

Variation i bygkærnens mineralstofindhold

Af H. F. LARSEN

Indledning

Til belysning af variationen i den kemiske sammensætning af kærne af en bygsort, dyrket under forskellige jordbunds-, klima- og gødskningsforhold, er der ved Statens Planteavls-Laboratorium i Lyngby i 1957-62 udført analyser af kærne af Bonusbyg udtaget af avlen fra de på statens forsøgsstationer gennemførte sortsforsøg med byg. Analyserne er udført på den agrikultur-kemiske afdeling, dog er nogle udført ved Statens Planteavls-Laboratorium i Vejle. Afdelingsbestyrer, lic.agro. K. DORPH PETERSEN har medvirket ved talmaterialets behandling.

De sortsforsøg, hvorfra heromhandlede materiale stammer, udføres i to afdelinger (to ved siden af hinanden liggende parcel-rækker). Den ene afdeling var gødet med den for jordbund m.v. normale kvælstofgødning (her benævnt normal N-gødning) og den anden med ca. 200 kg kalksalpeter pr. ha. ekstra (her benævnt ekstra N-gødning). Nærværende undersøgelse omfatter kærneprøver fra begge afdelinger, hvor disse findes.

Metoder

Analysearbejdet omfatter bestemmelse af total-kvælstof, fosfor, kalium, magnesium, calcium og natrium.

Total-Kvælstof er bestemt på sædvanlig måde efter Kjeldahls metode.

Fosfor er bestemt gravimetrisk efter Poulsens (8) modifikation af Lorenz metode, eller kolorimetrisk efter den af Benjaminsen og Jensen (2) beskrevne vanadatmolybdatmetode.

Kalium og natrium er bestemt flammefotometrisk.

Magnesium og calcium er bestemt ved EDTA-titrering efter udfældning af fosfor, aluminium og jern i henhold til Henriksen (4),

Tabel 1. De enkelte analyseresultater.
Kærne af Bonusbyg, indhold af forskellige mineralstoffer

	Normal N-gødning						Ekstra N-gødning					
	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1957	1958	1959	1960	1961	1962
Total-kvælstof, % N i tørstof												
Aakirkeby.....	1.73	1.53	1.80	1.62	1.62	1.66	—	—	2.02	—	1.77	1.88
Abed.....	1.56	2.12	2.31	2.20	1.74	1.84	2.02	—	—	—	—	—
Askov.....	1.75	1.66	2.18	1.99	1.57	1.86	2.31	1.75	2.34	2.08	1.83	2.03
Blangstedgaard	1.28	1.69	1.69	1.70	1.41	1.52	1.57	1.88	1.79	1.84	1.54	1.71
Borris.....	1.54	1.52	1.54	1.75	1.44	1.44	1.78	1.88	1.94	2.06	1.52	1.71
Højer.....	1.68	2.04	1.91	—	—	1.69	1.86	2.15	2.08	—	—	1.74
Jyndeved.....	1.73	1.84	2.17	2.08	1.63	1.64	2.40	2.63	2.26	2.51	2.09	1.83
Lundgaard....	—	—	2.45	1.70	1.44	1.25	—	—	2.67	2.24	1.73	1.46
Lyngby.....	1.29	1.54	1.59	1.73	1.29	1.84	2.25	1.87	1.81	1.78	1.32	—
Rønhave.....	—	—	1.62	1.54	1.38	1.66	—	—	1.94	1.83	1.43	1.81
Studsgaard....	1.45	1.58	2.03	1.50	1.21	1.13	1.92	2.09	2.41	1.94	1.36	1.42
Tylstrup.....	1.56	1.63	1.56	1.85	1.32	1.11	1.73	2.13	1.94	2.33	1.78	1.59
Tystofte.....	1.73	1.79	1.91	1.88	1.55	1.51	1.99	1.96	2.18	1.99	1.75	1.73
Ødum.....	1.47	1.68	1.65	1.63	1.71	1.93	1.83	1.98	1.79	1.94	1.39	1.86
Fosfor, % P i tørstof												
Aakirkeby.....	0.349	0.402	0.273	0.434	0.405	0.383	—	—	0.285	—	0.414	0.399
Abed.....	0.399	0.406	0.268	0.421	0.360	0.366	0.398	—	—	—	—	—
Askov.....	0.410	0.415	0.325	0.427	0.408	0.417	0.452	0.416	0.314	0.419	0.440	0.409
Blangstedgaard	0.343	0.402	0.265	0.367	0.358	0.339	0.352	0.403	0.255	0.359	0.333	0.344
Borris.....	0.368	0.386	0.369	0.425	0.388	0.326	0.347	0.396	0.382	0.447	0.390	0.338
Højer.....	0.438	0.450	0.441	—	—	0.339	0.433	0.450	0.444	—	—	0.341
Jyndeved.....	0.357	0.351	0.375	0.450	0.392	0.305	0.396	0.375	0.332	0.464	0.417	0.305
Lundgaard....	—	—	0.401	0.434	0.385	0.358	—	—	0.386	0.451	0.384	0.336
Lyngby.....	0.313	0.367	0.283	0.329	0.297	0.361	0.289	0.338	0.266	0.347	0.293	—
Rønhave.....	—	—	0.360	0.349	0.340	0.332	—	—	0.373	0.357	0.322	0.335
Studsgaard....	0.199	0.296	0.392	0.408	0.322	0.262	0.178	0.255	0.391	0.407	0.310	0.249
Tylstrup.....	0.298	0.308	0.267	0.349	0.307	0.251	0.282	0.327	0.260	0.364	0.300	0.280
Tystofte.....	0.326	0.338	0.265	0.355	0.314	0.306	0.295	0.362	0.251	0.328	0.310	0.318
Ødum.....	0.339	0.394	0.316	0.384	0.384	0.357	0.372	0.392	0.307	0.368	0.368	0.358

Tabel 1 fortsat

	Normal N-gødning						Ekstra N-gødning					
	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1957	1958	1959	1960	1961	1962
Kalium, % K i tørstof												
Aakirkeby.....	0.66	0.58	0.41	0.55	0.51	0.69	—	—	0.43	—	0.52	0.69
Abed.....	0.53	0.49	0.50	0.48	0.51	0.62	0.49	—	—	—	—	—
Askov.....	0.59	0.52	0.52	0.54	0.52	0.59	0.63	0.53	0.51	0.53	0.52	0.61
Blangstedgaard	0.50	0.49	0.41	0.51	0.50	0.53	0.51	0.49	0.44	0.50	0.46	0.54
Borris.....	0.54	0.52	0.57	0.57	0.50	0.53	0.55	0.52	0.58	0.59	0.51	0.53
Højer.....	0.63	0.60	0.57	—	—	0.63	0.63	0.62	0.53	—	—	0.63
Jynde vad.....	0.57	0.47	0.61	0.58	0.47	0.45	0.56	0.49	0.62	0.60	0.47	0.44
Lundgaard.....	—	—	0.69	0.60	0.45	0.51	—	—	0.63	0.61	0.46	0.53
Lyngby.....	0.52	0.50	0.48	0.53	0.42	0.63	0.53	0.50	0.47	0.56	0.42	—
Røn have.....	—	—	0.58	0.49	0.61	0.56	—	—	0.56	0.48	0.53	0.57
Studsgaard.....	0.48	0.45	0.55	0.53	0.50	0.47	0.49	0.43	0.51	0.54	0.49	0.47
Tylstrup.....	0.51	0.49	0.43	0.55	0.50	0.46	0.49	0.47	0.45	0.54	0.45	0.49
Tystofte.....	0.48	0.46	0.48	0.49	0.47	0.47	0.46	0.47	0.50	0.47	0.44	0.49
Ødum.....	0.58	0.54	0.48	0.54	0.53	0.59	0.61	0.54	0.48	0.52	0.51	0.60
Magnesium, % Mg i tørstof												
Aakirkeby.....	0.115	0.128	0.112	0.125	0.100	0.122	—	—	0.113	—	0.109	0.122
Abed.....	0.124	0.140	0.103	0.129	0.121	0.102	0.127	—	—	—	—	—
Askov.....	0.125	0.128	0.119	0.121	0.126	0.127	0.128	0.137	0.129	0.111	0.123	0.133
Blangstedgaard	0.115	0.130	0.103	0.110	0.101	0.124	0.113	0.138	0.107	0.118	0.114	0.112
Borris.....	0.115	0.129	0.125	0.108	0.123	0.106	0.112	0.121	0.109	0.115	0.120	0.105
Højer.....	0.127	0.142	0.131	—	—	0.113	0.128	0.140	0.137	—	—	0.108
Jynde vad.....	0.111	0.123	0.117	0.115	0.109	0.114	0.105	0.124	0.104	0.108	0.112	0.119
Lundgaard.....	—	—	0.118	0.121	0.124	0.102	—	—	0.113	0.107	0.120	0.114
Lyngby.....	0.110	0.125	0.104	0.105	0.108	0.112	0.114	0.128	0.108	0.119	0.107	—
Røn have.....	—	—	0.116	0.112	0.113	0.106	—	—	0.123	0.121	0.115	0.103
Studsgaard.....	0.086	0.110	0.125	0.112	0.097	0.078	0.081	0.107	0.126	0.106	0.097	0.079
Tylstrup.....	0.107	0.113	0.105	0.121	0.094	0.086	0.102	0.122	0.112	0.126	0.111	0.090
Tystofte.....	0.121	0.139	0.105	0.122	0.120	0.104	0.116	0.135	0.104	0.130	0.114	0.109
Ødum.....	0.113	0.129	0.117	0.106	0.121	0.102	0.111	0.129	0.112	0.123	0.102	0.099

Tabel 1 fortsat

	Normal N-gødning						Ekstra N-gødning					
	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1957	1958	1959	1960	1961	1962
Calcium, % Ca i tørstof												
Aakirkeby.....	0.042	0.045	0.047	0.042	0.060	0.054	—	—	0.057	—	0.060	0.061
Abed.....	0.056	0.054	0.050	0.045	0.073	0.067	0.055	—	—	—	—	—
Askov.....	0.055	0.044	0.047	0.044	0.051	0.067	0.053	0.084	0.044	0.048	0.057	0.065
Blangstedgaard	0.054	0.055	0.045	0.051	0.069	0.044	0.056	0.062	0.050	0.047	0.059	0.053
Borris.....	0.045	0.047	0.040	0.048	0.049	0.045	0.044	0.050	0.047	0.051	0.052	0.048
Højer.....	0.052	0.067	0.048	—	—	0.051	0.049	0.066	0.047	—	—	0.063
Jynde vad.....	0.048	0.044	0.046	0.048	0.056	0.049	0.053	0.049	0.047	0.065	0.057	0.053
Lundgaard....	—	—	0.049	0.046	0.045	0.052	—	—	0.052	0.056	0.047	0.062
Lyngby.....	0.054	0.054	0.052	0.064	0.055	0.064	0.052	0.058	0.052	0.052	0.058	—
Røn have.....	—	—	0.056	0.056	0.058	0.058	—	—	0.053	0.055	0.059	0.075
Studsgaard....	0.042	0.049	0.042	0.050	0.045	0.050	0.041	0.048	0.041	0.065	0.043	0.051
Tylstrup.....	0.040	0.050	0.042	0.049	0.042	0.050	0.043	0.052	0.046	0.059	0.043	0.053
Tystofte.....	0.048	0.049	0.049	0.053	0.049	0.051	0.046	0.048	0.049	0.046	0.051	0.059
Ødum.....	0.055	0.058	0.044	0.063	0.065	0.075	0.058	0.059	0.045	0.060	0.072	0.069
Natrium, % Na i tørstof												
Aakirkeby.....	0.023	0.018	0.011	0.012	0.003	0.015	—	—	0.013	—	0.005	0.012
Abed.....	0.018	0.028	0.045	0.014	0.026	0.013	0.026	—	—	—	—	—
Askov.....	0.018	0.016	0.015	0.013	0.010	0.012	0.028	0.014	0.017	0.012	0.012	0.012
Blangstedgaard	0.015	0.012	0.023	0.010	0.008	0.012	0.019	0.020	0.024	0.009	0.009	0.010
Borris.....	0.013	0.015	0.017	0.014	0.008	0.017	0.016	0.016	0.018	0.013	0.008	0.017
Højer.....	0.032	0.020	0.015	—	—	0.027	0.026	0.018	0.018	—	—	0.025
Jynde vad.....	0.011	0.010	0.011	0.013	0.012	0.017	0.011	0.014	0.014	0.010	0.010	0.020
Lundgaard....	—	—	0.017	0.013	0.008	0.012	—	—	0.018	0.012	0.008	0.012
Lyngby.....	0.009	0.013	0.012	0.013	0.007	0.010	0.009	0.013	0.013	0.016	0.008	—
Røn have.....	—	—	0.027	0.010	0.017	0.013	—	—	0.026	0.012	0.017	0.013
Studsgaard....	0.011	0.014	0.012	0.015	0.013	0.018	0.009	0.012	0.011	0.013	0.010	0.014
Tylstrup.....	0.013	0.017	0.016	0.015	0.008	0.011	0.014	0.021	0.023	0.014	0.008	0.009
Tystofte.....	0.018	0.016	0.028	0.015	0.017	0.011	0.023	0.015	0.033	0.014	0.021	0.013
Ødum.....	0.017	0.013	0.015	0.013	0.008	0.011	0.021	0.017	0.022	0.014	0.008	0.012

Calcium er derefter bestemt som calciumoksalat i henhold til Blasdales metodik som beskrevet i Saline and Alkali Soils (9), eller efter Poulsens modifikation af Chapmans metodik (8).

Resultater

Analyseresultaterne, der er angivet som pct. i tørstof, og som omfatter materialet fra 14 forsøgssteder er opført i tabel 1. Dog er der kun analyseresultater fra begge gødningstrin og alle 6 år på 8 forsøgsstationer. De efterfølgende beregninger omfatter derfor kun tilsvarende resultatsæt.

I tabel 2 er vist analyseresultaternes variation imellem de 8 forsøgssteder, der er anført foroven i tabellen. Tallene er gennemsnit for 6 forsøgsår og er med undtagelse af kvælstof gennemsnit for de to gødningstrin normal kvælstofgødning og ekstra kvælstofgødning.

Der er i de fleste tilfælde en betydelig variation mellem gennemsnitsresultaterne fra de 8 forsøgssteder og gennem de 6 år. Derimod giver inddelingen efter kvælstoftilførsel kun en tydelig forskel i kærnsens kvælstofindhold og en lille men sikker stigning i calciumindholdet.

For at se om disse variationer mellem gennemsnitstallene er statistisk sikre i forhold til enkeltresultaternes variation er der for hvert sæt analyser udført en variationsanalyse. Resultaterne heraf er anført i følgende:

Sikkerheden på variationen mellem			
	2 gødningstrin	8 steder	6 år
Total-kvælstof, N .	meget sikker	meget sikker	meget sikker
Fosfor, P.	usikker eller ingen	» »	» »
Kalium, K.	» » »	» »	næsten sikker
Magnesium, Mg. . .	» » »	» »	meget sikker
Calcium, Ca.	meget sikker	» »	» »
Natrium, Na.	usikker el. ingen	usikker el. ingen	» »

»Sikker« betyder, at der er under 5 pct. sandsynlighed for, at den foreliggende variation skyldes tilfældigheder. »Meget sikker« refererer på tilsvarende måde til under 1 pct. »Usikker eller ingen« angiver, at der er mere end 5 pct. sandsynlig¹ed for, at en eventuel variation skyldes tilfældighed.

Tabel 2. Indhold af mineralstoffer i byg dyrket på forskellige lokaliteter.

Mineralstof i pct. af kærnens tørstof

	Askov	Blangsted- gaard	Borris	Jynde- vad	Studs- gaard	Tylstrup	Tystofte	Ødum
Total-kvælstof, normal N	1.84	1.55	1.54	1.85	1.48	1.51	1.73	1.68
do. do. , ekstra N	2.06	1.72	1.82	2.29	1.86	1.92	1.93	1.80
Fosfor, P.	0.404	0.343	0.380	0.377	0.306	0.299	0.314	0.362
Kalium, K.	0.55	0.49	0.54	0.53	0.49	0.49	0.47	0.54
Magnesium, Mg.	0.126	0.115	0.116	0.113	0.100	0.107	0.118	0.114
Calcium, Ca.	0.052	0.054	0.047	0.051	0.047	0.047	0.050	0.061
Natrium, Na.	0.015	0.014	0.014	0.013	0.013	0.014	0.019	0.014

Tabel 3. Indhold af mineralstoffer i bygkærne i forskellige år (gens. af steder og kvælstofmængder) – og efter tilførsel af de 2 kvælstofmængder (gens. af steder og år)

	1957	1958	1959	1960	1961	1962	Normal- N-gødn.	Ekstra N-gødn.
Total-kvælstof, normal N	1.56	1.67	1.84	1.80	1.48	1.52	} 1.65	1.92
do. do. , ekstra N	1.94	2.04	2.08	2.09	1.66	1.74		
Fosfor, P.	0.332	0.364	0.317	0.395	0.359	0.323	0.348	0.348
Kalium, K.	0.53	0.49	0.51	0.54	0.49	0.52	0.51	0.51
Magnesium, Mg.	0.110	0.126	0.114	0.116	0.112	0.105	0.114	0.114
Calcium, Ca.	0.049	0.051	0.045	0.053	0.054	0.055	0.050	0.052
Natrium, Na.	0.016	0.015	0.019	0.013	0.011	0.014	0.014	0.015

Ekstra kvælstofgødning har medført en stigning i kærnens kvælstofindhold med 0,27 pct. kvælstof. De øvrige fire næringsstoffer forekommer med samme procentiske indhold ved de to kvælstoftrin. Endvidere er der en sikker forskel mellem kærne fra de 8 forsøgssteder med hensyn til indhold af de undersøgte stoffer undtagen natrium, hvor det højere indhold på Tystofte falder indenfor tilfældighedernes mulighed. Årsvariationen er sikker eller næsten sikker for alle 6 stoffer.

Til videre oplysning om variationen i de her behandlede 96 analyseresultater tjener følgende sammenstilling:

Tabel 4
pct. i tørstof

	gens.	lavest	højest	Standard- afvigelse	Variations- koefficient
Total-kvælstof. . . .	1.78	1.11	2.63	0.30	16.8
Fosfor.	0.348	0.178	0.464	0.057	16.5
Kalium.	0.51	0.41	0.63	0.049	9.5
Magnesium.	0.114	0.078	0.139	0.013	11.1
Calcium.	0.051	0.040	0.075	0.0075	14.8
Natrium.	0.014	0.008	0.033	0.0048	32.8

Da analyseresultaterne af de 6 stoffer tildels er af forskellig størrelsesorden giver variationskoefficienten som er lig med standardafvigelsen $\times 100$: gennemsnit et bekvemt sammenligningsgrundlag. Det fremgår af tallene, at med undtagelse af det lille natriumindhold, er de øvrige stoffers indhold ikke meget

Tabel 5. Byggens mineralstofindhold efter forskellige angivelser sammenlignet med resultaterne af nærværende undersøgelse. Pct i tørstof

	3 P. Chri- stensen 1927	6 Landbr. ordbog 1951	7 Mach & Herrmann 1934	1 Akademiet f. d. tek. vid. 1951	5 Danske afgrødeanal. 1939	Bonus- byg
Total-kvælstof, N .	1.84	1.70	1.74	1.29	1.55	1.78
Fosfor, P.	0.347	0.38	0.42	0.329	0.37	0.348
Kalium, K.	0.634	0.548	0.60	0.544	0.56	0.51
Magnesium, Mg. . .	0.090	0.127	0.145	—	—	0.114
Calcium, Ca.	0.095	0.071	0.062	0.059	—	0.051
Natrium, Na.	0.061	0.059	0.052	—	—	0.014

varierende, til trods for, at de 96 kærneprøver stammer fra 8 steder med jordtyper varierende fra sandjord til svær lerjord og fra 6 år med meget forskellige klimaforhold.

I tabel 5 er andre almindelig brugte resultater fra håndbøger og beretninger sammenlignet med de her fundne gennemsnitsresultater. Bortset fra Na-indholdet er de anførte analyseresultater af samme størrelsesorden.

Resumé

Nærværende undersøgelse viser, at indholdet af de omhandlede mineralstoffer i bygkerne varierer fra år til år på samme lokalitet, hvorfor en sådan variation væsentligt må skyldes klimaet. Endvidere er indholdet af det enkelte mineralstof afhængig af den lokalitet, hvor planterne har vokset, hvilket kan skyldes forskelligheder i såvel klima som i de mængder næringsstoffer, der er stillet til rådighed for planterne. At sidstnævnte kan spille en rolle fremgår af, at en beskeden ændring i kvælstoftilførselen har fremkaldt en ændring i kærnens indhold såvel af kvælstof som calcium. Med undtagelse af en variation i kvælstofindholdet er de fundne forskelle i indholdet af de forskellige mineralstoffer dog ikke særlig store.

LITTERATUR

1. Akademiet for de tekniske videnskaber. Beretning fra Gødningsudvalget. Undersøgelse af gødningens indflydelse på afgrødernes kemiske sammensætning, 1951.
2. *Benjaminsen, J.* og *Jensen, J.*: En kolorimetrisk metode til bestemmelse af fosforindholdet i planter, Tidsskr. f. Pl. 59, 96-105, 1955.
3. *Christensen, P.*: Danske landbrugsplanterers indhold af mineralstoffer, 1927.
4. *Henriksen, Aage*: Om bestemmelse af calcium, magnesium, kalium og natrium i plantemateriale. Tidsskr. f. Pl. 64, 530-52, 1960.
5. *Kristensen, R. K.*: Danske afgrødeanalyser. Tidsskr. f. Pl. 43, 830-80, 1939.
6. Landbrugets Ordbog, 1951, II, 435. (R. K. Kristensen).
7. *Mach, F.* og *Herrmann, R.*: Nährstoff- und Aschenanalysen von wirtschaftseigenen Futtermitteln. 48, 1934.
8. *Poulsen, J. Find*: Om metoder til bestemmelse af kali, fosforsyre og kalk. Tidsskr. f. Pl. 41, 459-86, 1936.
9. Saline and alkali soils, 143, 1954.