושה מתחמים בכדי שיהיה נוח לחלוב, להזריע ולעקוב אחר הפעולות הקורות בו:

- במתחם הראשון ישנה הפרדה בין הכבשים והאיילים. הכבשים מחולקות לקבוצות שונות על פי זמני ההזרעה וההמלטה, והאיילים מוכנסים למכלאות הכבשים רק בזמן ה"דרישה החוזרת".

- במתחם השני נמצאים הטלאים והטליות, ולאחר שישה חודשים הזכרים נמכרים והנקבות מוכנסות למתחם הדיר לחליבה.

- המתחם השלישי הוא מכון החליבה.

בנוסף, בקרבת הדיר מצויים גם מתקני המזון, המכילים תערובת וקש. בדיר ישנם מאה ושבעים חולבות (כבשים) ושנים עשר איילים מזן "אסף". אופן ההאכלה הוא: פעמיים ביום עושים סיבוב, שבכל סיבוב עוברים בין כל העדר, מקרבים את האוכל למתחמים ולטלאים נותנים תערובת לפיטום וקש. לאחר האכילה מתחילים את תהליך החליבה. המזון מיובא ממרכז מזון שדה אילן. מעקב וניהול נתוני הכבשים נעשה באופן ממוחשב, כלומר לכל כבשה יש כרטיס עם המספר שלה ובעזרתו ניתן לעקוב אחר מצבה בכל רגע נתון - כמות החלב שניתנה בכל חליבה, אם היא בהיריון/לא בהיריון, אם הזריעו/לא הזריעו אותה וכו' (דהן, 2020).

תמונה 1: הדיר בכדורי



צולם על ידי שמעון חכים, בתאריך 19.1.2019

2.2 כבש הבית

כבש הבית בוית ע"י האדם לפני כ- 8,000 שנה. מאז יצר האדם, כמאתיים גזעי כבשים. הודות לקלות שבניוד כבשים (העברתם ממקום למקום), התאפשרה גם הניידות של החברות הפרימיטיביות וניצול שטחי מרעה נרחבים. הכבשה מותאמת במיוחד לגידול באזורים צחיחים למחצה, מדבריים והרריים. היא נחשבת אחת מחיות הבית הנפוצות בעולם, בשל קלות הגידול שלה; דרישותיה הצנועות בהזנה ובתנאי מחיה, ואפשרויות השימוש המגוונות בחלבה, בשרה ופרוותה הן כעור והן כצמר (קיימות עדויות לשימוש בצמר לאריגה לפני 6,000 שנה) (ויקיפדיה, 2020).

2.2.1 כבש מזן "אסף"

עבודה זו בוצעה בדיר בבית הספר כדורי בו ישנם, כאמור, כבשים מזן "אסף". זן זה הוא הכלאה בין כבשים מזן "אוסטפריזי" (אזור סקנדינביה) לבין כבשים מזן "אוואסי" (ישראל). הסיבה להכלאה הייתה ניסיון לקחת את התכונות הטובות של כל זן ולהביא אותן לביטוי בזן אחד. הזן "אוסטפריזי" ידוע בפוריות גבוהה ובמספר ולדות גבוה. הזן "אוואסי" הם בעלי אליה משובחת (אליה היא מאגר המזון של הכבשה בשעת מחסור, כמו דבשת אצל הגמל) וגוף חזק, וחשוב מכך – הזן מורגל לתנאי המחיה בארץ ישראל והוא לא צריך להתאקלם או לעבור שינוי דרמטי.

הכבשים מזן "אסף", הם בעלי ולדנות טובה משל זן "אוואסי" ותנובת החלב שלהם שווה לשלו. התבגרות הטליות מהירה משל שני הזנים. אך לעומת כל היתרונות, הזן "אסף" סובל מרגישות יתר למחלות ולתנאי הזנה והחזקה. החקלאים מאמינים שהברירה הטבעית תעשה את שלה ובעתיד רק הטיפוסים התקינים מהזן יעמידו צאצאים ויתרבו (פאי, 1981).

תמונה 2: כבשים מדיר כדורי



צולם על ידי שמעון חכים, בתאריך 19.01.19

2.3 ענף הצאן בארץ

בכל הנוגע לנו, מאז שובו של עם ישראל לארץ ישראל בסוף המאה הקודמת ניסו לגדל כאן עדרי צאן, מלאכה שנלמדה מהשכנים הערבים. במקווה ישראל היה גידול צאן כבר ב-1890, והעדר הראשון בהתיישבות החדשה הוקם ב-1908 ביבנאל, בשותפות עם רועה ערבי שטיפל בצאן. בסוף שנות העשרים של המאה הקודמת הוכנס ענף הצאן לקיבוצים בגליל, מונו מדריכים לענף, הוקמו דירים שהיו בהם כבשים בלבד והוכשרו רכזי דיר (מועצת החלב, 2017).

נכון ל-2015, יש במדינת ישראל יותר מ-2,000 מגדלי צאן ומעל 4,000 מחזיקי צאן. שוק בעלי החיים ותוצרתם הוערך בכ-9.9 מיליארד שקלים, ומתוכם שוק הצאן (כבשים ועיזים) מהווה כ-3% (300 מיליון שקלים). המוצרים העיקריים בשוק הצאן הם חלב ובשר, חלב כבשים מהווה כ-40% משוק החלב (10.1 מיליון ליטרים בשנה), ובשר כבשים מהווה כ-9% משוק הבשר הכללי (כל החיות אשר משמשות למאכל), וכ-90% משוק בשר הצאן⁵ (36,400 טון חי בשנה) (כבביה, 2016).

הוצאות יצור החלב בענף הצאן המבוסס על אספקת מזון בדיר, הן גבוהות ואינן משתלמות כלכלית. עובדה זו מחייבת עבודה במתכונת של המלטות תכופות ושימוש באמצעים שונים לבקרת הרבייה בצאן כדי להגיע לייצור מוגבר של בשר וחלב (ליבוביץ & קרסו, 2001). אחד מן האמצעים האלו הוא שליטה במחזורי הייחום וההרבעה. על כך אסביר בחלק הבא.

2.4 הזרעה מלאכותית

הזרעה מלאכותית היא פרקטיקה הנהוגה בעיקר בחקלאות מתועשת, שבמהלכה מופרית נקבה מזרעו של זכר, מבלי שאלה יזדווגו. לצורך כך, נלקח זרע מהזכר תוך שימוש בתכסיסים המחקים את פעולת ההזדווגות. הזרע, נשמר בהקפאה עד מועד ההזרעה, מוחדר לגופה של הנקבה תוך שימוש בעזרים טכניים (וקיפדיה, 2019). להזרעה מלאכותית חשיבות מרובה כאמצעי לטיפול והשבחה ע"י הרעיון הבא: אם ניתן לשלוט בהפריות בצורה מלאכותית, יהיה ניתן להעמיד צאצאים בעלי תכונות טובות ולמעשה מוכוונים גנטית – בעלי הגנים הכי טובים. בנוסף ליתרון זה, יתרונות נוספים הם קלות הובלת הזרע ממקום למקום ואי התלות בהפגשת זכרים ונקבות, מניעת מחלות בהשוואה להרבעה טבעית, ושמירת זרמת הזכרים מעונת הרבייה, כשהזרמה באיכות טובה, לעונות בהן החשק המיני של הזכרים ואיכות הזרמה במצב ירוד (מועצת החלב, 2017). ניתן לשלוט שליטה מלאה בעיתוי ההיריון וההמלטה - המאפשרת תכנון אחיד של כל הפעילות במשק וכתוצאה מכך, יש חיסכון כלכלי - אין עוד צורך להחזיק זכרים רבים ועלויות הטיפול בהם קטנות.

⁵ צאן – שם קיבוצי לעזים ולכבשים.

תמונה 3: שיטת ההזרעה המלאכותית



צולם ע"י איתי שורץ, בתאריך 18.2.2019

יש הטוענים כי שימוש בהזרעה מלאכותית של סוסים נערך כבר בשנת 1322, בשבטים ערביים. אולם את היסודות להזרעה המלאכותית המוכרת כיום הניח לזארו ספלנצאני, במחצית השנייה של המאה ה-18. ספלנצאני החל את עבודתו בניסויים שאפשרו תיעוד כל שלבי הרבייה של חיידקים (1776) ועד מהרה עבר לניסויים בדו-חיים: קרפדות, צפרדעים, סלמנדרות. כראיה להצלחתו של ספלנצאני, בשנת 1936 הוזרעו רק בברית המועצות כ- 6 מיליון חיות, מתוכן 15 אלף כבשים רק מזרע של איל אחד.

ההזרעה המלאכותית מאפשרת יצירת דור של צאצאים עמידים וחזקים ביותר, על-ידי הזרעתן של המונית נקבות בזרע של זכר אחד בלבד, בעל תכונות "רצויות", כגון: גוף גדול במיוחד ונטייה לגדילה מהירה (בתעשיית הבשר). לא כל התכונות החריגות באות לידי ביטוי בצורה הנראית לעין, למשל: זכר יכול להוריש לצאצאיו את היכולת לייצור מוגבר של חלב. למרות שזוהי תכונה "רצויה" לא ניתן לראות אותה על הזכר ואין לה ביטוי פיזי.

הזרעה מלאכותית היא לעתים הדרך היחידה להפרות חיות מזנים מסוימים, לאחר שברירה מלאכותית במשך דורות פגעה בכושר הרבייה הטבעי שלהם. תרנגולי הודו, למשל, נבררו במהלך העשורים האחרונים להגדלת גופם של הזכרים ולהקטנת גופן של הנקבות. נוסף לכך, הוכפל שיעור משקל החזה של תרנגולי הודו מתוך משקל גופם הכולל. כתוצאה מעיוותים אלה מתקשים עופות אלה להזדווג באופן טבעי, ולכן הפכה ההזרעה המלאכותית להכרח עבור הלולנים (צברי & כהן, 2017).

ההזרעה המלאכותית מתאפשרת ע"י שליטה במנגנון ההורמונלי השולט בתהליך הביוץ.

2.5 הורמונים

תהליכים בסיסיים רבים בגוף מבוקרים על ידי המערכת האנדוקרינית (הפרשה פנימית) – שמונה בלוטות⁶ הממוקמות במקומות שונים ברחבי הגוף. המערכת האנדוקרינית פועלת ללא הרף ומפרישה מתווכים כימיים הנקראים הורמונים. ההורמונים הללו משפיעים על גדילת השרירים, פעילות מערכת העיכול, הפקת אנרגיה, מערכת הרבייה ועוד. ההורמונים נקשרים לקולטנים (רצפטורים) מיוחדים בתאים ויוצרים שם תגובת שרשרת תוך תאית שגורמת לשינוי בתא ובעקבות זאת גם בתאים אחרים ובגוף כולו. מספיקה כמות קטנה מאוד של הורמון כדי לחולל שינוי גדול, וזו הסיבה שבגללה נדרש למדע זמן רב לבדד אותם. ההורמונים יכולים להיות מצורות שונות – פפטידים⁷, ליפידים ואפילו חומצות גרעין או חומצות אמינו (גרטי, 2009).

בעבודה זו התעסקתי בעיקר בהורמוני המין. הורמוני המין, שרובם מיוצרים באיברי המין (שחלות ואשכים), הם אלו ששולטים ומכוונים את תהליך ההתרבות והעמדת הצאצאים. הם משנים את תפקוד ומבנה הגוף של הנקבה כדי להכין אותו לקראת קליטת צאצא ואת גוף הזכר כדי להכין אותו לקראת יצירת הצאצא, ואף תומכים בכל התהליך ע"י הפעלת תהליכים שונים בגוף, שעליהם אפרט בהמשך.

2.5.1 PMSG (Pregnant Mare Serum Gonadotropin)

הורמון זה הוא גליקופורוטאין (תרכובת של חלבון ושל פחמימה הקשורים בקשר קוולנטי⁸) טבעי והמבנה הרבעוני שלו מורכב משתי תת יחידות (α ו β). תת יחידה α משותפת לכל הורמוני הגליקופורוטאינים, ולעומתה, תת יחידה β היא זו שמייחדת את ההורמון הספציפי.

כדי שיוכלו להשתמש בו באופן רפואי, מפיקים את ההורמון מסיסי שליה של סוסות בהיריון. ההורמון מחקה את פעולתם של שני הורמונים: LH ו FSH. ברפואה, ההורמון מומלץ מאוד כיוון שהוא מעורר את תפקוד ופעילות השחלות ומשפר את הפוריות כאשר משרים ייחום באופן יזום. השימוש בהורמון מתבצע בהזרקה מאחר וזהו חלבון, אם היה ניתן דרך הפה – הוא היה מתעכל ונהרס במערכת העיכול. בתחום בעלי החיים משתמשים בהורמון זה בחיות שאינן אמורות להישלח לשחיטה מיד לאחר שימוש בהורמון – כיוון שאז הדבר היה פוגע באיכות ובתקינות הבשר שלהן (The European Agency for the Evaluation of Medicinal Products, 2016).

2.5.2 LH

LH הוא גונדוטרופין⁹. בקרב נקבות, FSH ו-LH הם הורמונים המגרים את השחלה לייצר אסטרוגן (בעיקר מסוג אסטרדיול) ופרוגסטרון. העלייה החדה של רמות ההורמון LH לקראת הביוץ גורמת להתרחשות הביוץ בפועל, יחד עם עלייה ברמתו של FSH (מכבי, 2010). הוא נקלט בזיקי השחלה, שבהם נמצאות הביציות. בתגובה להורמון הזה משחררים הזקיקים הורמון מין נקבי ממשפחת האסטרוגנים הנקרא אסטרדיול. האסטרדיול, שמיוצר בכמויות קטנות, עובר במחזור הדם ומגיע למוח,

⁶ בלוטת האצטרובל, יותרת המוח, התריס, ההרת, הלבלב, יותרת הכליה, שחלה ואשך.

⁷ שרשראות קצרות של חומצות אמינו, מעין חלבון קצר.

⁸ קשר שיתופי בין אטומים במולקולה.

⁹ הורמון המגרה את בלוטת המין לייצר הורמוני מין ותאי זרע או ביציות. מיוצר ומפורש על-ידי בלוטת יותרת המוח.

שם הוא גורם לירידה בייצור ה-LH. כתוצאה מכך רבים מהזקיקים שהחלו לגדול מתים, ונותר רק זקיק דומיננטי אחד. המנגנון בין האסטרדיול ל-LH נקרא "משוב שלילי": חומר אחד גורם לכמות החומר השני לעלות, ואילו החומר השני גורם לכמותו של הראשון לפחות. תהליכים רבים בגוף היונקים עושים שימוש במנגנוני משוב שלילי, במיוחד במערכת ההורמונלית שחייבת לשמור על שיווי משקל עדין בין ההורמונים השונים.

במהלך הימים הבאים רמות האסטרדיול הולכות וגדלות עד שלבסוף כמותו גדולה מספיק כדי לגרום להפרשת כמות אדירה של LH בפרץ מהיר אחד מבלוטת יותרת המוח. להבדיל מהמשוב השלילי שפועל כשרמות האסטרדיול נמוכות, כאשר רמתו גדלה נכנס לפעולה המנגנון ההפוך – משוב חיובי. במנגנוני משוב חיובי, שני החומרים מגבירים האחד את כמותו של השני, עד שהם מגיעים לרמה יציבה או עד שהתערבות חיצונית עוצרת את התהליך. העלייה חדה ברמת ה-LH מתרחשת בערך שבועיים אחרי תחילת המחזור, והיא מה שגורם לביצית לצאת מהזקיק אל החצוצרה, ומשם לרחם.

אחרי שהביצית יצאה אל החצוצרה, התאים בזקיק מתחילים להפריש לדם הורמון נוסף בשם פרוגסטרון. הפרוגסטרון מגיע למוח, שם הוא מוריד את רמות ייצור ה-LH וכך עוצר את מנגנון המשוב החיובי. אם הביצית לא הופרתה, רמות הפרוגסטרון יורדות כעבור שבועיים והתהליך מתחיל מחדש (קמינסקי, 2013).

FSH 2.5.3

שמו העברי של ההורמון הוא הורמון מגרה הזקיק, והוא גונדוטרופין. מווסת את ההתפתחות והבשלות המינית, ואת תהליכי הפוריות והרבייה בגוף, והוא פועל באופן סינרגיסטי עם ההורמון LH. בסוף המחזור החודשי הקודם, הירידה ברמת פרוגסטרון ואסטרדיול בשל התנוונות הגופיף הצהוב (יוסבר בהמשך), מביאה להפחתת המשוב השלילי על הפרשת FSH (בין אסטרדיול לבין FSH קיים יחס הפוך), ואכן רמת ההורמון זה בדם עולה לפני הופעת הווסת. ומגיעה לשיאה בעת הווסת. עליה זו ברמת FSH תפקידה בגיוס זקיקים הרגישים ל-FSH ומתחילים לצמוח. במהלך השבוע הראשון לאחר הווסת (במחזור של 28 יום), רמת FSH ממשיכה לעלות, וההורמון מגביר את התבטאות הקולטנים שלו על פני תאי גרנולוזה¹⁰. בשלב מוקדם זה של המחזור החודשי הזקיקים המתפתחים מייצרים באופן יחסי כמויות קטנות של אסטרדיול, ורמת אסטרוגן זה בדם יחסית קבועה. במהלך השבוע השני של המחזור, הזקיקים ממשיכים לגדול, כיוון שהם מכילים כעת יותר קולטני-FSH על פני תאי הגרנולוזה. באמצעות האנזים ארומטאזה, אשר נמצאים על יד תאי הגרנולוזה, מוגבר ייצור אסטרדיול. הנתון האחרון משרה משוב שלילי על ייצור FSH, שמתחיל לדעוך מעט בדם.

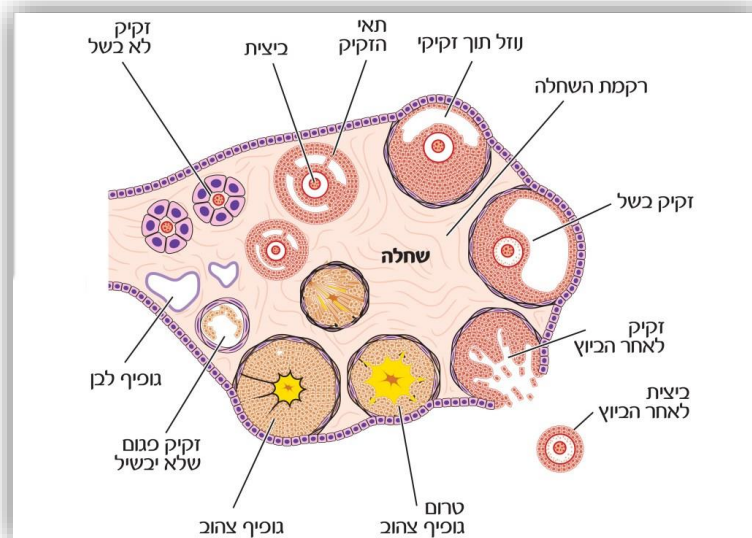
הזקיק בעל המספר הגדול ביותר של קולטנים ל-FSH, וכן בעל פעילות האנזים ארומטאזה המירבית, הוא גם הזקיק המייצר את ריכוז אסטרדיול הגבוה ביותר, והוא ייחשב לזקיק השולט וישמש לביזוץ, כאשר הזקיקים האחרים מתנוונים בהדרגה בתהליך של אטרזיה¹¹. רמת האסטרדיול ממשיכה לעלות

¹⁰ תאים המהווים את המעטפת הפנימית של הביצית.

¹¹ (בעברית: אטמות) היצרות של פתח, צינור או תעלה בגוף.

בקצב ניכר, בעיקר כתוצאה מפעילות הזקיק הדומיננטי, ומגיעה לשיאה כ-72 שעות לפני מועד הביז. כאשר רמת LH מגיעה לשיאה. בשלב זה של הביז ושחרור הביצית מהזקיק לחצוצרה, נחשפים קולטנים נוספים ל-LH על פני תאי גרנולוזה (זאת בהשפעת FSH) שמגיבים ל-LH. ההורמון האחרון משרה הפרשת אנזימים המעכלים את דופן הזקיק. בנוסף, העליה ברמת LH לקראת הביז, מאפשרת לתאי גרנולוזה להפריש כמויות גדולות של פרוגסטרון החיוני התפתחות ועיבוי רירית הרחם, ובמקביל מתחילה דעיכה ברמת אסטרדיול (בן עמי, 2018).

תמונה 4: השחלה



(הילה, 2017)

2.5.4 אסטרוגן

אסטרוגן הוא שם כללי ל-25 הורמונים סטרואידים כשהעיקריים ביניהם הם אסטרדיול ואסטרוגן. כל אחד מהורמונים אלה הוא עיקרי בשלב אחר של האישה: גיל המעבר, גיל הפרייה ובזמן ההיריון. רמות תקינות של אסטרוגן מאפשרות תהליך ביוץ שבסופו יניב הריון. האסטרוגן מופרש בין ימי המחזור החודשי אל זרם הדם, במטרה לעבות את רירית הרחם. כמו כן, כחלק מפעולת המשוב, כאשר האסטרוגן מגיע לרמות מסוימות בדם, מופרש הורמון נוסף הגורם לחריגתה של הביצית מהשחלה והכנה להפריה (מגזין בריאות, 2017).

2.5.5 פרוגסטרון

הפרוגסטרון הוא הורמון מין נקבי המיוצר בגוף הנקבה בעיקר לאחר הביז ובמהלך ההיריון, ובכמויות קטנות גם בבלוטת יותרת הכליה, האדרנל. אף שהוא מוגדר כהורמון נשי לכל דבר, ניתן למצוא אותו גם בגברים בכמויות קטנות.

גם בזמני 'שגרה', כלומר כאשר הנקבה אינה בהריון או כשאינה מבייצת, לפרוגסטרון השפעה על תהליכים רבים ושונים בגופה - תהליכים שיש בהם השפעה רבה על בריאותה, מדי יום ביומו.

כך לדוגמה, הפרוגסטרון מסייע לשמירה על רמות תקינות של אבץ ונחושת בגוף; הוא תורם לתהליך קרישת הדם ומבטיח שיתבצע כהלכה; הוא מסייע לגוף לנצל כראוי את מאגרי השומן בגוף ולהפיק מהם אנרגיה; הוא נחשב לגורם אנטי-דלקתי, מסייע בצמצום נפיחויות הנוצרות עקב דלקות ומחזק את

מערכת החיסון; הוא חיוני לתהליך הפרשת האינסולין מהלבלב ומשחק תפקיד חשוב בייצור החלבון קולגן; הוא תורם לגמישות העור, לחיזוק העצמות ולהגנה על מערכת העצבים.

אך כעת אתמקד בתפקידו המרכזי: השפעתו על תהליך היווצרות ההיריון. את תפקידו החשוב של ההורמון בתקופה זו ניתן להמחיש בעזרת נתון מרכזי אחד: במהלך ההיריון, ערכי הפרוגסטרון בגוף הנקבה גבוהים פי עשרה מערכיו בימים 'רגילים'.

עוד לפני שמתחיל הביוץ מיוצר הפרוגסטרון בגוף בכמויות קטנות וקבועות יחסית. תפקידו העיקרי בזמנים אלו הוא לתרום לוויסות מחזור הביוץ, מה שמגדיל כמובן את סיכוייה של הנקבה להתעבר. בזמן הביוץ מיוצר ההורמון בשחלה בכמויות גדולות יותר, ולאחר היווצרותו של הגופיף הצהוב בזקיק השחלה שהתבקע - הפרוגסטרון ממשיך להיווצר ממנו. בשלב זה אחראי ההורמון על העלאת טמפרטורת הגוף של הנקבה (בחצי מעלה לערך), מה שמגדיל את סיכויי ההפריה. יש הטוענים שההורמון אף מסייע לתאי הזרע להגיע אל הביצית, ומשמש עבורם כ'מכון תנועת'.

בימי ההשרשה וההתעברות, משמש הפרוגסטרון בתפקיד שאותו הוא מבצע גם בשגרה: חיזוק המערכת החיסונית של הנקבה. בתקופה זו יש לתפקיד זה חשיבות רבה עוד יותר, משום שבדרך זו מבטיח הפרוגסטרון שהגוף יסתגל כראוי להתפתחות העובר. לצד זה, מסייע הפרוגסטרון בשלבים אלו ליצירת הסביבה המתאימה ביותר להתפתחות העובר: הוא מגביר את אספקת הדם העורקי לעובר ואת ייצור הגליקוגן ומונע חדירת חיידיקים לרחם על ידי עיבוי צוואר הרחם.

לאחר שסייע ביצירת הסביבה המתאימה להתפתחות העובר, מתחיל תפקידו החשוב ביותר של הפרוגסטרון בזמן ההיריון: תהליך עיבוי רירית הרחם. תפקיד זה חשוב מכיוון שהתעבות תקינה של רירית הרחם היא המאפשרת את השרשת העובר כלומר את הקליטה המוצלחת שלו ברחם ואת ההזנה הישירה שיקבל מגוף האם, המבטיחה את התפתחותו התקינה. רירית הרחם היא למעשה ה'מצע' שעליו מתפתח העובר לאחר שנקלט ברחם, ולכן הפרוגסטרון ותהליך עיבוי הרירית שעליו הוא אחראי חיוניים כל כך בשלב זה.

תהליך עיבוי רירית הרחם על ידי הפרוגסטרון כולל בתוכו עוד כמה וכמה השפעות חיוביות התורמות להבטחת הריון תקין: הוא מבטיח שתאי זרע נוספים לא יוכלו לחדור אל צוואר הרחם, מרפה את שרירי הרחם החלקים למניעת התכווצויות מוקדמות של הרחם, מקטין את הסיכוי להפלה מוקדמת ואף מצמצם את הסיכון להתפתחות סרטן רירית הרחם (כצט, 2018).

כאשר לא התרחשה הפריה, מרחשת ירידה בכמות הפרוגסטרון (הגופיף הצהוב מתנוון). זאת גורמת להתכווצות רירית הרחם ולקריעת נימי הדם שבה. זהו דימום הוסת. באופן מעט אבסורדי, אותו הורמון החשוב כל כך להתהוות ההיריון ולתקינותו, משמש גם למניעת הריון. כיצד? מתברר שכמויות גבוהות של פרוגסטרון מונעות את תהליך הביוץ הטבעי. נוסף על כך, אם התרחש ביוץ אך לא התרחשה הפריה לאחריו, נוכחות ההורמון בגוף עוצרת את תהליך הבשלתן של ביציות נוספות ומונעת הפריה נוספת לאורך המחזור.

2.6 תהליך הביוץ (ייחום)

בפסקה קודמת כאמור דיברתי על השריית ייחום מלאכותי אצל כבשים, אך אתחיל בהסבר על התהליך הטבעי.

התהליך הטבעי בגוף מתחיל בשחלה. בשחלה מצויים מספר רב של זקיקים ראשוניים. זקיק ראשוני הוא זקיק המכיל אואוציט (תא ביצית), עטוף בשכבה אחת של תאי גרנולוזה¹² וסביבם קרום (צפרי, 1984). רק חלק ממאות אלפי הזקיקים הראשוניים הקיימים בשחלה נכנס לתהליך של גדילה והתפתחות, ומתוך אלו, זקיק אחד (או יותר, בהתאם לזן הנקבה) יגיע לשלב הביוץ (צפרי, 1984, עמ' 15). בעת התפתחות הזקיק השחלתי, מופרשת למחזור הדם כמות מוגברת של אסטרדיון¹³. כמות ההורמון פועלת על ההיפותלמוס בדרך של משוב חיובי, וכך מופרש ההורמון GnRH¹⁴ (Gonadotropin Releasing Hormone). הורמון זה גורם להפרשת גונדוטרופינים¹⁵ מההיפופיזה (צפרי, 1984).

הגונדוטרופינים אשר לוקחים חלק בתהליך הם ההורמונים FSH, LH. עפ"י ניסויים שבוצעו, נמצא כי תאי הגרנולוזה מייצרים חומר המעכב את הבשלת הביציות, והחומר כנראה מצטבר בנוזל הזקיק (דבר זה לא נבדק, אך זוהי ההשערה הרווחת). ההורמון LH מבטל את פעולתו של אותו החומר, ובכך מביא להתפתחות והתבגרות הביצית שבתוך הזקיק (צפרי, 1984). בנוסף לכך ותוך כדי התהליך, נוצר ההורמון אסטרוגן. לצורך יצירת אסטרוגן נדרשת נוכחות ההורמון FSH (הוא גם מפקח על הפיכת אנדרוגנים לאסטרוגנים בתאי הסטרומה¹⁶) (ויקיפדיה, 2018). לאחר שהביצית מתפתחת ומבשילה לגמרי, דופן הזקיק נבקע והביצית יוצאת לעבר הרחם. האסטרוגן גורם לייצור מוצין, חומר המעלה את צמיגות ריר צוואר הרחם, ובכך משפיע על צמיגות הריר ועל המבנה המרחבי של צוואר הרחם.

לאחר הביוץ, מתמלא הזקיק בדם ונוזל לימפה והוא מתפתח לבלוטה אנדוקרינית¹⁷ הקרויה "גופיף צהוב", על שם צבעה הצהוב של הבלוטה. הגופיף הצהוב מפריש פרוגסטרון. ככל שמתפתח הגופיף הצהוב, כך רמת הפרוגסטרון בדם עולה. הפרוגסטרון מופרש על מנת לעכב את הפרשת ההורמון LH, ותהליך זה גורם לביוץ. הפרשתו נקטעת כאשר ההורמון מגיע לרמת השיא שלו – שם הביוץ נפסק ותהליך המחזור החודשי מתחיל מחדש (בן עמי, 2018). כמו כן, הפרוגסטרון משפיע הן על ההיפותרמוס (מבנה קטן במוח הנמצא מתחת לתלמוס ומעל בלוטת יותרת המוח. ההיפותרמוס מווסת את הפרשות בלוטת יותרת המוח ולכן פעילותו מווסתת את תפקוד מערכת העצבית האוטונומית) והן על הרחם. היפותרמוס – מעכב הפרשת GnRH, ובעקבות זאת, כצפוי, נמנעת גאות בגונדוטרופינים, ונמנע ביוץ נוסף לביוץ הקיים. רחם – מעורר את רירית הרחם לייצר חומר שגורם לניוון הגופיף הצהוב – הפרוגסטרון מביא להפסקת ייצור עצמו. סיבה לפעולתו תתבהר בפסקה הבאה. עם ניוון הגופיף

¹² תא שטוח, בהמשך התפתחות הזקיק יוצרים "ענן" הגנה סביב תא הביצית (ויקיפדיה, 2019).

¹³ הורמון סטרואידי מקבוצת האסטרוגן, הורמון מרכזי בהורמוני המין הנשיים (ויקיפדיה, 2019).

¹⁴ הורמון מעורר גונדוטרופיין.

¹⁵ מופרשים מבלוטת יותרת המוח (היפופיזה) ואיברי המטרה שלהם הם הגונדות (אשכים ושחלות) (Britanica, 2019).

¹⁶ תאים תומכים (infomed, ללא תאריך).

¹⁷ בלוטה שמייצרת הורמונים ומפרישה אותם ישירות אל מחזור הדם, שלא דרך צינור (ויקיפדיה, 2019).

הצהוב, יורדת רמת הפרוגסטרוגן בדם. בד בבד, זקיק אחר מתחיל להתפתח ולהפריש אסטרוידיל – הדבר גורם להתחלת מחזור חדש (צפירי, 1984).

עד כאן תואר התהליך הטבעי שמתרחש בגוף הכבשה. כעת אסביר את הקשר בין התהליך הטבעי לבין התהליך המלאכותי וכיצד הוא משתלב בתוכו. לפני שהתהליך הטבעי מתחיל, בעלי הדיר יוצאים מנקודת הנחה שלכבשים מחזורי ייחום שונים. כדי לסנכרן את אותם המחזוריים, הם משתמשים בספוגית שמכונה CIDR ובה מצוי התקן המכיל פרוגסטרוגן. כיוון שהספוגית מכילה את ההורמון פרוגסטרוגן, השימוש בספוגית יעשה בעת שההורמון פרוגסטרוגן מתחיל לפעול בתהליך הביוץ. הסיבה לכך היא שהכנסת הספוגית מראה על הרצון של בני האדם לקחת שליטה על התהליך ולכוון אותו כרצונם, אז הם בוחרים להשתלב בתהליך בצורה החלקה ביותר (השליטה מיושמת בכך שהספוגית מדכאת מחזורי הייחום ואז הכבשים נמצאות באותה נקודה מבחינת מצבן המיני). מכאן נובע שבאותו הרגע האדם עובר לשלוט במחזור הייחום והוא לוקח את השליטה על הגוף של הכבשה. לאחר הוצאת ה – CIDR והפסקת החשיפה לפרוגסטרוגן, מוזרק ההורמון PMSG שכאמור מחקה את פעילותם של ההורמונים LH ו-FSH. הזרקת ההורמון גורמת לעלייה חדה של רמות ההורמון LH יחד עם עלייה ברמתו של FSH ומובילה כאמור להתרחשות הביוץ בפועל ולהבשלת הביציות ובקיעתן מהזקיק. הביצית שהשתחררה תנוע לעבר החצוצרות, ובמקביל ממשיך ההורמון לתמוך בתהליך בכך שרמתו יורדת בדם ונמנע תהליך ביוץ נוסף.

2.7 מערכת המין הנקבית

מערכת המין הנקבית של היונקים מורכבת באופן כללי ממספר חלקים: 2 שחלות, 2 חצוצרות, רחם, צוואר הרחם והנרתיק. כל חלק וחלק מאופיין במבנה פיזי ובתפקיד שונה בתהליך ההפריה\מחזור הוסת.

2.7.1 מבנה המערכת

שחלה – בשחלה מתפתחים תאי הרבייה הנקביים – ביציות. בנוסף, היא פועל גם כבלוטת הפרשה פנימית, המייצרת הורמונים שונים שפעילותם ביחד עם הורמונים הנוצרים מחוץ לשחלה, מסדירים את פעילות השחלה, את מחזור הרבייה של הנקבה ואת פעילותם של אברי המין האחרים. השחלה מורכבת משתי שכבות – קליפה וליבה. הקליפה מורכבת מקרום פריטונאלי¹⁸, והליבה מורכבת מרקמת חיבור¹⁹ מכלי דם ועצבים. בנוסף, מצויים בשחלה זקיקים וכלי דם (האוניברסיטה הפתוחה, 1984).

חצוצרה – מכונה גם צינור מוביל ביציות, אך בעקבות צורתם המיוחדת נוהגים לכנות אותו חצוצרה. אורכו בד"כ בין 7-14 ס"מ. לפתח הצינור הקרוב לשחלה יש צורה דמוית משפך. ביצית בשלה נפלטת

¹⁸ קרום דק וחלק העוטף את רוב האיברים באזור הבטן.

¹⁹ רקמה התומכת באיברים או ברקמות אחרות.

אל חלל הבטן. כדי שלא תאבד בגוף, היא נקלטת אל החצוצרות באמצעות תנועת הריסים המרפדות את הצינורות, ובתנועות הגליות של שפת החצוצרה בצד של השחלה דממנה נפלטה הביצית.

רחם – איבר חלול בעל דפנות שריריות. כאשר חלה הפריה הביצית המופרית עוברת מהחצוצרה ונשתלת ברירית הרחם (קרום רירי המרפד את פנים הרחם), והעובר מתפתח בחלל הרחם. הרחם הוא איבר גמיש בזכות הרקמות ממנו עשוי, והוא מסוגל לגדול עד פי 10 מגודלו המקורי, ולהגיע לנפח של 5 ליטרים. קצה הרחם הפונה כלפי מטה הוא צר, ונמצא בו פתח הסגור בשריר טבעתי הנקרא צוואר הרחם. הפתח החיצוני של צוואר הרחם חסום על ידי ריר צמיגי שמתחדש כל הזמן, במטרה להגן על צוואר הרחם ועל חלל הרחם מחדירת זיהומים. אצל אישה פורייה, כשהביצית בשלה להפריה, פוחתת צמיגות הריר והרכבו משתנה כדי לאפשר מעבר של זרע דרך צוואר הרחם. בעת ההריון נוצר בתוך צוואר הרחם "פקק" המכונה operculum שמגן על הרחם מפני כניסת זיהומים וחוסם מפני בריחת נוזלים מהרחם עד הלידה.

נרתיק – נמצא בהמשכו של צוואר הרחם. הנרתיק הינו מבנה שרירי בעל צורת צינור. לתוכו חודר איבר המין הזכרי בעת הזדווגות. מבנה הנרתיק מסתיים בפתח הנרתיק, איבר הרבייה החיצוני של הנקבה (גרוס, אמיר, & פרנקל, 2002).

תמונה 5: מערכת המין הנקבית (בבני אדם)



(קמינסקי, 2011)

2.8 הפריה

הפריה תיתכן רק בין גמטות²⁰ שמקורן מפרטים השייכים לאותו מין, אך ממגדרים שונים. בין גמטות שמסוגלות להפרות זו את זו קיימת היכרות ביוכימית, כלומר התקשרות בין מבנים בקרום תא הזרע עם אתרי קישור ייחודיים אשר נמצאים במעטפת הביצית. התקשרות זאת תיתכן רק עם תאי זרע וביצית השייכים לאותו המין. זוהי גם הסיבה שמבצעים הכלאות – שני אורגניזמים שאינם מאותו המין לא מסוגלים להתרבות בתהליך טבעי, ולכן הכלאות הן הפתרון היחיד כדי להפרות אותם.

שיטת ההפריה בכבשים, כמו בשאר סוגי היונקים, היא הפריה פנימית. בהפריה פנימית תא הזרע ותא הביצית מתלכדים בסביבה המימית שבתוך גוף הנקבה. בתהליך ההזדווגות, הזכר מכניס את איבר מינו לתוך נרתיק הנקבה. כדי שיעשה זאת, צורת האיבר וגודלו משתנים ע"י זרימה מוגברת של דם אל הרקמה הספוגית שבפין (תהליך הזקפה). תהליך זה גורם להתכווצותם של שרירים המקיפים את יותרת האשך ואת צינור מוביל הזרע. התכווצות זו מביאה להעברת תאי הזרע מיותרת האשך אל עבר השופכה ולפליטתם (עם נוזל הזרמה) דרך איבר המין.

כאשר הזרעים נמצאים בנרתיק הנקבה הם מתחילים לנוע אל עבר הרחם, אך לפניהם עומדים מספר מכשולים, במקביל לעזרה שהם מקבלים מגוף הנקבה.

המכשול הראשון בדרכם של הזרעים הוא החומציות שבנרתיק (pH 3-4). רוב הזרעים ימותו עקב החומציות הגבוהה, אך חלק מהזרעים שורדים בעקבות תגובת הסתירה בין חומציות הנרתיק לבין בסיסיות הזרמה (pH 7.2-7.6). אחרי הנרתיק כאמור מצוי צוואר הרחם, שמתאזן מופרשים ריר צמיג. סביב מועד הביץ הריר שבצוואר הרחם הרבה פחות צמיג, דבר המקל על הזרעים לעבור דרך החלק הזה. משם הזרעים יגיעו אל הרחם ויתקדמו שם בזכות התכווצות שרירי הרחם (מהירות הזרעים מגיעה ל 1-4 מילימטר בשנייה). התקדמותם בצינור הביצים גם היא נעשית ע"י התכווצות שרירי הצינור. כאשר תאי הזרע מגיעים לאזור הביצית המופרית הם לא יכולים להיכנס במצבם הנוכחי. לשם החדירה הם צריכים להבשיל באופן סופי. פרטי ההבשלה הזאת אינם ידועים במאת האחוזים, אך ממחקרים שעלו נמצא כי בתהליך זה משתנים פני השטח של תא הזרע, רמת חילוף החומרים שבו מוגברת, כמו כן יכולת התנועה של זנב התא. רק לאחר השינויים האלו, יכול תא הזרע להפרות את הביצית.

מתוך מיליארדי תאי הזרע שנפלטים בפליטה אחת אל תוך הנרתיק, רק מיליונים בודדים מגיעים לרחם, מאות בודדים מגיעים לצינור הביצים, ורק מחצית מהם מגיעים לצינור הביצים המכיל את הביצית. כל תאי הזרע אשר "נכשלו" בהגעתם אל הביצית מסולקים מהגוף ע"י הנרתיק או שמפורקים. זיגוטה – ביצית מופרית, מיזוג החומר התורשתי של תא הזרע עם החומר התורשתי של תא הביצית.

²⁰ תא רבייה; נקבות – תא ביצה (ביצית), זכרים – תא זרע.

לאחר שלב ההגעה לאזור הביצית, רק תא זרע אחד (אם בכלל) יוכל להשתתף בתהליך ההפריה. גם לפני תהליך זה מצפים לתא הזרע מספר מכשולים:

הביצית הבשלה עטופה במעטפת שקופה ובתאים שחרגו מהשחלה ביחד אתה בזמן הביוץ. תא הזרע יצטרך לנווט ביו תאים אלו ולחדור דרך המעטפת כדי להגיע אל הביצית.

על מנת לעשות זאת, חל שינוי באקרואזום²¹. השינוי הוא שהחומרים המצויים בו נחשפים לצד החיצוני של התא. האנזימים, שכעת חשופים כלפי חוץ, מפרקים את החומר שבין התאים השונים סביב הביצית, ואף את מעטפת הביצית. כמו במסע של הזרע עד לביצית עצמה, גם כאן מקבל תא הזרע סיוע מגוף הנקבה ואף מהביצית עצמה. שלוחות היוצאות מהביצית לופתות את תא הזרע המפרה ומושכות אותו פנימה, ותנועת זנב התא מסייע לכניסה. לאחר הכניסה, קרום שני התאים מתאחה, וזנב תא הזרע מתפרק ונעכל. בו בעת, כדי למנוע חדירות תאי זרע נוספים, משתנה קרום הביצית כך שלא יהיה ניתן לחדור אליה. הביצית המופרית נודדת אל הרחם ומשתקעת בדופןו (גרוס, אמיר, & פרנקל, 2002).

²¹ איבר החדירה לביצית, החלק המרכזי של ראש תא הזרע. מצויים בו אנזימים.

3 מערך מחקר

3.1 הקדמה

מטרת העבודה הייתה למצוא את מינון הורמון PMSG המתאים להפריה אופטימלית עבור שיות ועבור רחלות. כלומר שיפור המדדים הרצויים; אחוז הריון ומספר וולדות והפחתת המדדים שאינם רצויים; דרישה חוזרת ואחוז ספיגה.

השערתי הייתה שככל שאחוז ההורמון PMSG יהיה גבוה יותר, כך יעלה הסיכוי להתעברות, כלומר יעלה אחוז הכבשים שיתעברו. מנגד, יתכן ולאחוז הורמון גבוה עלולה להיות השפעה על מספר הוולדות ובריאותם.

3.2 תכנית הניסוי

הניסוי כלל את הפרדת הכבשים ל – 2 קטגוריות בהתאם לשלב התבגרותן (רחלות ושיות), בכל קטגוריה חולקו הכבשים ל – 3 קבוצות, כאשר כל קבוצה קיבלה מינון הורמון שונה – קבוצה 1 מחצית מהכמות המקובלת (300 יחב"ל), קבוצה 2 את הכמות המקובלת (600 יחב"ל) וקבוצה 3 פי 1.5 מהכמות המקובלת (900 יחב"ל).

3.3 שאלות המחקר

כיצד ישפיע מינון ההורמון PMSG על המדדים הבאים: אחוז הריון, אחוז דרישה חוזרת, אחוז ספיגה ומספר וולדות בהמלטה ברחלות ושיות?

3.4 משתנים בלתי תלויים

כמות ההורמון PMSG, סוג האוכלוסייה – שיות, רחלות.²²

טבלה 1: טבלת טיפולים

מינון PMSG / אוכלוסייה	300 יחב"ל ²³	600 יחב"ל	900 יחב"ל
שיות	*15	16	13
רחלות	24	25	24

*מספר פריטים בכל טיפול.

²² רחלות – כבשים שכבר המליטו. שיות – כבשים שהגיעו לבגרות וטרם המליטו.
²³ יחב"ל – יחידות בינלאומיות. יחב"ל מודדות את מידת ההשפעה הביולוגית של החומר.

3.5 משתנים תלויים

% כבשים בהריון

% דרישה חוזרת

% ספיגה

מספר וולדות להמלטה

טבלה 2: טבלת מדדים

מדדים	יחידות	הערות
הריון	כן/לא	בדיקת אולטרסאונד ביום ה – 37 מההזרעה
דרישה חוזרת	מספר	בדיקת אולטרסאונד להריון והבחנה בין גילאי העובר בכבשים שבהריון
ספיגה	כן/לא	העוברים שנראו באולטרסאונד הראשון ולא נראו בשני
מס' וולדות בהמלטה	מספר	ספירת וולדות

3.6 גורמים קבועים

- זן הכבשים, דיר במשק כדורי – מפורט בהמשך.
- תנאי הזנה והשקיה, כמות האוכל וסוגו – גישה חופשית לאוכל ולמים, אוכלות בליל מנת חולבות משדה אילן.
- תהליך ההפריה במהלך עונת הייחום – מפורט בהמשך.
- טיפול מקדים זהה בעזרת סידר – מפורט בהמשך.
- סוג ההורמון והיצרן – מפורט בהמשך.
- מקור וכמות הזרע בהזרעה – מקור הזרע הוא מיכל שמביא הוטרנר, כמות הזרע היא 0.2 סמ"ק.
- מועד ההזרעה – 6/11/18.
- כמות זכרים זהה בכל קבוצה – 2 זכרים.

3.7 חומרים, ציוד וכלים

חומר חי – 73 רחלות, 44 שיות, מזן אסף, כל הכבשים מהעדר בדיר בכדורי.

חומרים

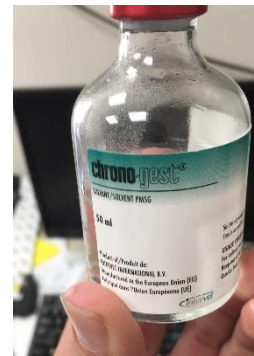
- הורמון PMSG - הורמון שמיוצר ע"י חברת Intervet, כל בקבוקון מכיל 6000 יחב"ל של הורמון מוצק (בצורת אבקה).
- סידר – התקן וגינלי, מיוצר בחברת CIDR® G. מכיל 0.3 גרם הורמון מסוג פרוגסטרון.

תמונה 6: סידר



(PREMIER, 2020)

תמונה 7: בקבוקון ההורמון



צולם על ידי שמעון חכים,
בתאריך 18.2.2019

- זרע – הובא על ידי המזריע.

ציוד

- מתקן אולטרסאונד נייד
- מתקן לפתיחת הבושת
- מתקן הכנסת הסידר

תמונה 8: מתקן להכנסת הסידר



צולם על ידי שמעון חכים, בתאריך 18.2.2019

כלי מדידה

- מזרק הורמון – מזרק אוטומטי, מחובר לבקבוקון של 20 מ"ל.
- מזרק הזרע – כל הזרקה מכילה 0.2 מ"ל של זרע מדולל.

3.8 שיטות עבודה

- **הכנת הכבשים לכניסה להיריון** – בתחילה, בדקנו שכל הכבשים שאנו רוצים בניסוי לא בהיריון (באמצעות בדיקת אולטרסאונד). לאחר מכן, חילקנו את הכבשים לשתי קבוצות – רחלות ושיות (כל קבוצה חולקה בהמשך לשלוש תת קבוצות עפ"י הטיפולים השונים). לכל כבשה הכנסנו התקן סידר (ראה תמונה 7) – הסידר הוא התקן תוך וגינלי המכיל את ההורמון פרוגסטרון שמטרתו היא למנוע ביוץ. הוא מוכנס לבושת הכבשה בעזרת מתקן להכנסת הסידר. לאחר 12 ימים, הוצאנו את ההתקן והזרקנו את ההורמון PMSG.
- **הזרקת ההורמון** – ההורמון PMSG נמצא בצורה אבקתית, בכמות של 6000 יחב"ל בבקבוקון. להכנת ההורמון להזרקה, מוסיפים 20 מ"ל מים כדי להמיסו. מתקבלת תמיסה שמכילה 300 יחב"ל בכל מ"ל. לכבשים בקבוצות שקיבלו 300 יחב"ל הזרקו 1 מ"ל תמיסה, לאלו שקיבלו 600 יחב"ל הזרקו 2 מ"ל תמיסה ואלו שקיבלו 900 יחב"ל הזרקו 3 מ"ל בהתאמה. לאחר 48 שעות מהזרקת ההורמון בוצעה ההזרעה.
- **ההזרעה** – להזרעה שני שלבים: הראשון, שמבוצע ע"י המזריע, הוא הזרקת 0.2 מ"ל זרע בדילול של 50%, לבושת הכבשים, בעזרת מזרק ומתקן לפתיחת הבושת. השני מתרחש לאחר מספר דקות, ובו לכל מתחם כבשים מוכנסים 2 זכרים, להשלמת התהליך של "דחיפת" הזרע וגם להשלמת הפריה. לאחר 14 יום מההזרעה, הוכנסו הזכרים בשנית למתחמים לניסיון הפריה נוסף של הכבשים שלא נקלטו במחזור ההפריה הראשון (תהליך זה נקרא דרישה חוזרת).
- **מעקב היריון** – בוצעו 2 בדיקות היריון בעזרת אולטרסאונד ביום ה-37 מההזרעה וביום ה-60 מההזרעה. ספיגה נקבעה אם כבשה נמצאה בהיריון בבדיקה הראשונה ולא בשנייה. דרישה חוזרת נקבעה כאשר הכבשה לא נמצאה בהיריון בבדיקה הראשונה אך כן בשנייה.
- **המלטה** – בתחילת תקופת ההמלטות, היה מחסור באנשים אשר טיפלו ודאגו לכבשים בדיר, וכתוצאה מכך מתו מספר טלאים. אך לאחר מקרה זה, גויסו אנשים מיוחדים לשם הטיפול השוטף בדיר ובוצע מעקב ורישום סדיר של ההמלטות.

3.9 תיאור הניסוי

הניסוי התנהל עפ"י התכנית. במחזור ההמלטות הראשון, לא הייתה נוכחות של איש צוות בדיר, ולכן לא ניתן היה לשייך את הוולדות לכבשה וכן הייתה תמותת וולדות גבוהה. בהמשך אויש הדיר באנשי צוות 24\7 למעקב של ההמלטות.

3.10 שיטת ריכוז התוצאות והממצאים

לכל כבשה יש מס' זיהוי משלה, והממצאים והתוצאות רוכזו ועובדו בתוכנת אקסל.

4 תוצאות

התוצאות יחולקו לשלושה חלקים:

חלק א', וחלק ב': התוצאות מוצגות לפי שתי קבוצות הכבשים שנחקרו; תחילה אציג את הממצאים בקבוצת השיות עפ"י מדדי הפיריון אשר הוגדרו בשאלת המחקר, ובהמשך את הממצאים בקבוצת הרחלות.

חלק ג': אתייחס להשוואה בין שתי הקבוצות.

גודל המדגם עפ"י המפורט בטבלה:

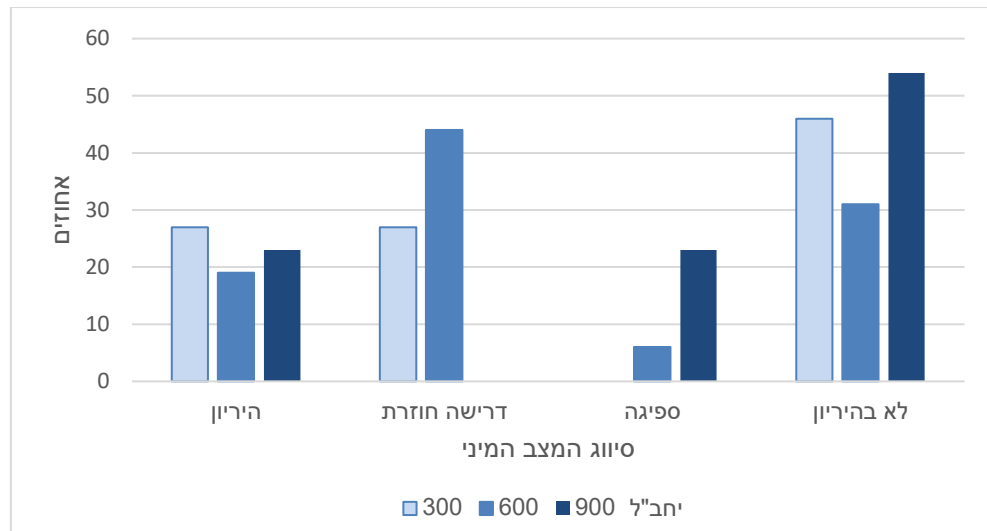
טבלה 3: גודל המדגם

מינון הורמון	300 יחב"ל	600 יחב"ל	900 יחב"ל
שיות	15	16	13
רחלות	24	25	24

בוצעה חזרה אחת בלבד בגלל מגבלות זמן וגודל הדיר.

4.1 חלק א': שיות

גרף 1: המצב המיני של השיות כתלות בטיפול ההורמון PMSG



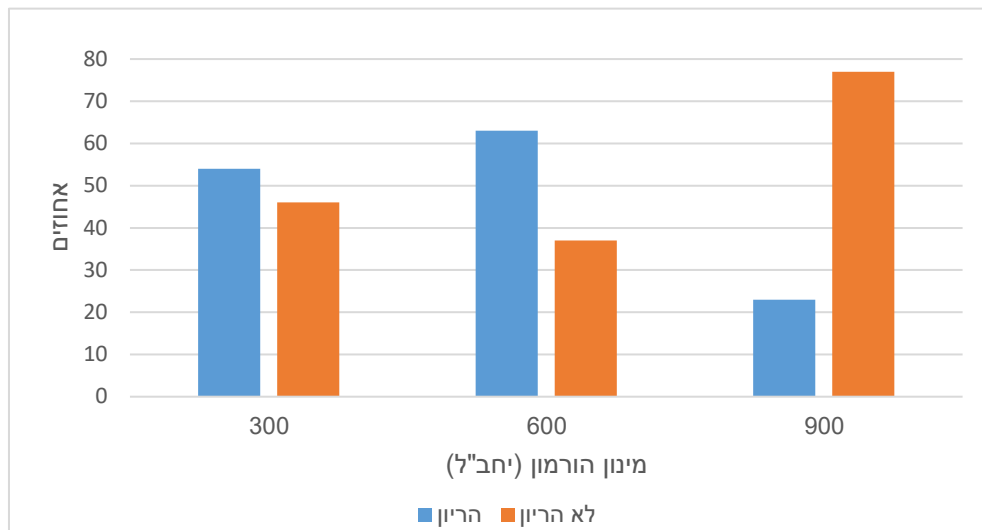
הגרף מציג את אחוז השיות שנכנסו להיריון במחזור הפריה ראשון וסיימו אותו (היריון), את אלו שנכנסו להיריון במחזור הפריה שני וסיימו אותו (דרישה חוזרת), את אלו שההיריון ממחזור ההפריה הראשון לא שרד (ספיגה) ואת אלו שכלל לא נכנסו להיריון (לא בהיריון).

ניתן לראות כי בגזרת ה"היריון" (שהוביל להמלטה), התקבל האחוז הגבוה ביותר במינון של 300 יחב"ל. יש ירידה של 29% במינון של 600 יחב"ל ובין ה - 600 לבין ה - 900 יש עלייה של 21%. ב"דרישה החוזרת", אנו רואים עלייה חדה של 38% בין ה - 300 יחב"ל לבין ה - 600 יחב"ל, ואין דרישה חוזרת במינון של 900 יחב"ל.

ב"ספיגה" אין תופעה של ספיגת היריון במינון של 300 יחב"ל, ניתן להבחין בעלייה ניכרת של 283% בין ה - 600 יחב"ל לבין ה - 900 יחב"ל.

בגזרת ה"לא בהיריון" אנו רואים שאחוז השיות שלא נכנסו להיריון הוא הגדול ביותר במינון של 900 יחב"ל (מעל 50%). בין ה - 300 יחב"ל לבין ה - 600 יחב"ל ישנו הבדל של 32%, כאשר במינון של 600 יחב"ל האחוז הנמוך ביותר של שיות שלא נכנסו להיריון.

גרף 2: השוואה בין אחוז היריון לבין אחוז אי היריון בשיות כתלות במינון ההורמון PMSG



הגרף מתאר את אחוז ההמלטות (הריון) כתוצאה משני מחזורי הפריה ביחס לאחוז הכבשים שלא נכנסו או סיימו את ההיריון (לא הריון).

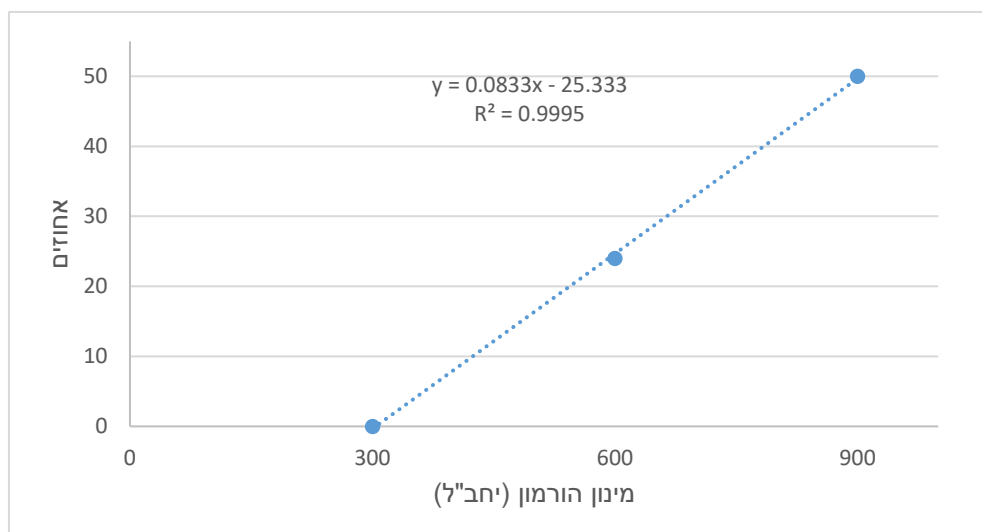
בגזרת ה"300", אחוז השיות שהמליטו גדול ב - 8% ביחס לאלו שלא המליטו.

בגזרת ה"600", אחוז השיות שהמליטו גדול ב - 26% ביחס לאלו שלא המליטו.

בגזרת ה"900", אחוז השיות שהמליטו קטן ב - 54% ביחס לאלו שלא המליטו.

אחוז ההמלטות הגבוה ביותר התקבל במינון של 600 יחב"ל, והנמוך ביותר במינון של 900 יחב"ל.

גרף 3: אחוז הספיגה בשיות כתלות במינון ההורמון PMSG

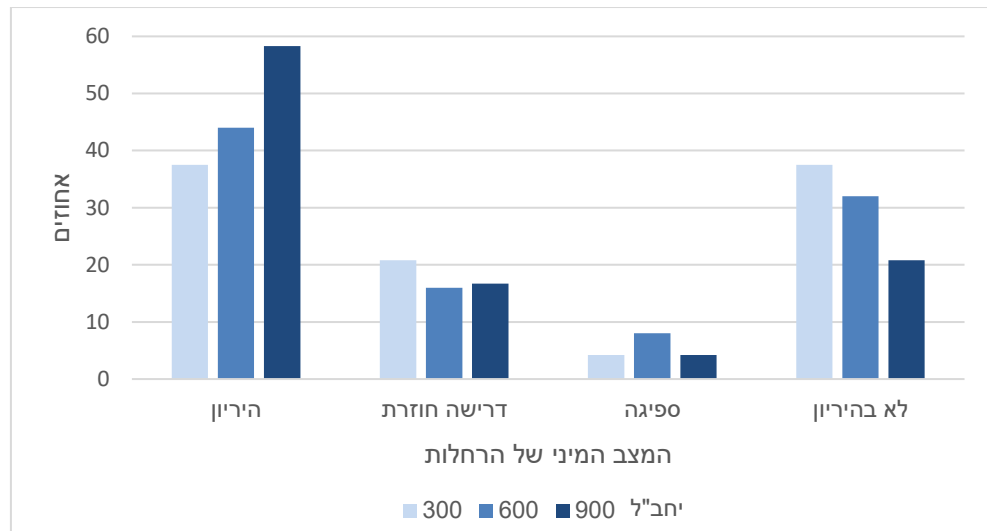


עפ"י הגרף ניתן לראות שככל שמינון ההורמון עולה, כך גם אחוזי הספיגה עולים, התלות לינארית

כאשר כל תוספת של 1 יחב"ל מעלה את אחוז הספיגה ב - 0.083%.

4.2 חלק ב': רחלות

גרף 4: המצב המיני של הרחלות כתלות בטיפול ההורמון PMSG



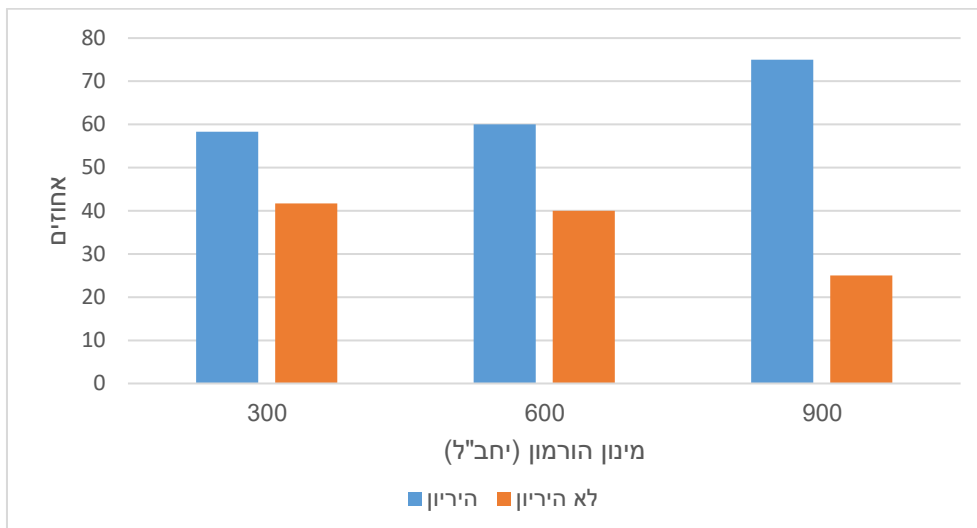
הגרף מציג את אחוז הרחלות שנכנסו להיריון במחזור הפריה ראשון וסיימו אותו (היריון), את אלו שנכנסו להיריון במחזור הפריה שני וסיימו אותו (דרישה חוזרת), את אלו שההיריון ממחזור ההפריה הראשון לא שרד (ספיגה) ואת אלו שכלל לא נכנסו להיריון (לא בהיריון).

ניתן לראות כי בגזרת ה"היריון", התקבל האחוז הגבוה ביותר במינון של 900 יחב"ל. יש עלייה של 17% בין ה- 300 יחב"ל לבין ה- 600 יחב"ל, ועלייה נוספת של 32% בין ה- 600 לבין ה- 900. ב"דרישה חוזרת", התקבל האחוז הגבוה ביותר במינון של 300 יחב"ל. אנו רואים ירידה של 23% בין ה- 300 יחב"ל לבין ה- 600 יחב"ל, ועלייה זעירה של 0.04% בין ה- 600 יחב"ל לבין ה- 900 יחב"ל.

ב"ספיגה" האחוז הגבוה ביותר התקבל במינון של 600 יחב"ל. ישנה עלייה של 90% בין ה- 300 יחב"ל לבין ה- 600 יחב"ל, ואנו גם מזהים ירידה של 47% בין ה- 600 יחב"ל לבין ה- 900. חשוב לציין כי האחוזים במינון של ה- 300 ושל ה- 900 יחב"ל שווים (4.2%).

בגזרת ה"לא בהיריון" האחוז הגבוה ביותר שהתקבל הוא במינון של 300 יחב"ל. בגזרה זו אנו רואים ירידה של 14% בין ה- 300 יחב"ל לבין ה- 600 יחב"ל, בנוסף לירידה של 35% בין ה- 600 ל- 900.

גרף 5: השוואה בין אחוז היריון לבין אחוז אי היריון ברחלות כתלות במינון ההורמון PMSG



הגרף מתאר את אחוז ההמלטות (היריון) כתוצאה משני מחזורי ההפריה ביחס לאחוז הכבשים שלא נכנסו או סיימו את ההיריון (לא היריון).

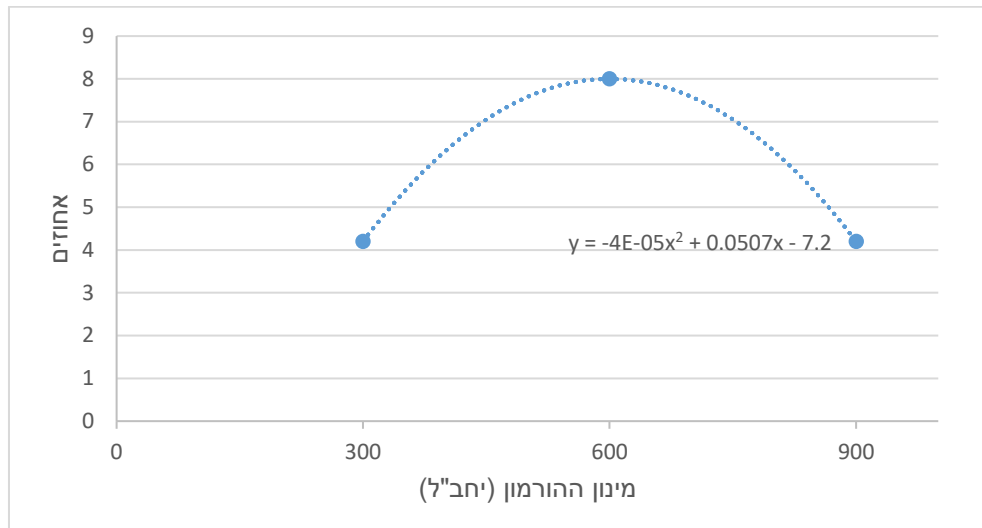
בגזרת ה"300", יש הבדל של 16.6% בין הרחלות בהיריון לבין אלו שלא בהיריון.

בגזרת ה"600", יש הבדל של 20% בין הרחלות בהיריון לבין שאלו שלא בהיריון.

בגזרת ה"900", יש הבדל של 50% בין הרחלות שלא בהיריון לבין אלו שבהיריון.

האחוז הגבוה ביותר התקבל במינון של 900 יחב"ל, והאחוז הנמוך ביותר התקבל במינון של 300 יחב"ל.

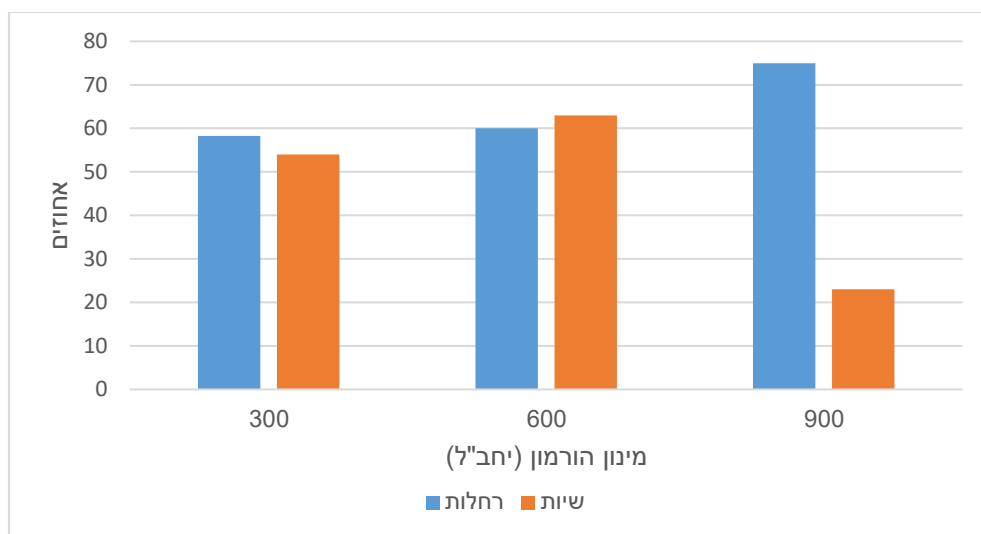
גרף 6: אחוז הספיגה ברחלות כתלות במינן ההורמון PMSG



בגרף ניתן שהפונקציה היא פולינומיאלית, אך אתייחס לכל מגמה (ירידה או עלייה) בתור פונקציה לינארית. בתחום הראשון, בו יש עלייה, כל תוספת של 1 יחב"ל מעלה את אחוז הספיגה ב - 0.012%. בתחום השני, בו ישנה ירידה, כל תוספת של 1 יחב"ל מפחיתה את הסיכוי לספיגה גם כן ב - 0.012%. חשוב לציין כי הפונקציה המחברת בין שלוש הנקודות היא משוערת כיוון שאיננו יודעים למעשה את ההתנהגות בין שלושת הערכים שנמדדו.

4.3 חלק ג': השוואה בין שיות לרחלות

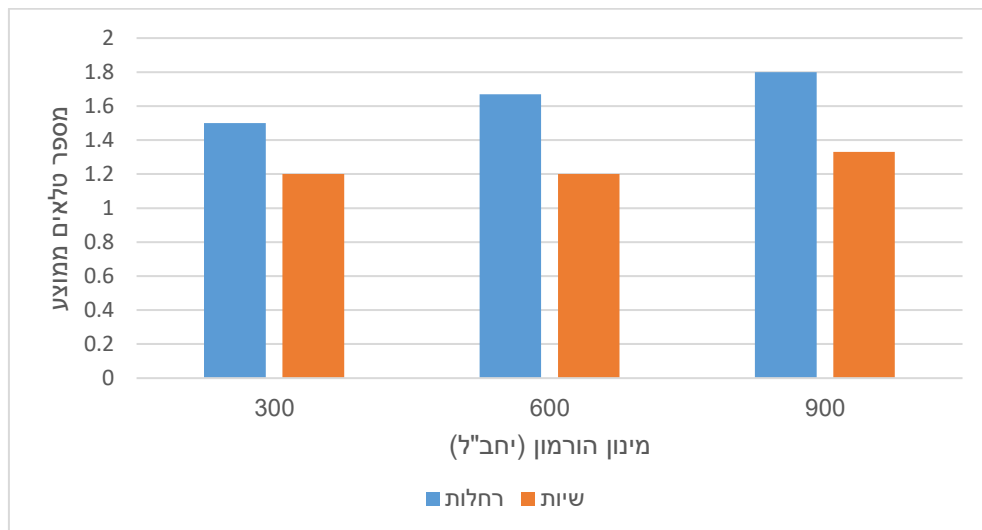
גרף 7: אחוז המלטות כתלות במינן ההורמון ובשלב המיני של הכבשה



הגרף משווה בין אחוז ההמלטות ברחלות ושיות בתלות במינן ההורמון. ניתן לראות שבמינונים של 300 ו- 600 יחב"ל האחוזים דומים בין רחלות לשיות, בשתי הקבוצות יש עדיפות קלה למינן הגדול יותר (600 יחב"ל).

במינן של 900 יחב"ל רואים הבדל משמעותי בין שתי הקבוצות, כאשר בקבוצת הרחלות יש תוספת ב- 15% לעומת המינן הנמוך יותר. לעומת זאת, בקבוצת השיות, במינן של 900 יחב"ל יש ירידה במספר ההמלטות ב- 40% לעומת המינן הנמוך יותר (600 יחב"ל).

גרף 8: ממוצע טלאים בהמלטה כתלות בכמות ההורמון ובשלב המיני של הכבשה



מתוך הגרף ניתן לראות כי מספר הוולדות הממוצע להמלטה גדול יותר בכל מינון הורמון שנבדק ברחלות לעומת השיות.

ניתן לראות כי אצל השיות מספר הטלאים הממוצע שווה בכמות של 300 ו- 600 יחב"ל, לעומת עלייה של 11% בכמות של ה- 900 יחב"ל.

אצל הרחלות, יש עלייה של 11% בין ה- 600 יחב"ל לבין ה- 300 יחב"ל. כמו כן נרשמת עלייה נוספת של 7.4% בין ה- 600 יחב"ל לבין ה- 900 יחב"ל.

5 דיון ומסקנות

בעבודה זו רצינו לבדוק כיצד משפיע מינון ההורמון PMSG בעונת הייחום על מדדי הפוריות בשתי קבוצות של כבשים, ברחלות ושיות, בהתאם לשלב המיני שלהן. רצינו לבדוק האם יש מינון הורמון אופטימלי והאם זהו אותו המינון בשתי הקבוצות. בנוסף, רצינו לבחון האם למינון הורמון יש גם השפעות שליליות, כגון: ספיגת הריון או אי כניסה להריון בשתי הקבוצות. לשם כך, ביצענו את הניסוי במקביל ובאותם מועדים בשתי קבוצות הכבשים; שיות ורחלות.

בדקנו את השפעת מינון ההורמון, בשתי הקבוצות, על אחוז הכבשים שנכנסו להריון והמליטו ועל אחוז הכבשים בהן נספג ההריון או שלא היה הריון כלל.

מצאנו שבקבוצת הרחלות והשיות אחוז ההריונות היה דומה במינוני הורמון של 300 ו- 600 יחב"ל, אך במינון של 900 יחב"ל אצל הרחלות יש עלייה באחוז ההמלטות ב- 25%, ובד בבד יש ירידה חדה באחוז ההמלטות בשיות במינון זה (גרף מספר 7).

רצינו למצוא מינון אופטימלי אך למעשה בשיות מצאנו טווח של מינון אופטימלי (300 – 600 יחב"ל). למסקנה זו הגענו מתוך גרף מספר 1, כשמסתכלים על אחוז ההריון ועל אחוז הספיגה, כתוצאה מהזרעה מלאכותית, נראה שיש עדיפות למינון של 300 יחב"ל. אך כאשר מסתכלים על סך ההריונות שהסתיימו בהמלטה ואחוז הכבשים שלא נכנסו להריון כלל, אפשר לראות שישנה עדיפות למינון של 600 יחב"ל. מאחר ולא בדקנו מינוני ביניים (בין 300 ל- 600 יחב"ל), לא ניתן לדעת מהו המינון האופטימלי, במידה וישנו.

לעומת זאת ברחלות, כן נראה שיש מינון אופטימלי, של 900 יחב"ל (גרף מספר 4). אחוז ההריונות מהזרעה מלאכותית היה מרבי (כ- 60%), שיעור הספיגה נמוך ודומה לזה במינוני ההורמון הנמוכים יותר ואחוז הכבשים שלא נכנסו להריון כלל היה הנמוך ביותר.

אחת התופעות שאינן רצויות, המתרחשת בהשפעת טיפול הורמונלי לשם הזרעה מלאכותית, היא ספיגת הריון. במצב זה הביצית מופרית ומתחיל תהליך הריון אך בשלב מוקדם נפסקת התפתחות העובר והוא נספג חזרה לרחם. תופעה זו מוכרת בהריון מרובה עוברים (שיכול להיגרם מטיפול הורמונלי) גם אצל בני אדם, הסיבה לכך יכולה להיות כתוצאה מפגיעה במטען הגנטי של הביצית או בבעיה בהתפתחות השליה (טיפת חלב ברשת, 2017). בשיות, מצאנו כי התלות היא לינארית וככל שמינון ההורמון גדל, עולה תופעת הספיגה בשיעור של 0.083% בכל תוספת של 1 יחב"ל (גרף מספר 3). ברחלות מצאנו תופעה דומה בין 300 ל- 600 יחב"ל (0.012% בכל תוספת של 1 יחב"ל), אך בין 600 ל- 900 יחב"ל ראינו פחיתה באחוזי הספיגה באותו השיעור (גרף מספר 6). למרות שהניסוי בוצע בשלושה מינונים בפעם אחת (בלבד), ניתן לראות הבדל בין קבוצת השיות לקבוצת הרחלות, כאשר השפעת מינון ההורמון דרמטית יותר בשיות. מנגד, בקבוצת הרחלות כדי להסיק מסקנות נחרצות יותר, מומלץ לחזור על הניסוי עם מרווחי מינונים צפופים יותר.

מדד נוסף הוא מדד ההמלטות, והוא למעשה המדד החשוב ביותר מבחינת עבודה זו. בקבוצת השיות חלה עלייה באחוז ההריונות שהסתיימו בהמלטה בין מינון של 300 ל – 600 יחב"ל (הבדל של בערך 10%) וזאת בניגוד למינון של 900 יחב"ל, שם נרשמה ירידה דרסטית באחוז ההריונות (ירידה של 65% בערך) (גרף מספר 2). בקבוצת הרחלות נראה שאין הבדל באחוז ההמלטות בין מינון של 300 ל – 600 יחב"ל (כ – 60% המלטה). לעומת זאת, אחוז ההמלטות במינון של 900 יחב"ל גדול משמעותית (75% המלטה, עלייה של 25%) (גרף מספר 5). כאשר משווים בין שתי קבוצות הכבשים, רואים שאחוז ההמלטות דומה בשתי הקבוצות בשני המינונים הנמוכים, אך יש עדיפות קלה לקבוצת השיות במינון של 600 יחב"ל (63% המלטה).

במינון של 900 יחב"ל, רואים שינוי גדול הן בין שתי קבוצות הכבשים והן לעומת המינונים השונים; בקבוצת הרחלות אחוז ההמלטות הוא כאמור 75% וזהו אחוז ההמלטות הגבוה ביותר. בקבוצת השיות אחוז ההמלטות צונח ל – 23% וזהו אחוז ההמלטות הנמוך ביותר (גרף מספר 7). המשמעות היא שבהזרעה מלאכותית יש חשיבות לשלב המיני של הכבשה, ברחלות מומלץ להשתמש במינון של 900 יחב"ל (בעונה הטבעית של הייחום) בעוד שבשיות רצוי להשתמש במינון של 300 עד 600 יחב"ל ולא לחרוג מטווח זה.

אחוז ההמלטות כולל את ההריונות מההזרעה המלאכותית, וכן את ההריונות מהדרישה החוזרת ע"י הרבעה (באופן טבעי). התפלגות ההריונות מההזרעה מלאכותית ומדרישה חוזרת מוצגת בגרפים מספר 1 (עבור שיות) ומספר 4 (עבור רחלות). בקבוצת השיות, במינון של 300 יחב"ל, אחוז ההריונות כתוצאה מההזרעה מלאכותית שווה לאחוז ההריונות כתוצאה מדרישה חוזרת. במינון של 600 יחב"ל, אחוז ההריונות כתוצאה מדרישה חוזרת הוא פי 2 מאחוז ההריונות כתוצאה מההזרעה מלאכותית. בסך הכל, אחוז ההריונות במינון של 600 יחב"ל גדול יותר לעומת מינון של 300 יחב"ל. במינון של 900 יחב"ל, אחוז ההריונות כתוצאה מההזרעה מלאכותית הוא בין שני המינונים האחרים, אך לא נרשמו הריונות כתוצאה מדרישה חוזרת ולכן סך כל ההריונות היה הנמוך ביותר.

כאמור, לא ניתן להחליט מי משני המינונים (300 או 600 יחב"ל) הוא האופטימלי מאחר ובמינון של 600 יחב"ל אחוז ההריונות שהובילו להמלטה הוא הגדול ביותר, מנגד שני שלישים מההריונות היו כתוצאה מדרישה חוזרת ולא מההזרעה המלאכותית וכן במינון של 600 יחב"ל התחילה תופעה של ספיגת עובר. מכאן, שייתכן והמינון האופטימלי נמצא בין שני מינונים אלו וכדאי לבצע ניסוי נוסף שבדוק מינונים במרווחים קטנים יותר בתוך הטווח שבין 300 ל – 600 יחב"ל.

בקבוצת הרחלות אחוז ההריונות כתוצאה מדרישה חוזרת דומה (בין 16% ל – 20%). אך באחוז ההריונות כתוצאה מההזרעה מלאכותית, נראית השפעה של מינון ההורמון - ככל שכמותו עולה כך אחוז ההריונות גדל (בין 900 ל – 600 יחב"ל העלייה באחוזי ההריונות היא פי 2 מהעלייה בין 600 ל – 300 יחב"ל).

המדד האחרון שרצינו לבדוק היה השפעת מינון ההורמון על מספר הוולדות הממוצע בהמלטה, ועל שרידות הטלאים שהומלטו. לצערנו לא יכולנו לבדוק את שרידות הטלאים, מאחר וכאשר ההמלטות

החלו לא הייתה נוכחות של אנשי צוות בדיר, וכתוצאה מכך טלאים רבים מתו. לגבי מספר הוולדות הממוצע בהמלטה, אפשר לראות שברחלות ככל שמינון ההורמון עולה עולה גם מספר הוולדות הממוצע פר הריון, בעוד שבשיות השפעת מינון ההורמון מתונה יותר ורק במינון של 900 יחב"ל נרשמת עלייה קלה. בכל שלושת המינונים מספר הוולדות הממוצע גדול בקבוצת הרחלות מאשר בקבוצת השיות (הבדל של כ - 0.5 טלאים בין הקבוצות). תופעה זו, של גידול במספר העוברים פר הריון כתוצאה משימוש מלאכותי בהורמון, היא תופעה מוכרת וידועה גם בטיפול הפריה בבני אדם. בטיפול הפריה, בהם משתמשים בהורמונים ממשפחת הגונדטרופינים, מגבירים למעשה את קצב שחרור הביציות או גורמים מלכתחילה לריבוי ביציות, ולכן עולה מספר ההריונות בהם נקלט יותר מעובר אחד (שכיחותם של הריונות מרובי עוברים עולה כך שאחד מכל 40 הריונות הוא הריון מרובה עוברים) (מאמי ליס - איכילוב).

לאור כל הממצאים, ניתן לסכם שיש הבדל בין קבוצת השיות לבין קבוצת הרחלות, כאשר בקבוצת הרחלות מומלץ להשתמש במינון של 900 יחב"ל כאשר רוצים להשרות ייחום מלאכותי בתקופת הייחום הטבעית בעוד שבקבוצת השיות המינון המומלץ הוא בין 300 ל - 600 יחב"ל באותה התקופה.

כמו בכל עבודת מחקר שנעשתה, גם לעבודה זו יש מגבלות, והן:

- הניסוי נערך בתקופת הייחום של הכבשים והממצאים והמסקנות אינן משקפות בהכרח מועדים אחרים בשנה.
- בניסוי בוצעה חזרה אחת בגלל מגבלות של זמן וגודל דיר, ולכן מומלץ לחזור על הניסוי עוד מספר פעמים כדי לתקף את הממצאים.
- בהקשר לנקודה הקודמת, גם גודל המדגם קטן יחסית וגם הוא משפיע על אמינות התוצאות.
- הכבשים בניסוי זה הן מזן "אסף" ולא בהכרח ההשפעה תהיה דומה בזנים אחרים.
- בניסוי זה, בחרנו בשלושה מינוני הורמון במרווחים של 300 יחב"ל, כתוצאה מכך חסר מידע כדי לשער מה ההשפעה של מינוני ביניים ולקבוע בצורה מדויקת את המינון האופטימלי (בעיקר בקבוצת השיות).

מתוך מגבלות אלו, כדאי לבצע ניסויי המשך הכוללים מינונים במרווחים קטנים יותר בין 300 ל - 600 יחב"ל בשיות ובין 600 ל - 1200 יחב"ל ברחלות. אפשר גם לבחון את ההבדלים בין הזרעה מלאכותית בעונת הייחום לבין הזרעה מלאכותית מחוץ לעונת הייחום.

6 ביבליוגרפיה

- Britanica: <https://www.britannica.com> . *Gonadotropin* . (2019) . Britanica
- infomed . (ללא תאריך) . *סטרומה (stroma)* .
- PREMIER . (2020) . *CIDR Inserts for sheep* . אוחר מתוך PREMIER: <https://www.premier1supplies.com>
- The European Agency for the Evaluation of Medicinal Products . (2016) . *committee for veterinary medicinal products* . אוחר מתוך <https://www.google.com>
- בן עמי, ס'. (2018) . *הורמון מעודד הזקיג - Follicle stimulating hormone* . אוחר מתוך ויקירפואה: <https://www.wikirefua.org.il>
- בן עמי, ס'. (2018) . *פרוגסטרוגן - Progesterone* . אוחר מתוך ויקירפואה: <https://www.wikirefua.org.il>
- גרוס, ח', אמיר, ר', & פרנקל, ד'. (2002) . *רבייה בטבע: רבייה בצמחים ובבעלי חיים* . האוניברסיטה העברית.
- גרטי, ד' א'. (2009) . *ההורמונים – מולקולות קטנות, תפקיד גדול* . אוחר מתוך מכון דוידסון: <https://davidson.weizmann.ac.il>
- דהן, מ'. (7 פברואר 2020) . (א' שורץ, מראיין)
- האוניברסיטה הפתוחה. (1984) . *רביית היונקים* . האוניברסיטה הפתוחה.
- הילה. (2017) . *הזקיג ורזרבה שחלתית* . אוחר מתוך מדע נשי: <http://madanashi.com>
- ויקיפדיה. (2019) . *אסטרוניול* . אוחר מתוך ויקיפדיה: <https://he.wikipedia.org>
- ויקיפדיה. (2019) . *בלוטה אנדוקרינית* . אוחר מתוך <https://he.wikipedia.org>
- ויקיפדיה. (2019) . *דיר* . אוחר מתוך ויקיפדיה: <https://he.wikipedia.org>
- ויקיפדיה. (2019) . *תא גרנולוזה* . אוחר מתוך ויקיפדיה: <https://he.wikipedia.org>
- ויקיפדיה. (2020) . *כבש הבית* . אוחר מתוך ויקיפדיה: <https://he.wikipedia.org>
- ויקירפואה. (2018) . *פרוגסטרוגן - Progesterone* . אוחר מתוך <https://www.wikirefua.org.il>
- ויקיפדיה. (2019) . *הזרעה מלאכותית* . אוחר מתוך ויקיפדיה: <https://he.wikipedia.org>
- טיפת חלב ברשת. (2017) . *מהי תסמונת התאום הנעלם? אוחר מתוך טיפת חלב ברשת:* <http://www.tipa.co.il>
- כביה, ד'. (2016) . *מצב ענף הצאן בשנת 2016* . משרד החקלאות ופיתוח הכפר.
- כצט. (2018) . *מהו פרוגסטרוגן ומה תפקידו לאורך ההריון* . אוחר מתוך כצט: <https://www.cts.co.il>
- ליבוביץ, ח', & קרסו, י'. (מרץ 2001) . *המלצות בנושא רבייה בכבשים* . אוחר מתוך <https://www.moag.gov.il>

- מאמי ליס - איכילוב. (אין תאריך). *הריון מרובה עוברים*. אוחר מתוך מאמי ליס - איכילוב:
<https://www.tasmc.org.il>
- מה חדש? (2017). *אסטרוגן*. אוחר מתוך מה חדש?: <https://www.iaawh.co.il>
- מועצת החלב. (2017). *הזרעה מלאכותית בעזים עם זירמה קפואה*. אוחר מתוך מועצת החלב: <https://milk.org.il>
- מועצת החלב. (2017). *הכבשה*. אוחר מתוך מועצת החלב: <https://milk.org.il>
- מכבי. (2010). *הורמון ההצהבה(בדם)*. אוחר מתוך מכבי: <https://www.maccabi4u.co.il>
- פאי, א'. (1981). *האנציקלופדיה לחקלאות*. תל אביב: האנציקלופדיה לחקלאות.
- צברי, א', & כהן, ח'. (2017). *הזרעה מלאכותית בתעשיית המזון*. אוחר מתוך אנימלס:
<https://anonymous.org.il>
- צפירי, פ' א'. (1984). *רביית היונקים, יחידות 3-4*. תל אביב: האוניברסיטה הפתוחה.
- קמינסקי, ע'. (2011). *ביוץ*. אוחר מתוך מכון דוידסון: <https://davidson.weizmann.ac.il>
- קמינסקי, ע'. (2013). *ביוץ*. אוחר מתוך מכון דוידסון: <https://davidson.weizmann.ac.il>
- שינדלר, א' ד'. (1981). *האנציקלופדיה לחקלאות*. האנציקלופדיה לחקלאות.
- שמולוביץ, ד' א'. (2016). *סנכרון בצאן בעונה ומחוצה לה*. 5.