

Vasaras kviešu selekcijas materiāla novērtējums izmantojot tālzipētes datus

Agrinās paaudzes selekcijas posmā līniju novērtēšana ir laukietilpīga un darbietilpīga, kā arī ir iespējams subjektīvs vērtējums, kas var ietekmēt gala lēmuma pieņemšanu par līniju atlasīti. Tādēļ ir ļoti būtiski rast veidu, kā šo procesu paātrināt. To iespējams izdarīt izmantojot tālzipētes mērījumus, izmantojot bezpilota gaisa kuģus ar multispektrālajiem un RGB sensoriem.

Mans pētījuma mērķis ir noteikt efektīvākos veģetācijas indeksus (VI) graudu ražas, augu un vārpu skaita prognozēšanai agrīnajās vasaras kviešu paaudzes lauka izmēģinājumos, izmantojot bezpilota gaisa kuģi.

Lauka izmēģinājums tika ierīkots Stendes pētniecības centrā 2025. gadā. Izmēģinājumā iekļāva 17 vasaras kviešu selekcijas līnijas no 3 krustojuma kombinācijām, 6 vecākaugu šķirnes un standartšķirni Arabella.

Tika salīdzinātas dažādas izsējas normas. Pirmais sējas variants ir ar aprēķināto izsējas normu ar 500 dīgtpējīgām sēklām uz m². Otrais – fiksētā izsējas norma – 40 sēklas rindā.

Lidojumi, izmantojot Matricu 300 RTK ar multispektrālo kameru Sentera, veikti kopumā septiņas reizes veģetācijas periodā (1. tabula). Lidojuma augstums bija 20 m, rezultātā attēla izšķirtspēja bija 0.57 cm / pikseli.

1. tabula

Lidojumu misiju datumi un augu attīstības etapi veģetācijas perioda laikā

Lidojuma Nr.	Datums	Augu attīstības etaps
1	13.05.2025.	AE 12 - 15 Lapu attīstība
2	26.05.2025.	AE 22 - 25 Cerošana
3	10.06.2025.	AE 30 - 32 Stiebrošanas sākums
4	23.06.2025.	AE 41 - 43 Karoglapas maksts piebriešanas sākums
5	09.07.2025	AE 63 - 65 Ziedēšanas vidus
6	22.07.2025	AE 71 - 75 Piengatavības sākums
7	28.07.2025	AE 77 - 80 Vēlā piengatavība

Pirms datu analīzes uzsākšanas tika veikta literatūras izpēte, apkopojot izmantotos veģetācijas indeksus, kas izmantoti ražas prognozēšanai kviešiem. Analīzei izmantot 7 RGB un 9 multispektrālie veģetācijas indeksi (2. tabula).

2. tabula

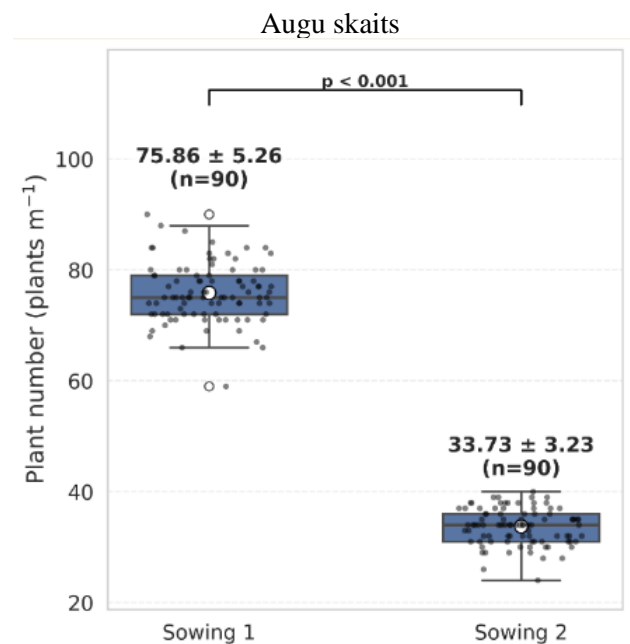
Pētījumā izmantotie RGB un multispektrālie veģetācijas indeksi

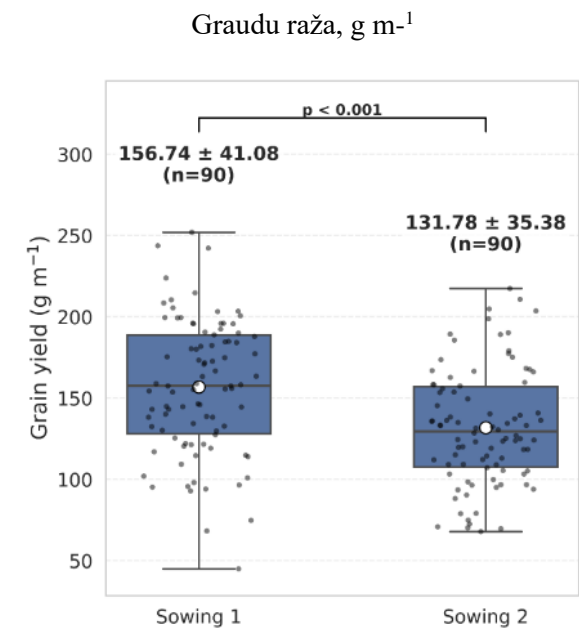
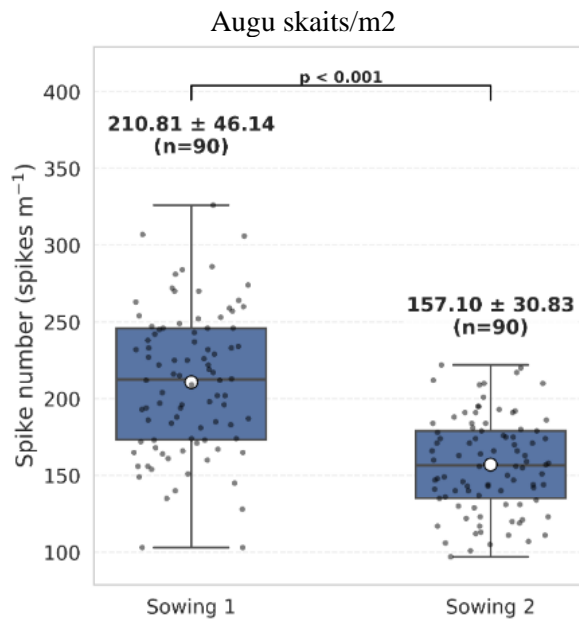
<i>RGB veģetācijas indeksi</i>	<i>Multispektrālie veģetācijas indeksi</i>
VARI Redzamais atmosfēriski noturīgais indekss/Visible atmospherically resistant index	NDVI Normalizētu atšķirību veģetācijas indekss/Normalized Difference Vegetation Index
ExR Pārmērīgā sarkanā veģetācijas indekss/Excess red vegetation index	NDRE Normalizētu sarkanās malas atšķirību indekss/Normalized Difference Red Edge Index
ExG Pārmērīgā zaļā indekss/Excess Green Index	GNDVI Zaļais Normalizētu atšķirību veģetācijas indekss/
ExGR Pārmērīgā zaļā mīnus pārmērīgā sarkanā indekss/Excess green minus excess red index	Green NDVI
RGBVI RGB veģetācijas indekss/RGB Vegetation Index	RVI Attiecības veģetācijas indekss/Ratio vegetation index

<p>GLI Zaļo lapu indekss /Green Leaf Index NGRDI Normalizētais zaļās–sarkanās starpības indekss/Normalized green – red difference index</p>	<p>EVI2 Divu joslu uzlabotais veģetācijas indekss / Two - band Enhanced Vegetation Index MSR Modificētais vienkāršās attiecības sarkanās malas indekss / Modified simple ratio red - edge MSAVI Modificētais augsnes koriģētais veģetācijas indekss/ Modified Soil - Adjusted Vegetation Index SIPI Struktūrjutības neatkarīgais pigmentu indekss/Structure insensitive pigment index RDVI Renormalizētu atšķirību veģetācijas indekss/ Renormalize Difference vegetation index</p>
--	---

Tā kā indeksu aprēķinam tiek izmantotas vienas un tās pašas reflektances vērtības, tad bija nepieciešams veikt šo indeksu multikolinearitātes pārbaudi, nosakot to savstarpējo korelāciju. Izvēlējies indeksus, kuri savstarpēji nekorelēja. Starp izsējas variantiem ir novērojama pavisam nedaudz atšķirīga pieeja indeksu atlasē.

Analīzē fokusējās uz izmantoto agronomisko pazīmju atšķirībām starp izvēlētajiem sējas variantiem. Konstatēts, ka būtiski augstāki rādītāji ir pirmajā sējas variantā analizētajiem vasaras kviešu genotipiem (1. att.).





1. att. Augu skaita, vārpu skaita/m² un graudu ražas variācija divos sējas variantos un to salīdzinājums

Tomēr tā kā ražas pieaugums nav proporcionāls augu skaita pieaugumam, tad ir iespējama konkurence starp augiem lielākā augu biežībā.

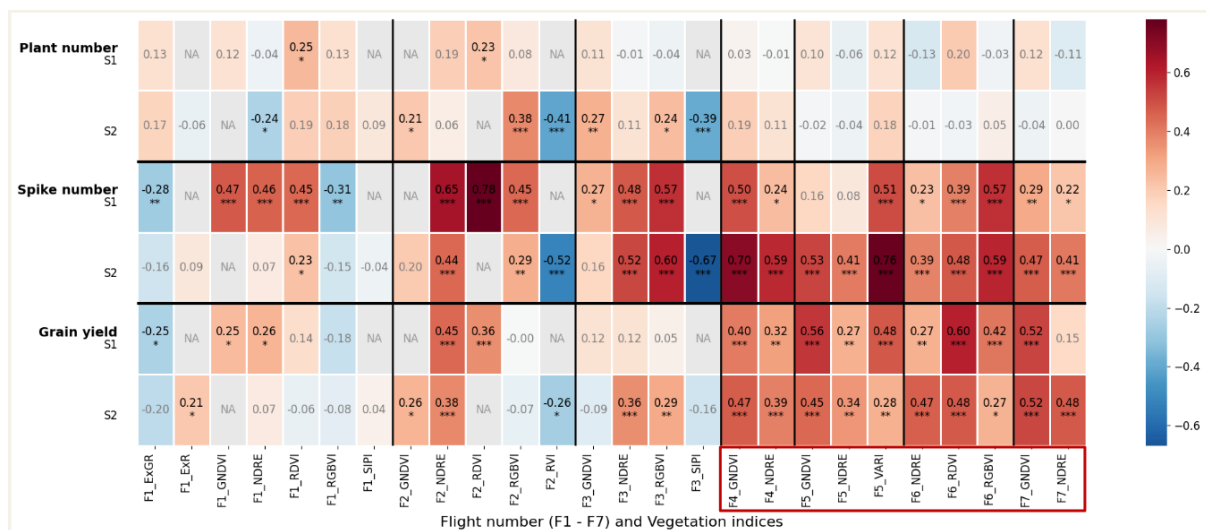
3. tabulā ir redzamas korelatīvās sakarības ražai ar vārpu un augu skaitu abiem sējas variantiem. Ražai ar vārpu skaitu novērojama vidēji stipra korelācija abiem sējas variantiem, pēc kā var secināt, ka vārpu skaits ir nozīmīgāks ražas noteicējs nekā augu skaits.

3. tabula

Korelatīvās sakarības ražai ar vārpu un augu skaitu abiem sējas variantiem

Sējas variants	r (ražā/augu skaits)	r (ražā/vārpu skaits)
500 dīgtspējīgas sēklas uz m ²	0.309***	0.517***
Fiksēta izsējas norma ar 40 sēklām rindā	0.198***	0.404***

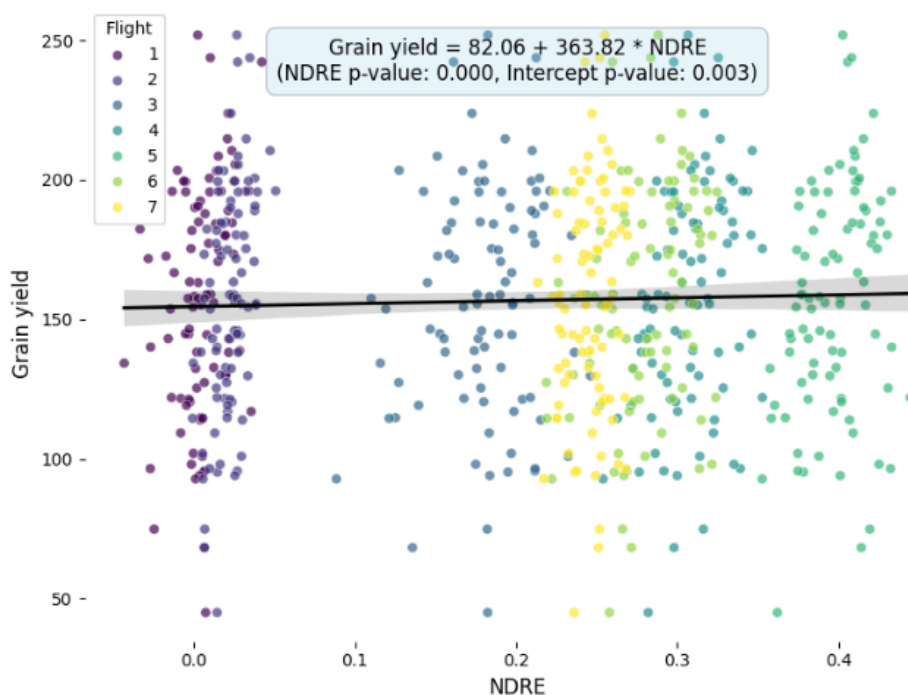
4. attēlā redzamas korelācijas sakarības starp veģētācijas indeksiem un augu skaitu, vārpu skaitu un graudu ražu divos sējas variantos dažādos augu attīstības etapos.



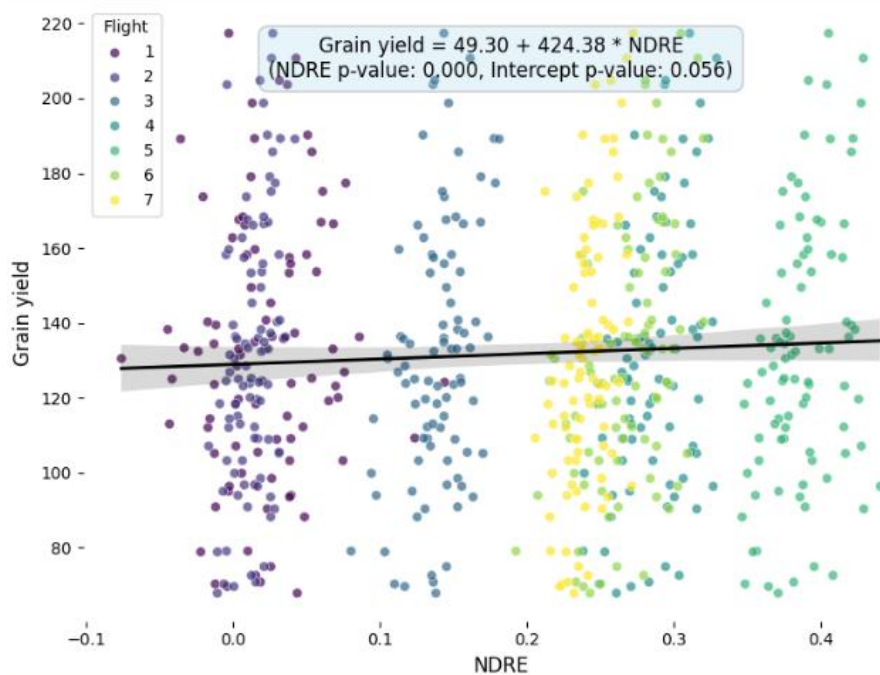
4. att. Korelācijas sakarības starp veģētācijas indeksiem un augu skaitu, vārpu skaitu un graudu ražu divos sējas variantos dažādos augu attīstības etapos.

Iegūtie dati liecina, ka korelācija ar augu skaitu ir statistiski vāja. Savukārt vārpu skaits uzrāda ciešu un pozitīvu korelāciju, īpaši sezonas vidū un noslēgumā (2. attēls).

1. sējas variants - izsējas norma ar 500 dīgtspējīgām sēklām uz m²



2. sējas variants - fiksētā izsējas norma ar 40 sēklām rindā



2. attēls. NDRE un graudu ražas sakarība dažādos BGK lidojumos un sējas variantos:

- 1) 1. sējas variants - izsējas norma ar 500 dīgtspējīgām sēklām uz m²;
- 2) 2. sējas variants - fiksētā izsējas norma ar 40 sēklām rindā

Graudu ražas prognozēšanai visaugstākā precizitāte novērojama vēlīnajos augu attīstības etapas, kad veģetācijas indeksi vispilnīgāk atspoguļo uzkrāto biomasu.

4. tabula. NDRE korelatīvās sakarības ar graudu ražu dažādos BGK lidojumos un sējas variantos

NDRE (lidojums)	1. sējas variants - izsējas norma ar 500 dīgtspējīgām sēklām uz m ²			2. sējas variants - fiksētā izsējas norma ar 40 sēklām rindā		
	r	p vērtība		r	p vērtība	
NDRE (1)	0.26	0.013067	*	0.07	0.500196	ns
NDRE (2)	0.45	0.000010	***	0.38	0.000245	***
NDRE (3)	0.12	0.276835	ns	0.36	0.000462	***
NDRE (4)	0.32	0.002358	**	0.39	0.000143	***
NDRE (5)	0.27	0.008935	**	0.34	0.001002	**
NDRE (6)	0.27	0.008788	**	0.47	0.000004	***
NDRE (7)	0.15	0.14579	ns	0.48	0.000002	***

NDRE - Normalized Difference Red Edge Index ; r – Pīrsona korelācijas koeficients; ***p<0.001; **p<0.01; *p<0.05; ns – nav statistiski nozīmīgs .

Secinājumi:

- Sējas variants būtiski ietekmēja augu skaitu, vārpu skaitu un graudu ažu ($p < 0.001$). Pirmajā sējas variantā konstatēts lielāks augu un vārpu skaits, kā arī augstāka graudu raža nekā otrajā, kas norāda uz izvēlētajā sējas veida būtisko ietekmi uz ražas komponentēm .
- Spektrālie indeksi ciešākās korelācijas uzrādīja vēlākajos augu attīstības tapos - no karoglapas maksts piebriešanas sākumā līdz vēlajai piengatavībai . Tas norāda uz graudu ražas prognozēšanu iespēju periodā, kad zelmeņa strukturālās atšķirības bija visizteiktākās .
- NDRE indekss visos analizētajos lidojumos un abos sējas variantos bija stabils un statistiski nozīmīgs graudu ražas prognozētājs .
- Abos sējas variantos visciešākās pozitīvās korelācijas ar graudu ražu konstatētas GNDVI, RDVI un RGBVI veģetācijas indeksiem.
- Ar bezpilotu gaisu kuģi iegūtie multispektrālie un RGB indeksi demonstrē augstu potenciālu ātrai, nedestruktīvu un praktiski izmantojamu datu ieguvei vasaras kviešu agrinās paaudzes līniju fenotipēšanā.

Atskaiti sagatavoja: Zaiga Jansone,
Andris Lapāns