

KEEMILISE MUTAGENEESI MEETODIL SAADUD SUVI- JA TALINISU MUTANTSETE LIINIDE PRODUKTIIVSUSE JA KVALITEEDI ANALÜÜS

M. Tohver

Praegu toimub Eestis siiani kasvatatud suvi- ja talinisu sortide asendamine uute produktiivsemate ja haiguskindlamate sortidega. Põhiliselt on asendajaiks mujal aretatud, kuid Eestis edukalt sordivõrdluse läbiteinud sordid. Kuid seoses kohaliku nisukasvatuse osatähtsuse suurenemisega on tõusnud päevakorda ka oma nisuaretuse intensiivistamine.

Alates 1975. aastast oli Eestis rajoonitud suvinisu 'Leningradka' – intensiivtüüpi kõrgesaagiline sort, mille olulisteks puudusteks on vastuvõtlikkus seenhaigustele, lamandumine kõrge agrofooni puhul, madal tera kvaliteet, mistõttu toidunisuks ta ei sobi (Lepajõe, 1992) ning jahedatel ja niisketel suvedel hiline valmimine. Seoses uute perspektiivikamate sortide esilekerkimisega kustutati 1988. a. 'Leningradka' rajoonitud sortide nimekirjast (Aulas, Rand, 1989).

'Leningradka' kõrval loeti perspektiivseks suvinisu sordiks ka 'Sappot' – varavalmivat, produktiivset sorti, mille puuduseks aga on nõrk kõrreroostekindlus ja seetõttu seene levimise aastatel tugev saagi langus.

Alates 1983. aastast on vabariigis 'Leningradka' kõrval olnud rajoonitud 'Arkas' – lühikõrreline, lamandumiskindel, saagikas sort. Selle sordi suurimaks puuduseks on aga tugev nakatumine jahukastesse (Aulas, Rand, 1985). Kui keskmiselt saagikusest 'Arkas' ületab 'Leningradkat' 5 ts/ha, siis jahukaste levikule soodsatel aastatel jääb ta selle võrra 'Leningradkast' maha. Lisaks sellele ei ole 'Arkas' ühtlane kõrre pikkuselt ja annab head saaki ainult kõrge agrofooni korral.

Perspektiivseks on loetud ka suvinisu sorti 'Sandra', mis ei jää saagivõimelt 'Leningradkast' ja 'Arkasest' maha, kuid tema plussiks on teistest sortidest lühem kasvuperiood ja lühem kõrs, haiguskindlus on aga parem kui meie seni rajoonitud sortidel (Aulas, Rand, 1989).

1990ndate aastate alguses on võetud sordivõrdlusesse rida kõrgekvaliteedilisi ja -saagilisi Rootsis, Norras, Soomes ja Poolas aretatud suvinisu sorte (Küüts jt., 1992), kuid erinevatel aastatel esineb ka nendel sortidel puudusi nii saagi kui ka kvaliteedi osas.

Talinisu sortidest on Eestis alates 1969. aastast rajoonitud 'Mironovskaja 808', mis on saagirikas kvaliteetse teraga sort. Viimastel aastatel täheldatakse aga selle sordi haigestumist juuremädanikku (Aulas, Rand, 1982), seetõttu käivad otsingud ka uute talinisu sortide saamiseks. Häid tulemusi on saadud talinisu sortidega 'Monopol', 'Širvinta', 'Holme', 'Eka', 'Kalvi' jt.

Sordivõrdluste tulemused näitavad, et universaalseid sorte, mis vastaksid kõikidele nendele esitatavatele nõuetele saagi, resistentsuse ja kvaliteedi osas, praegu meie käsutuses ei ole. Seepärast jääb aktuaalseks uute, kohalikele tingimustele sobivate sortide aretamine. Jõgeva Sordiaretuse Instituudis ongi taastatud suvinisu sordiaretus ja jätkatakse töid uute talinisu sortide loomisel. Seejuures pakuvad huvi ka uurimistulemused nisu genotüübi muutmisest kunstlikul teel, saavutamaks teatud kindlaid muutusi produktiivsuse, kvaliteedi ja haiguskindluse osas.

1992. aastal "Agraarteaduses" ilmunud artiklis "Nisu genoomi rekonstrueerimise teed ja meetodid" (Priilinn jt., 1992) anti ülevaade võimalustest muuta nisu genoomi. Ühe meetodina osutati keemilisele mutageneesile, mille abil on Eksperimentaalbioloogia Instituudis loodud suvi- ja talinisu mutantide kollektsioon, kus 1993. aasta seisuga on üle 400 liini.

Käesoleva artikli eesmärgiks on kokku võtta aastatel 1989...1992 tehtud töö nisumutantide produktiivsuse ja kvaliteedi osas ning näidata, et ka meie oludes nimetatud meetodi alusel tehtud aretustöö võib anda positiivseid tulemusi.

MUTANTIDE PRODUKTIIVSUS

Produktiivsus, tera kvaliteet ja taimede haiguskindlus on näitajad, mille alusel toimub uute sortide hindamine ja valik.

Saak ja tema struktuurielemendid on polügeense iseloomuga, s.t. et neid tunnuseid määrab paljude geenide koosmõju, kusjuures igal neist on oma individuaalne, suurem või väiksem, positiivne või negatiivne efekt. Nende summaarne mõju määrabki tulemuse. Mutageense toimega keemiline aine, muutes erinevaid geene, mõjutab sellega ka summaarset efekti. Geenide ekspressioon sõltub kasvutingimustest, mistõttu võib erinevatel aastatel täheldada küllalt erinevaid tulemusi.

1989. ja 1990. aastate katsetulemuste võrdlemisel osutusid enam varieeruvateks produktiivvõrsete arv, sellest tulenevalt ka terade mass taime kohta ning kogusaak (tabel 1).

Tabel 1

Suvinisu mutantide saak ja saagi struktuurielemendid 1989...1990. a. / Values of the agricultural features of spring wheat mutants in 1989...1990

Sort, mutant Cultivar, mutant	Aasta Year	Taime kõrgus, cm Plant height, cm	Produk- tiivvõr- sete arv Number of pro- ductive shoots	Pähikute arv peas Number of spike- lets per ear	Terade arv peas Number of grains per ear	Terade mass pea kohta, g Grain yield per ear, g	Terade mass taime kohta, g Grain yield per plant, g	1000 tera mass, g 1000- grain weight, g	Terade mass 5m ² -lt, g Grain yield per 5m ² , g
Arkas	1989	74,5	3,1	16,3	36,6	1,49	4,23	40,8	1817,7
	1990	76,6	1,6	18,3	32,8	1,44	2,27	44,0	1687,1
A-25	1989	101,6	3,1	17,0	32,8	1,55	4,75	46,9	2630,8
	1990	98,1	1,6	18,8	31,1	1,54	2,36	49,4	1703,9
A-57	1989	97,4	4,3	15,3	32,8	1,44	5,65	43,9	3064,0
	1990	92,2	1,6	17,1	34,7	1,59	2,54	45,7	1799,1
S 7-4	1989	95,5	3,0	18,1	46,0	1,90	5,11	41,3	2633,6
	1990	89,2	1,5	18,1	38,6	1,67	2,42	43,2	1632,4
S 7-4-12	1989	108,5	4,5	18,7	47,6	1,81	5,18	38,5	2191,5
	1990	100,5	1,8	18,9	42,6	1,80	3,26	42,2	1795,3
146-155	1989	93,9	3,2	15,9	34,0	1,23	3,63	35,9	1687,2
	1990	103,1	1,7	17,8	39,3	1,72	2,96	43,8	1705,5
146-155-13	1989	98,0	3,9	16,2	32,7	1,37	5,15	42,0	2575,0
	1990	98,8	1,6	16,4	31,7	1,58	2,57	50,0	1674,4
146-155-14	1989	105,2	3,0	16,7	37,0	1,80	4,77	48,5	2164,8
	1990	100,5	1,8	16,5	32,3	1,60	2,80	49,5	1662,7
146-155-58	1989	96,1	3,3	16,9	39,3	1,53	4,73	38,6	2183,0
	1990	103,2	1,8	18,0	42,2	1,78	3,19	41,9	1920,6
Leningradka	1989	108,5	3,0	17,0	37,5	1,54	4,40	40,7	2335,4
	1990	100,6	1,8	18,2	36,8	1,61	2,62	43,8	1819,1

Märkused: A-25 ja A-57 on indutseeritud sordist 'Arkas', S 7-4 sordist 'Sappo', S 7-4-12 mutandist S 7-4, 146-155 sordist 'Norröna', 146-155-13, -14 ja -58 mutandist 146-155

Footnotes: A-25 and A-57 are incuded from cultivar 'Arkas', S 7-4 from cultivar 'Sappo', S 7-4-12 from mutant S 7-4, 146-155 from cultivar 'Norröna', 146-155-13, -14 and -58 from mutant 146-155

Kahe erineva aasta mõõtmistulemused võivad, olenevalt aastate ilmastikutingimustest, kõikuda suures ulatuses, isegi kuni 2 korda.

1989. aastal paistsid produktiivsuse poolest silma mutandid A-25, A-57, S 7-4 ja 146-155-13, 1990. aastal A-57, S 7-4-12 ja 146-15-58. Mutant A-57 säilitas oma parema saagivõime ka saagi suhtes ebasoodsal 1990. aastal.

Et kindlaks teha seoseid saagi ja tema struktuurielementide vahel, viidi läbi korrelatsioonanalüüs (tabel 2).

Tabel 2

Korrelatsioonmaatriks suvinisu saagi ja tema struktuurielementide kohta (1989...1990. a. tulemuste kohta) / Coefficients of correlation for some agricultural features of spring wheat (mean values of 1989...1990)

Tunnus Features examined	Korrelatsioonikordajad / Correlation coefficients						
	1	2	3	4	5	6	7
1. Taime kõrgus, cm / Plant height, cm	×						
2. Produktiivvõrsete arv / Number of productive shoots	0,191						
3. Pähikute arv pea kohta / Number of spikelets per ear	0,103	-0,437					
4. Terade arv pea kohta / Number of grains per ear	0,276	0,198	0,531*				
5. Terade mass pea kohta, g / Grain yield per ear, g	0,401	-0,189	0,603*	0,744*			
6. Terade mass taime kohta, g / Grain yield per plant, g	0,263	0,936*	-0,400	0,290	0,021		
7. 1000 tera mass, g / 1000-grain weight, g	0,102	-0,494*	-0,007	-0,539*	0,153	-0,394	
8. Terasaak, g/m ² / Grain yield, g/m ²	0,280	0,764*	-0,356	0,100	-0,006	0,874*	-0,157

* statistiliselt usaldusväärne P<0,05 puhul (Urbah, 1963)

* statistically significant at P<0.05

Korrelatsioonanalüüsi põhjal on statistiliselt usaldusväärses positiivses korrelatsioonis terade mass taime kohta produktiivvõrsete arvuga, terade arv pea kohta pähikute arvuga, terade mass pea kohta pähikute arvuga, saak produktiivvõrsete arvuga ja terade massiga taime kohta, negatiivses korrelatsioonis 1000 tera mass produktiivvõrsete arvuga ja terade arvuga pea kohta.

Viimaste aastate uurimistulemuste põhjal anti 1992. aastal riiklikku sordivõrdlusesse 3 mutantset suvinisu liini: 146-155-58 – saadud sordi 'Norröna' mutandist 146-155 seemnete töötlemisel 0,025 %-se N-nitroso-N-etüülkarbamiidiga; A-57 – saadud sordi 'Arkas' seemnete töötlemisel 0,025 %-se N-nitroso-N-etüülkarbamiidiga ja S 7-4-12 – saadud sordist 'Sappo' eraldatud mutandi S 7-4 seemnete töötlemisel 0,01 %-se N-nitroso-N-metüülkarbamiidiga.

Tabelis 3 on toodud Riigi Sordiinspeksioonist saadud võrdlusandmed 1992. aasta kohta.

Parimad tulemused saadi A-57 puhul, 146-155-58 ja S 7-4-12 puhul suurimaks puuduseks loeti pikka kõrt, mille tõttu kõrgemate väetisfoonide puhul võiksid taimed lamanduda.

Tabel 3

Suvinisu mutantsete liinide võrdlus Viljandi (Vi) ja Võru (Võ) katsepunktides.
Comparison of spring wheat mutant lines at Viljandi (Vi) and Võru (Võ) state trials

Sort, mutant Cultivar, mutant	'Arkas'		146-155-58		S 7-4-12		A-57	
	Vi	Võ	Vi	Võ	Vi	Võ	Vi	Võ
Terasaak, ts/ha / Grain yield, ts/ha	37,1	30,7	33,9	30,8	36,2	33,8	32,7	34,9
Kasvuaeg, päeva / Growing period, days	87	76	87	76	86	80	86	77
1000 tera mass, g / 1000-grain weight, g	43,5	31,9	40,3	28,3	39,2	30,0	39,9	32,9
Taimede kõrgus, cm / Plant height, cm	68	60	80	80	85	82	76	76
Põuakindlus, palli / Drought resistance points	4,0	2,8	4,0	3,2	4,0	3,0	4,0	

MUTANTIDE TERAKVALITEET

Seni on aretustöö eesmärgiks olnud võimalikult suur kogusaak, kusjuures saagi kvaliteedile pole alati vajalikku tähelepanu pööratud. Praegune kokkuostusüsteem ei arvesta üldse nisu küpsetusomadusi, mis vähendab huvi kvaliteetsema nisu kasvatamise vastu (Lepajõe, 1992). Viimasel ajal on siiski hakatud ka sellele probleemile rohkem tähelepanu juhtima (Ameerikas, 1990; Teesalu, 1991; Küüts jt., 1992), kuna nii sööda- kui toidunisu peab vastama teatud kvaliteedinõuetele.

Nisutera kvaliteedi määrab põhiliselt tema proteiinisisaldus, millest olenevad nii nisu toite- kui ka küpsetusväärtus.

Tera proteiinisisaldust saab mõjutada lämmastikväetistega. Lämmastikväetiste kasutamine tõstab tunduvalt nii nisu terasaaki kui ka kvaliteeti, kusjuures lämmastikuühendite omastamise võime taime poolt on geneetiliselt determineeritud.

Lämmastikuühendid omastatakse taime juurte ja lehtede kaudu, kus toimuvad nende ühendite taandamisprotsessid ning translokatsioon kõikidest taime organitest teradesse. Taandamisprotsesside kiirus sõltub ensüümide nitraat- ja nitritreduktaasi aktiivsusest. Nitraatreduktaasi aktiivsuse järgi on võimalik juba 7-päevaste idandite puhul järeldusi teha küpse tera proteiinisisalduse kohta ning ka hilisemates kasvufaasides (võrsumine, kõrsumine) lehtedes mõõdetud nitraatreduktaasi aktiivsuse korreleerust terade proteiinisisaldusega (Croy, Hageman, 1970; Tohver, M., Tohver, A., 1985).

Silmas pidades lämmastiku paremat kasutamist sõltub aretustöö efektiivsemaks muutmine eespooltoodud protsessi mõjutavate geenide identifitseerimisest ja markeerimisest. Praegu aga on nendest geenidest väga vähe teada nisu ja tema sugulasliikide puhul. Seetõttu tehakse suurema proteiinisisaldusega sordid või mutandid kindlaks lihtsalt empiiriliste uuringutega ning seejärel uuritakse selle tunnuse pärandumist järgnevatel põlvkondades või hübriidides.

Nisu toiteväärtus oleneb valgu aminohappelisest, küpsetusväärtus valgu fraktsioonilisest koostisest. Nisuvalk koosneb vees ja nõrgas soolalahuses lahustuvatest albumiinist ja globuliinist ning lahustumatust jäägist - gluteenist e. teraliimist. Gluteen koosneb gliadiinist, mis on lahustuv 70 %-ses etanoolis ning gluteniinist, mis lahustub nõrkades hapetes ja alustes.

Mida suurem on albumiini ja globuliini osa, seda suurem on ka kõige kriitilisema aminohappe – lüsiini sisaldus ning seoses sellega tõuseb valgu toiteväärtus.

Jahu küpsetusomadusi mõjutab gluteeni- e. teraliimisisaldus, mis annab taignale vajaliku sitkuse. Teraliimi hulk on positiivses korrelatsioonis tera proteiinisaldusega ja on seega samamoodi mõjutatav lämmastikväetistega. Teraliimi tähtsaim koostisosa on gliadiin, mille hulgast sõltub teraliimi hulk, venivus ja elastsus. Nisu loetakse toiduteravilja hulka, kui teraliimi sisaldus on üle 20 % (Jaggo jt., 1992).

Käesoleval ajal on nisu aretusprogrammides üle maailma märkimisväärne rõhk asetatud tera kvaliteedi parandamisele – proteiinisalduse suurendamisele ja aminohappelise koostise muutmisele. Selles töös sobib üheks abivahendiks keemiline mutagenees.

Kuna ka tera proteiinisaldus nagu produktiivsuski on polügeenne tunnus, siis mõne geeni muutmise teel võib geenide summaarne efekt olla meile ootuspärane. Põhiprobleemiks sellistes programmides on kõrge saagikuse ühendamine tera suure proteiinisaldusega, sest need tunnused on omavahel negatiivses korrelatsioonis. Harvadel juhtudel on siiski õnnestunud saada nisuvorme, mis sellisele korrelatsioonile ei allu, nii et koos saagi tõusuga on saavutatud ka terade proteiinisalduse tõus (Kaul, 1973).

Eksperimentaalbioloogia instituudis on suvi- ja talinisu mutantide proteiinisaldust ja kvaliteeti uuritud alates 1970-ndatest aastatest (Priilinn jt., 1988). Allpool on toodud 1990...1992. aastate uurimistööde tulemused suvi- ja talinisu sortide ja mutantide terade proteiinisalduse kohta.

Analüüsiti 78 suvi- ja talinisu sorti ja mutantset liini. 1990...1991. aastate suvi- ja talinisu ning 1992. aasta suvinisu tera proteiinisaldus määrati artikli autori poolt biamperomeetrilise tiitrimise meetodil (Tsap, Leontšik, 1968). 1992. aasta talinisu tera proteiinisaldus määrati Riigi Viljasalve kesklaboris Kjelteci aparaadiga.

Proteiini on talinisuus üldiselt vähem kui suvinisuus. Kui näiteks 1990. aasta suvinisu tera proteiinisaldus oli keskmiselt 11,2 %, 1991. aastal 10,3 % ja 1992. aastal 12,9 %, siis talinisu puhul olid vastavad näitajad 9,8 %, 9,1 % ja 10 %.

Tabelis 4 on toodud mutantide kollektiooni parimate suvi- ja talinisu mutantide keskmine tera proteiinisaldus aastatel 1990...1992 ning neid on võrreldud sortidega 'Leningradka', 'Arkas', 'Mironovskaja 808' ja 'Holme'.

Tabel 4

Nisu sortide ning mutantide tera proteiinisaldus (% kuivaines) 1990...1992. a. / Grain protein content (% from dry matter) for spring wheat cultivars and mutant lines in 1990...1992

Sort, mutant Cultivar, mutant	1990	1991	1992	Keskmine Average
Suvinisu / Spring wheat				
'Leningradka'	11,6	12,0	13,9	12,5
'Arkas'	11,9	9,8	13,2	11,6
A-57	13,2	11,5	15,2	13,3
S 7-4	10,4	10,2	10,0	10,2
S 7-4-12	11,9	9,3	14,3	11,8
146-155-13	11,8	11,5	15,2	12,8
143-155-14	10,1	10,7	12,8	11,2
146-155-58	11,2	10,2	10,1	10,5
Talinisu / Winter wheat				
'Mironovskaja 808'	9,3	9,0	11,2	9,8
'Holme'	-	7,3	9,6	8,5
St 5-15	-	8,9	9,5	9,2
St 6-11-32	-	9,2	9,8	9,5

Jooniselt 1 on näha erinevate aastate mõju tera proteiinisaldusele ning erinevate genotüüpide reaktsioon välistingimuste muutusele: 1990. ja 1992. aastate terad erinesid proteiinisalduselt oluliselt. 1992. aasta erines 1990. aastast kuuma ja põuase suve poolest, mis põhjustas tera proteiinisalduse tõusu. Suurimat tera proteiinisalduse tõusu täheldati mutantidel S 7-4-12, A-57, 146-155-84 ning sordil 'Leningradka'. Teiste mutantsete liinide puhul oli tera proteiinisalduse tõus väiksem. Koos proteiinisalduse tõusuga aga vähenes terasaak. Kõikide uuritud mutantsete liinide seast paistis silma mutant A-57, mille kolme aasta keskmine tera proteiinisaldus oli suurem kui teistel uuritud genotüüpidel (tabel 4).

Eesti oludes soovitatakse kvaliteedinäitajate poolest kasvatamiseks sorte 'Heta', 'Satu' ja 'Luja' (Küüts jt., 1992). Eestis sordivõrdlusesse võetud Rootsi ja Soome sortidel ning meie suvinisu mutantidega läbiviidud võrdluskatses Harkus 1992. aastal oli 'Heta' ja 'Satuga' tera proteiinisalduselt samal tasemel mutandid A-57, mis käesoleval ajal on riiklikus sordivõrdluses, 146-155-13 ja 146-155-84. Oluline on see, et A-57 on ka rahuldava saagikusega (tabel 1, joonis 2).

Kvaliteetseks suvinisuks peetakse nisu, mille proteiinisaldus on vähemalt 13 %, teraliimi sisaldus vähemalt 25 % ja langemisarv vahemikus 240...250 sek. (Küüts jt., 1992).

Terade kvaliteedi hindamiseks määrati veel terade mahukaal, niiskus, langemisarv, teraliimi kogus ja kvaliteedi grupp, kuiva teraliimi kogus, gluteenindeks ja klaasisus.

Lepajõe (1992) liigituse alusel peaks toidunisu klassidesse jaotuma alljärgnevalt:

I klass – kõva nisu (Eestis ei kasvatata)	
II klass – tugev nisu, teraliimi sisaldus üle 28 %	
III klass – nisu, mille teraliimisisaldus 24...28 %	
IV klass – " " " " 18...23 %	

Võttes aluseks selle liigituse, kuulusid analüüsitud 27 suvinisu mutandist 9 mutanti II klassi, 13 – III klassi ja 4 – IV klassi; talinisu 51-st analüüsitud sordist ja mutandist kuulusid 4 – II klassi, 3 – III klassi, 22 – IV klassi ja 22 – V klassi.

Võrreldes talinisuga paistis suvinisu silma kõrgema teraliimisisaldusega. Siiski esines ka talinisu puhul mutantseid liine, mille teraliimisisaldus ületas 25 %, ulatudes 33...34 %-ni.

Suvinisu mutant A-57 paistis silma teraliimisisalduselt nii 1991. a. (33 %) Harkus kui ka 1992. aastal (39 %) Võru sordikatsepunktis läbiviidud võrdluskatsetes. Veelgi suurem teraliimisisaldus oli Võru sordikatsepunktis mutandil S 7-14-12 – 46 % ning samal mutandil Viljandi katsepunktis – 36 % (tabel 5).

Tabelis 5 on toodud 1992. a. riiklikus sordivõrdluses olnud suvi- ja talinisu mutantsete liinide kvaliteedi andmed võrreldes standardsortidega (andmed saadud Riigi Seemne ja Sordi Inspeksioonist).

Mahumassilt, millest sõltub jahu väljatulek (Jaggo jt., 1992; Lepajõe, 1992) olid uuritud mutandid heal tasemel. Langemisarv, mis iseloomustab terade ensümaatilist aktiivsust, oli mutantidel kõrge. Optimaalne langemisarv on 200...300 sek. piires (Küüts jt., 1992). Mida väiksem on nisu langemisarv, seda kehvemad on nisu küpsetusomadused ning langemisarvu puhul alla 80 on nisu saiaaks kõlbmatu. Langemisarvu alla 100 sek. ei esinenud ühelgi analüüsitud proovil.

Teraliimi elastsust määrati aparaadiga IDK-I. Hea elastsusega teraliimi näitajaks on 45...75 tingühikut, rahuldava korral 20...40 või 80...100 tingühikut (Lepajõe, 1992). Tabelis toodud mutantide teraliim on rahuldava elastsusega ning ka ülejäänud uuritud suvinisumutantide puhul teraliimi elastsuse näitajad langesid 80...100 piiridesse, talinisu puhul oli see näitaja mõningatel juhtudel ka 45...75 tingühiku vahel.

Joonis 1. Suvinisu sortide ja mutantide tera proteiinisaldus 1990. ja 1992. a. (keskmine ja 95 % usalduspiirid) (1990. a. tulbad viirutatud)

Figure 1. Crude protein content of cultivars and mutant lines in 1990 and 1992 (mean and 95 % ranges of significance) (columns for 1990 are shaded)

Joonis 2. Keemilise mutageneesi meetodil saadud suvi- ja talinisu mutantsete liinide ja mõnede sortide tera proteiinisaldus

Figure 2. Crude protein content of mutant lines and cultivars of summer and winter wheat

Tabel 5

Mutantide ja sortide tera kvaliteet 1992. a. / Grain quality for cultivars and mutants in 1992

Sort, mutant Cultivar, mutant	Mahu- mass, g/l Nature, g/l	Niiskus, % Humidity, %	Langemis- arv, sek Falling number, sec	Teraliim / Gluten			Klaasi- sus, % Vitre- ousness %	
				%	kvaliteedi- klass quality group	elastsus tingü. index		
Suvinisu / Spring wheat								
Võru katsepunkt / Võru experimental unit								
'Arkas'	770	15,6	267	29	II	95	-	49
A-57	792	12,3	396	39	II	87	-	50
146-155-158	745	12,4	377	35	II	92	-	49
S 7-4-12	775	12,5	328	46	II	91	-	50
Viljandi katsepunkt / Viljandi experimental unit								
146-155-58	779	13,4	390	30	II	90	15	48
S 7-4-12	796	13,8	374	36	II	100	20	50
Talinisu / Winter wheat								
Pärnu katsepunkt / Pärnu experimental unit								
'Mironovskaja 808'	802	14,5	312	17	-	-	98	48
'Holme'	806	14,3	284	13	-	-	99	39
St 5-15	787	15,2	277	14	-	-	100	42
St 6-11-32	798	14,8	255	15	-	-	78	43

Ka gluteenindeks iseloomustab jahu kvaliteet. Jahu gluteenindeksiga allpool 40 ei sobi saia küpsetamiseks. Optimaalseks gluteenindeksi väärtuseks loetakse 60...90 (Perten, 1989). Tabelis 5 toodud suvinisu näidistel on gluteenindeks madal, talinisu kõrge, teraliimisisalduselt aga on suvinisu parem kui talinisu. Nagu tabelist 6 on näha, ongi gluteenindeks negatiivses korrelatsioonis teraliimi sisaldusega. Kuna aga mõlemad näitajad on saiaküpsetusel olulise tähtsusega, tuleks kollektioonidest otsida vorme, millel mõlemad näitajad rahuldavad saiaküpsetajaid.

Korrelatsioonanalüüsiga uuriti seoseid tera kvaliteedinäitajate ning saagi vahel. Analüüsiti 1990...1992. aastate tulemusi järgmise skeemi järgi: 1) kolm aastat koos, 2) suvinisu 1990. a., 3) suvinisu 1991. a., 4) talinisu 1992. a.

Tabelis 6 on näitena toodud korrelatsioonmaatriks esimese juhu puhul.

Tabel 6

Korrelatsioonikordajad nisu tera kvaliteedinäitajate vahel 1990...1992. a. andmete põhjal
Correlation coefficients for grain quality characteristics (data of 1990...1992 studies)

Tunnused Features examined	Korrelatsioonikordajad Coefficients of correlations				
	1	2	3	4	5
1. Proteiinisaldus, % / Grain protein content, %					
2. Teraliim, % / Gluten, %	0,653				
3. Kuiv kleepaine, % / Dry gluten, %	0,666	0,978			
4. Gluteenindeks, % / Gluten index, %	-0,338	-0,549	-0,578		
5. Klaasisus, % / Vitreousness, %	0,305	0,368	0,352	-0,147	
6. Saak, ts/ha / Grain yield, ts/ha	-0,561	-0,710	-0,723	0,733	-0,450

Märkus: n=78; seos on oluline, kui $r \geq \pm 0,219$

Footnote: n=78; correlation is significant, if $r \geq \pm 0,219$

Analüüsidest neid tulemusi võib väita, et saagi ja enamiku määratud kvaliteedinäitajate vahel on statistiliselt usaldusväärne negatiivne korrelatsioon. See on ka mõistetav, kuna tabelis toodud kvaliteedinäitajad on seotud proteiinisaldusega, mis aga on saagiga negatiivses korrelatsioonis. Erandiks on saagiga positiivses korrelatsioonis olev gluteenindeks, mis on aga proteiinisaldusega seotud näitajatega negatiivses korrelatsioonis ning millele on ka varem tähelepanu pööratud (Perten, 1990). Teised tunnused on omavahel statistiliselt usaldusväärse positiivses korrelatsioonis. Pilt võib muutuda, kui katsete arv (n) on väiksem. Nii leiti 1990. aasta suvinisu katseandmete analüüsi tulemusena, et statistiliselt usaldusväärne positiivne korrelatsioon esineb ainult teraliimi sisalduse ja kuiva kleepaine sisalduse vahel ($r=0,937$), teiste näitajate puhul statistiliselt usaldusväärseid seoseid ei saadud.

1991. aasta suvinisu andmete analüüsil võis näha sarnast pilti 1990. aasta ja kogupildiga, kuid tera proteiinisalduse ja saagi vaheline korrelatsioon oli positiivne ($r=0,409$), kuigi statistiliselt mitteusaldusväärne, mille puhul ($P=0,05$) peaks r olema 0,553.

1991. aasta korrelatsioonanalüüsi ($n=21$) pilt ei erinenud üldisest, kõik seosed olid samasuunalised ja statistiliselt usaldusväärsed nagu kolme aasta andmete üldistatud tulemused.

Ka 1992. aasta talinisu saagi ($n=30$) analüüsil oli pilt sarnane üldjuhuga. Tulemused näitasid, et mida suurem oli uuritud materjali hulk, seda paremini olid katseandmed kooskõlas.

Kokkuvõttes võib öelda, et kohalikes tingimustes saadud nisu kollektsioonide uurimisel võib leida vorme, mis on hästi adapteerunud, hea saagikuse ja terakvaliteediga. Korrelatsioonanalüüsi tulemused kinnitasid, et produktiivsete vormide otsimisel tuleks lähtuda taimede produktiivvõrsete arvust ja terade massist taime kohta. Et saada aga optimaalne proteiini saak, tuleks otsida mutante, mille saagi ja proteiinisaldusevaheline korrelatsioon on positiivne.

EBI mutantide kollektsioonist produktiivsuse ja kvaliteedi uuringute põhjal on antud riiklikku sordivõrdlusesse 2 tali- ja 3 suvinisu mutantset liini, millest suvinisu A-57 pälvib tähelepanu kui vorm, millel hea kvaliteet on ühenduses ka hea produktiivsusega.

TÄNUAVALDUS

Autor avaldab tänu EBI teadusinformatsiooni osakonna juhataja Ü. Vaherile andmete variatsioonstatistilise analüüsi eest ning Riigi Viljasalve Uurimiskeskuse juhatajale M. Nõgesele ning van. insener T. Kondile nisuproovide analüüsimise eest.

KIRJANDUS

- Ameerikas, M. Peame taas toidunisu kasvatama. - Põllumajandus, nr. 6, lk. 14, 1990.
- Aulas, L., Rand, L. Millised teraviljasordid sõelale jäid. - Sotsialistlik Põllumajandus, nr. 5, lk. 10...12, 1982.
- Aulas, L., Rand, L. Teraviljasordid tootmispõldudel. - Sotsialistlik Põllumajandus, nr. 3, lk. 8...9, 1985.
- Aulas, L., Rand, L. Teraviljasordid 1988. a. põuas ja poris. - Sotsialistlik Põllumajandus, nr. 5, lk. 7...8, 1989.
- Croy, L. I., Hageman, R. H. Relationship of nitrate reductase activity to grain protein production in wheat. - Crop Sci., vol. 10, No. 3, p. 280...285, 1970.

- Jaggo, E., Kriisa, R., Nõges, M., Kүүts, H. Teravilja kokkuostu tingimused. - Põllumajandus, nr. 8/9, lk. 12...13, 1992.
- Kaul, A. K. Mutation breeding and crop protein improvement. - In: Nucl. Techn. for Seed Protein Improv. Proc. of FAO. - Vienna, p. 1...107, 1973.
- Kүүts, H., Nõges, M., Loigu, R. Toidunisust ja sortidest. - Põllumajandus, nr. 3, lk. 2...4, 1992.
- Lepajõe, J. Toiduteravilja probleemist Eestis. - Agraarteadus, III, nr. 3, lk. 154...167, 1992.
- Perten, H. Gluten index - a rapid method for measuring wet gluten characteristics. - Proc. of the ICC 1989 Symp. Wheat-End-Use Properties, p. 411...423, 1989.
- Priilinn jt.: Прийлинн О., Шнайдер Т., Пеуша Х., Тохвер М. Генетические особенности сортов и индуцированных мутантов мягкой пшеницы. Таллинн, 1988. - 299 с.
- Priilinn, O., Enno, T., Peuša, H., Tohver, M. Nisu genoomi rekonstrueerimise teed ja meetodid. - Agraarteadus, III, nr. 1-2, lk. 34...45, 1992.
- Teesalu, L. Nakkame taas saiavilja kasvatama. - Põllumajandus, nr. 8/9, lk. 30...32, 1991.
- Tohver: Тохвер М., Тохвер А. Изучение активности нитратредуктазы и содержания азота в проростках и листьях низко- и высокобелковых сортов и мутантов яровой пшеницы. - Изв. АН ЭССР, Биол., т. 34, N 4, с. 311...315, 1985.
- Tsap, Leontšik: Цап М. Л., Леончик О. А. Определение аммонийного азота в агрохимических объектах методом биамперометрического титрования без отгонки аммиака по Кьельдалю. - Агрохимия, N II, с. 114...129, 1968.
- Urbah: Урбах В.Ю. Математическая статистика для биологов и медиков. - Москва, 1963. - 323 с.

ANALYSIS OF PRODUCTIVITY AND QUALITY IN CHEMICALLY INDUCED MUTANT WHEAT LINES

M. Tohver

Summary

In wheat breeding programmes major emphasis is usually given to factors that affect grain yield. Since wheat is an important source of vegetable protein for people and cattle, improving its feeding and bread-making quality is also important. The purpose is to obtain wheat cultivars with a minimum 13 % of grain protein and 25 % gluten, Falling Number 240...250 sec and grain yield potential 5...7 t/ha.

In this article 78 spring and winter mutant lines were tested for agronomic data and protein content and quality at Harku in the period of 1989...1992.

Mutants were tested for plant height, number of spikelets and number of grains per spikes, weight of seeds per ear and plant, weight of 1000 grains and total yield. Correlations between these data were estimated. The weight of grains per ear with the number of grains per ear ($r=0.744$), total yield with the weight of grains per plant ($r=0.874$) and with number of productive stems ($r=0.764$) were highly positively correlated. Significant negative correlation was found between weight of 1000 grains and number of grains per ear ($r=-0.539$) and number of productive stems ($r=-0.494$). For high total yield, of highest significance were the number of productive stems and weight of grains per plant.

The protein content in the dry matter varied from 9...15 % for spring and 8...12 % for winter wheat. A significantly negative correlation was obtained between yield and grain protein content ($r=-0.561$).

The quality tests showed a great variation in gluten quantity, dry gluten, gluten index and viterousness. There are significant negative correlations between protein content in grain and gluten index ($r=-0.338$), gluten quantity and gluten index ($r=-0.549$), total yield and gluten quantity ($r=-0.710$). A significant positive correlation was found between grain protein content and gluten quantity ($r=0.653$).

On the grounds of these experiments five mutant lines (three spring and two winter wheat) were provided for the state trials.

АНАЛИЗ ПРОДУКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА У ХИМИЧЕСКИ ИНДУЦИРОВАННЫХ МУТАНТНЫХ ЛИНИЙ ПШЕНИЦЫ

М. Тохвер

Резюме

В селекционных программах пшеницы обычно главное внимание уделяется факторам, определяющим урожайность. Так как пшеница является важнейшим источником растительного белка для человека и животных, улучшение ее питательного и хлебопекарного качества является важной задачей.

В программах селекции пшеницы поставлена задача получить сорта с содержанием белка в зерне не менее 13 % и сырой клейковины не менее 25 % с числом падения 240...250 сек и потенциалом урожайности 5...7 т/га.

В этой статье изложены результаты анализа продуктивности и качества 78 линий мутантов яровой и озимой пшеницы, выращенных в Харку в годы 1989...1992. Определяли высоту растений, число продуктивных стеблей, число колосков и зерен на колос, массу зерна на колос и растение, массу 1000 зерен и урожайность. Между этими показателями определили корреляционные связи. Статически достоверные положительные корреляции определили между массой зерна с колоса и числом зерен с колоса ($r=0,744$), между урожайностью и массой зерна с растения ($r=0,874$), между урожайностью и числом продуктивных стеблей ($r=0,764$). Достоверные отрицательные корреляции были найдены между массой 1000 зерен и числом зерен на колос ($r=-0,539$) и массой 1000 зерен и числом продуктивных стеблей ($r=-0,494$). Для получения высокого урожая оказались существенными число продуктивных стеблей и масса зерна с растения.

Содержание протеина в зерне у изученных мутантов варьировало в пределах 9...15 % у яровых и 8...12 % у озимых форм. Существенная отрицательная корреляция существует между урожайностью и содержанием протеина в зерне ($r=-0,561$).

Анализ качества показал большие различия между мутантными линиями в содержании сырой и сухой клейковины, глютеиновом индексе, числе падения и стекловидности. Достоверные отрицательные корреляции были обнаружены между содержанием протеина в зерне и глютеиновым индексом ($r=-0,338$), также между сырой клейковиной и глютеиновым индексом ($r=-0,549$), урожайностью сырой клейковины ($r=0,710$). Достоверная положительная корреляция найдена между содержанием протеина в зерне и содержанием сырой клейковины ($r=0,653$).

На основе этих экспериментов пять мутантных линий пшеницы (три яровых и два озимых) переданы в государственное сортоиспытание.