

## **Die Weiterentwicklung der Melioration der karbonatfreien Alkaliböden (Wiesen-Solonetzböden) durch Untergrundlockerung**

I. PRETTENHOFFER

*Landwirtschaftliche Versuchsanstalt für die südliche Tiefebene, Szeged, (Ungarn)*

Die Verbesserung der karbonatfreien (Szik) Böden in Versteppung befindliche, Wiesen-Solonetzböden mit Kalkung und Überschichtung mit kalkigen Unterböden und ihrer schwach alkalischen Varianten mit dem neuerdings ausgearbeiteten kombinierten (Kalk + Gips und Unterschichtung mit Schwarzerde) Verfahren ist in Ungarn in großbetrieblichem Maßstabe im Gange (PRETTENHOFFER [1, 2]). Im gegenwärtigen 5-Jahre-Plan ist die Verbesserung von rund 35 000 kj in Aussicht genommen. Trotz der guten Erfolge dieser Meliorationsmethode strebte die Forschung eine weitere Entwicklung derselben an. Die an den verschiedenen Untertypen und Varianten der kalkfreien Alkaliböden durchgeführten chemischen Untersuchungen haben ergeben, daß der Prozeß der Melioration — wenn auch langsam — zu den unteren tieferen Schichten allmählich vordringt (PRETTENHOFFER, [3]). Sie weisen auch darauf hin, daß durch Förderung des Vordringens des Verbesserungsprozesses in die Tiefe, durch Lockerung des Untergrundes der Vorgang beschleunigt werden kann und so durch Verteilung der fruchtbaren Krume der Alkaliböden, durch Verbesserung der Wasserverhältnisse und Begünstigung der Durchwurzelung die Erträge der verbesserten Szikböden noch weiter gesteigert werden können. Zur Auflockerung des Untergrundes konnte infolge der ungünstigen chemischen Zusammensetzung des Profils dieser Bodenart nur die Tiefbearbeitung ohne Umpflügen in Frage kommen. Nach den experimentellen Daten unserer diesbezüglichen Untergrundlockerungs-Modellversuche hatte die Auflockerung der unteren Schichten eine Verbesserung der Wasserhaltsverhältnisse gebracht, wodurch die Salzakkumulationsschicht wesentlich tiefer zu liegen kam [1, 2], und zwar mit Bodenverbesserung von 1,3% auf 0,2%, aber auch ohne Bodenverbesserung beträchtlich, nämlich auf 0,5%, zurückgegangen war. Dieser grundlegende Versuch war wegweisend für die Weiterentwicklung der Meliorationsarbeiten durch Untergrundlockerung der kalkfreien Alkaliböden.

Die Ergebnisse der an der Gruppe der besseren kalkfreien Szikböden, den *kalkfreien, nahezu neutralen Szikböden*, vier Jahre hindurch (1955—1959) mit dem deutschen einscharigen Untergrundlockerer »Cu 4« und anderen Untergrundlockerungspflügen durchgeführten zahlreichen Versuche zur Untergrundlockerung haben gezeigt, daß die Auflockerung der tiefen Schichten der Alkaliböden im allgemeinen die Ertragsergebnisse günstig beeinflusst. Die ertragsteigernde Wirkung der Unterbodenlockerung schwankte — in Abhängigkeit von der Szikbodenvariante, den Versuchspflanzen, der Witterung

und dem Jahre der Untergrundlockerung — zwischen 0—28% (PRETTENHOFFER und GRATZL [4]). Sowohl die chemischen, als auch die physikalischen Eigenschaften dieser Gruppe von Szikböden sind nicht so ungünstig, sodaß infolgedessen auch die Wirkung der Untergrundlockerung auf die Ernteerträge nicht so hochgradig ist, ja in gewissen Fällen sogar ausbleiben kann.

Bei der *kalkfreien, schwach alkalischen Gruppe* der Szikböden war — in Anbetracht der überaus ungünstigen chemischen und physikalischen Beschaffenheit des Unterbodens (hochgradiger Salzgehalt, ja oft sogar Sodagehalt, sehr kompakter B-Horizont) durch die Untergrundlockerung sowohl infolge Verbesserung des Wasserhaushaltes, als auch durch Auswaschen der Salze und Förderung der Durchwurzelung ein weitaus größerer Effekt zu erwarten. Bei dieser Szikbodengruppe ist in Dürre-Jahren ein nennenswerter Ertrag auch nach vorangegangener Bodenverbesserung nicht zu erreichen. So hat sich bei diesen Alkaliböden die Verbesserung der Untergrundverhältnisse als ein Kernproblem erwiesen.

Die Versuche begannen 1957 an den kalkfreien, schwach alkalischen Szikböden mit unterschiedlicher Untergrundbeschaffenheit jenseits der Theiß mit Lockerungsgeräten, und zwar größtenteils an mittelgroßen und zum geringeren Teil an kleinen Parzellen (PRETTENHOFFER, [5,6]). Bei diesen Böden handelt es sich nach der genetischen Klassifizierung um sulfat-bzw. sulfat-karbonathaltige Wiesenolonetzböden bzw. deren krustige oder mittlere Varianten, bei denen der Versteppungsprozeß schon eingesetzt hat. Gewöhnlich ist ihre Oberfläche bereits solodisiert (SZABOLCS und JASSÓ [7]). Wir haben 11 Untergrundlockerungsversuche angestellt, bei denen in der Mehrzahl die Lockerung mit deutschen einscharigen Untergrundlockerungsgeräten bei einem Abstand der Scharen von 60—70 cm und in Tiefen von 30, 40 und 50 cm bzw. nur rund 50 cm vorgenommen wurde. In zweien dieser Versuche erfolgte die Lockerung auf Kleinparzellen mit manueller Bearbeitung. In der Regel gingen wir so vor, daß — entsprechend der Alkalibodengruppe — die Melioration (Kalk + Gips) einheitlich vorgenommen wurde, nachdem zunächst die Auflockerung stattgefunden hatte. Ohne Bodenverbesserung ist nämlich auf diesen außergewöhnlich schlechten Szikböden eine Vegetation kaum zu erhalten, wodurch die Auswertung erschwert wird. Die Lockerung des Untergrundes vor der Bodenverbesserung ist das zweckmäßigste Verfahren. Wenn nämlich die Lockerung nach der Verbesserung stattfindet, so können wegen der starken Bindigkeit und der großen Trockenheit des Untergrundes stark salz- und sodahaltige Unterbodenschollen an die Oberfläche befördert werden, die die Struktur der verbesserten Krume beeinträchtigen.

Die Zusammenfassung der bei den 11 Freilandversuchen insgesamt 42 mal ermittelten Ernteerträge zeigt, daß die Wirkung der Untergrundlockerung je nach den verschiedenen Pflanzen der Fruchtfolge bei der maschinellen Lockerung der mittelgroßen Parzellen vorwiegend bis zu 50 cm Tiefe im Durchschnitt von 1—4 Jahren nach dem Eingriff 19,8% betrug (Tabelle 1). Bei den Kleinparzellen-Modellversuchen, wo die Lockerung eine optimale war, ergab sich eine wesentlich größere Effektivität der Untergrundlockerung, nämlich 50% (PRETTENHOFFER, [6]).

Bezüglich der Wirkung der verschieden tiefen Untergrundlockerung in den Versuchen an mittleren Parzellen ergab sich im Durchschnitt der vier Jahre bei 30 cm Lockerung ein Erfolg von 6,8%, bei 40 cm von 15,9% und bei 50 cm von 27,8%, das heißt ein progressiver Anstieg mit zunehmender Tiefe.

Tabelle 1.

**Wirkung der in verschiedenen Tiefen durchgeführten Untergrundlockerungen in Prozenten während 1—4 Jahre**

1) Jahr der Wirkung der Untergrundlockerung	2) Pflügen ohne Steuerplatte eca. 30 cm.	3) Tiefe der Untergrundlockerung in cm.				4) Mittelwerte der Untergrundlockerungen von 30—50 cm.
		30	40	50	60	
<i>A) Bei Versuchen mit mittelgroßen Parzellen</i>						
1 jährige Wirkung ..	∅ (1)	∅ (1)	24,0 (3)	31,9 (13)		18,6
2 jährige Wirkung ..	∅ (1)	10,5 (2)	10,0 (8)	24,5 (28)		15,0
3 jährige Wirkung ..	∅ (1)	10,0 (1)	30,0 (2)	23,6 (15)		21,2
4 jährige Wirkung ..	—	—	14,0 (1)	35,0 (9)		24,5
Mittelwerte der 1—4 jährigen Wirkungen	0	6,8	19,5	28,7		19,8
5 jährige Wirkung ..	—	—	—	9,0		9,0
<i>B) Kleinparzellen Versuche</i>						
1 jährige Wirkung						(4)
a) Zuckerrüben....		60,5	115,5	168,0	241,0	30—60 cm 146,2
2 jährige Wirkung						
b) Winterweizen ..		16,0	23,7	36,0	18,2	23,4
b) Winterweizen ..		42,0	60,5	87,5	104,0	73,5
3 jährige Wirkung						
c) Steinklee .....		0	3,0	3,0	38,5	11,1
a) Zuckerrüben....		14,5	44,5	58,0	59,5	44,0
4 jährige Wirkung						
c) Steinklee .....		0	11,5	11,5	0	5,7
Mittelwerte der 1—4 jährigen Wirkungen		22,1	43,1	60,6	76,8	50,6

Die in Klammanern befindlichen Ziffern geben die Zahl der durchgeführten Versuche an.

In den Kleinparzellen-Versuchen stieg die Wirkung bei Lockerungstiefen von 30—60 cm allmählich von 21,1 auf 76,8 %. Während der vergangenen vier Versuchsjahre hat sich an diesen Alkalibodenvarianten die Untergrundlockerung als nachhaltig erwiesen.

Versuche an verbesserten und unverbesserten Szikböden haben gezeigt, daß die ertragssteigernde Wirkung der Untergrundlockerung im Laufe mehrerer Jahre und im Durchschnitt zahlreicher Versuche annähernd gleich ist. Für die mittelgroßen Parzellen ergeben sich Werte von 29,1 und 25,2 und für die kleinen Parzellen von 26,7 und 26,2 Prozent. Es kam vor, daß in den einzelnen Versuchen in Jahren mit günstiger Witterung auf den meliorierten Szikböden — außer der augenfälligen Wirkung der Bodenverbesserung — ein

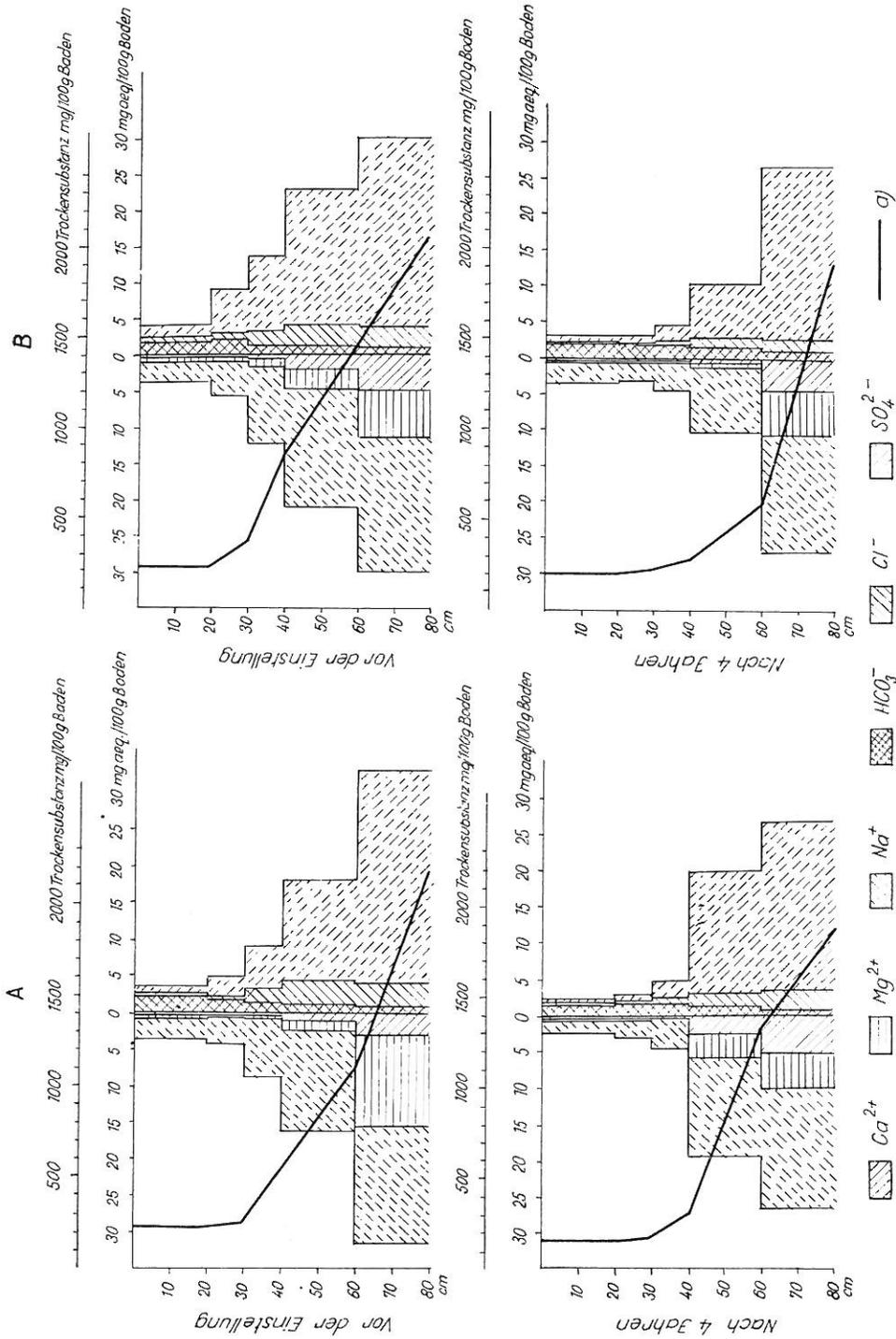


Abbildung 1.

Wasserauszugswerte der Profile der in verschiedenen Tiefen bearbeiteten Parzellen bei Kelemenzug (Versuch Nr. 14.) Karbonatfreie schwach alkalische Solonetzböden, Untergrund neutral salzhaltig. A: Grundpflügen (20 cm) ohne Verbesserung, B: Untergrundlockerung (50 cm) ohne Verbesserung. Obere Abbildungen vor der Einstellung, untere nach 4 Jahren. a) Trockensubstanz, in  $\text{mg}/100 \text{ g Boden}$

weiterer ertragssteigernder Effekt der Untergrundlockerung nicht zu verzeichnen war, gleichzeitig aber auch, daß bei unverbesserten Szikböden — insbesondere bei den schlechtesten Varianten — die Wirkung der Untergrundlockerung in Ermangelung eines befriedigenden Pflanzenbestandes ausblieb. Da aber bei diesen Alkaliböden als Tiefenbearbeitung einzig und allein die Untergrundlockerung in Frage kommt, unterstützt dies die Existenzberechtigung der Untergrundlockerung auch im Falle der unverbesserten Szikböden.

Die Wirkung der Untergrundlockerung auf den Ertrag der einzelnen Pflanzenarten kommt der gleich wie sie in Versuchen aus kalkfreien, nahezu naturalen Böden beobachten wurde [5]. Am niedrigsten ist sie bei den Getreidearten (20,9%), höher bei den Grünfütterpflanzen (25,5%) und am höchsten bei den Hackfrüchten (44,0%).

Die erörterten Versuchsergebnisse zeigen, daß bei dieser schlechtesten Variante der kalkfreien Alkaliböden die Untergrundlockerung von wesentlich größerer und nachhaltigerer Wirkung ist als bei den annähernd neutralen Böden. So kann die Untergrundlockerung, die bei den letzteren als eine ergänzende Maßnahme der Alkalibodenverbesserung gelten kann, bei den schwach alkalischen Szikböden als ein der Bodenverbesserung fast gleichwertiges und parallel dazu anwendbares Verfahren betrachtet werden.

An einem großen Teil der Bodenprofile unserer Versuchspartellen haben wir zur Ermittlung der sich in ihnen unter Einfluß der Untergrundlockerung abspielenden Veränderungen an Fixpunkten zu Versuchsbeginn und 2—4 Jahre darauf Proben entnommen und diese auf ihren Salzgehalt untersucht (PRETTENHOFFER [6]). Dabei stellte sich heraus, daß an jenen Varianten der kalklosen, schwach alkalischen Szikböden, wo der Untergrund stark salzig (neutral salzig) ist — wie wir es auch in früheren Untersuchungen beweisen konnten, — die der Bearbeitung unterzogen wurden bereits auch durch systematische Kultivierung an sich eine kontinuierliche Salzauslaugung festzustellen ist. So war z. B. im Versuch Nr. 14 — bei Kelemenzug — ohne Untergrundlockerung eine Salzauslaugung bis zu 40 cm, nach der Untergrundlockerung aber eine solche bis zu 60 cm Tiefe in den Profilen zu verzeichnen (Abb. 1). Mit gleichzeitiger Melioration werden nahezu ähnliche Ergebnisse erzielt. Die Bodenverbesserung hatte außer der infolge des Kationenaustausches eingetretenen Auslaugung des Salzüberschusses — gegenüber den verbesserten, untergrundgelockerten Äckern — eine weitaus größere Salzauslaugung veranlaßt. — Bei denjenigen kalkfreien, schwach alkalischen Szikböden, wo der nahe Untergrund sodahaltig, und daneben noch etwas neutral-salzig ist, war eine nennenswerte Salzelimination bisher nicht zu verzeichnen. Es wurde eher nur der im Anschluß an die Bodenverbesserung eingetretene Salzüberschuß nach 3—5 Jahren auf das ursprüngliche Niveau herabgesetzt.

Die durchgeführten Untersuchungen haben somit gezeigt, daß als Wirkung der Untergrundlockerung in den Profilen der im Untergrund stark salzigen, kalkfreien Alkaliböden radikale, günstige Veränderungen eingesetzt haben. Bei der infolge der Untergrundlockerung zustand gekommenen hochgradigen und anhaltenden Ertragssteigerung spielen die durch die Salzauswaschung im Profil hervorgerufenen chemischen Veränderungen unbedingt eine Rolle. In den Modellversuchen deutet die gegenüber der mechanischen Lockerung zu beobachtende hochgradige Auswaschung darauf hin, daß bei der Untergrundlockerung eine möglichst gründliche Auflockerung angestrebt werden muß.

Schon die Beobachtungen der Untergrundlockerungs- Versuche ließen im 1. Jahr erkennen, daß die Arbeit des Untergrundlockerers mit einem Pflüggkörper nicht ökonomisch ist, auch seine Auflockerungsleitung befriedigt nicht und bedarf der Vervollkommnung. Ich habe daher zur Anfertigung von Lockerungsmaschinen geraten, die für solche schwer zu bearbeitenden Szikböden bemessen sind und deren hängendes Messer sowohl in ihrer Entfernung voneinander als auch in ihrem Tiefgang regulierbar sind. Die Spezialisten der Bodenverbesserung-Unternehmen haben diese Einrichtung in einer am Traktor Sz. 100 aufmontierbaren Form konstruiert und fertiggestellt. Bei den bisherigen Untergrundlockerungsarbeiten — gewöhnlich an Alkaliböden — hat sich diese bei Lockerungen in 40—50 cm Tiefe mit drei Scharen gut bewährt. Eine noch tiefere Lockerung ist — nach unseren bisherigen experimentellen Beobachtungen gar nicht nötig. Gegenüber der Lockerung mit einscharigen Pflügen wird der Arbeitsgang mit dem dreikörperigen Gerät nicht unterbrochen, sondern kontinuierlich fortgesetzt und dabei eine Leistung von rund 1 kh/1,5<sup>h</sup> erreicht. Die Kosten der Untergrundlockerung betragen für das Unternehmen ebenfalls ungefähr 300.— Ft/kh. Von diesen Untergrundlockern wird — in Anbetracht der zusammenhängenden und intensiveren Lockerung und infolge der zustandekommenden günstigen chemischen und physikalischen Veränderungen — eine größere Ertragssteigerung zu erwarten sein.

#### Zusammenfassung

An den verschiedenen Varianten der kalkfreien, schwach alkalischen Szikböden (in Versteppung begriffene sulfat-, bzw. sulfat-karbonathaltige Wiesen-Solonetzböden) haben wir in Interesse der Weiterentwicklung der Wirkung der Szikbodenverbesserung vier Jahre hindurch Untergrundlockerungs-Dauerversuche durchgeführt. Dabei handelte es sich zum großen Teil um Versuche mit dem deutschen einkörperigen Untergrundlockerer (»C u 4«) an mittelgroßen Parzellen, und zum kleineren Teil um Modellversuche auf manuell bearbeiteten Kleinparzellen. Die Lockerung wurde in Tiefen von 30, 40, 50 und 60 cm vorgenommen. Nach den in 11 Versuchen insgesamt 42 mal ermittelten Ernterträgen ergaben sich für die Untergrundlockerung an mittelgroßen Parzellen (meistens bei 50 cm Tiefe) im Durchschnitt von 1—4 Jahren nach der Lockerung wesentlich bessere Resultate: 50,6%. Während der vierjährigen Dauerversuche hat an diesen Alkalibodentypen die Untergrundlockerung eine nachhaltige Wirkung gezeigt. Mit zunehmender Tiefe des Lockerungsvorganges nahm — bis zu den untersuchten Tiefen — auch die ertragssteigernde Wirkung der Untergrundlockerung zu. In den an unverbesserten und verbesserten Alkaliböden angestellten Versuchen war die Wirkung der Untergrundlockerung annähernd gleich groß. Von den verschiedenen Pflanzen der Fruchtfolge zeigten die Hackfrüchte nämlich (44%) die größte Wirkung, dann folgten die Grünfütterpflanzen (25,5%) und zuletzt die Getreidearten (20,9%). Nach den Ergebnissen der erwähnten Dauerversuche kann bei dieser Szikbodenvariante die Untergrundlockerung — bei gemeinsamer Anwendung mit der Alkalibodenverbesserung — als ein sehr erfolgreiches ertragssteigerndes Verfahren betrachtet werden.

Die an den Bodenprofilen der Versuchspartellen durchgeführten Untersuchungen des Salzhaushaltes ergaben, daß auf die Wirkung der Untergrundlockerung das Salzauslaugen nicht nur in den handbearbeiteten Modellparzellen, sondern auch bei den maschinell bearbeiteten größeren Parzellen nachweisbar war. — Auf Anraten des Verfassers wurde ein für diese Alkaliböden bemessenes, mehrschariges Untergrundlockerungsgerät mit Hängevorrichtung konstruiert und auch zur serienmäßigen Fabrikation angenommen. Seine Arbeit ist ökonomischer und läßt — in Anbetracht seiner kontinuierlichen Funktion — eine grössere Ertragssteigerung erwarten.

#### Literatur

- [1] PRETTENHOFFER, I.: Mésztelen szikések megjavítási módjai és eredményei. MTA Agrártud. Oszt. Közlem. II. 325—344. 1955.

- [2] PETTENHOFFER, E.: Methoden und Ergebnisse der Melioration von kalkfreien Alkaliböden. Kongress für Bodenkunde der Ungarischen Akademie der Wissenschaften. Budapest 1955.
- [3] PRETTENHOFFER, I.: Le progrès en profondeur de l'amélioration dans les profils des sols alcalins décalcifiés. VI.-e Congrès international de la science du sol. Paris. 1956.
- [4] PRETTENHOFFER, I. & GRATZL, D.: A tiszántúli szikeseken végzett altalajlazítási kísérletek eddigi eredményei (1955—59). I. Javított mésztelen semleges körüli szikesek. Agrokémia és Talajtan. **10.** 23—40. 1961.
- [5] PRETTENHOFFER, I.: Die bisherigen Ergebnisse der Untergrundlockerungsversuche an kalklosen Szik-(Alkali-)Böden (1955—1958). Tagungsberichte Nr. 28. Deutsche Akad. d. Landw. zu Berlin. 1960.
- [6] PRETTENHOFFER, I.: A tiszántúli szikeseken végzett altalajlazítási kísérletek eddigi eredményei (1957—61). II. Mésztelen gyengén lúgos szikesek, és III. Altalajlazítás hatása a mésztelen szikes sóösszetételére. Agrokémia és Talajtan **12.** 63—98. 1963.
- [7] SZABOLCS, I. és JASSÓ, F.: A magyar szikes talajok osztályozása. Agrokémia és Talajtan **8.** 281—300. 1959.

## Subsoiling as an Additional Development in the Amelioration of Noncarbonatic Alkali Solonetz Soils

I. PRETTENHOFFER

Institute for Agricultural Experiments in the Southern Part of the Great Hungarian Plain, Szeged (Hungary)

### Summary

Amelioration of noncarbonatic alkali („szik”) soils (sulphatic and sulfat-carbonatic meadow solonetz on the way towards steppification) by liming and by covering with calcareous subsoil is being practised on large farming scale in Hungary. So is the reclamation of the slightly basic variant of such soils by methods developed recently. In our model subsoiling experiments on such slightly basic noncarbonatic alkali soils the salt accumulation level has been found to be leached considerably downward. This finding opened up new vistas as to enhance the efficiency of amelioration by an additional subsoiling (i.e. loosening the subsoil). On the slightly basic variants of such alkali soils a number of continuous subsoiling experiments was being conducted for 4 years, mostly on plots of medium size, but in a lesser number also on small plots (model experiments). On the medium sized plots the subsoiling was mechanised, the Cu. 4. brand single blade German subsoil-cultivator being used, on the small plots it was effected by manual labour. The depth of subsoiling was 30, 40 — in the majority — 50 cm, on small plots also 60 cm. The yield increase owing to subsoiling, obtained in 11 experiments in the average of 42 weightings within 1 to 4 years, was 19.8% in the experiments on medium size plots and 50.6% in the model experiments on small plots, where the loosening of subsoil was of the highest possible perfection. During the 4 years of our experiment the effect of amelioration proved to be lasting.

As to the depth of subsoiling the yield increase on medium size plots in the average of 4 years was:

with subsoiling to	..... 30 cm	6.8%
„ „ „	..... 40 cm	19.5%
„ „ „	..... 50 cm	28.7%

On the small plots the yield increase was 21% to 70.8% in proportion to the depth of subsoiling. The best results obtained were those with root crops (44.3%), next came the fodder plants (25.5%) and cereals were the last (20.9%).

Numerous analyses concerning the circulation of salts in the profiles of the experimental plots have shown that on soil variants with strongly saline (neutral) subsoil the leaching down of salts owing to subsoiling was appreciable not only in the model experiments but also in the medium size plots subsoiled mechanically.

Our experiments conducted for 4 years have shown that the effect of subsoiling is larger and lasts longer on noncarbonatic slightly basic alkali soils than on variants

with fairly neutral reaction. On the former ones subsoiling is equivalent to chemical amelioration and ought to be applied parallel to the latter.

At author's suggestion a subsoil cultivator (subsoiler) with three working pieces (blades) able to cope with the hard resistance of alkali soils was constructed. The blades work together and render an uninterrupted, consistent loosening of the subsoil. So a greater increase of yield may be expected from its use than from that of a single blade subsoiler.

*Fig. 1.* Aqueous extract values of the profiles of plots laboured in different depths near Kelemenzug (Exp. No. 14). Moderately alkaline solonetz soils non carbonatic. Subsoil neutral, with salt contents. A: Basic ploughing (20 cm) without amelioration. B: Subsoil loosening (50 cm) without amelioration. Upper figure before treatment, lower figure after four years. a) Dry matter in mg/100 soil.

*Table 1.* The effectiveness of different depths of subsoiling in per cent, during 1—4 years. (1) The year of the effect of subsoiling. A) At middle-plot experiments. B) At small-plot experiments. a) Sugar-beet, b) Winter wheat, c) Melilot. (2) Ploughing without breastboard, about 30 cm. (3) Subsoilings depth. (4) The average of subsoiling to different depths (30—50 cm). The numbers in parentheses indicate the number of experiments.

## Le développement de l'amélioration des sols à alcalis non calcaire (solonetz) par sous-solage

I. PRETTENHOFFER

Institut d'Essais Agricoles du Sud de l'Alföld, Szeged (Hongrie)

### Résumé

Pendant 4 années l'auteur a conduit ces essais de sous-solage sur les variétés des sols à alcalis non calcaire légèrement alcalin (solonetz sulfatique de prairie en voie de transformation en sol de steppe et solonetz de prairie sulfato-carbonateu) au but du développement de l'amélioration de la terre. Les expériences sont installés essentiellement sur les parcelles de demi grande avec fouilleuse à un couteau (marque Cu 4 de fabrication allemande) et aussi les tentatives de modèle avec labour manuel. La profondeur du relâchement a été 30, 40, 50 et 60 cm. L'effet de sous-solage après 1—4 années de l'amélioration était en moyen 19,8% sur les parcelles demi grande (relâchement de 50 cm) dans 11 essais en 42 cas au fond des rendements. Dans les épreuves modèle l'effet est plus grand, 50,6%. Pendant 4 années d'expérience le sous-solage sur les types des sols à alcalis a été permanent. Avec l'augmentation de la profondeur de sous-solage l'effet de production s'élève par degré. L'action du sous-solage sur les sols à alcalis avec et sans l'amendement (chimique) est près identique. Au fond de l'alternance des cultures les sarcloires ont le plus grand rendement (44%), ensuite viennent les fourrages (25,5%) et puis les blés (20,9%). Au fond de ce même sur ces variétés le sous-solage avec l'amélioration chimique est une méthode très effective.

Les analyse de la dynamique des sels dans les profils d'essai montrent que sous l'action de sous-solage non seulement manuel mais aussi mécanique le la vage des sels est considérable. Sous la proposition d'auteur la fabrication de fouilleuse à plusieurs couteaux pour les sols à alcalis est perfectionné et la production en série est adopté. Son travail est plus économique et on peut s'attendre de plus hauts rendements.

*Figure 1.* Analyse des extraits aqueux des profils des parcelles laborées en des profondeurs différentes à Kelemenzug. (Exp. No 14) Solonetz faiblement alcalin sans carbonate, sous-sol salin neutre. A) Labour de 20 cm sans amendement. B) Ameublissement du sous-sol (50 cm) sans amendement. Figure supérieure: avant l'installation des expériences figure inférieure: après 4 ans. a) Matière sèche mg/100 g de sol.

*Tableau 1.* L'efficacité de l'ameublissement du sous-sol exécuté à diverses profondeurs, en pourcent, pendant 1 à 4 années. (1) Année de l'efficacité. A) Sur parcelles moyennes, B) sur petites parcelles. a) betterave à sucre, b) blé d'automne, c) mélilot. (2) Labour sans versoir 30 cm env. (3) Ameublissement du sous-sol cm. (4) Moyenne des ameublissements de 30 à 50 cm. Les chiffres entre parenthèses signifient le nombre des essais.

## Мелиорация бескарбонатных засоленных почв (солонцов) рыхлением подпочвы

И. ПРЕТТЕНХОФФЕР

Научно-исследовательский сельскохозяйственный институт южного Алфельда, г. Сегед (Венгрия)

### Резюме

В Венгрии в производственных масштабах мелиорация бескарбонатных засоленных почв (остепняющиеся сульфатные или сульфатно-карбонатные луговые солонцы) проводится или известкованием, или методом «дигозаш», а мелиорация слабо-засоленных разновидностей проводится разработанным нами методом. Модельные опыты по рыхлению подпочвы показали, что горизонт аккумуляции в засоленных почвах в результате рыхления подпочвы переместился в глубь почвенного профиля, что доказывает возможность применения этого метода для успешной мелиорации солонцов.

За четыре года провели большое количество стационарных средне-деляночных опытов по рыхлению подпочвы засоленных почв. Рыхление проводилось механизированно (рыхлитель типа Сп — 4 Г. Д. Р.), а отчасти ручным способом. Глубина рыхления была 30, 40, 50, 60 см. По данным одиннадцати опытов в 42-х случаях эффективность от рыхления главным образом на глубину 50 см за 1—4 года равнялась 19,8%. В мелкоделяночных опытах, где рыхление проводилось по возможности самими современными способами, эффективность от рыхления была выше, а именно больше чем 50,6%. Последствие от рыхления в течение четырех лет было устойчивым.

В зависимости от глубины рыхления подпочвы эффективность от этого мероприятия в среднеделяночных опытах была следующая (данные за 4 года): при рыхлении на глубину 30 см — 6,8%, на глубину 40 см. — 19,5%, на 50 см — 28,7%. В мелкоделяночных опытах с увеличением глубины рыхления от 30 до 60 см эффективность постепенно увеличивается от 21,1% до 70,8%. Среди культур наиболее отзывчивыми на рыхление подпочвы оказались пропашные культуры (44,3%), затем кормовые травы (25,5%) и зерновые (20,9%).

Данные по содержанию солей в почвах опыта показали, что на тех разновидностях, где подпочва сильно засолена (нейтральная) под влиянием рыхления соли промывались вниз по профилю не только в модельных опытах, где рыхление проводилось механизированно.

Результаты стационарных опытов по рыхлению подпочвы показали, что на бескарбонатных слабо щелочных засоленных почвах этот метод более эффективен и устойчив, чем на нейтральных или близких к ним разновидностях. Рыхление подпочвы засоленных почв равноценно химической мелиорации и должно применяться вместе с ней.

По рекомендации автора изготовили прототип многоножевого чизеля, который может преодолевать большое сопротивление подпочвы засоленных почв, а совместная работа нескольких ножей производит непрерывное и сплошное рыхление. Применяя многоножевой чизель можно получить прибавку урожая выше, чем при рыхлении одноножевым чизелем.

*Рис. 1.* Данные водной вытяжки почв делянок с различной глубиной обработки. Место опыта — Кедемензуг. (опыт 14). Почва некарбонатный слабощелочной солонец, подпочва засолена нейтральными солями. А: Обычная вспашка (20 см) без мелиорации. В: Подпочвенное рыхление (50 см) без мелиорации. Верхние снимки — до начала опыта, нижние — через четыре года. (а) Сухой вес в мг/100 гр.

*Табл. 1.* Эффект в %, полученный в зависимости от различной глубины подпочвенного рыхления, средние данные 1—4 лет. (1) Год проявления влияния от рыхления. А) Среднеделяночные опыты. В) Мелкоделяночные опыты. а) Сахарная свекла, в) озимая пшеница, с) донник. (2) Вспашка без оборота пласта примерно до 30 см. (3) Подпочвенное рыхление в см. (4) Рыхление на глубину 30—50 см. Числа в скобках обозначают номера опытов.

