

## ייצור עוברים במעבדה ככלי לטיפוח פרטני

בעולם, העברת עוברים בחיות משק היא כלי טיפוחי מצוין וחשוב שמאפשר למגדל לשפר את הגנטיקה בצורה מהירה, תוך העלאת ייצור החלב ושיפור ממשק הבריאות בעדר. העוברים האיכותיים מאפשרים למגדלים ולמטפחים לקצר שנים ארוכות של טיפוח מסורתי תוך העלאת הפוטנציאל הגנטי של העדר, עם פרות שיאניות בתקופה קצרה. ייצור עוברים במעבדה נותן כלי נוסף להאצת הטיפוח ולקיצור הדור הגנטי

### התפתחות טכנולוגית העברת העוברים

טכניקת העברת עוברים הפכה לנפוצה מאוד בתעשיית הבקר והחלב ברחבי העולם. טכנולוגיות ייצור עוברים חדשניות מאפשרות לשפר ולטפח לייצרנות ולתכונות משנה כגון, עמידות למחלות, שרידות וולדנות.

רוב הטכנולוגיות להעברת עוברים פותחו כבר בשנות השבעים והשמונים של המאה הקודמת. בשנת 1890 בוצעה, לראשונה, העברת עוברים על ידי וולטר היפ (Walter Heape), כאשר העביר עוברים לארנבת. רק בשנות החמישים הועברו בהצלחה, עוברים לפרות על ידי ג'ים רווסון (Jim Rowson) באנגליה. בתחילה הועברו העוברים בצורה כירורגית ולאחר מכן פותחה שיטה להעברת עוברים, דרך צוואר הרחם, ללא צורך בניחות. שטיפת עוברים והחזרתם ללא התערבות כירורגית, בנוסף להקפאה והפשרת העוברים, נעשו דבר שבשגרה, מאמצע שנות השמונים של המאה שעברה ועד היום. ממוצע של חמישה עוברים המתאימים להשתלה נאספים בשטיפה, מוביל לכחמישים עוברים לפרה אומנת בשנה ובסופו של דבר לכ-30 צאצאים לפרה בשנה.

### הזרעה מלאכותית והעברת עוברים

פוטנציאל הרבייה של כל בעל חיים בהיוולדו הוא עצום. במאגר השחלתי הנקבי ישנן קרוב ל-150,000 ביציות ומיליארדי תאי זרע בזכר. בטבע, רק אחוז קטן מאוד מפוטנציאל הרבייה מגיע למימוש. פר בשירות יעבר כ-5,000 פרות בשנה ופרה תמליט ולד אחד בממוצע בשנה. שלא כמו בהזרעה מלאכותית, שבה מעורבים גנטית רק הפרים המשובחים, טכניקת העברת העוברים מעלה את שיעור ההתקדמות הגנטית בצורה מהירה, בזכות מעורבותן של הפרות המשובחות ומעלה את פוטנציאל הרבייה של הפרות בהשבחת העדר. בשיטת ייצור העוברים במעבדה (In-Vitro) קיים הפוטנציאל לייצור כ-50-100 עוברים בשנה מפרה שיאנית. בשיטה זו העברת עוברים מאפשרת עלייה משמעותית בכמות הצאצאים מפרה בעלת ערך גנטי גבוה.

שימוש רחב בהזרעה מלאכותית בעולם איפשר לתעשיית החלב להשביח את העדר לייצרנות חלב גבוהה. היתרונות שהובילו את התעשייה לשימוש בכלי כה חשוב כהזרעה מלאכותית מצדדים, בשנים האחרונות, בשימוש בטכניקת העברת עוברים לשיפור ולייעול העדר. מסיבה זו, חלה מגמה למסחור ולייעול טכניקת ייצור העוברים. בעוד שבעבר השימוש בטכניקה זו היה מוגבל, המגמות השתנו והדרישה לעוברים זולים ואיכותיים דחפה קדימה לפיתוח שיטות ייצור יעילות יותר.

יישום חכם של טכניקות העברת עוברים בבקר כגון: ביוץ מרובה והעברת עוברים (MOET), שאיבת ביציות וייצור עוברים במעבדה (OPU-IVP) מונעים, בעיקר, מהצרכים של מרכזי הטיפוח המסחריים, כדי לקדם את הגנטיקה, הן בענף החלב והן בענף הבשר. ייצור מספר רב של צאצאים מפרות בעלות ערך גנטי גבוה בשיטות של שאיבת ביציות תוך כדי היריון או מעגלות צעירות, מאפשרת סלקציה מסיבית וקיצור אורך הדור. חברות טיפוח בעולם רותמות את מיטב הטכנולוגיות הללו, במטרה להעלות את הסיכוי לייצור הפרים הטובים בעולם. בחירה נכונה של ההורים תאפשר ייצור רב של עוברים איכותיים עם השילוב גנטי הרצוי למגדל.

## שאיבת ביציות והפריה חוץ גופית

כניסתה של שיטת שאיבת הביציות והפריה חוץ גופית בתחילת שנות התשעים של המאה הקודמת, אפשרה קפיצת מדרגה בכמות ובאיכות העוברים. היתרונות על פני שיטת עוברים הם ברורים. כמות הפקת העוברים גבוהה יותר בתקופת זמן דומה. בתכנית שטיפת ביציות פעמיים בשבוע, ניתן לייצר כ-150 עוברים בשנה וכ-70 צאצאים לפרה לשנה. מה גם, שבכל שאיבת ביציות ניתן לבחור זרמה מפר שונה, דבר המאפשר שילובים גנטיים שונים. כמו כן, באם הפרה התורמת בהיריון, ניתן לייצר עוברים גם בשליש הראשון של ההיריון. בזמן שביצועי הפרה כבר ידועים לאחר התחלובה הראשונה, העגלות מייצור העוברים כבר נולדו. שיטה זו כמובן, מקצרת את אורך הדור ובכך משפרת את ההתקדמות הגנטית.

**חסרונות השיטה** - אחוז ההריונות נמוך במעט מבשיטת עוברים, לעתים רחוקות, נולד עגל גדול מהמוצע ועוברים שגודלו במעבדה (In-Vitro) רגישים מאלו שנשטפו מרחם הפרה (In-Vivo) ולכן נדרשת שיטה הקפאה חדשנית לשימור העוברים לאורך זמן.

מאז חשיפת השיטה לייצור עוברים במעבדה, שלב גידול העוברים במעבדה נחקר ונלמד בצורה מעמיקה, תמיסות הגידול, תנאי המיקרו-אקלים בתוך אינקובטור הגידול ותוספי תזונה, הביאו לשיפור ביעילות ובאיכות גידול העוברים במעבדה. קבוצות מחקר רבות בעולם ניסו לחקות את סביבת העובר ברחם הפרה, בשלבים המוקדמים, בסביבה מלאכותית מבוקרת. הבנת המנגנונים העובריים הראשוניים שלאחר ההפריה, הביא לשיפור נוסף בתהליך גידול העוברים בשלב המוקדם במעבדה וליעילות השיטה.

במחזור החיים בטבע, אחרי ההפריה, לפחות 80 אחוז מהביציות המבויצות יתפתחו לעובר. במקרה של ביוץ יתר לאחר השראה הורמונלית, לפחות 60% מהביציות המבויצות התפתחו לעובר מוקדם. כאשר מופרות במעבדה ביציות הנשאבות מפרות תורמות אחוז ההתפתחות דומה.

## מין העובר

בקה על מין העובר היא אחד היתרונות המובהקים של ייצור עוברים במעבדה. השימוש בזרמה ממוינת יעילה וזולה יותר בייצור העוברים במעבדה מכמה סיבות;

1. שיפור יעילות ההפריה - מכיוון שתהליך ההפריה במעבדה הוא מבוקר ותומך, שיעור ההפריה הוא גבוה.
2. יעילות כלכלית - בעוד שבשדה, שימוש במנת זרמה ממוינת אחת מאפשר להזריע עגלה בודדת, במעבדה עשרות ביציות יופרו מאותה מנת זרמה.

השימוש בעוברים ממוינים היא דרך טובה ויעילה להגדיל את העדר מבלי להשקיע כסף רב בהחלפת עגלות ומבלי להסתכן בהעברת מחלות אפשרית, תוך שינוע העגלות המוחזקות במקום מרוחק. טיפוח עגלות מצויינות גנטית מאפשר למגדלים להשתמש בפרות הטובות ביותר ולשפר את איכות העדר שלהם.

## שיפור הפוריות

יעילות טכניקת העברת עוברים לשיפור הפוריות תלוי במצב הפוריות בעדר. ככלל, בעדר שבו הפוריות גבוהה ממילא, בשימוש בהזרעה מלאכותית, העברת עוברים לא תשפר את אחוזי ההתעברות. מאידך, בעדר שבו שיעורי הפוריות נמוכים, כדאי לשקול לשפר את הפוריות בעזרת העברת עוברים. הסיבה לכך היא שפרת החלב, גבוהה התנובה, חשופה לעקות שונות, עקות אלו משפיעות על מערכת הרבייה בנקודות שונות, כגון; אי סדירות הורמונלית, שחלות חלקות, ציסטות, אי ביוץ הידבקות החצוצרות דלקות רחם וכו'. בחלק מהמקרים, על ידי השתלת עובר ניתן לעקוף את הבעיה ולהשיג היריון.

## העברת עוברים ככלי להעלאת פוריות הקיץ

הירידה בביצועי הפוריות במהלך חמישים השנים האחרונות, היא אחת הבעיות העיקריות המעסיקות את משק הבקר לחלב בארץ ובעולם. אחד הגורמים העיקריים לירידה בפוריות הוא רגישות פרת החלב לעומס חום. טיפוח רב שנים לייצור גבוה של חלב ומנגנון פיסיוולוגי מוגבל לפינוי עודפי האנרגיה הנוצרת במהלך ייצור החלב, הופכים את פרת החלב לבעל חיים רגיש במיוחד. ואכן בעקבות עלייה בטמפרטורת הסביבה מפתחת הפרה בנקל עומס חום (היפרטרמיה) ובעקבות כך, מתקבלת פגיעה בביצועי הפוריות. שיעורי התעברות נמוכים במשך מספר חודשים בשנה (יוני-אוקטובר) גורמים לפגיעה כלכלית כבדה בענף כולו.

הדרך הרווחת היום ומיושמת ברוב הרפתות בישראל להקטנת השפעת עומס החום היא צינון תכוף של הפרות והגדלת שטחי ההצללה.

מחקרים רבים מראים כי הביציות הן הראשונות להיפגע בחשיפה לעומס חום ולכן הפוריות ושיעור ההתעברות יורדים בחודשי הקיץ. לפיכך, ייצור עוברים איכותיים במעבדה במהלך חודשי החורף והקפאתם עד לחודשי הקיץ תהווה פתרון משלים להעלאת הפוריות בתקופה החמה ואף תאפשר לרפתנים, בתכנון נכון, להנות מחלב קיץ. שילוב של עוברי חורף איכותיים, תהווה אסטרטגיה חדשה להעלאת פוריות הקיץ במשק החלב בישראל.

## תהליך ייצור העוברים במעבדה

ביציות המגיעות מפרות תורמות נשאבות משחלת הפרה ומודגרות במעבדה (מחוץ לגוף הפרה) למשך כיממה (IVM) עד להבגרת הביצית. ולאחר כיממה מופרות (IVF) הביציות עם תאי זרע מפרים נבחרים ליצירת עובר. העוברים גדלים (IVC) בתמיסת גידול להמשך התפתחות במשך 7-8 ימים נוספים עד שלב הבלסטוציסט (שלב עוברי שבו העובר עבר כ-7-8 חלוקות תאיות והוא בעל כ-150 תאים). במהלך ההתפתחות, כל עובר נבדק ומוערך האם ביכולתו להתפתח לכדי היריון. רק עוברים בעלי מאפיינים מורפולוגיים איכותיים נבחרים ומוקפאים. העוברים מוקפאים לצורך

שימורם בחנקן נוזלי עד להפשרתם או מועברים לפרות אומנות שסונכרונו קודם לכן (השתלה חמה).

מקסימילק שמה דגש ועובדת על פי הקודים הבין-לאומיים ובקרות האיכות הדרושים להפקת עוברים בהפריה חוץ גופית, באווירה נקייה ממחוללי מחלות. לאחר גידולם, העוברים מוקפאים ומוכנים להעברה לכל מקום ובכל זמן.

## סיכום

טיפוח כלל העדר הישראלי מסתמך על הזרעות מפרים נבחרים שנבחנו על סמך תכונות ייצור ותכונות משנה על עשרות ומאות בנות ברמת הישנות גבוהה. כלי זה מאפשר לקברניטי משק החלב בישראל לנווט בצורה מקצועית ואחראית, תוך הקפדה ושימת דגש על התמורות העולמיות במדדי הטיפוח.

ייצור והעברת עוברים מפרה איכותית בודדת מספק מענה טיפוחי למגדל הפרטני שמעוניין לשמר קו דם איכותי במשקו. המגדל מכיר וחש טוב מכל מערכת או מאגר נתונים, מאלו פרות במשקו היה רוצה לייצר את דור העתיד ברפת. הפרות תבחרנה על סמך תכונות הייצור, שיפוט גופני, פוריות והתנהגות, על פי סדרי החשיבות שהמגדל קבע. ייצור עוברים במעבדה עם שימוש בזרמה ממוינת מפרים שונים מאפשר ייצור רב של עגלות מפרה נבחרת, ללא חשש מאחידות גנטית בעדר.

## יתרונות תכנית העברת עוברים

- פוטנציאל לתנובת חלב גבוהה (יותר חלב מפחות פרות).
- תאי זרע וביצית נאספים מפרים ומפרות נבחרים.
- רק עוברים בעלי מאפיינים מורפולוגיים איכותיים ייבחרו להעברה.
- בחירת מין העובר המוכן להשתלה מאפשר שיפור משמעותי בניהול העדר.
- טכניקות הקפאה חדשניות מעלות את אחוז ההריונות בפרות אומנות לשיעור של 40%.
- כל העוברים מיוצרים תחת פיקוח בין-לאומי קפדני.
- כל עובר מוקפא בקשית נפרדת ונשמר בחנקן נוזלי בטמפרטורה של  $-196^{\circ}\text{C}$ .
- העוברים נשמרים לתקופה בלתי מוגבלת ומוכנים לשילוח לכל חלקי הארץ והעולם.