

התקשות הקליפה של התורמוס המתוק

מאת

ש. הורביץ וח. גבריאליט—גלמונר.

ארצנו עניה בגידולים, היפים לתנאי האדמות הקלות. בעיית הגידולים לאדמות אלה היא מן המטרידות ביותר. המספוא העיקרי בארץ, התלתן, אינו מתאים לאדמה קלה, מפני שיכוליו זעומים כגון ותצרוכת המים מרובה. נוסף על כך, באדמה הזאת התלתן צפוי למחלות שורש מרובות. גם גידולי-מספוא אחרים, הנזרעים באדמה הקלה, כגון אפונת השדה והטופח, יכולים דלים. בין צמחי האדמות הקלות מיוחד ערך לעצמו התורמוס.

מין התורמוס הנפוץ ביותר בארץ, *Lupinus termis* (התורמוס הלבן), קמתו גבוהה ויכוליו שופעים, אבל הוא מכיל אלקלואידים, מה שפוסל אותו להזנת הבקר. טבעית היתה המחשבה להחליף את התורמוס הלבן בזן אחר של תורמוס, החסר אלקלואידים. אחרי בחינה במשך שנים-מספר הוחלט אצלנו לטפל בתורמוס הצהוב, *L. luteus*, שהובא מגרמניה. וכאן הועמדנו לפני שתי בעיות — של התקשות הזרעים ושל שפיכתם הקלה. בתורמוס הלבן אין מגרעות אלה. ספרות רבה, בעיקר בגרמנית, דנה בהתקשות הזרעים ושפיכתם אצל התורמוס הצהוב.

בעיית התקשות הקליפה של קטנית זו חמורה אצלנו יותר מבארצות אירופה. שם מבשיל התורמוס בשלהי הקיץ והוא נתון לאחסנה בחדשי הסתיו והחורף, עונה קרה ורטובה. בתנאי הארץ חלה הבשלת התורמוס באפריל—מאי והוא נזרע רק בחודש נובמבר—דצמבר, אחרי תקופה ארוכה של חום ויובש, המסייעים הרבה להתקשות של חומר הזריעה, כפי שנראה להלן.

ולא זו בלבד. בחדשי האביב מתרגשים חמסנים קשים, עם החום הגבוה ולחות-האוויר הנמוכה מאוד האופייניים להם. הללו מסייעים לתקלה נוספת של התורמוס — שפיכת הגרעינים. שני ליקויי התורמוס הצהוב, התקשות הקליפה ושפיכת הגרעינים, חמורים איפוא אצלנו יותר מבארצות האקלים הממוזג. אנו זקוקים לבדיקה יסודית מיוחדת של השאלה בהתאם לתנאי הארץ. שאלת ההתקשות של הקליפה קיימת בעולם לגבי הרבה גידולים, כמו תלתן, אספסת, דבשה וכו'. בארצנו נתקלים בה למעשה אך מעט.

על התקשות הקליפה נכתב הרבה מנקודות-מבט שונות. נידונו גורם ההתקשות, דרכים למניעת ההתקשות וסילוקה, ערכם החיוני של הזרעים הקשים וכו'. יש לציין את עבודותיהם של גובה (7), של אנשי האסכולה ההמבורגית בראשותו של ברדמן (2,1) והשוודית בראשותו של ויטה (8,9). גובה (7) בדק דוגמות של זרעים קשים של התלתן האדום במשך 40 שנה. הוא מצא, כי כשליש הזרעים התרככו במשך השנה הראשונה, כשליש במשך 39 השנים הבאות, וכשליש עמד בקשיותו אף לאחר תקופת הנסיון הארוכה. בארצות הברית נערכו בענין התקשות הקליפה של הקטניות חקירות מקיפות ע"י הרינגטון (6), שקבע, כי למעשה מצוייה תופעה זו אצל כל הקטניות, שמגדלים אותן בארה"ב, חוץ מבטנים.

שאלות ההתקשות נראו כה רציניות, שהאיגוד הבינלאומי לבדיקת זרעים ראה צורך להקים ועדה מיוחדת למחקר הזרעים הקשים. המחקר העלה לתופעה של התקשות הקליפה הסברים רבים ושונים, שאפשר לסכמם בצורה הבאה:

1. שינויים כימיים בקליפת הגרעין מחמת חדירה של חומר קוטיקולרי לתוך שכבת תאי העמודים (הפרנכימה), או שינויים כתאי העמודים בלי קשר אל חדירת חומר מבחוץ.

2. ליקויים פסיקאיים, — הידוק התאים בשכבת העמודים, העוצר את ספיגת המים ותפחת הגרעינים.
 3. שינויים פסיקאיים, הכרוכים בייבוש הזרע ובשקיעת חומרי הפיקטין, הנוטלת מן הזרע את כושרו לספיגת המים.
 4. הפסד מים בזרע, הגורם לביתוק השאיבה הקפילרית בתוך רקמת העמודים (התופעה דומה לזו שבספיגת-מים אטית של קרקע מיובש לחלוטין, כנגד הספיגה גבי קרקע שיובש באויר).
- כל המחברים מאוחדים פחות או יותר בסברה, שאי-תפחת הגרעינים הקשים סיבתה בהידוק הרב של החלק העליון של החומר הפרנכימטי. הקור גורם להתכווצות התאים והבקעת פתחים ביניהם ומסייע בכך לחזירת מים, לעומת החום, הגורם להתמתחות התאים וסגירת הפתחים. הרי שתנאי מזג-האויר הם בעיקר הקובעים את מידת התקשות-הקליפה. לפיכך יש לראות בהתקשות מצב של הזרע ולא תכונה קבועה שלו.
- התקשות הקליפה תופעה נחזרת (ריברסיבילית) היא. "נחזרת" פירושה כאן, על פי האסכולה ההמבורגית, שהזרע מסוגל להתרכך אחר התקשותו, — לעבור ולחזור בין מצבי הקשיות והרכות. אסדורן (3) קבעה את הרברסיביליות בהתקשות התורמוס הצהוב. לעומת-כן לא יכול גד (4) לאשר תכונה זו אצל הזרעים הקשים של התלתן האדום, הלבן והאספסת. חשיבות מעשית יש להחזרת הזרעים מן המצב הקשה אל הרך. במגמה הזאת התנהלו מחקרים בארצות שונות. נמצא, כי באמצעים כימיים מסויימים, במיוחד ע"י חומצת הגפרית, וכן בפעולות מיכניות, כגון שפשוף הזרעים ע"י מכונות מסויימות, אפשר לרכך את הזרעים שנתקשו. אולם רבות-ערך יותר הן הדרכים, המונעות מלכתחילה את ההתקשות או מפחיתות אותה, במערב אירופה נוהגים לתכלית זו בין השאר להשהות את הזרעים בערמה בלתי-נדושה עד תחילת עונת הגשמים. דרך זו, כפי שנראה להלן, אינה באה בחשבון אצלנו. הנסיונות, שיורצה עליהם להלן, ביקשו לברר את הגורמים, המשפיעים על התקשות הקליפה בתנאי הארץ, ולמצוא את הדרכים היעילות למניעת ההתקשות וכן לריכוך הזרעים שנתקשו.
- הנסיונות נמשכו משנת 1940 עד 1943.
- בספרות רווחה פעם הדעה, שהתקשות הזרעים מתחילה עוד בצמח המחובר. נסיונות מדוייקים הוכיחו, שהדעה מוטעית בכללה וכי רק זרעים מעטים עשויים להתקשות בתקופת הצמיחה. בתנאי הארץ חלה הבשלת הזרעים בטמפרטורות גבוהות ולעתים גם בלחות-אויר גבוהה. היה איפוא עניין בשאלה, אם בתנאים מיוחדים אלה אין התקשות הקליפה כבר נותנת אותותיה בזרעים על הצמח. ע"י הנבטת הזרעים ביום הקציר נוכחנו, שאין יסוד לחשש זה. הוברר איפוא, שהתקשות הזרעים חלה בזמן אחסנתם. מתוך-כך הוחל בסדרת נסיונות, שמטרתם לעקוב אחרי מהלך התקשות הזרעים במסיבות-אחסנה שונות. הופרד בין תנאי-אחסנה העיקריים, טמפרטורה ולחות, ונחקרה השפעת כל גורם לחוד. בהתאם לתכלית נבחרו תנאי הניסוי הבאים:
- א. אקזיקטור בתוך מקרר (הטמפ. 12 מ.צ.) — טמפרטורה ירודה באויר יבש.
 - ב. חלל המקרר ב-12 מ.צ. — טמפרטורה ירודה באויר בעל לחות מרובה.
 - ג. חלל החדר — טמפרטורה ולחות נדות בין קצוות מרוחקים (תנאי-אחסנה טבעיים).
 - ד. אקזיקטור בחדר — טמפרטורה רגילה ואויר יבש.
 - ה. מרתף, שבו החום מועט (הפרשי הטמפרטורות מצומצמים מאוד) והלחות גבוהה. (טבלה מס. 5 — תוספת).
- ו. תיבת-עץ נקובה, טמונה באדמה קלה, בעומק של 70—80 ס"מ. גם כאן הכוונה לטמפרטורה יציבה ולחות-אויר גבוהה ביחס. טמפרטורות הקרקע בחודשי האחסנה היו: מאי — 24.7 מ"צ, יוני — 27.2 מ"צ, יולי — 28.7 מ"צ.
 - ז. ערמה שלפני דייש. הטמפרטורה בעבי הערמה נמוכה מבאויר. שמירת זרעים זו טבעית בתנאי הארץ, שאין בהם חשש לגשמים משך תקופה ארוכה לאחר האסיף תוספת מס. (3).
 - ח. להבהרת התמונה נערכו עוד מבחנים אחדים בחילופי אחסנה:
- ת. חלק מן הזרעים, שאוחסנו בתיבת-עץ באדמה משך חדשיים, הועבר לחדר.

ט. חלק מזרעי החדר אחר אחסנה של חדשיים בו הועבר אל המקרר.
 י. חלק מזרעי החדר אחר אחסנה של חדשיים הושם מתחת לפעמון-זכוכית בקוב, באויר רווי אדי מים. בניסויים הנוספים האלה חפשונו דרכים להחזרת הרכות בזרעים שנתקשו.
 זרעי הנסיונות של היבול הראשון נאספו ב-6.5.40, והטיפול בהם החל יומיים לאחר הקציר.
 הזרעים נבדקו לגבי כוח נביטתם ביום הקציר. נמצאה נביטה של 100 אחוז. הבדיקות של כוח הנביטה נעשו בצלחות חול שמורות בתוך מקרר ב-12⁰, ב-2 חזרות של 100 זרעים כ"א. כוח-הנביטה נבדק בפרקי-זמן מסויימים, הנקובים בטבלאות.
 דרגת התקשות הקליפה נקצבת ע"י שני גדלים: אחוז הנובטים ומשך-הזמן עד לנביטה, "השתהות הנביטה". גסנר (5) היה הראשון שהציע כביטוי מספרי להתקשות הקליפה את נוסחת ה-KD, המסכמת את המכפלות של אחוזי הנביטה בימים השונים וימי השתהות-הנביטה, ביחס לאחוז-הנביטה הכללי:

$$KD = \frac{\sum (\text{ימי השתהות-הנביטה} \times \% \text{ הנביטה})}{\% \text{ הנביטה הכללי}}$$

אסדורן (3) העלתה במחקרה, כיגבי גרעינים עם קליפה רכה ה-KD קרוב ל-2, גבי גרעינים עם התקשות-קליפה בינונית הוא נע בגבולות של 10-3. KD העולה על 10 מציין התקשות-קליפה רכה. הבדיקות שלנו הוכיחו, שחלק הגון מאוד של זרעים קשים עומד בקשיותו גם לאחר הנבטה במשך חודש ימים. בכל המקרים כמעט עלה כאן ה-KD על 2 וברובם - אפילו על 10. אנו עקבנו אחרי מהלך הנביטה כל-פעם 30 ימים רצופים; כל הזרעים שלא נבטו תוך מועד זה הוכללו בנוסחת ה-KD כבעלי 31 ימי "השתהות-הנביטה". צעד זה נראה כשרירותי, אבל אין בו לשבש את לקחה של הנוסחה; כי גבי שיעורי KD גבוהים נודעת חשיבות לעובדה, שהמספר הוא גבוה, ואין חשיבות למידת גובהו. שתי דוגמות מתוך חישובי ה-KD שלנו:

1. ביום הרביעי להנבטה נבטו 26 גרעינים, ביום העשירי - 18, סה"כ נבטו במשך החודש 44 גרעינים. ובכן הנחנו, שביום ה-31 נבטו שאר ה-56 גרעינים, וקבלנו את הנוסחה בצורה הבאה:

$$KD = \frac{(26 \times 4) + (18 \times 10) + (56 \times 31)}{100} = 20$$

(2)

מכפלתם	אחוז הזרעים שנבטו	ימים מתחילת ההנבטה
168	28	6
496	62	8
60	6	10
36	3	12
26	1	26
786	100	סה"כ

$$KD = \frac{786}{100} = 7.86$$

בטבלאות 3.2.1 מכוונסות תוצאות הבדיקות של כושר-הנביטה ושל KD.

הזרעים השמורים במקרר קיימו את כושר נביטתם במשך כל תקופת הנסיון. הנביטה היתה מהירה ואחידה, כעולה מנתוני ה-KD. לעומתם הזרעים, שהוחזקו באקזיקטור שבמקרר, הפסידו תוך חודש וחצי למעלה ממחצית כושרם לנביטה - ביבול של השנה האחת, ויותר מזה ביבול של השנה השניה. אמנם לאחר הירידה העזה נשאר כושר-הנביטה, ואתו גם ה-KD, קבוע ועומד. ההפרש בין שתי צורות אלו של אחסנת הזרעים אינו לכאורה אלא בלחות-האוויר. לזו יש איפוא ליחס השפעה מכרעת על התקשות הקליפה של התורמוס.

טבלה 1 Table 1

% הנביטה של זרעי התורמוס בתנאי אחסנה שונים

Germination percent of Lupine Seeds under various storage conditions

מס' סדורי	תאריך ההנבטה	אקזיקטור-מקרר	מקרר	חדר	אקזיקטור-חדר	מרתף	אדמה	ערמה
Sample No.	Date of setting	Dessicator cold storage	Cold Storage	Room	Dessicator room	Cellar	Soil	Heap
		יבול 1941 Crop 1941	יבול 1940 Crop 1940	יבול 1941 Crop 1941	יבול 1940 Crop 1940	יבול 1941 Crop 1941	יבול 1940 Crop 1940	יבול 1940 Crop 1940
1	22.5.40	98.5	95.5	93.0	98.5	98.5	96.5	99.5
2	13.6.40	62.5	98.5	55.5	59.5	100.0	97.5	14.5
3	8.7.40	43.5	99.0	52.5	34.5	99.0	85.5	34.0
4	30.8.40	43.0	98.0	85.5	44.0	100.0	עובש	
5	9.10.40	42.0	96.0	91.5	39.5	93.0		
6	21.11.40	43.0	97.0	85.0	37.0	99.0		72.0
7	6.2.41	43.5	99.0	85.0	36.0			
8	28.4.41	37.0	98.0	84.5	34.5			84.0
9	28.5.41	46.5	99.0	79.0	51.0	20.0	99.5	
10	23.7.41	23.0	100.0	86.5	17.5	100.0		
11	24.8.41	9.5	97.5	84.5	39.5	17.5	99.0	
12	2.10.41	9.0	98.5	85.5	33.5	20.0	97.5	
13	2.11.41	11.0	98.0	74.5	38.5	25.5	90.5	
14	3.12.41	11.0	98.0	34.0	21.5			
15	12.1.42	14.0	97.0	43.5	22.5			
16	13.2.42	16.5	95.5	69.0	43.0	16.5		
17	19.3.42	19.5	96.5	51.0	21.5			
18	27.4.42	13.5	97.5	72.0	44.5	49.0		
19	3.11.42	27.0	90.0	87.0	31.0	28.0		
20	14.4.43			77.0	40.5			

הזרעים שהוחזקו בחדר נתקשו במהרה, אולם כעבור זמן קצר, כחדשים וחצי, חלה עליה ניכרת בכושר-נביטתם. מקבילים לכך נתוני ה-KD. תמונת הנביטה כאן, לעומת זו של המקרר, מעמידה על מיעוט השפעת הטמפרטורה בתהליכי ההתקשות. היא פחותה לאין-ערוך משל לחות-האוויר היחסית. תעיד על כך גם ההשוואה בין מידות כושר-הנביטה של הזרעים באקזיקטור שבחדר ובחדר חוצה לו. הזרעים שבאקזיקטור ירדו ירידה פתאומית בכושר-הנביטה כמו אלה שמחוץ לאקזיקטור, אבל בעוד שהאחרונים התאוששו במידה מרובה ושב להם חלק הגון של כושרם, נשארו הראשונים בליקויים. תופעה זו בולטת במיוחד ביבול של שנת 1940, אבל היא ניכרת יכה גם ביבול 1941.

הטמפרטורה במרתף עמדה על רמה אחת בקירוב והיתה נמוכה במקצת מזו שבחדר, לחות האוויר היתה שם גבוהה למדי. במשך כל חדשי האחסנה שם לא הורגשה ירידה בכושר-הנביטה. הזרעים, שהוחזקו בעבי האדמה, שמרו כמה ימים על כושר-נביטתם, אבל לאחר-זמן הוכו בעובש, כנראה מחמת חוסר איוורור.

אשר לשמירה בערמה, הרי הירידה בכושר-הנביטה היתה כאן תחילה רבה מאוד, רבה משל כל שאר אופני-השמירה, אבל כעבור זמן-מה התרככו הזרעים וכושר-נביטתם עלה.

נסיונות של ריכוך הקליפה נערכו בהעברת הזרעים מצורת אחסנה לחברתה. העברת הזרעים מן החדר אל המקרר העלתה את כושר-הנביטה רק בקצב אטי מאוד לעומת ההתרככות הטבעית בתנאי

ט ב ל ה 2 Table

% הנביטה של התורמוס בהשפעת שינויי תנאי - האחסנה
Germination percent of Lupine Seeds as influenced by changes
in storage conditions

מס. Sample No.	תאריך ההנבטה Date of setting	אחסנה בחדר Stored in room	אחסנה בקרע Stored in soil	אחסנה במקרר Cold storage	לאחר שני חדשי האחסנה הועברו Transferred after 2 months' storage		
					מקרע לחדר From soil to room	מחדר למקרר From room to cold storage	מחדר לפעמון From room to bell
1	8.7.1940	52.5	85.5		76.5	54.0	
2	15.7.1940				71.0	68.5	69.0
3	23.7.1940				77.5	70.5	78.0
4	2.8.1940	69.5			77.0		84.0
5	30.8.1940	85.5	עובש	98	71.0	73.5	
6	16.9.1940		„				89.0
7	27.9.1940		„				93.0
8	9.10.1940	91.5	„	96	45.5	78.5	89.5
9	21.11.1940	85.0		97		79.0	
10	6.2.1940	85.0		99		87.0	

האחסנה שבחדר, ומעולם לא השיגו הזרעים שהועברו את אותם שהיו שמורים במקרר מתחילתם. החזקה תחת פעמון באוירה לחה (על גבי-מים) זרזה במידה ניכרת מאוד את הריכוך. בזה אושרה שוב ההנחה בדבר החשיבות של לחות-האוויר בתהליכי הקישוי והריכוך של קליפות הזרעים.

סיכום ומסקנות

נבחנה השפעת תנאי האחסנה השונים של זרעי תורמוס מתוך (צהוב) על התקשות קליפתם וכן על ריכוך הקליפה לאחר התקשותה.

נמצא, שאין הזרעים לוקים בהתקשות הקליפה עד לגמר בישולם.

באחסנה שבמעבדה הזרעים עשויים להתקשות, פעמים רק לזמן מוגבל; יש והם שבים ומתרככים לקראת הסתיו, כפי שצפינו ביבול שנת 1940. באחסנה שבמקרר, בטמפרטורה של 12 מ"צ, שמרו הזרעים על חיוניותם במשך כל תקופת הנסיון, ללא שום ירידה כמעט. באקזיקטור על-גבי CaCl_2 נתקשו הזרעים מהרה, בין כשהאקזיקטור היה שרוי מחוץ למקרר ובין כשהיה נתון בתוכו.

טבלה 3 Table

שיעורי השתהות הנביטה הממוצעת (KD) של זרעי התורמוס המתוק
בהשפעת תנאי האחסנה השונים

Mean rates of delay (KD) in germination of Sweet Lupine Seeds
as influenced by various storage conditions

מספר סדורי Sample No.	תאריך ההנבטה Date of setting	אקזיקטור- מקרר Dessicator cold storage		מקרר Cold storage		חדר Room		אקזיקטור- חדר Dessicator room		מרתף Cellar		ערמה Soil		אדמה Heap
		יבול Crop 1941	יבול Crop 1940	יבול Crop 1941	יבול Crop 1940	יבול Crop 1941	יבול Crop 1940	יבול Crop 1941	יבול Crop 1940	יבול Crop 1941	יבול Crop 1940	יבול Crop 1941	יבול Crop 1940	
1	22.5.40	12.0		10.1		16.6		9.8		9.2		7.7		9.4
2	13.6.40	12.7		8.6		22.8		22.9		7.5		7.1		28.9
3	3.7.40	21.0		10.8		22.5		23.1		6.9		10.3		27.9
4	30.8.40	22.6		11.0		16.5		22.6		11.5				
5	9.10.40	21.7		10.0		15.1		21.9		8.9				
6	24.11.40	21.3		10.2		15.6		23.4		9.2				20.8
7	6.1.41	22.3		10.2		16.0		23.7						
8	28.4.41	28.0		6.5		18.5		23.4						15.8
9	28.5.41	23.1		27.3		17.7	14.3	22.2	28.1	11.1				
10	23.7.41	24.3		12.1		18.6			27.9	12.0				
11	24.8.41	30.0	24.0	16.5	16.8	19.4	16.8	25.4	28.8	11.8				
12	2.10.41	30.2	26.1	12.6	17.1	18.5	17.1	27.0	28.6	13.9				
13	2.11.41	29.0	23.6	13.4	15.2	21.2	15.2	25.3	27.2	16.8				
14	3.12.41	29.8		8.8		27.7			27.7					
15	12.1.42	29.5		8.8		25.5			27.3					
16	13.2.42	29.7	24.7	10.3	10.6	22.1	10.6	24.9	29.0					
17	19.3.42	28.0		12.7		26.0			27.6					
18	27.4.42	28.9		9.3	8.9	19.0	8.9	24.5	22.6					
19	3.11.42	25.8		9.6	7.3	13.5	7.3	24.9	24.1					
20	14.4.43	27.0			19.0	21.4	19.0	25.6	24.7					

גם אחסנה במרתף נתנה תוצאות טובות מאוד; אף כאן לא הובחנה שום התקשות-קליפה. האחסנה באדמה גרמה לעיבוש הזרעים.

הזרעים בתרמילים השמורים בערמה שבחוץ נתקשו במהירות ובצורה חמורה ביותר: אחוז הנביטה ירד תוך שבועות-מספר מ-99.5 ל-14.5. אולם לקראת הסתיו חזרו ונתרככו; בסוף נובמבר הגיע אחוז-הנביטה ל-72.

בתנאי הנסיון נתגלתה כאמצעי-ריכוך יעיל שהיית הזרעים באויר רווי אדי-מים תחת פעמון נקוב.

בניגוד ל-גד (4), הרואה בחום את הגורם המכריע להתקשות הקליפה, נמצא על ידינו, שהתפקיד הראשי שייך כאן ליובש האויר, והשוואת מספרי הזרעים הקשים באחסנה שבאקזיקטור וחוצה לו תוכית. כנראה, גורם היובש לשינויי מיכנה ברקמת תאי העמודים שבקליפת הזרע, וזו נעשית אטומה לזרמי מים. יתכן, שהיבוש גורם גם לשקיעת חמרי פקטין, ובזה הוא מונע ספיגה מהירה של המים מבחוץ.

אוירה לתה בזמן ממושך - שבועות מספר - מסוגלת לרכך את הקליפה. הטמפרטורה הירודה אינה פועלת במגמה זו פעולת-מישרין.

תוספת מספר 1 Appendix No.

הטמפרטורות בחדר בחדשי האחסנה במ.צ.

Room temperatures during storage period, in centigrades

1943			1942			1941			1940			החודש Month
ממוצע Mean	מקס. Max.	מינ. Min.	ממוצע Mean	מקס. Max.	מינ. Min.	ממוצע Mean	מקס. Max.	מינ. Min.	ממוצע Mean	מקס. Max.	מינ. Min.	
15.0	19.5	9.0	12.3	17.5	7.0	16.1	20.5	11.5				I
13.6	18.0	9.5	16.4	18.5	13.0	19.3	27.5	13.0				II
16.2	22.0	12.0	18.0	23.0	12.0	18.5	25.0	11.0				III
18.2	24.0	13.0	22.5	31.0	18.5	22.4	29.0	17.0				IV
			26.5	30.5	21.5	25.8	34.0	22.0	24.5	33.0	21.0	V
			28.3	33.5	25.0	26.9	31.0	17.5	27.4	34.5	21.0	VI
			28.2	32.0	26.5	27.6	29.0	25.0	28.9	33.0	25.5	VII
			28.7	31.0	26.5	28.6	31.5	27.0	28.3	31.0	26.0	VIII
			26.8	28.5	24.5	26.9	29.5	23.0	27.0	31.5	21.5	IX
			24.2	29.5	18.5	22.6	27.0	19.0	24.7	29.0	21.5	X
			20.3	22.5	16.0	21.5	29.5	16.5	20.2	27.0	16.5	XI
			16.7	22.5	13.5	14.6	18.0	12.0	23.1	20.0	12.0	XII

תוספת מספר 2 Appendix No.

הטמפרטורות במרתף בחדשי האחסנה

Cellar temperatures during storage period, in centigrades

Month		הטמפרטורה הממוצעת במ.צ. Mean temperature, in centigrades	החודש
May	1940	20.5	מאי 1940
June	"	22.0	יוני "
July	"	23.5	יולי "
August	"	23.5	אוגוסט "
September	"	23.0	ספטמבר "
October	"	21.5	אוקטובר "
November	"	18.0	נובמבר "
December	"	17.0	דצמבר "

תוספת מספר 3 Appendix No.

טמפרטורות מינימום ומקסימום (במ.צ.) בערמה

Minimum and Maximum Temperatures of Heap, in centigrades

Month	טמפרטורה מקסימום Max. Temperature	טמפרטורה מינימום Min. Temperature	החודש
May 1940	28.3	15.2	מאי 1940
June "	31.2	18.0	יוני "
July "	30.0	20.0	יולי "
August "	30.3	20.3	אוגוסט "
September "	30.0	19.2	ספטמבר "
October "	29.1	18.1	אוקטובר "

REFERENCES

1. BREDEMANN, G., 1931, Neuere Untersuchungen über die Hartschaligkeit bei Leguminosen. Mitteilung der Intern. Ver. für Samenkontrolle. Vol. 3 No. 18.
2. BREDEMANN, G., 1934, Weitere Untersuchungen zur Biologie der Hartschaligkeit bei Leguminosen. Mitteilung der Intern. Ver. für Samenkontrolle, Vol. 6 No. 2.
3. ESDORN, J., 1930, Untersuchungen über die Hartschaligkeit der gelben Lupine. Wiss. Archiv für Landw. 4 No. 4.
4. GADD, J., 1938, Über die Natur der Hartschaligkeit der kleinsamigen Leguminosen und den Einfluss der Lagerung auf dieselbe. Inter. Ver. f. Samenkontrolle. Vol. 10.
5. GASSNER, G., 1926, Die Feststellung der Schädigung des Saatgutes durch Beizmittel. Zeit. Pflanzenkrank. 36, 25.
6. NOBBE, F. 1919, Untersuchungen über den Quellprozess der Samen von *Trifolium pratense* und einiger anderer Schmetterlingsblütler. Landw. Versuchsst. 94, 197.
7. WARRINGTON, G.T., 1916, Agricultural value of impermeable seeds. Jour. Agric. Research 6, 761.
8. WITTE, H., 1931, Is it possible to formulate some universal rules for an estimate of the practical value of hard leguminous seeds ? Proceedings of the Intern. Seed Testing Assoc. III. 18.
9. WITTE, H., 1934, Some internat. investigations regarding hard legum. seeds and their value. Proceedings of the Intern. Seed. Testing Assoc. VI. 2.

HARDENING OF SWEET LUPINE SEEDS¹⁾

By

S. HURWITZ and H. GABRIELITH-GELMOND

With the introduction of the yellow sweet lupine (*L. luteus*), the problem of hardening of the seed-coats assumed considerable importance in this country. After the harvest of lupine which takes place here in April and May, the seeds harden readily in storage during the summer months. The factors involved in this process, and the possibilities of preventing or mitigating it, were examined.

Seeds were stored under the following range of conditions; in a desiccator over calcium chloride and without desiccation, both at room temperature and in a refrigerator at 12° C; in a cellar, in a perforated wooden box sunk in the ground, and in a heap of unthreshed pods. After two months of storage, partial transfers were made from the sunken box into a room, from room temperature to the refrigerator, and from the refrigerator into a ball-jar saturated with water vapour. Germination tests were carried out month by month and the KD factor was determined. The experimental results are summarized in Tabela 1, 2, and 3 (pp. 60-62)²⁾, while Appendices 1, 2 and 3 (pp. 63-64) give details of temperature conditions in storage.

It was noted that seeds do not harden as long as they are attached to the mother plant.

The germinability of seeds stored in the refrigerator remained almost unaffected throughout the experimental period.

Desiccation resulted in rapid hardening at all temperature levels.

Storage in the cellar gave satisfactory results.

Storage of pods in a heap resulted in rapid and intense hardening of the seeds. Consequently, the germination percentage fell within three weeks from nearly 100 per cent down to about 15 per cent. Softening set in during the autumn and, by the end of November, with the approach of the sowing season, germination power was recovered to the extent of over 70 per cent.

The experimental results indicate that the factor mainly responsible for seed hardening is air dryness and not high temperature. The hardening process appears to be conditioned by the palisade tissue of the seed-coat, which turns rigid and impervious to water.

1) Abridged translation from Hebrew.

2) Page numbers in parentheses refer to the Hebrew text.