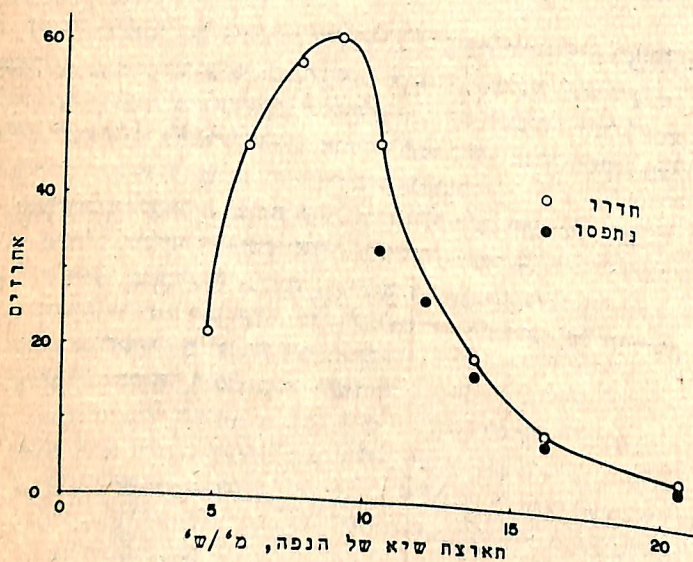


חיכון טכנולוגיה

פיתוח נפה למיון מדויק

מאת ר. פלר, ב. ציון, המכון להנדסה חקלאית, מינהל המחקר החקלאי
פגי, חברת שיווק בוטנים וכותנה בע"מ



דיאגרמה 1. השוואה בין חדירת זרעי כותנה במידה 5.7 – 5.9 מ"מ לבין היתפסות זרעי כותנה במידה 5.9 – 6.1 מ"מ, בתלות בתאוצת הנפה. נקבים בקוטר 5.9 מ"מ, אמפליטודה 11 – 12 מ"מ, משך הניפוי 4.8 שניות.

בנקבים. מכיון שבשני המקרים חייב החלקיק לחדור תחילה לתוך הנקב. קשר זה בעייתי בייחוד במיון מדויק, שבו יש לאפשר חדירה של חלקיקים שמידתם קרובה למידת הנקבים – וכאותה עת למנוע היתפסות של הגדולים במקצת מהנקב.

קצב חסימת הנפה
הפעלת נפה בתנאים המתאימים לחדירה מהירה של חלקיקים תהיה כדאית רק אם החלקיקים הנתפסים ישוחררו בקצב מתאים. אם לא כן (המשך בעמוד הבא)

מבוא
נפות ממלאות תפקיד חשוב בחקלאות. הן משמשות להפרדת חומר זר, למיון התוצרת לפי גודל ולהפרדה לפי איכות. לשימוש בחקלאות נדרש לעתים קרובות דיוק רב יותר מאשר בנפות המשמשות בתעשייה. קבוצות גודל של מוצרים חקלאיים מוגדרות בתחום צר מאוד (עד כ-10% מהמידה). מיון מדויק חשוב בייחוד להפרדה לפי איכות. שכן הבדל קטן במידה או בצורה מאפשר לעתים להרחיק מן המוצר מה שאינו ראוי לשיווק.

לחננעת הנפה ארבעה תפקידים עיקריים:
1. לאפשר חדירת החלקיקים דרך נקביה;
2. למנוע את חסימתה בחלקיקים הנשארים תפוסים בנקבים;
3. לתת לכל חלקיק הזדמנות להגיע אל פני הנפה על-ידי עירבול;
4. שכבת החומר המוזנת לנפה ועל-ידי דליפת ההתלכדות (1) לשנע את החומר לאורך הנפה. כדי שהתהליך יהיה רציף.
להיתפסות החלקיקים בנקבים השפעה רבה על תהליך הניפוי (2). זה תהליך מצטבר, המקטין בהדרגה את השטח הפתוח של הנפה, ובעקבותיו פוחת כושר המיון.

הקשר בין חדירה והיתפסות
התנאים לחדירת חלקיקים דרך נקבי הנפה ניתנים להגדרה באמצעות התאוצה המרבית של תנודות הנפה כגורם עיקרי (3). כפי שאפשר לראות בדיאגרמה 1, חדירת החלקיקים גדלה עם התאוצה עד לנקודת שיא – ואחר-כך פוחתת בצורה חדה. עקום החדירה הוגדר לגבי חלקיקים קטנים במקצת ממידת הנקב. מכיון שהם הקשים ביותר לחדירה ולכן קובעים את דיוק המיון (4).
בדיאגרמה 1 מוצגת גם היתפסות חלקיקים גדולים במקצת ממידת הנקב. וניכר הקשר בין החדירה להיתפסות. תנועת נפה המאפשרת חדירה מהירה של חלקיקים מאיצה את ההיתפסות של חלקיקים

פיתוח נפה למיון מדויק

(המשך מעמוד קודם)

— הקטנת השטח הפתוח של הנפה עשויה לבטל את היתרון של פעולה בתנאים אלה.

חישוב מראה, כי שיעור הקטנת השטח הפתוח של הנפה יכול להיות 25% כעבור 5 שניות ו-80% כעבור 20 שניות. דבר זה מראה על צורך לשחרר את החלקיקים לעתים קרובות, כאשר נפה מופעלת בתנאים מיטביים לחדירה.

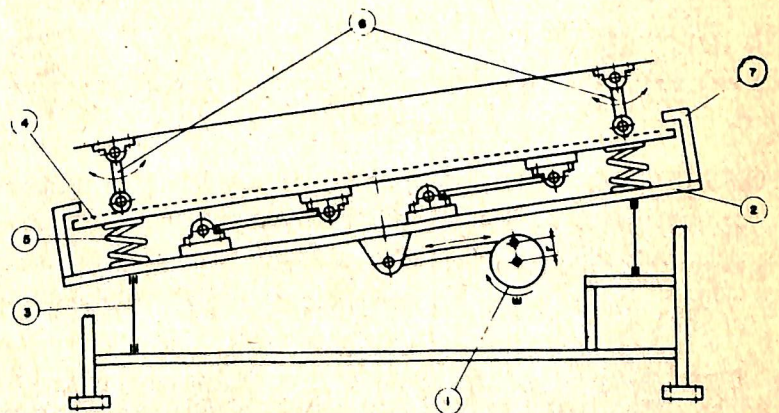
שיקולים לבחירת השיטה לשיחרור חלקיקים תפוסים

שיטה הנהוגה שנים רבות מבוססת על מברשות או על גלילים, הנעים הלך וחזור מתחת למשטח הנפה כדי לדחוף את החלקיקים התפוסים כלפי מעלה. שיטה זו מגושמת וגורמת נזק למוצרים חקלאיים. כיום, השיטה הנפוצה ביותר היא כדורי גומי המקפצים בתוך כלובים מתחת לנפה ופוגעים באקראי בחלקיקים תפוסים. מכיון שהכדורים מקפצים כתוצאה מתנודות הנפה — שיטה זו אינה יעילה בתאוצה מועטה יחסית, המתאימה למיון מדויק. שיטה נוספת היא — הגדלת תדירות תנודות הנפה לזמן יצר, לעתים מזומנות. אלא שהזמן הנדרש להחיש ולהאט את הנפה ארוך בהשוואה לפרקי-הזמן הרצויים לשיחרור התפוסים. כמו כן, המעבר לתאוצה מרובה לעתים מזומנות — יקטין את דיוק המיון.

ניתוח קינמטי של אפשרות שיחרור גופים כדוריים על-ידי כוחות אינרציה מראה, שהתנועה בכיוון אנכי היא המיטבית לשיחרור גופים שמידתם קרובה למידת הנקב. חלקיקים אלה הם הקשים ביותר לשיחרור, ולפיכך יש להעדיף תנועה אנכית למטרה זו. תנודה אפקית בעת השיחרור תסייע להוצאת החלקיקים מהנקבים.

השיקולים לבחירת שיטת שיחרור החלקיקים התפוסים הם:

1. פעולת השיחרור אינה תלויה בתנודות הנפה;
2. שיחרור באמצעות כוחות אינרציה בכיוון האנכי;
3. השיחרור תוך זמן קצר, כדי לצמצם את ההשפעה על החדירה וכדי לאפשר חזרה לעתים תכופות;
4. המשך תנועת הנפה בעת השיחרור.



שרטוט 1. מבנה הנפה עם שתי תנודות בלתי תלויות (נרשם כפטנט).

מבנה הנפה ופעולתה

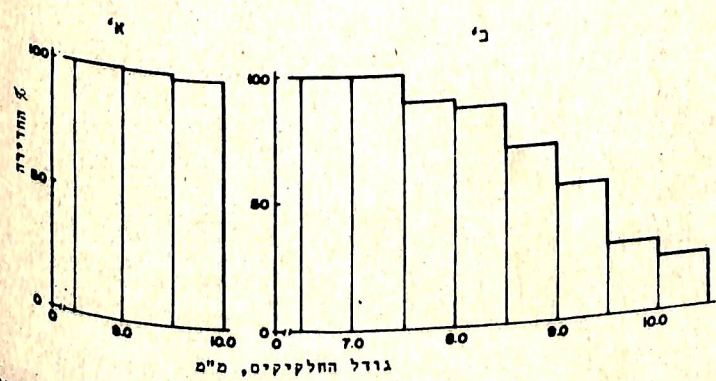
הנפה שפותחה לפי שיקולים אלה מתוארת בשרטוט 1. ארכובה (1) בשרטוט) מגיעה הלך-וחזור מסגרת (2) המורכבת על מתלים (3), בדומה לנפות מתנועעות רגילות. ההבדל היחידי הוא, שהתנודות הן בתאוצה מתאימה לקצב חדירה מרבי של חלקיקים דרך הנקבים.

משטח הנפה (4) נתמך על-ידי קפיצים (5). ברווח-זמן רצויים, החזק (6) לוחצות את משטח הנפה (4) כנגד הקפיצים (5) וחומקות במהרה. משטח הנפה מוחזר על-ידי הקפיצים עד לבליתו על-ידי הבליטות (7). החלקיקים התפוסים בנקבים נוטים להמשיך את תנועתם מעלה, מכוח האינרציה, ועל-ידי כך הם משתחררים מהנקבים. שיטה זו נבחרה, מכיון שמתקבל כוח אינרציה גדול במחזור קצר. מידת לחיצת הקפיץ ניתנת לכוונון בהתאם לתכונות החומר המנופה. לשיחרור חלקיקים מוארכים כגון אגוזי-אדמה ושקדים, הנתפסים בנקב גול — נדרש כוח רב יותר מאשר למוצרים כדוריים; ולפיחת דביקים, כגון תמרים, הכוח הנדרש לשיחרור גדול ביותר. תכונות התנועה לשיחרור ניתנת גם היא לכוונון של הפעלה בכל 5 עד 60 שניות.

הנפה משמשת למיון אגוזי-אדמה ותמרים, ונבחנה התאמתה לשקדים, לשזיפים מיובשים, לעגבניות ועירות ולבצלצולים להחמצה. בכל המקרים לא נחסמה הנפה, ויעילות הניפוי עלתה על 95% ואף הגיעה ל-99% (שיעור החלקיקים שחדרו דרך הנקבים ביחס לכלל החלקיקים שלפי מידתם הם עשויים לחדור דרך הנקבים). דיוק המיון שהתקבל בנפה זו מתואר בדיאגרמה 2 א', בעת פעולה שוטפת בבית מיון לאגוזי-אדמה לקבלת תחום גודל של 8.5—10 מ"מ. רק 2% מגודל 9.5—10 מ"מ ו-1% מגודל 9—9.5 מ"מ לא חדרו. הקטנים יותר חדרו כולם.

תוצאות בנפה מקובלת, הנעזרת בכדורי גומי לשיחרור התפוסים — ניתנות לשם השוואה בדיאגרמה 2 ב'. בידיעת מגבלות הדיוק של נפה זו — משתמשים בנקבים גדולים יותר (10.5 מ"מ) לאותו תחום גודל. למרות זאת, רוב הזרעים שבגודל 9—9.5 מ"מ לא חדרו. כוללת נוכחות של זרעים קטנים מ-8.5 מ"מ. זוהי שגיאה מצטברת כתוצאה מאי-דיוק בשלב קודם. באותו אופן, זרעים שלא חדרו בנפה זו יופיעו כשגיאה מצטברת בתחום הגודל הבא.

ההפרש הניכר ביעילות בין שתי הנפות נובע מהפעלת הנפה למיון מדויק בתנאים המתאימים לחדירה מרבית בהתאם לדיאגרמה 1.



דיאגרמה 2. שיעור החדירה לפי תחום מידה של זרעי אגוזי-אדמה בשתי נפות:

- א' — נפה למיון מדויק עם שתי תנועות בלתי תלויות, תאוצה מרבית 12 מ' בשנייה בריבוע, קוטר הנקב 10 מ"מ, קצב הזנה 986 ק"ג לשעה למ"ר.
- ב' — נפה עם כדורים קופצים, תאוצה מרבית 192 מ' בשנייה, קוטר הנקב 10.5 מ"מ, קצב הזנה 1163 ק"ג לשעה למ"ר.

ספרות

1. Taggart, A.F. (1958): Elements of Ore Dressing, New York: John Wiley.
2. Feller, R. (1980). Trans. Am. Soc. Agric. Engrs. 23(4): 1054.
3. Feller, R., Foux, A. (1975). Trans. Am. Soc. Agric. Engrs. 18(5): 926.
4. Sinden, A.D. (1962). Automation, 9: 67.

השתלת עוברים בבקר

(המשך מעמוד 2087)

6 — 7 עוברים ראויים להשתלה, והתוצאה הסופית הממוצעת היא כ-3 הריונות בפרות הקולטות את העוברים. כאן המקום להדגיש את השונויות הקיצוניות בתוצאות המתקבלות מפרות תורמות שונות. התחום הוא מ-0 עד 12 צאצאים ויותר מפעולה אחת! אפשר לבצע כפרה מסוימת, בממוצע, 3 ביציות יותר בזה אחר זה, עם רווחי זמן של כ-8 שבועות בין הטיפולים — ובכך מגיעים לממוצע לפרה כדי 10 צאצאים לסדרת טיפולים. כאמור, שיעור ההצלחה לגבי תורמת מסוימת אינו ניתן לחיזוי, ואי-ודאות זו מקשה, בתנאים מסחריים, הן על בעל העדר והן על הגוף העוסק בהשתלת העוברים. גם בהקשר זה בולט היתרון שבאפשרות להקפיא עוברים עודפים שאין להם שימוש מיידי.

השתלת עוברים — לשם מה?

מלבד העניין התיאורטי בה"ע, שיש לחוקרי רבייה, לשם לימוד תהליכים פיסיוולוגיים ופתולוגיים שונים — השימוש העיקרי בטכניקה זו הוא להרבות צאצאים של פרות המצטיינות בייצור חלב או בשר או בתכונות אחרות. היתרון הוא בכך, שפרה כזאת תעמיד, בעזרת אמהות חלופיות, בריאות אך פחות טובות — דור של 10 עגלים ועגלות לשנה, ובמקרים חריגים אף 40 או 50! שימוש אחר בה"ע הוא ככלי לייבוא חומר גנטי חדש מארץ אחרת. כמובן, אפשר להשיג אותו יעד באמצעות יבוא זירמה; אך מטעמים מובנים יהיה זה תהליך הרבה יותר אטי.

לייבוא עוברים היבט בריאותי, והוא — מידת הסיכון שבהעברת מחלות זיהומיות באמצעות עוברים שמוצאם מפרות תורמות נגועות. עדיין אין תשובה כוללת לבעיה זו; אולם עד כה, ניסויי העברה של מחלות ויראליות שונות (כחלון הלשון, מחלת אקבנה, מחלת הריריות ועוד) באמצעות עוברים הניבו תוצאות שליליות.

הווה ועתיד

היישום המסחרי של ה"ע עדיין מצומצם יחסית, כאמור. בשנת 1980 נולדו בארה"ב כ-20,000 בני-בקר מעוברים מושתלים, ובצרפת



גן שדה ומשק בע"מ

מושב ינוב

053-88561, 053-85753

תיווך טרקטורים וכלים חקלאיים

בוצעו בשנת 1983, כ-3,000 השתלות בלבד. יוצא, שאנו עדיין רחוקים משימוש המוני בטכנולוגיה החדשה. מה שמעכב את אימוץ השיטה בקנה-מידה נרחב יותר הוא עלותה הגבוהה. כך למשל, בארה"ב מחירו של הריון מה"ע נע בין 1,000 ל-2,000 דולר. אין ספק, בשעתיד לא רחוק תפחת עלות השיטה, בעקבות פישוט, שכלול וייעול של התהליכים השונים, שמהם היא מורכבת.

אחד הגורמים החשובים בהקשר זה הוא הגברת מספר העוברים הכשירים להשתלה לכל ביצית. קיימת שיטה להכפיל ואף לרבע (להגדיל פי ארבעה) את מספר העוברים מטיפולי הורמונלי אחד בשיטה מיקרו-כירורגית (ר' מדור זה, מאי 1982), על-ידי ביקוע העובר לשניים או לארבעה. יעד למחקר נוסף הוא פיתוח שיטה פשוטה יחסית לקביעת מין העובר בטרם השתלתו, שיטה שתאפשר הפקת עגלות או עגלים לפי הזמנה ושימור בהקפאה עמוקה של העוברים בני אותו מין שאינו דרוש באותו מעמד. מסלול מחקרי נוסף מתמקד בפיתוח שיטה לגידול ביצית והפרייתה "במבחנה", עד לשלב שבו העובר שנוצר כשיר להשתלה. כידוע פותחה שיטה כזאת לגבי ביצית האדם ("תינוק מבחנה"), אך דווקא בבקר ובצאן המחקר הזה עדיין בחיתוליו. אם יוכתר בהצלחה — אפשר יהיה, בין השאר, לאסוף ביציות בכמויות גדולות מפרות מצטיינות בעת שחיטתן בבית המטבחים, לגדלן ולהפרותן במבחנה, ולהשתיל את העוברים הנוצרים בדרך "מלאכותית" זו.

השתלת עוברי בקר בארץ

השתלת עוברי בקר נעשית זה שנים אחדות, בתנאי מעבדה במחלקה לרבייה של המכון הווטרינרי בכית-דגן, בראשותו של ד"ר נ. אילון. לא מכבר החלו בכך גם "החקלאית" ומוסדות אחרים של ענף הבקר בארץ, וכן הוקם בצפון הארץ מפעל פרטי המציע את שירותיו בתחום זה. מה יהיה מקומה של הטכנולוגיה הזאת בגידול בקר לחלב ולבקר בארץ — ימים יגידו.