

KORSIVILJOJEN ITÄVYYDEN PIKAMÄÄRITYS 2.3.5-TRIFENYLTETRAZOLIUMKLORIDILLA

ERKKI AHLBERG

Valtion siementarkastuslaitos, Helsinki

Saapunut 20. 2. 1954.

Jo usean vuosikymmenen ajan on siementarkastusalalla työskennelty idättämiskoetta nopeamman menetelmän aikaansaamiseksi siementen itävyyden määrittämisessä. Alan varhaisemmista tutkimuksista mainittakoon kokeilut siementen itämiskyvyn toteamiseksi galvanometrisesti (mm. 12, 13) sekä kokeet, joissa mitattiin siementen hengityksen yhteydessä syntyvät hiilidioksidi- ja lämpömäärät (4, 23). Menetelmät osoittautuivat ymmärrettävästi epäluotettaviksi, koska elinvoimaa ei voitu todeta yksityisistä jyvistä. Menetelmät, joissa käytettiin vitaalivärjäystä (mm. 8, 11, 20, 21, 26) eivät myöskään osoittautuneet riittävän luotettaviksi.

Enemmän toiveita herättivät kokeilut, joissa pyrittiin toteamaan siementen sisältämien entsyymien aktiivisuus erilaisilla indikaattoriväriaineilla. Siemenet sellaisinaan, halaistuina tai niistä irroitettuna upotettiin värjäysliuokseen, jonka jälkeen solukkojen värjäytymisestä tehtiin johtopäätöksiä siementen elinvoimaisuudesta. TURESSON (25) käytti kokeissaan metyleenisinistä, jota dehydraasit pelkistävät värittömäksi metyleenivalkoiseksi. EIDMAN (7) esitti kansainvälisessä siementarkastuskongressissa v. 1937 pikamenetelmän, joka perustui siihen, että värittömät seleenin suolat pelkistyvät punaiseksi seleeniksi elävässä solukossa dehydraasien vaikutuksesta. Hän (6 ja 7) suoritti kokeita viljalajien, hernekasvien ja lukuisten puulajien siemenillä todeten, että värjäytyminen on sitä voimakkaampi, mitä elinvoimaisempi siemen on, kun taas täysin kuolleessa solukossa värin muutosta ei tapahdu. Värjäytyminen oli myös riippumaton siementen riittämättömästä kypsyneisyydestä. Arvostellessaan värjäytyneisyyttä hän jakoi siemenet kolmeen ryhmään, nim. täysin värjäytyneisiin (*Vollkeimer*), osittain värjäytyneisiin (*Matckeimer*) ja kuolleisiin (*Nichtkeimer*). Näistä vain täysin värjäytyneet ovat elinkykyisiä. Osittain värjäytyneet ovat itämiskykyisiä, mutta pystyvät vain suotuisissa olosuhteissa jatkamaan kehitystään normaaleiksi kasveiksi. Seleenin suolat ovat erittäin myrkyllisiä, josta syystä työskentelyssä on noudatettava suurta varovaisuutta.

LAKON (17 ja 18) suoritti kokeita useilla erilaisilla tetrazolium-suoloilla, joista parhaaksi osoittautui 2.3.5-trifenyltetrazoliumkloridi. Täysin myrkyttömät tetrazolium-suolat kuuluvat erittäin harvinaisiin orgaanisiin yhdisteisiin, jotka hapetusasteellaan ovat värittömiä ja pelkistyessään muuttuvat erivivahteisiksi punaisiksi formasaani-muodoiksi. LAKONIN mukaan värjäytyminen tapahtuu tetrazolium-suoloja käyttäen nopeammin ja selvemmin kuin seleenin suoloja käytettäessä. Korsiviljojen värjäytyneisyyden arvostelussa hän käytti kehittämänsä ns. »topografista» luokittelua, jonka mukaan alkiosta on ainakin sirkkavarren aiheen sekä osan juuria muodostavasta vyöhykkeestä oltava värjäytynyt, jotta siementä voitaisiin pitää elinkykyisenä. LAKON (15) perustaa luokittelunsa siementen alkiosoluissa tapahtuvien kuolemisprosessien kehitystä koskeviin tutkimuksiinsa, joiden mukaan viljakasvien jyvissä alkion elinvoiman häviäminen alkaa pääjuuren aiheen kärjestä, josta se tasaisesti leviää alkion muihin osiin. Tämän jyvän vanhetessa ilmenevän spontaanisen elinvoiman häviämisen ohella, joka tapahtuu eri nopeudella varastoimisolosuhteista riippuen, aiheuttavat eräät muut ulkoiset tekijät, kuten halla, ankara puinti ja kuivatus, tästä poikkeavia vikuutuksia alkiosolukoissa.

Sen jälkeen kun EIDMANIN pikamenetelmä LAKONIN edelleen kehittämänä tuli tunnetuksi, on siitä julkaistu runsaasti tutkimuksia. Värjäytymisen arvostelutavasta on esitetty toisistaan enemmän tai vähemmän poikkeavia käsityksiä. ROHMEDEK (24) kiinnitti, kuten EIDMAN, huomiota värin sijainnin ohella myös sen voimakkuuteen. Eräät muut tutkijat (5, 14, 19) suhtautuivat epäillen liian yksityiskohtaisen arvostelun merkitykseen. PORTER, DURREL ja ROMM (22) pitivät menetelmää käyttökelpoisena korsiviljoja tarkastettaessa. COTTRELL (3), joka käytti jyvien halkaisutapaa, sai menetelmällä varsin yhdenmukaisia tuloksia idätyskokeiden tuloksiin verrattuna erikoisesti silloin, kun tarkastettava siemen oli hyvin itävää. GADD ja KJAER (9) esittivät jo seleenimenetelmällä kokeillessaan käsityksenään, että menetelmällä saatuja tuloksia ei voida pitää luotettavina, jos siemen on heikosti itävää, hallan tai *Fusarium*-sienten vikuuttamaa. GOODSSELLIN (10) kokeissa idätyskokeiden tulokset olivat keskimäärin 95 % värjäyskokeiden tuloksista. BENNET ja LOOMIS (2), jotka kokeilivat, kuten hänkin, keinotekoisesti kylmäkäsitellyllä viljalla, saivat värjäyskokeilla keskim. 5—10 % korkeampia tuloksia, eivätkä suosittelleet menetelmää virallisen siementarkastuksen käyttöön.

On tunnettua, että vilja saadaan korjatuksi keski- ja etelä-Euroopassa laadullisesti keskimäärin huomattavasti parempana kuin pohjoismaissa edullisempien kasvu- ja korjuuolosuhteiden ansiosta.

KJAER (14) mainitsee jo Tanskasta, että *Fusarium*-sienten aiheuttamia epänormaaleja ituja ei tavata sikäläisissä kauran itävyyskokeissa. Halla on myös melkein täysin tuntematon keski- ja etelä-Euroopassa viljan itävyyden alentajana. Niinpä on tietävästi LAKON — samaten kuin pääosiltaan muutkin edellä mainitut tutkijat — käyttänyt menetelmää kehittäessään kokeiltavan materiaalin keinotekoista kylmäkäsitelyä luonnollisen hallan vikuuttaman siemenen puutteessa. Kuitenkin on tässä huomattavaa, kuten GOODSSELL (10) mainitsee, että elävän solukon vioittuminen ei voine olla samanlaista luonnollisissa olosuhteissa ja keinotekoisessa pakkasessa. Tästä syystä on seuraavassa selostetuissa kokeissa pyritty

kiinnittämään huomiota siihen, miten eri tavoin voittunut ja erikoisesti hallan vikuuttama vilja suhtautuu värjäyskäsittelyyn.

Omat tutkimukset

Koeaineistona on käytetty valtion sementarkastuslaitokselle v. 1951 ja 1952 sadoista tutkittaviksi lähetettyjä viljanäytteitä. Kaikkiaan on tutkittu 223 näytettä, joista kevätvehnää 94, ohraa 67, kauraa 39, ruista 14 ja syysvehnää 9 näytettä.

Tavallisilla idätyskokeilla saatujen itävyystulosten mukaan tutkitut näytteet jakaantuivat lukumääräisesti prosenteissa eri itävyysluokkiin seuraavasti:

itävyys	90—100 %	34.6 %	näytteistä
»	85— 89 »	19.8 »	»
»	80— 84 »	17.0 »	»
»	70— 79 »	17.0 »	»
»	60— 69 »	7.2 »	»
»	alle 60 »	4.4 »	»

Varsinkin v. 1952 sato oli kokeisiin hyvin soveliaista, koska hallaa esiintyi poikkeuksellisen runsaana kasvukauden aikana eri puolilla maata ja vilja jouduttiin myös monin paikoin korjaamaan ja kuivattamaan verraten kosteana, josta syystä polttovikaiset näytteet olivat varsin yleisiä.

Kokeet suoritettiin valtion sementarkastuslaitoksessa vv. 1951—53. Osa tarkastetuista näytteistä (41 kpl), jotka olivat v. 1951 satoa, tutkittiin seuraavasti. Näyte esiliotettiin yön ajan huoneenlämmössä, jonka jälkeen 4×100 jyvää halkaisiittiin pitkittäissuunnassa jyvän selkäpuolelta ja puolikkaat kustakin jyvistä pantiin värjäysliuokseen, pimeään ja huoneenlämpöön 4—5 tunnin ajaksi. Värjäykseen käytettiin 1 %:na Tetrazol-nimistä Bayer-yhtymän valmistetta, joka on trifenyyltetrazoliumkloridia.

Värjäytyminen on näissä kokeissa arvosteltu ed. mainittua COTTRELLIN (3) tapaa seuraten siten, että elinkykyisten ryhmään on laskettu kaikki täysin värjäytyneet alkiot sekä lisäksi osittain värjäytyneistä sellaiset, joissa alkion leikkauspinnasta koko sirkkavarren aihe sekä osa juuria muodostavasta vyöhykkeestä ovat värjäytyneet.

Suurin osa näytteistä (182 näytettä) on tutkittu Lakonin ohjeiden mukaan ohralla, vehnällä ja rukiilla siten, että esiliotuksen jälkeen on 2×100 jyvistä irroitettu alkiot tarkoitukseen sopivalla kolmiokärkisellä neulalla, jonka jälkeen alkiot on pantu värjäytymään joko huoneenlämpöön tai 30° C lämpökaappiin, jossa värireaktio tapahtuu nopeammin, n. 3—4 tunnissa. Kauran jyvät katkaistiin poikkisuuntaan mahdollisimman läheltä alkiota sitä voittamatta samalla irroittaen helpeet ja alkion puoleiset päät pantiin liuokseen. Kauralla liuoksen tunkeutuminen alkiosolukkoon on hitaampaa vaatien aikaa vähintään 5 tuntia.

Arvostelussa on käytetty seuraavaa Lakonin luokittelutapaa:

1. Täysin värjäytyneet alkiot
2. Pääjuuren aiheen kärki värjäytymätön

3. Pääjuuren aihe värjäytymätön
4. Pääjuuren aihe sekä osa sivujuuria muodostavasta vyöhykkeestä värjäytymättömät
5. Juuria muodostava vyöhyke kokonaisuudessaan sekä osa sirkkavarren aiheesta värjäytymättömät
6. Täysin värjäytymättömät

Elinkelpoisia ovat ne alkiot, jotka kuuluvat ryhmiin 1—4, joiden siis katsotaan pystyvän kehittämään normaalin idun sekä juuret. Värjäyskokeet suoritettiin n. 3—8 viikkoa idätyskokeen jälkeen.

Koetulosten tarkastelu

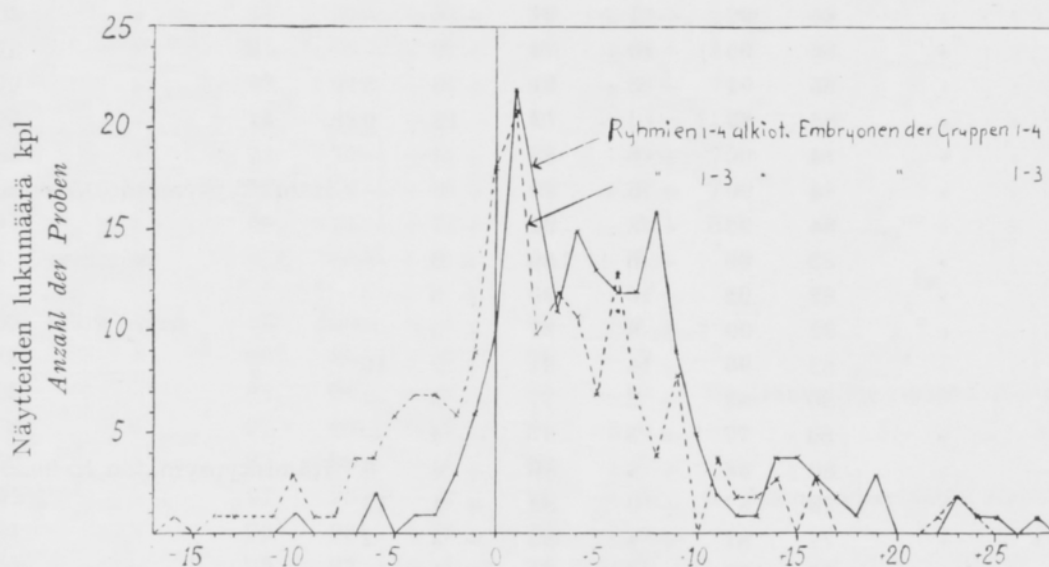
Koetuloksia tarkastettaessa kiinnitetään päähuomio niihin kokeisiin, joissa on käytetty Lakonin menettelytapaa jyvien preparoinnissa ja värjäytyneisyyden arvostelussa. Niitä kokeita, joissa on käytetty jyvien halkaisutapaa, käsitellään vain, milloin se vertailun vuoksi on katsottu tarpeelliseksi.

Kokeiden tuloksista suoritettu yhteenveto osoittaa, että värjäyskokeilla on saatu keskimäärin 5.7 % korkeampia itävyytuloksia kuin tavallisella idätysmenetelmällä. Tutkitusta 182 näytteestä on 158 tapauksessa värjäyskokeella saatu korkeampi tulos, 14 tapauksessa alempi ja yhtä suuri tulos 10 tapauksessa. (taul. 1 ja piirros 1).

Värjäyskokeilla saadut korkeammat tulokset idätyskokeisiin verrattuna, johtunevat siitä, että menetelmällä ei pystytä erottelemaan »epänormaaleja ituja» ainaakaan kaikissa tapauksissa; ts. entsyymitoiminta ei ole lakannut tällaisissa alkioissa niiden voittuneisuudesta huolimatta.

Piirros 1. Itävyykskokeita hiekka-idätysalustalla ja Tetrazolium-pikamenetelmällä (182 viljanäytettä).

Abb. 1. Keimversuche in Sandkeimbett und mit Tetrazolium-Schnellverfahren (182 Getreideproben).



Poikkeama Tetrazolium-itävyys — itävyys hiekassa.

Abweichung Tetrazolium-Keimfähigkeit — Keimfähigkeit in Sandkeimbett.

Taul. I. Itävyystulokset tavallisella idätysmenetelmällä ja tetrazolium-pikamenetelmällä 182 korsi-
viljanäytteestä.

Tabelle 1. Keimerggebnisse mit Keimversuche in Sandkeimbett und mit Tetrazolium-Verfahren aus 182
Getreideproben.

Näyte Probe N:o	Siemenlaji Samenart	Itävyys hiekassa Keimfähigkeit in Sand %	Tetraz.-itävyys Tetraz.-Keimfähigkeit %	Poikkeama tetraz.-itävyys- itävyys hiekassa % Abweichung Tetraz. Keimfähig- keit-Keimfähigkeit in Sand %	Tetraz. tulos % (ryhmät 1—3) Tetraz. Ergebnis (Gruppen 1—3)	Poikkeama tetraz.-tulos- itävyys hiekassa % Abweichung Tetraz. Ergebnis- Keimfähigkeit in Sand %	Tetraz.-kokeessa voimak- kaasti värjäytyneitä alkoita Im Tetrazolium-Versuche in- tensiv rot gefärbte Embryonen %	Huomautuksia Bemerkungen
1	2	3	4	5	6	7	8	
2 520	Kevätvehnä	97	98	+ 1	97	± 0	—	
2 614	Sommerweizen	97	98	+ 1	97	± 0	—	
49 794	»	96	97	+ 1	96	± 0	0	Itämiskypsytön Keimunreif
26 908	»	95	95	± 0	93	— 2	0	
2 595	»	94	95	+ 1	93	— 1	—	
4 052	»	94	97	+ 3	95	+ 1	—	
33 028	»	94	96	+ 2	90	— 4	—	
2 940	»	92	94	+ 2	92	± 0	—	
3 562	»	92	91	— 1	88	— 4	—	
20 691	»	92	96	+ 4	94	+ 2	2	
3 503	»	91	98	+ 7	97	+ 6	—	
16 224	»	91	94	+ 3	91	± 0	—	
2 428	»	90	95	+ 5	93	+ 3	—	
4 037	»	89	98	+ 9	98	+ 9	—	
5 155	»	87	91	+ 4	89	+ 2	6	Itämiskypsytön Keimunreif
4 042	»	86	80	— 6	72	— 14	—	
4 080	»	86	92	+ 6	89	+ 3	—	
7 891	»	86	94	+ 8	90	+ 4	5	
2 717	»	85	86	+ 1	81	— 4	—	
4 117	»	85	92	+ 7	91	+ 6	—	
4 118	»	85	95	+ 10	94	+ 9	—	
7 758	»	85	91	+ 6	91	+ 6	5	
8 116	»	85	83	— 2	73	— 12	0	
2 785	»	84	90	+ 6	88	+ 4	—	
3 166	»	84	90	+ 6	90	+ 6	—	Itämiskypsytön Keimunreif
3 755	»	84	92	+ 8	91	+ 7	—	
4 392	»	83	89	+ 6	89	+ 6	—	
2 965	»	82	92	+ 10	90	+ 8	—	
4 104	»	82	90	+ 8	87	+ 5	—	
27 679	»	82	96	+ 14	91	+ 9	10	
2 299	»	80	83	+ 3	77	— 3	—	
3 175	»	80	77	— 3	76	— 4	—	
49 398	»	80	88	+ 8	86	+ 6	6	Itämiskypsytön Keimunreif
28 497	»	78	87	+ 9	82	+ 4	13	»
19 178	»	77	81	+ 4	80	+ 3	2	»
2 949	»	75	79	+ 4	76	+ 1	—	
4 470	»	73	74	+ 1	68	— 5	—	
4 706	»	73	91	+ 18	87	+ 14	—	

1	2	3	4	5	6	7	8	Taul. 1, jatkoa — Tabelle 1, Fortsetzung
4 332	Kevätvehnä	72	87	+15	83	+11	—	
4 233	Sommerweizen	68	80	+12	77	+ 9	—	
2 572	»	67	68	+ 1	66	— 1	—	
2 575	»	61	69	+ 8	67	+ 6	—	
25 660	»	53	80	+27	77	+24	17	Itämiskypsymätön Keimunreif
26 870	»	48	63	+15	62	+14	21	
49 834	»	14	23	+ 9	22	+ 8	—	
6 597	»	94	93	— 1	91	— 3	4	Hallaa
6 016	»	92	97	+ 5	96	+ 4	7	Frostgeschädigt
7 885	»	91	98	+ 7	96	+ 5	10	Fusarium
6 355	»	90	98	+ 8	95	+ 5	6	Itämiskypsymätön
6 628	»	89	94	+ 5	90	+ 1	4	
8 329	»	83	82	— 1	78	— 5	3	Fusarium
7 366	»	81	95	+14	95	+14	7	»
8 494	»	80	87	+ 7	85	+ 5	8	»
4 933	»	79	95	+16	91	+12	7	»
6 368	»	78	93	+15	87	+ 9	12	»
8 093	»	78	85	+ 7	80	+ 2	11	»
7 359	»	76	87	+11	84	+ 8	8	»
8 323	»	70	72	+ 2	67	— 3	15	»
8 336	»	68	77	+ 9	71	+ 3	8	Fusarium
7 837	»	91	92	+ 1	91	± 0	2	Poltettua
7 455	»	88	93	+ 5	92	+ 4	5	Verbrannt
4 343	»	82	87	+ 5	85	+ 3	5	»
5 037	»	81	95	+14	93	+12	12	Itämiskypsymätön
7 996	»	81	88	+ 7	85	+ 4	9	
4 833	»	77	85	+ 8	84	+ 7	6	»
4 834	»	77	94	+17	93	+16	12	»
4 864	»	76	76	± 0	67	— 9	0	»
49 425	»	36	37	+ 1	36	± 0	2	»
6 040	»	88	97	+ 9	95	+ 7	6	Hallaa Frostgeschädigt
7 283	»	87	90	+ 3	88	+ 1	4	»
7 335	»	86	94	+ 8	91	+ 5	5	»
7 125	»	84	93	+ 9	90	+ 6	9	»
6 772	»	83	86	+ 3	83	± 0	11	»
5 999	»	83	91	+ 8	89	+ 6	7	»
7 339	»	74	82	+ 8	80	+ 6	11	»
7 288	»	72	77	+ 5	75	+ 3	7	»
6 008	»	70	76	+ 6	73	+ 3	7	»
6 791	»	69	71	+ 2	70	+ 1	6	»
Keskim. Durchschn.		80.6	86.8	+ 6.2	84.1	+ 3.5		
2 809	Ohra Gerste	99	100	+ 1	99	± 0	—	
3 549	»	98	98	(± 0)	96	— 2	—	
50 025	»	98	94	— 4	88	—10	0	Itämiskypsymätön Keimunreif
2 578	»	97	98	+ 1	91	— 6	—	
3 550	»	97	96	— 1	92	— 5	—	
49 345	»	97	95	— 2	91	— 6	0	Itämiskypsymätön Keimunreif
3 341	»	96	98	+ 2	92	— 4	—	
3 555	»	96	97	+ 1	89	— 7	—	
4 061	»	95	97	+ 2	92	— 3	—	
6 826	»	94	97	+ 3	93	— 1	0	Fusarium. Itämiskypsymätön
2 330	»	93	96	+ 3	90	— 3	—	Keimunreif

1	2	3	4	5	6	7	8	Taul. 1, jatkoa — Tabelle 1, Fortsetzung
2 880	Ohra <i>Gerste</i>	93	96	+ 3	92	— 1	—	
2 891	»	93	98	+ 5	97	+ 4	—	
4 138	»	93	97	+ 4	95	+ 2	—	
4 862	»	93	98	+ 5	80	—13	0	Itämiskypsymätön <i>Keimunreif</i>
26 492	»	93	83	—10	77	—16	0	
27 693	»	93	96	+ 3	93	± 0	0	
3 385	»	92	97	+ 5	94	+ 2	—	
4 788	»	92	96	+ 4	90	— 2	0	Itämiskypsymätön <i>Keimunreif</i>
7 102	»	92	93	+ 1	92	± 0	0	<i>Fusarium</i>
7 629	»	92	96	+ 4	92	± 0	1	Itämiskypsymätön <i>Keimunreif</i>
7 753	»	92	97	+ 5	88	— 4	0	»
30 961	»	92	98	+ 6	92	± 0	1	
49 907	»	92	94	+ 2	92	± 0	0	Itämiskypsymätön <i>Keimunreif</i>
6 388	»	91	97	+ 6	94	+ 3	0	»
3 565	»	90	96	+ 6	91	+ 1	—	
4 368	»	90	98	+ 8	98	+ 8	—	
2 137	»	89	96	+ 7	88	— 1	—	
2 923	»	88	90	+ 2	86	— 2	—	
5 843	»	88	96	+ 8	78	—10	0	
5 100	»	87	94	+ 7	91	+ 4	0	<i>Fusarium</i>
5 842	»	87	94	+ 7	80	— 7	0	Itämiskypsymätön <i>Keimunreif</i>
6 669	»	87	87	± 0	80	— 7	0	
4 659	»	86	92	+ 6	88	+ 2	0	
7 482	»	84	83	— 1	79	— 5	2	
49 900	»	83	83	± 0	76	— 7	0	
7 216	»	82	83	+ 1	76	— 6	4	Itämiskypsymätön <i>Keimunreif</i>
25 970	»	82	98	+16	95	+13	10	»
28 495	»	82	85	+ 3	84	+ 2	0	»
5 032	»	81	88	+ 7	86	+ 5	0	»
8 420	»	81	87	+ 6	83	+ 2	2	<i>Fusarium</i>
49 344	»	81	85	+ 4	82	+ 1	0	
2 832	»	79	94	+15	86	+ 7	—	
19 950	»	77	81	+ 4	66	—11	0	Itämiskypsymätön <i>Keimunreif</i>
2 340	»	75	94	+19	91	+16	—	
8 268	»	74	84	+10	77	+ 3	0	
2 989	»	73	90	+17	89	+16	—	
5 860	»	73	72	— 1	69	— 4	0	<i>Fusarium</i>
5 857	»	69	67	— 2	59	—10	0	»
3 779	»	65	74	+ 9	67	+ 2	—	
3 780	»	60	76	+16	66	+ 6	—	
7 984	»	95	95	± 0	94	— 1	4	Hallaa
8 437	»	92	96	+ 4	92	± 0	1	<i>Frostgeschädigt</i>
7 269	»	88	88	± 0	82	— 6	6	»
7 780	»	88	91	+ 3	83	— 5	3	»
6 905	»	77	86	+ 9	82	+ 5	4	»
7 266	»	64	88	+ 24	73	+ 9	16	» { Itämiskypsymätön <i>Keimunreif</i>
4 460	»	89	94	+ 5	91	+ 2	0	{ Pcltettua Verbrannt } »
7 161	»	88	93	+ 5	89	+ 1	7	»
6 430	»	80	90	+10	84	+ 4	0	»
6 374	»	73	84	+11	84	+11	6	»
4 463	»	67	80	+13	78	+11	14	» Itämiskypsymätön
4 447	»	64	68	+ 4	59	— 5	0	» <i>Keimunreif</i>
Keskim. <i>Durchnich.</i>		85.9	90.8	+ 4.9	85.4	— 0.4		

1	2	3	4	5	6	7	8	Taul. 1, jatkoa – Tabelle 1, Fortsetzung
2 852	Kaura <i>Hafer</i>	99	99	± 0	99	± 0	—	
4 011	»	97	99	+ 2	98	+ 1	—	Itämiskypsymätön <i>Keimunreif</i>
4 318	»	97	98	+ 1	98	+ 1	—	
2 263	»	96	97	+ 1	97	+ 1	—	
2 586	»	96	97	+ 1	97	+ 1	—	
2 581	»	95	96	+ 1	95	± 0	—	
2 241	»	90	97	+ 7	93	+ 3	—	
37 086	»	90	98	+ 8	97	+ 7	—	
4 279	»	87	92	+ 5	90	+ 3	—	
4 105	»	85	93	+ 8	92	+ 7	—	
37 098	»	82	88	+ 6	88	+ 6	—	
4 158	»	80	90	+10	89	+ 9	—	
4 140	»	78	87	+ 9	85	+ 7	—	
49 607	»	77	84	+ 7	82	+ 5	—	
4 016	»	22	41	+19	33	+11	—	
37 114	»	69	92	+23	91	+22	17	Hallaa <i>Frostgeschädigt</i>
37 054	»	61	84	+23	84	+23	14	» »
4 149	»	49	63	+14	62	+13	10	» »
48 322	»	44	69	+25	67	+23	—	» »
Keskim. <i>Durchschn.</i>		78.6	87.6	+ 8.9	86.2	+ 7.5		
2 337	Ruis <i>Roggen</i>	96	98	+ 2	97	+ 1	—	
50 032	»	94	94	± 0	91	— 3	0	
4 152	»	93	93	± 0	90	— 3	—	
8 527	»	92	94	+ 2	93	+ 1	0	
2 808	»	90	94	+ 4	91	+ 1	—	
3 920	»	90	92	+ 2	91	+ 1	—	
2 844	»	89	93	+ 4	90	+ 1	—	
4 188	»	89	91	+ 2	90	+ 1	—	
5 495	»	89	91	+ 2	88	— 1	0	
5 940	»	89	93	+ 4	90	+ 1	0	
8 120	»	86	87	+ 1	85	— 1	0	
4 002	»	80	88	+ 8	83	+ 3	—	
2 542	»	72	80	+ 8	78	+ 6	—	
Keskim. <i>Durchschn.</i>		88.4	91.4	+ 3.0	89.0	+ 0.6		
3 561	Syysvehnä	97	98	+ 1	98	+ 1	—	
2 955	<i>Winterweizen</i>	94	98	+ 4	98	+ 4	—	
7 246	»	89	83	— 6	81	— 8	3	<i>Fusarium</i> . Hallaa <i>Frostgeschädigt</i>
49 916	»	88	90	+ 2	89	+ 1	0	
4 572	»	87	88	+ 1	85	— 2	0	Poltettua <i>Verbrannt</i>
6 682	»	79	81	+ 2	79	± 0	0	» »
49 917	»	74	75	+ 1	73	— 1	3	
2 573	»	73	75	+ 2	71	— 2	—	<i>Fusarium</i>
19 939	»	58	77	+19	67	+ 9	13	
Keskim. <i>Durchschn.</i>		82.1	85.0	+ 2.9	84.4	+ 0.2		
Kaikki näytteet <i>Alle Proben</i>		82.9	88.6	+ 5.7	85.1	+ 2.2		

Jos kokeiden tuloksia tarkastellaan siltä kannalta, miten ne suhtautuvat itävyydeltään eri laatuissa näytteissä, havaitaan, että poikkeamat värjäystuloksen hyväksi ovat suurimmat heikosti itävien näytteiden kohdalla ja pienenevät paremmin itäviin näytteisiin siirryttäessä. Vastaavasti esiintyy epänormaaleja ituja idätyskokeissa runsaimmin itävyydeltään heikoiksi osoittautuneiden näytteiden kohdalla, kuten alla olevasta asetelmasta ilmenee.

itävyysluokat (hiekkassa idätys)	keskim. poikkeama, tetraz. koe-idätyskoe %	idätyskokeissa keskim. epänormaaleja ituja %
itävyys alle 60 %	16.1	7.7
» 60— 69 »	10.9	8.3
» 70— 79 »	8.3	6.5
» 80— 84 »	6.5	4.0
» 85— 89 »	4.1	3.8
» 90—100 »	2.3	2.2

Varsin runsaasti esiintyy epänormaaleja ituja idätyskokeissa silloin, kun siemen on hallan vikuuttamaa. Tällaisiksi siementarkastuslaitoksessa suoritettujen tutkimusten mukaan on todettu näytteet, joissa esiintyy runsaasti tyypillisellä tavalla pöhöttyneitä, kyhmyisiä ja käyristyneitä ituja, joiden sisällä olevat lehdet ovat värittömiä ja saattavat kokonaan puuttuakin (1).

Eri viljalajien kohdalla muodostuivat keskimääräiset poikkeamat värjäysmenetelmän hyväksi seuraaviksi: kaura 8.9 %, kevätvehnä 6.2 %, ohra 4.9 %, ruis 3.0 % ja syysvehnä 2.9 % (taul. 1). Yksittäisten koetulosten lähempi tarkastelu osoittaa, että kevätvehnänäytteissä esiintyvät suurimmat poikkeamat värjäysmenetelmän hyväksi ovat suuruusjärjestyksessä: 27 (25 660), 18 (4706), 17 (4834), 16 (4933), 15 (6368), 15 (26 870), 15 (4332), 14 (5037), 14 (7366), 14 (27 679), 12 (4233) ja 11 (7359) prosenttia. Näistä näytteet 4933, 6368, 7366 ja 7359 ovat hallan vikuuttamia ja näytteet 4834 ja 5037 kuivatuksessa vioittuneita. Yhdessä tapauksessa saatiin värjäyskokeella 6 % ja yhdessä 3 % alempi tulos kuin idätyskokeella.

Ohranäytteissä suurimmat poikkeamat ovat 24 (7266), 19 (2340), 17 (2989), 16 (25 970), 16 (3780), 15 (2832), 13 (4463), 11 (6374) ja 10 (6430) prosenttia. Näyte 7266 oli hallan vikuuttama ja näytteet 4463, 6374 ja 6430 olivat kuivatuksessa vioittuneita. Värjäyskokeella saatiin alempi tulos seitsemän näytteen kohdalla suurimpien poikkeamien ollessa 10, 4 ja 2 prosenttia.

Kauranäytteissä värjäyskokeilla saatiin kaikissa tapauksissa korkeampi tulos kuin idätyskokeilla. Suurimmat poikkeamat olivat 25 (48 322), 23 (37 114), 23 (37 054), 19 (4016) ja 14 (4149) prosenttia. Näistä muut, näytettä n:o 4016 lukuunottamatta, olivat hallan vikuuttamia. Mainituilla isoilla poikkeamilla oli tuntuva vaikutus keskiarvoon, koska tutkittujen näytteiden lukumäärä oli verraten pieni.

Syysviljoilla tulokset muodostuivat huomattavasti yhdenmukaisemmiksi kuin muilla viljalajeilla, mikä ilmeisesti johtui siitä, että tutkitut näytteet olivat verraten hyvin itäviä. Hallan vikuutusta esiintyi vain lievänä yhden syysvehnänäytteen (n:o 7246) kohdalla. Poikkeavasti värjäystulos jäi tässä tapauksessa 6 % idätystulosta alhaisemmaksi.

Taulukko 2. Itävyystulokset tavallisella idätysmenetelmällä ja Tetrazolium-pikamenetelmällä 41 viljanäytteestä. (Käytetty jyvien halkaisutapaa).

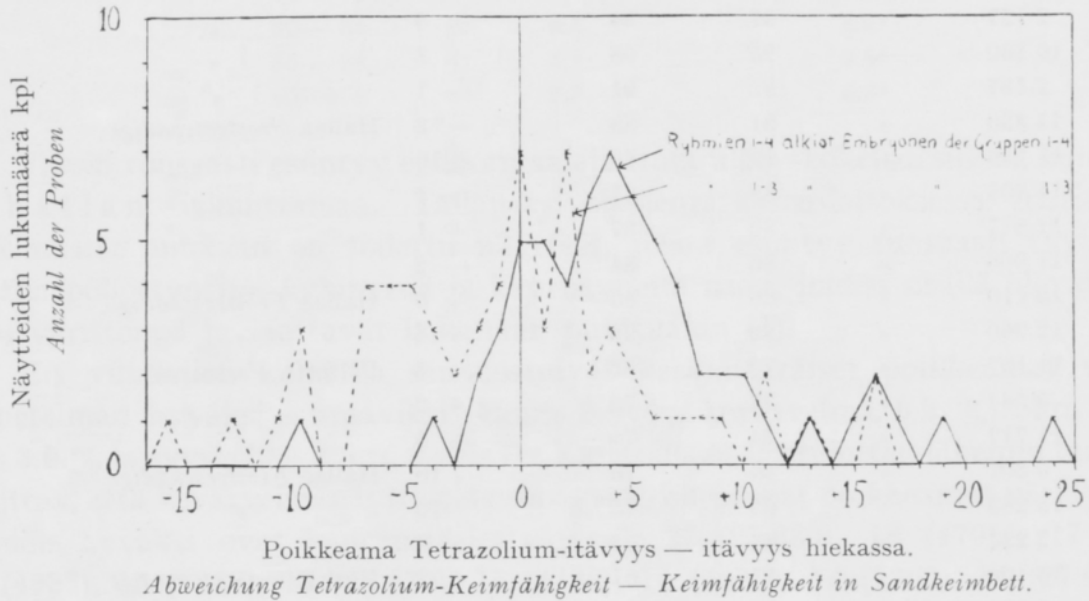
Tabelle 2. Keimerggebnisse mit Keimversuche in Sandkeimbett und mit Tetrazolium-Verfahren aus 41 Saatproben. (Halbierungsmethode).

Näyte N:o Pr	Siemenlaji Samenart	Itävyys hiekassa Keimfähigkeit in Sand %	Tetraz.-itävyys Tetraz.-Keimfähigkeit %	Poikkeama Tetraz.itävyys — itävyys hiekassa % Abweichung Tetraz.Keim- fähigkeit — Keimfähigkeit in Sand %	Huom. Bemerkungen
15 224	Kaura <i>Hafer</i>	98	99	+ 1	
2 127	»	97	94	— 3	
15 160	»	95	98	+ 3	
2 197	»	92	91	— 1	
11 336	»	91	88	— 3	Hallaa Frostgeschädigt
11 136	»	89	79	—10	
11 808	»	88	87	— 1	
11 817	»	86	87	+ 1	
11 968	»	86	84	— 2	
15 110	»	85	85	± 0	Hallaa Frostgeschädigt
12 060	»	82	96	+14	»
11 137	»	79	82	+ 3	Poltettu Verbrannt
5 584	»	77	79	+ 2	
11 717	»	74	78	+ 4	
6 501	»	66	76	+10	Hallaa Frostgeschädigt
5 283	»	65	75	+10	»
2 237	»	63	55	— 8	
15 108	»	57	61	+ 3	Hallaa Frostgeschädigt
2 801	»	22	25	+ 3	
12 790	»	18	30	+12	Hallaa Frostgeschädigt
2 786	Ruis <i>Roggen</i>	90	87	— 3	<i>Fusarium</i>
2 069	Vehnä <i>Weizen</i>	98	92	— 6	
15 278	»	97	99	+ 2	
12 210	»	93	92	— 1	
15 289	»	93	92	— 1	
15 498	»	93	93	± 0	
12 306	»	91	94	+ 3	Poltettu Verbrannt
2 202	»	88	89	+ 1	
2 767	»	87	86	— 1	<i>Fusarium</i>
11 796	»	85	86	+ 1	
6 547	»	84	82	— 2	Poltettu Verbrannt
2 782	»	82	84	+ 2	»
15 363	»	77	75	— 2	
3 432	»	74	76	+ 2	
12 182	»	62	57	— 5	
3 173	»	61	64	+ 3	
6 454	»	29	33	+ 4	
15 570	Ohra <i>Gerste</i>	96	95	— 1	
13 415	»	86	88	+ 2	
13 396	»	83	90	+ 7	Hallaa Frostgeschädigt
11 714	»	68	73	+ 5	
Keskim. <i>Durchschn.</i>		78.7	79.9	+ 1.2	

Niissä kokeissa, joissa käytettiin jyvien halkaisutapaa, olivat suurimmat yksittäiset poikkeamat värjäystuloksen hyväksi 14, 12 ja 10 prosenttia. Ne olivat kauralla ja näytteet olivat hallan vikuuttamia (taul. 2). Hyvä suhde kummankin menetelmän antamien tulosten kesken johtunee tässä tapauksessa siitä, että halla- ja kuivatusvioletukset esiintyivät näytteissä muutamaa poikkeusta lukuunottamatta suhteellisen lievinä.

Kuten edellä olevasta ilmenee, on huomattava osa luetelluista suurista poikkeamista hallan ja osaksi myös kuivatuksessa vioittuneiden näytteiden kohdalla. Vi-

Piirros 2. Itävyyskokeita hiekka-idätysalustalla ja Tetrazolium-pikamenetelmällä (63 ohranäytettä)
Abb. 2. Keimversuche in Sandkeimbett und mit Tetrazolium-Schnellverfahren (63 Gersteproben).



meksi mainitun suhteen tulokset näyttävät olevan keskimäärin hieman paremmin yhtäpitäviä hallan vikuuttamien näytteiden tuloksiin verrattuna. On kuitenkin huomattavaa, että silloin kun siemen on kuivatuksessa vioittunut, ei epänormaaleja ituja yleensä esiinny idätyskokeissakaan yhtä runsaasti kuin silloin, kun siemen on hallan vikuuttamaa. Tulokset eivät vakuuttavasti osoita, että halla ja kuivatusvioletukset olisivat ainoat tekijät, jotka aiheuttavat epävarmuutta värjäysmenetelmää käytettäessä, sillä joitakin suurehkoja poikkeamia esiintyy myös sellaisten näytteiden kohdalla, joita ei idätyskokeen perusteella todettu em. tavoin vioittuneiksi. Häiritsevänä tekijänä kokeissa esiintyi se, että näytteen pääasiällisin voitusaatu oli joissakin tapauksissa vaikeasti pääteltävissä. Ratkaiseva merkitys epävarmojen tulosten syntymiseen em. voitusaatujen suhteen näyttää olevan violetuksen voimakkuudella.

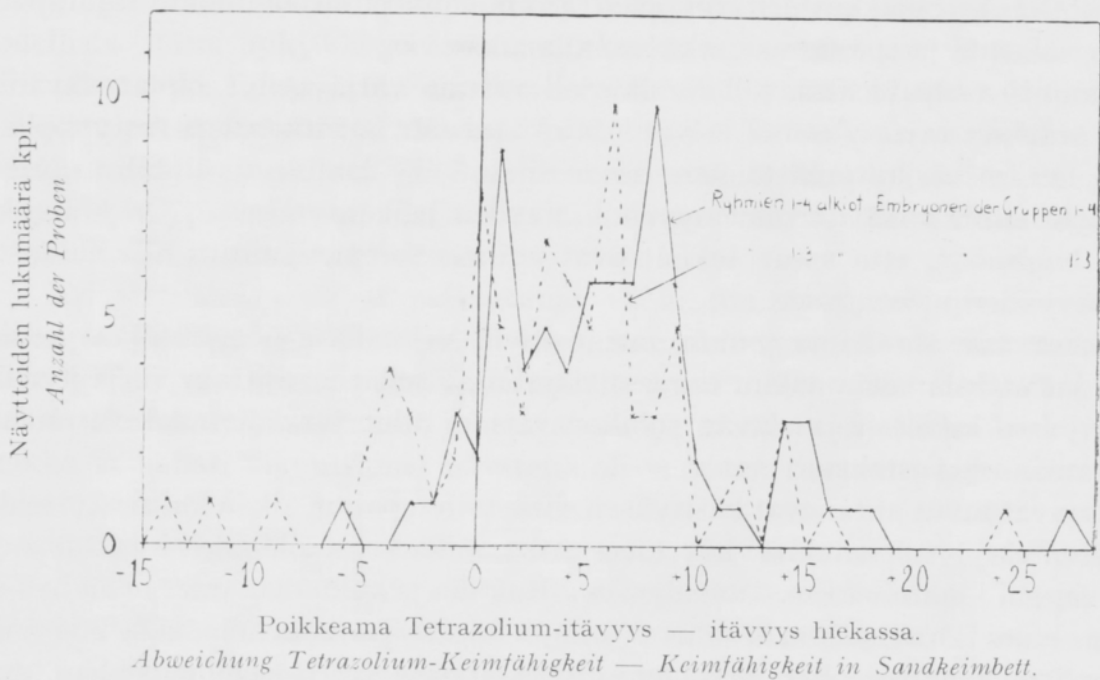
Taulukosta 1 voidaan todeta, että poikkeamat ovat jääneet verraten pieniksi sellaisten näytteiden kohdalla, joiden idätyskokeissa esiintyi *Fusarium*-sienten aiheuttamia epänormaaleja ituja. Näytteen 8336 kohdalla poikkeama on värjäystuloksen hyväksi 9 % ja näytteen 5100 kohdalla 7 %. Neljässä tapauksessa, näyt-

teiden 8329, 5860, 5857 ja 7246 kohdalla jäi värjäystulos vastaavasti 1, 1, 2 ja 6% idätystulosta alhaisemmaksi.

Itämiskypsymättömyyden ei voida katsoa oleellisesti vaikuttaneen värjäyskokeiden tuloksiin (taul. 1). Taulukossa 1 ja piirroksissa 1—3 on esitetty myös värjäyskokeista ne tulokset, jotka on saatu siten, että arvostelussa on jätetty elinkykyisten ryhmästä pois neljäs ryhmä (ks. s. 98). Tätä tulosta voidaan LAKONIN (18) mukaan käyttää orastumiskyvyn määrittämiseen. Kuten piirroksista havaitaan, muodostuu suhde idätyskokeilla saatuihin tuloksiin tässä tapauksessa huomattavasti

Piirros 3. Itävyyskokeita hiekka-idätysalustalla ja Tetrazolium-pikamenetelmällä (78 kevätvehnänäytettä).

Abb. 3. Keimversuche in Sandkeimbett und mit Tetrazolium-Schnellverfahren (78 Sommerweizenproben).



tavasti edullisemmaksi, joskin yksittäisissä näytteissä esiintyy edelleen joitakin suurehkoja poikkeamia. Neljän näytteen kohdalla värjäystulos jää 16, 14, 13 ja 12 % idätystulosta alhaisemmaksi.

Lakonin mukaan värjäytymisen intensiteettiä ei ole kiinnitettävä huomiota. Niinpä esim. kauralla esiintyy aina jonkin verran heikosti värjäytyneitä alkioita, mikä johtuu siitä, että liuos tunkeutuu hitaasti alkion solukkaan.

Seuraavassa esitetään eräitä (selostettavissa kokeissa) värjäytyneisyyden arvostelusta tehtyjä havaintoja:

Todettiin, että täysin värjäytyneiden alkioiden joukossa esiintyi varsinkin silloin, kun siemen oli hallan vikuuttamaa, normaaleista poiketen erikoisen voimakkaasti värjäytyneitä karmiininpunaisia alkioita, joissa väri oli tasaisena alkion kokopinnalla, eikä kuten normaalitapauksissa keskittynyt voimakkaampana sirkkalehti- ja juuriosaan vaaleine vyöhykkeineen näiden osien välissä. Niissä näytteissä, joissa ei idätyskokeen mukaan ollut hallan vikuutusta, esiintyi näitä poikkeavia tyyppisiä

joko vähän, taikka ei lainkaan. Vastaavanlaisen havainnon on tehnyt BENNET (2) alkioiden leikkauspinnasta kokeillessaan kylmäkäsittelöllä viljalla. Hän olettaa, että alhaiset lämpötilat muuttavat alkiosolukon rakennetta siten, että värjäysliuos pääsee helpommin tunkeutumaan solukkoon. Entsyymit kuitenkin jäävät toimintakykyisiksi, vaikka alkio vioittuu siten, että kehittyä epänormaali itu. Voidaan myös ajatella, että värjäytynyt liuos pääsee tässä tapauksessa helpommin diffundoitumaan vioittuneeseen alkion osaan terveistä osista.

Myös kuivatuksessa vioittuneiden näytteiden kohdalla esiintyi jonkin verran edellä kuvatulla tavalla värjäytyneitä alkioita. Värjäytyneisyyttä arvosteltaessa on osasta näytteitä koetettu erotella lukumääräisesti näitä poikkeavasti värjäytyneitä alkioita ja koetuloksia esittelevässä taulukossa esitetty ne kunkin näytteen kohdalla. Ellei niitä lasketa elinkykyisten ryhmään, muodostuvat tulokset melkoista edullisemmiksi. Näiden poikkeavien tyyppien erottelu on kuitenkin rajatapaus-ten takia vaikeata ja epävarmaa sekä samalla aikaa viepää.

Useimmissa tapauksissa, jolloin alkio oli osittain värjäytynyt, olivat elävän ja kuolleen solukon rajat yleensä selvät. Minkäänlaista määrättyä perustyyppiä ei havaittu, vaan värjäytymättömien osien sijainti ja laajuus vaihteli suuresti riippumatta siitä, mikä oli ollut syynä itävyyden heikentymiseen. On kuitenkin otettava huomioon, että useat tekijät ovat voineet samanaikaisesti olla vaikuttamassa itävyyden alentumiseen.

Poikkeavasti ohralla ja jonkin verran myös vehnällä esiintyi hallan ja liian korkean kuivatuslämmön vikuuttamisissa näytteissä sellaisia osittain värjäytyneitä alkioita, joissa kuolleen ja elävän solukon raja ei ollut jyrkkä, mikä oli omiaan vaikeuttamaan arvostelua.

Seuraavat luvut antanevat käsityksen siitä, miten paljon aikaa kului näytteiden tutkimiseen värjäysmenetelmää käyttäen. Aika, mikä kului alkioiden irroittamiseen jyvistä, riippui jonkin verran siemenlajista. Rukiilla ja vehnällä, joilla se on helpoin suorittaa, kului tähän työhön keskim. 20 minuuttia 200 jyvää kohden. Ohran jyvistä alkioiden irroittaminen oli hiukan hitaampaa alkioita peittävien helpeiden takia. Kauran jyvien katkaisuun kului aikaa keskim. 20–25 minuuttia 200 jyvää kohti. Tottumuksen lisääntyessä on kuitenkin saavutettavissa 15 minuutin nopeus esim. vehnän ja rukiin alkioita irroitettaessa. Jos oletetaan, että päivässä olisi tarkastettava 200 näytettä, on arvioitu, että työn voisi suorittaa 27—28 henkilöä. Tällöin on edellytetty, että työ suoritetaan 3 tunnissa, jos arvostelu suoritetaan samana päivänä. Arviossa ei kuitenkaan ole otettu huomioon työtä, mikä kuluu näytteiden siirtelyyn, astiain pesuun jne. Lisäksi on otettava huomioon, että työ voisi muodostua jatkuvana hyvin raskaaksi erikoista keskittymistä ja tarkkuutta vaativana. Värjäytyneisyyden tarkastukseen kuluva aika oli suuresti riippuvainen näytteen laadusta. Keskimäärin kului yhden näytteen tarkastamiseen aikaa 10 minuuttia.

P ä ä t e l m ä t

Tetrazolium-pikamenetelmä osoitti eri viljalajien itämiskelpoisuuden keskim. 5.7 % korkeammaksi kuin idätysmenetelmä.

Kokeiden tulokset vahvistivat sitä, jo aikaisemmin esitettyä käsitystä, että tietyt viljojen itävyyttä alentavat tekijät vioittaessaan jyvän alkion siten, että normaalin idun kehittyminen estyy, jättävät entsyymit toimintakykyisiksi, johtaen siten itävyyden yliarviointiin värjäysmenetelmää käytettäessä. Niinpä tetrazoliummenetelmä osoittautui epävarmimmaksi itävyydeltään heikkoja näytteitä tarkastettaessa, joiden idätyskokeissa epänormaalien itujen esiintyminen oli runsain. Jos otetaan huomioon idätyskokeiden mukaan alle 80 % itäneet näytteet, oli keskimääräinen poikkeama 10.2 % sen ollessa 80—89 % itäneissä 5.2 %. Jos huomioidaan 80—100 % itäneet näytteet, oli poikkeama 3.8 % ja 90—100 % itäneet näytteet, niin vastaava tulos oli 2.3 % värjäysmenetelmän hyväksi.

Koetulosten tarkastelun perusteella, joka suoritettiin ottaen huomioon erilaiset voitustavat, on pääteltävissä, että erikoisesti hallan, mutta myös liian korkean kuivatuslämmön vikuuttamia viljanäytteitä tutkittaessa voidaan helposti saada todellista itämiskykyä huomattavasti korkeampia tuloksia. Kokeiden tulokset viittaavat myös siihen, että *Fusarium*-sienten vikuuttamat näytteet voitaisiin tutkia haitoitta pikamenetelmällä. Varmaa päätelmää ei kuitenkaan voida tässä suhteessa tehdä, koska mainitulla tavalla vioittuneiden näytteiden lukumäärä on pienehkö.

Itämiskypsymättömyydellä ei voitu todeta olleen haitallista vaikutusta värjäysmenetelmällä saatuihin tuloksiin.

Eri viljalajeilla olivat poikkeamat vähäisimmät syysviljojen kohdalla, mikä ilmeisesti johtui siitä, että näytteet olivat verraten hyvin itäviä eikä samalla myöskään hallan vikuutusta esiintynyt mainittavasti. Kauralla keskimäärin heikoimmiksi jääneet tulokset taasen johtuivat siitä, että kauranäytteiden keski-itävyys oli heikko ja hallan vikuuttamia näytteitä oli verraten runsaasti koko näytemäärään verrattuna.

Hallan vikuuttamien ja kuivatuksessa vioittuneiden näytteiden kohdalla osa täysin värjäytyneitä alkioita värjäytyi normaalista poikkeavasti. Värjäytyneiden alkoiden sijoittelu käytetyn arvostelutavan mukaisesti ryhmiin oli vaikeata ja johti epävarmaan tulokseen erikoisesti silloin, kun tutkittava siemen oli hallan vikuuttamaa.

Selostettua pikamenetelmää ei voida toistaiseksi pitää riittävän kehittyneenä ja luotettavana, jotta sillä voitaisiin korvata tavallinen idätysmenetelmä. Kuitenkin voitaneekin menetelmää käyttää erikoistapauksissa hyväksi siten, että sillä erotetaan heikosti, esim. alle 80 % itävät näytteet ja paremmin itävät tutkitaan tavallisen idätyskokeen avulla.

Esitän tässä yhteydessä kiitokseni Siemenkauppiaitten yhdistykselle, jonka antaman apurahan turvin sain tilaisuuden perehtyä tetrazoliummenetelmään professori LAKONIN henkilökohtaisella ohjauksella.

KIRJALLISUUTTA

- (1) AALTO-SETÄLÄ, J. E., 1942. Miten toteamme viljojen itävyyden. *Pellervo*, 21, p. 802—806. Helsinki.
- (2) BENNET, N., and LOOMIS, W. 1948. Tetrazolium chloride as a test reagent for freezing injury of seed corn. *Plant Phys.*, 24, p. 162—174.
- (3) COTTRELL, H. J. 1947. Tetrazolium salt as a seed germination indicator. *The Annals of Applied Biology*, 35, p. 123—131.
- (4) DARSIE, L. D., ELLIOT, C., and PEIRCE, G. 1914. A study of the germinating power of seeds. *The botanical Gazette*, 58, p. 101—136. U.S.A.
- (5) EGGBRECHT, H. und BETHMAN, W. 1939. Das Selenfärbeverfahren im Vergleich zu der üblichen Keimprüfung insbesondere bei Wintergerste mit Keimruhe. *Angew. Bot.*, 21, p. 448—455.
- (6) EIDMAN, F. E. 1936. Saatgutprüfung auf biochemischem Wege. *Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen*, 68, p. 422—443.
- (7) ——— 1937. Eine neue biochemische Methode zur Erkennung des Aussaatwertes von Samen. *Proc. Intern. Seed. Test. Ass.*, 10, p. 203—211. Copenhaque.
- (8) GADD, I. 1944. Vital Colouring of Pea Seeds by Means of Malachite Green. *Idib.* 13, p. 5—76. Stockholm.
- (9) ——— & KJAER, A. 1940. Über die Verwendbarkeit der Selen- und Indigokarminmethoden bei der Prüfung von Frost- und Fusariumgeschädigtem Getreide. *Ibid.*, 12, p. 140—149. Stockholm.
- (10) GOODSSELL, S. 1948. Triphenyltetrazolium chloride for Viability Determination of Frozen Seed Corn. *Journ. Amer. Soc. Agr.*, 40, p. 432—442.
- (11) HAO, K. S. 1939. Über Saatgutprüfung auf biochemischem Wege. *Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen.*, 71, p. 141—156.
- (12) HIBBARD, R. P. — MILLER, E. V. 1928. Biochemical studies on seed viability. *Plant. Phys.*, 3, p. 335—352.
- (13) JOHNSON, T. 1907. Elektrische Samenprüfung. *Jahresb. Verein. angew. Bot.*, 5 p. 102—112.
- (14) KJAER, A. 1940. Nogle Laboriemetoder til Bestemmelse af Spireevnen hos Havre sammenlignet med Spiringen i Marken. *Tidsskr. f. Planteavl.*, 44, p. 469—485.
- (15) LAKON, G. 1939. Das Schwinden der Keimfähigkeit der Samen insbesondere der Getreidefrüchte. *Ber. Dtsch. Bot. Ges.*, 57, p. 191—203.
- (16) ——— 1940. Die topographische Selenmethode, ein neues Verfahren zur Feststellung der Keimfähigkeit der Getreidefrüchte ohne Keimversuch. *Proc. Intern. Seed. Test. Ass.*, 12, p. 1—18. Stockholm.
- (17) ——— 1942. Topographischer Nachweis der Keimfähigkeit der Getreidefrüchte durch Tetrazoliumsalze. *Ber. Dtsch. Bot. Ges.* 60, p. 299—305.
- (18) ——— 1950. Weitere Forschungen über das topographische Tetrazolium-Verfahren und die Ermittlung der Triebkraft. *Proc. Intern. Seed Test., Ass.*, 16, p. 254—162. Copenhaque.
- (19) NADVORNIK, J. 1946. Verwendung der Vitalfärbung zur Prüfung von Obstbaumsämereien. *Ref. Ibid.* 14, p. 71—72. Copenhaque. *
- (20) NELJUBOW, N. und ISSATSCHENKO B. 1928. Über die Anwendung der »Vitalfärbung« zur Bestimmung der Keimfähigkeit der Samen. *Actes V Congr. Int. d'Essais de Semences.*, p. 400—404. Rome.
- (21) PISKAREW, W. J. 1937. Die Bestimmung der Keimfähigkeit der Samen durch Färbung. *Ref. Forsch. Dienst.*, 4: 8, p. 176. Berlin.
- (22) PORTER, R. H., DURREL, M., and ROMM, H. J. 1947. The use of 2.3.5-triphenyltetrazoliumchloride as a measure of seed germinability. *Plant. Phys.*, 22, p. 149—159.
- (23) QVAM, O. 1906. Zur Atmung des Getreides. Eine Relation zwischen Keimfähigkeit und Atmungsintensität. *Jahresb. Verein. angew. Bot.*, 4, p. 70—87.
- (24) RÖHMEDER, E. 1940. Erfahrungen mit dem Selenverfahren bei der Untersuchung des forstlichen Saatgutes. *Allgem. Forst- und Jagdztg.*, 116, p. 169—188.

- (25) TURESSON, G. 1921. Über den Zusammenhang zwischen Oxydationsenzymen und Keimfähigkeit in verschiedenen Samenarten. *Botaniska Notiser*, p. 323—335.
- (26) TYSZKIEWICS, S. 1938. Über die Prüfung des Forstsaatgutes. — *Forstwissenschaftliches Centralblatt.*, 60, p. 725—738.

R E F E R A T :

DIE ERMITTLUNG DER KEIMFÄHIGKEIT DER GETREIDEFRÜCHTE MIT TETRAZOLIUM-SCHNELLMETHODE

E. O. AHLBERG

Staatliche Samenkontrollanstalt, Helsinki

In der Staatlichen Samenkontrollanstalt ist aus den Ernten von Jahren 1951 und 1952 von insgesamt 223 Getreideproben die Keimfähigkeit mit dem Tetrazolium-Verfahren untersucht, und die somit gewonnenen Keimergebnisse mit denselben vom Keimversuche in Sandkeimbett verglichen worden.

Da die klimatischen Verhältnisse hier bei uns ganz anders wie in südlicheren Gegenden sind, und infolge dessen die frostgeschädigten und beim Trocknen geschädigten Getreideproben in vielen Jahren sehr allgemein sind, wurde eine besondere Aufmerksamkeit auf diese Weise geschädigten Proben gewidmet.

Die Ernte vom Jahre 1952 war sehr geeignet für diese Versuche, weil während der Reifeperiode im Spätsommer Frost beinahe in allen Teilen des Landes vorkam. Auch wegen der regnerischen Erntezeit waren beim Trocknen geschädigten Proben allgemein.

In der Beurteilung der Färbung ist hauptsächlich (182 Proben) das L a k o n s c h e Verfahren und zum Teil die von COTTRELL (3) angewendete Methode verwendet worden. Die Tetrazolium-Versuche wurden 3—8 Wochen nach den Keimversuchen gemacht.

Bei den untersuchten 182 Proben, die nach dem Lakonschen Verfahren geprüft worden waren wurden mit Tetrazolium-Methode durchschnittlich 5.7 % höhere Keimergebnisse als mit gewöhnlichen Keimversuch im Sandkeimbett erhalten. In 14 Fällen wurden mit Tetrazolium-Methode niedrigere, in 158 Fällen höhere Ergebnisse erhalten und in 10 Fällen gaben die beiden Methoden ebenso grosse Ergebnisse (Tab. I.u. Abb. 1).

Bei einzelnen hauptsächlich frostgeschädigten und beim Trocknen geschädigten Proben traten einige ziemlich grosse Abweichungen von 19—27 % auf (Tab. 1).

Bei Proben, die mit der Halbierungsmethode untersucht wurden, wurden durch Färbung durchschnittlich 1.2 % höhere Ergebnisse wie mit Keimversuche in Sandkeimbett erhalten (Tab. 2). Die gute Relation zwischen den beiden Methoden kann jedoch zufällig wegen der wenigen Probenanzahl (41. Proben) sein. Auch die Verletzungen vom Frost und von Trocknung traten verhältnismässig leicht auf. Die grössten Abweichungen 14, 12 und 10 % traten bei den frostgeschädigten Proben auf.

Das Tetrazolium-Verfahren erwies sich also nach der verwendeten Beurteilungsmethode als unsicher wenn es sich besonders um schlecht keimenden und auf obengenannte Weise geschädigten Proben handelte. Am besten stimmten die Ergebnisse bei Wintergetreide welches offenbar von der hohen durchschnittlichen Keimfähigkeit der Proben abhängt. Nur eine Winterweizenprobe war leicht von Frost geschädigt.

Bei der Beurteilung der Färbung wurde festgestellt, dass bei Proben, die sich als frostgeschädigt und beim Trocknen geschädigt erwiesen, ein Teil von den völlig gefärbten Embryonen sich abweichend aus Normal sehr intensiv rot gefärbt hatten. Die Anzahlen dieser anormal gefärbten Embryonen sind auf der Tabelle I enthalten. Offenbar ist, dass mindestens ein Teil von diesen Embryonen bei der Beurteilung zu den ungenügend gefärbten zu rechnen wären. Doch ist zu beachten, dass die Feststellung dieser anormal gefärbten wegen vorkommenden Zwischenfällen unsicher war.

Dazu wurde festgestellt, dass die Grenzen zwischen totem und lebendem Gewebe nicht bei frostgeschädigten und beim Trocknen geschädigten Proben klar war, welches Schwierigkeiten bei der Beurteilung bot.