

AUGSNES AGROĶĪMISKO RĀDĪTĀJU MODELIS MODEL OF SOILS AGROCHEMICAL PROPERTIES

A. Kārklīņš

LLU Augsnes un agroķīmijas katedra
Department of Soil Science and Agrochemistry, LUA

Abstract. Data analysis of the Latvia agricultural land agrochemical testing is reported in this paper. Data scope consists of information obtained from 67 928 individual mineral soil samples (OM<10 %) which were tested during 1979-1990. The soil is grouped in 7 groups accordingly to its pedological classification. The values of agrochemical properties (pH KCl, OM, H, S, T, V and exchangeable Ca, Mg and K) for each soil group were recorded during the study and soil parameter model was proposed. Mutual correlation of soil parameters was calculated to study their interference. The obtained data can be used for the interpretation of soil data and as basic information in modeling.

Key words: soil, agrochemical properties, modeling.

1. Ievads

Dabas procesu modelēšana gūst arvien plašāku pielietojumu gan veicot zinātniskos pētījumus, gan arī risinot tīri praktiskus jautājumus. Modelēšanas princips tiek pielietots daudzās sfērās, arī augu barošanās kontrolē un mēslošanas līdzekļu normu optimizācijā. Augsnes analīzes rezultātu izvērtēšana (interpretācija), mēslošanas normu pieskaņošana, ievērojot augšņu īpašības, ir dabas procesu modelēšanas piemēri. Modelēšanas objektivitāte un precizitāte vienmēr ir bijusi atkarīga no pieejamās informācijas kvantitātes un kvalitātes, kā arī no tās apstrādes un vispārināšanas pakāpes. Parasti šiem mērķiem kalpo izmēģinājumos uzkrātā informācija, kas tiek attiecināta uz kādu noteiktu situāciju pielietojuma sfērā. Taču arī plaša mēroga (liela novērojumu skaita) apsekošanas rezultāti var būtiski papildināt modelēšanas (rekomendāciju sistēmu) normatīvo bāzi.

Augsnes agroķīmisko īpašību datu bāze "AGRO" ir apjomīga informācijas krātuve, kurā uzkrāti dati, kas iegūti Latvijas lauksaimniecībā izmantojamo zemju agroķīmiskās apsekošanas gaitā. Lielais informācijas apjoms ļauj pētīt likumsakarības par dažādu augsnis agroķīmisko īpašību kopsaisti un izmaiņu tendencēm. Līdz šim galvenokārt datu bāze "AGRO" izmantota, lai statistiski parādītu noteiktas agroķīmisko īpašību vērtības augsnē: vidēji Latvijā, pa administratīvajiem rajoniem, izmaiņu dinamiku pa gadiem (skat. A. Skromanis, L. Reinfelds, R. Timbare. Latvijas augšņu agroķīmiskās īpašības 1959.-1990. gads u.c.). Taču līdz šim maz pētīta atsevišķu agroķīmisko īpašību kopsaiste, kas varētu būt noderīga augsnis auglības prognozē un modelēšanā.

Augsnes agroķīmiskās īpašības raksturojas ar dažādu dinamiskuma pakāpi, to iespējamām izmaiņām dabas procesu un cilvēka darbības rezultātā (augsnis kaļķošana, mēslošanas līdzekļu lietošana). Taču daļai šo īpašību ir samērā liela stabilitāte, kas ļauj netieši prognozēt to iespējamās vērtības bez speciālas analīzes veikšanas, ja zināmi tās ietekmējošie faktori. Tas ļauj operatīvāk pielietot augsni raksturojošo informāciju augsnis ielabošanas un mēslošanas līdzekļu lietošanas rekomendācijās, analīžu rezultātu interpretācijas sistēmās, dabas procesu modelēšanas programmās un citur, kā arī veikt šo programmu darbības loģikas kontroli.

Šajā publikācijā ietvertu datu matemātiskā apstrādē autoram palīdzību sniedza Latvijas Valsts Agrārās ekanomikas institūta darbinieki Anita Znutiņa un Herberts Kaušs.

2. Materiāls un metodes

Pētījumiem tika izmantoti augsnes analīžu rezultāti, kas 4. un 5. augšņu agroķīmiskās kartēšanas ciklos (1979.-1985. un 1985.-1990. gados) uzkrāti datu bāzē "AGRO". Informācijas kopums aptver to augsnes paraugu analīžu rezultātus, kuriem veikta padziļināta agroķīmiskā izpēte. Bez pamatrādītājiem (pH, organiskā viela, PK saturs) noteikts arī hidrolītiskais skābums (H), apmaiņas bāzu summa (S), kopējā katjonu summa augsnes adsorbcijas kompleksā (T), piesātinājuma pakāpe ar bāzēm (V), Ca un Mg saturs. Paraugi ņemti no augsnes aramkārtas (0-20 cm). Analīzes veiktas, izmantojot Latvijā agroķīmiskā izpētē lietotās standartmetodes.

Pētījumi veikti minerālaugsnēm, kuru organisko vielu saturs nepārsniedz 10 %. Augsnes tika iedalītas 7 nosacītās grupās, balstoties uz to līdzīgajām agroķīmiskajām īpašībām, nepieciešamiem iekultivēšanas pasākumiem, izmantošanu. Augšņu grupējums un novērojumu skaits parādīts 1. tabulā. Visās izdalītajās grupās augsnes granulometriskais sastāvs svārstījās no smilts (fizikālais māls <10 %) līdz mālam (fizikālais māls >51 %). Veicot datu atlasī no datu bāzes, tika atņemtas tās variāntes, kuras atradās ārpus triju standartnoviržu robežām kā nepiederošas dotajai ģenerālkopai.

1. tabula/Table 1

Augšņu grupējums Soil grouping

Grupa Group	Augsne Soil	Novērojumu apjoms Number of observations	
		skaits number	% no kopapjoma % from total
1	Velēnu karbonātu Sod-calcareuos	524	0.8
2	Velēnu podzolētās un velēnu podzolētās vāji glejotās Sod-podzolic and sod-podzolic light gleysolic	35829	52.7
3	Vidēji un stipri erodētās velēnu podzolētās un velēnu karbonātu Medium and strongly eroded sod-podzolic and sod-calcareous	1225	1.8
4	Velēnu karbonātu glejotās, velēnu gleja un glejotās Sod-calcareous gleysolic, sod-gleysolic, sod-gley	15166	22.3
5	Velēnu podzolētās gleja un glejotās Sod-podzolic gleysolic, sod-podzolic gley	12812	18.9
6	Pallieņu Alluvial	1502	2.2
7	Velēnu podzolētās trūdainās gleja un glejotās Humus-podzolic gleysolic and humus-podzolic gley	870	1.3
	Kopā pētītās augsnes Total investigated soils	67928	100

3. Rezultāti

Augsnes agroķīmisko īpašību rādītāji ir grupēti 5 vērtību kategorijās. Katras īpašības minimālās, maksimālās un vidējās vērtības sastāda novērojumu pamatkategorijas. Bez tam ir izdalītas vēl divas papildkategorijas: zem vidējās un virs vidējās agroķīmisko īpašību vērtības. Tās ir aritmētiski vidējie attiecīgi starp vidējo un minimālo, un vidējo un maksimālo agroķīmisko rādītāju vērtībām.

2. tabulā parādītas agroķīmisko īpašību iespējamās vērtības un to svārstību intervāls atbilstoši katrai augsnes grupai. Atšķirības starp izdalītajām augsnes grupām ir būtiskas, vērtējot tās pēc jebkura no

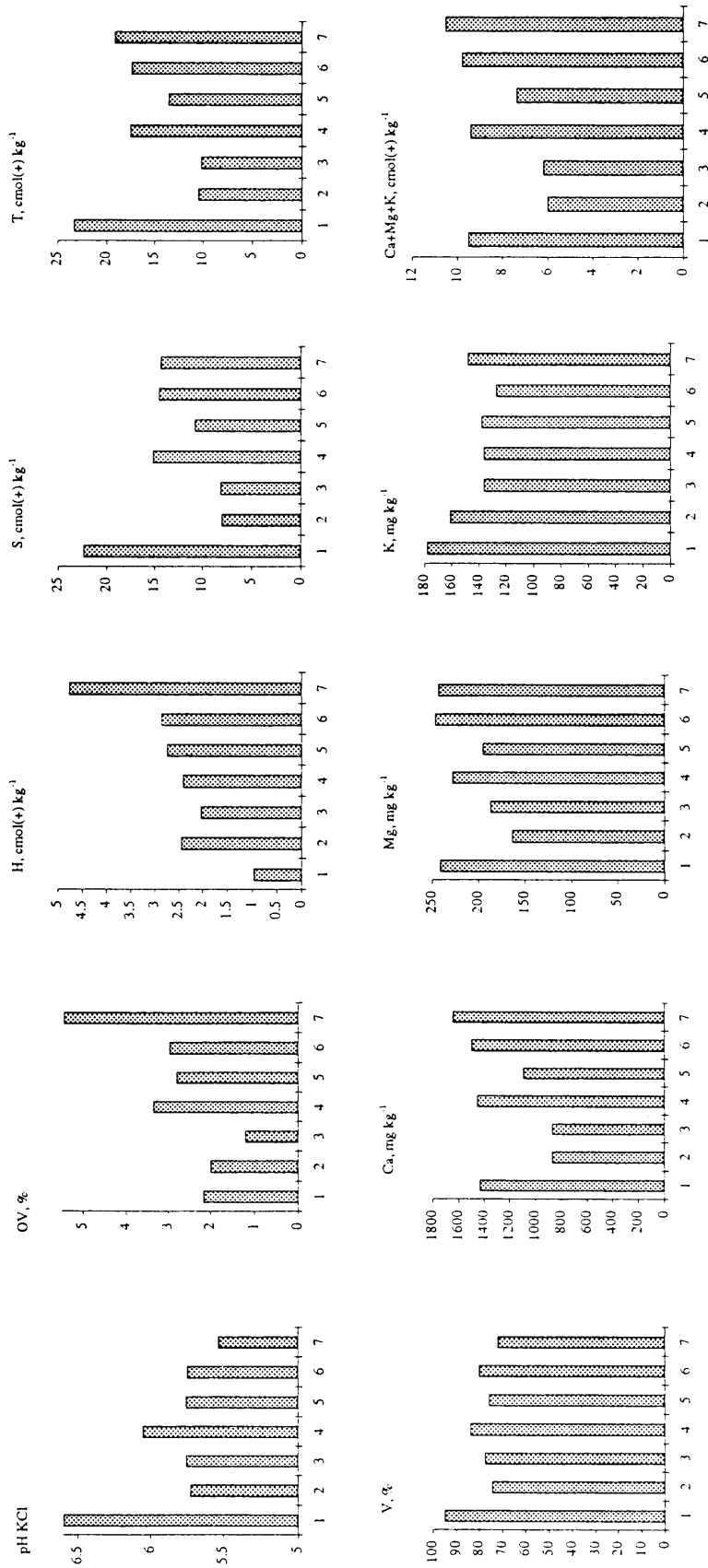
2. tabula/Table 2

Augsnes agroķīmisko īpašību modelis
Model of soil properties

Vērtību kategorija Range of values	pH KCl	OV, % OM, %	H	S	T	V, %		Ca	Mg mg kg ⁻¹	K	Ca+Mg+K cmol(+) kg ⁻¹
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Velēnu karbonātu Sod-calcareous											
Minimālā / Minimum	6.00	0.90	0.50	5.60	6.60	83.01	553	68	50	4.24	
Zem vidējās / Below average	6.30	1.53	0.73	13.96	14.94	88.81	993	154	114	6.87	
Vidējā / Average	6.59	2.16	0.96	22.32	23.28	94.61	1432	241	178	9.50	
Virs vidējās / Above average	7.10	3.12	1.56	36.06	37.19	96.81	2240	376	292	14.22	
Maksimālā / Maximum	7.60	4.08	2.17	49.80	51.10	99.00	3049	512	406	18.94	
Standartnovirze / STDV	0.36	0.64	0.40	10.45	10.30	3.87	539	90	76	3.14	
Velēnu podzolētās un velēnu podzolētās vāji glejotās Sod-podzolic and sod-podzolic light gleysolic											
Minimālā / Minimum	4.00	0.80	1.00	1.00	2.90	34.39	300	50	50	2.01	
Zem vidējās / Below average	4.86	1.40	1.72	4.49	6.65	54.34	583	106	105	4.01	
Vidējā / Average	5.72	1.99	2.43	7.97	10.41	74.28	867	163	161	6.00	
Virs vidējās / Above average	6.36	2.91	3.99	13.05	15.36	82.14	1412	276	281	9.31	
Maksimālā / Maximum	7.00	3.83	5.55	18.13	20.31	90.00	1958	390	401	12.61	
Standartnovirze / STDV	0.58	0.61	1.04	3.39	3.30	13.30	364	76	80	2.20	
Vidēji un stipri erodētās velēnu podzolētās, un velēnu karbonātu Medium and strongly eroded sod-podzolic, and sod-calcareous											
Minimālā / Minimum	4.00	0.50	0.80	1.00	2.60	36.23	300	50	30	2.25	
Zem vidējās / Below average	4.88	0.85	1.41	4.55	6.36	56.68	584	118	83	4.21	
Vidējā / Average	5.75	1.20	2.03	8.09	10.12	77.14	869	187	136	6.16	
Virs vidējās / Above average	6.63	1.35	3.44	13.62	15.11	86.07	1454	324	242	9.83	
Maksimālā / Maximum	7.50	1.50	4.86	19.14	20.11	95.00	2038	462	348	13.50	
Standartnovirze / STDV	0.65	0.24	0.94	3.68	3.33	13.64	390	92	71	2.44	

2. tabula /turpinājums/
Table 2 /continued/

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Velēnu karbonātu glejotās, velēnu gleja un glejotās Sod-calcareus gleysolic, sod-gleysolic, sod-gley										
Minimālā / Minimum	4.27	1.50	0.80	1.00	2.50	44.86	300	50	30	2.23
Zem vidējās / Below average	5.16	2.42	1.59	8.05	10.00	64.16	875	139	83	5.81
Vidējā / Average	6.05	3.34	2.39	15.10	17.49	83.47	1450	228	136	9.39
Virs vidējās / Above average	6.77	5.45	4.87	27.52	29.62	90.73	2510	406	255	15.64
Maksimālā / Maximum	7.50	7.57	7.35	39.94	41.75	98.00	3569	585	374	21.89
Standartnovirze / STDV	0.59	1.41	1.65	8.28	8.09	12.87	707	119	79	4.16
Velēnu podzolētās gleja un glejotās Sod-podzolic gleysolic, sod-podzolic gley										
Minimālā / Minimum	4.00	1.00	0.50	1.00	2.70	24.54	300	50	30	2.02
Zem vidējās / Below average	4.88	1.89	1.62	5.87	8.09	49.94	696	123	84	4.68
Vidējā / Average	5.75	2.78	2.73	10.74	13.47	75.34	1092	195	138	7.35
Virs vidējās / Above average	6.63	4.48	5.26	20.83	23.07	86.67	1942	357	256	12.49
Maksimālā / Maximum	7.50	6.17	7.78	30.92	32.66	98.00	2792	519	373	17.63
Standartnovirze / STDV	0.66	1.13	1.68	6.72	6.40	16.93	567	108	78	3.43
Aluviālās Alluvial										
Minimālā / Minimum	4.00	0.80	0.80	1.00	3.50	38.78	313	50	30	2.15
Zem vidējās / Below average	4.87	1.87	1.83	7.75	10.42	59.32	905	148	78	5.96
Vidējā / Average	5.74	2.95	2.85	14.49	17.34	79.85	1496	246	127	9.76
Virs vidējās / Above average	6.57	5.42	5.55	27.79	30.72	88.93	2766	441	238	17.28
Maksimālā / Maximum	7.40	7.90	8.26	41.09	44.09	98.00	4036	636	349	24.81
Standartnovirze / STDV	0.66	1.65	1.80	8.87	8.91	13.69	847	130	74	5.02
Velēnu podzolētās trūdainās gleja un glejotās Humus-podzolic gleysolic and humus-podzolic gley										
Minimālā / Minimum	4.10	2.00	0.80	1.00	3.70	20.00	300	50	30	2.39
Zem vidējās / Below average	4.82	3.72	2.77	7.67	11.39	45.85	969	146	89	6.44
Vidējā / Average	5.53	5.43	4.75	14.34	19.08	71.70	1638	243	148	10.48
Virs vidējās / Above average	6.37	7.72	9.35	27.22	31.77	84.85	2840	457	287	17.43
Maksimālā / Maximum	7.20	10.00	13.95	40.10	44.45	98.00	4041	671	426	24.37
Standartnovirze / STDV	0.64	2.03	3.07	8.59	8.46	17.30	801	143	93	4.63



1. att. Augsnes agroķīmisko rādītāju vidējās vērtības (augšņu grupu (1.-7.) apzīmējumus skat. 1. tab.).
 Fig. 1. Average values of soil agrochemical properties (designations for soil groups see Table 1).

uzrādītājiem agroķīmiskiem parametriem. Arī 1970-os un 1980-os gados Latvijā veiktie apjomīgie augsnes kalpošanas darbi (piemēram, 1985. gadā nokaļvoja 203.0 tūkst. ha izlietojot 1039.0 tūkst. tonnu kalpojamā materiāla) un augstā minerālmēsli lietošanas intensitāte (piem., 1985. g. vidēji uz 1 ha aramzemes pielietoja 375.2 kg NPK) nav spējuši izlīdzināt šos augsnes agroķīmiskos rādītājus. Tas liecina par augsnes bufersistēmas noturību un lielo nozīmi noteiktu agroķīmisko vērtību intervāla saglabāšanā. Augšņu agroķīmisko īpašību vidējo vērtību salīdzinājums dažādām augšņu grupām ir parādīts 1. attēlā.

Pētījumos, izmantojot daudzfaktoru korelācijas analīzi, tika skaidrots, vai pastrāv noteikta kopsakarība starp atsevišķiem augsnes agroķīmiskiem rādītājiem, kā arī augsnes granulometrisko sastāvu. 3. tabulā sakopotī rezultāti, kas iegūti apstrādājot informāciju par visām augšņu grupām kopā. Veicot datu analīzi atsevišķi pa izdalītajām augšņu grupām, pamatā iegūst līdzīgus rezultātus. Iegūtie rezultāti - r vērtības ir būtiski pie $\alpha=0.0001$ (ja nav norādīts citādi).

3. tabula/Table 3

Augsnes īpašību kopsakarība (korelācijas matrica - r vērtības)
Soil properties correlation - r value

Augšņu grupa Soil group	Parametrs Parameter	Parametrs Parameter						
		Gran. sast. Texture	pH	OV OM	H	S	T	V
Visas augsnes All soils	H	-0.07	-0.51	0.28	1.00	-0.20	0.01 ²⁾	-0.63
	S	0.18	0.44	0.54	-0.20	1.00	0.98	0.67
	T	0.17	0.34	0.61	0.01 ²⁾	0.98	1.00	0.55
	V	0.17	0.65	0.17	-0.63	0.67	0.55	1.00
	Ca	0.19	0.29	0.57	-0.07	0.67	0.67	0.43
	Mg	0.30	0.23	0.43	-0.05	0.51	0.51	0.37
	K	0.09	0.08	-0.05	-0.06	0.01 ¹⁾	-0.01 ³⁾	0.08
	Ca+Mg+K	0.24	0.30	0.58	-0.07	0.69	0.69	0.46

Piezīme: būtiskuma līmenis α - 1) 0.1370; 2) 0.0004; 3) 0.0416
 Notes: significance level

Augsnes apmaiņas Ca un Mg ir relatīvi cieša pozitīva saistība ar augsnes granulometrisku sastāvu, pH, organiskās vielas saturu, kā arī ar apmaiņas bāzu summu, piesātinājuma pakāpi ar bāzēm, kopējo apmaiņas katjonu daudzumu augsnē. Savukārt kustīgā kālija daudzums augsnē atkarīgs no citiem, šajos pētījumos neapskatītiem faktoriem. Samērā augsta (relatīvi) korelācija novērojama arī starp apmaiņas bāzu summu (arī kopējo katjonu daudzumu augsnē) un augsnes pH, kā arī organiskās vielas saturam un piesātinājuma pakāpei ar bāzēm ar pH.

Augstās r vērtības starp tādiem rādītājiem kā hidrolītiskais skābums (H), apmaiņas bāzu summa (S), kopējais katjonu daudzums augsnē (T), piesātinājuma pakāpe ar bāzēm (V) nevar viennozīmīgi vērtēt, jo starp šiem parametriem daļēji pastāv funkcionāla kopsakarība: viena parametra aprēķinā izmanto otra analītiski noteiktās vērtības.

4. Slēdziens

Augsnes agroķīmisko īpašību datu bāzē "AGRO" esošās informācijas apstrāde dod iespēju noskaidrot lauksaimniecībā izmantojamās zemes augšņu agroķīmisko īpašību vidējās vērtības, iespējamo vērtību intervālu un to savstarpējo kopsaisti. Tas ļauj izmantot šo informāciju kā normatīvo bāzi rekomendāciju sistēmās un dabas procesu modelēšanā.