

DISTRIBUȚIA CONȚINUTULUI ȘI FORMELOR CHIMICE DE MANGAN ÎN SOLURILE CENUȘII DE PĂDURE PE CATENĂ CU VIȚĂ DE VIE

THE DISTRIBUTION OF CONTENT AND CHEMICAL FORMS OF MANGANESE IN GREY FOREST SOILS ON CHATEN WITH VINEYARD

Tamara LEAH

Institutul de Cercetări pentru Pedologie și Agrochimie
“Nicolae Dimo”, Chișinău

***Abstract:** The paper includes the data concerning the content and distribution of total and chemical forms of Manganese (Mn) in Grey forest soils of Republic Moldova. The results have been shown that the content and distribution of Mn in soils was influenced by erosion, pedogenesis processes, agricultural utilization. The non-eroded soil contain the higher concentration of Mn than eroded soils. The higher level of total Mn has been found in the horizons B, BC, where Mn is accumulated in oxides. The lower level of accessible Mn for plants was obtained in the strongly eroded soil (17 ppm). In the eroded soils have been prevailed the chemical forms associated with carbonates, oxides, secondary minerals. The maximal concentration of mobile Mn have been determined in humical and carbonatic horizons. In the deluvial soil have been prevailed the Mn association with secondary minerals, organic matter, mobile and accessible forms.*

Solurile cenușii de pădure erodate pe teritoriul Republicii Moldova ocupă 22% din suprafața totală și sunt foarte vulnerabile la procesele de eroziune. Pierderea de elemente nutritive și microelemente de pe terenurile agricole este considerabilă și a devenit o problemă importantă pentru producția agricolă. Cercetările în acest domeniu s-au dezvoltat în ultimul timp atât pentru verificarea conținutului de microelemente accesibile plantelor (în agrochimie), cât și pentru determinarea conținutului total în scopuri biogeochimice. Alte forme chimice ale microelementelor în soluri nu s-au studiat. În această lucrare sunt prezentate rezultatele determinării conținutului total și a formelor chimice de mangan (Mn) în solurile cenușii de pădure, distribuția și repartitia lor în profile în dependență de gradul de erodare.

MATERIAL ȘI METODĂ

Scopul cercetărilor a fost studierea pedogeochimică și analiza stării ecologice a solurilor cenușii de pădure pe o catenă cu vița de vie (27 ani) din partea de sud-est a Codrilor. Teritoriul are un relief supus eroziunii și alunecărilor de teren. Cu toate acestea este dezvoltată o agricultură intensivă, cu predominarea viticulturii. Catenă este un versant cu expoziția sud-vest, înclinarea 2-10⁰, lungimea 1000 m. Învelișul de sol – sol cenușiu de pădure neerodat, slab, moderat și puternic erodat; cumulic (cultivat cu lucernă).

Determinarea Mn din probele de sol și plante s-a efectuat prin metoda spectrofotometrie cu absorbție atomică. Conținutul total de Mn din sol s-a determinat prin metoda clasică de desagregare cu acid fluorhidric în combinație cu acid sulfuric. Pentru determinarea formelor chimice cu compuşii solului s-au folosit diferiți extractanți convenționali. Formele chimice solubile direct accesibile plantelor (mobile și ușor solubile) – în acetat de amoniu la pH 4,8. Formele chimice ușor reductibile - în acetat de amoniu, pH 4,8 cu 2 g de hidrochinonă; total reductibile - 0,1 H₂SO₄ cu 8 g/l Na₂SO₄. Formele chimice: din compuşii cu materia organică – 0,1 n NaOH; din compuşii carbonaților – 1n HCl; din compuşii oxizilor de Fe și Mn – metoda Mehra Jackson. Formele chimice din compuşii mineralelor: *primare* – diferența dintre conținutul total al Mn și conținutul lui din soluția de 20% HCl după incinerarea la temperatura de 500°C; *secundare* – diferența dintre conținutul Mn din soluția de 20% HCl după incinerarea la 500°C și conținutul formelor chimice cu materia organică, oxizii și carbonații.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Manganul (după fier) este microelementul care se află în sol în cantități relativ ridicate. Astfel, în solurile cenușii de pădure din R. Moldova conținutul mediu de Mn total este de 700 mg/kg. Rezerva la hectar în stratul arabil al solurilor cercetate scade în conformitate cu creșterea gradului de erodare: neerodat – 577 kg, slab erodat – 498 kg, moderat erodat – 279 kg, puternic erodat – 213 kg, în solul cumulic – 346 kg Mn.

Conținutul total de Mn cuprinde totalitatea formelor chimice din sol, inclusiv: accesibile plantelor, actual inaccesibile plantelor. Acumularea Mn în orizonturile superficiale este rezultatul acțiunii diferitor factori, dar în primul rând concentrația lui în aceste orizonturi se datorează bioacumulării și acțiunii antropogene contemporane. În solurile cenușii ale catenei cu viță de vie conținutul total de Mn în orizonturile arabile este sub nivelul mediu: 400-369-310-337 mg/kg conform gradului de erodare. Solurile cenușii de pădure cultivate cu viță de vie sunt sărace nu numai în Mn, dar și în alte macro- și microelemente.

Conținutul de Mn total are variații moderate în profilele solurilor cercetate, cu o creștere semnificativă în orizonturile B, BC. Aceasta se datorește migrării din orizonturile superioare a formelor solubile de bicarbonat de Mn (II), care se produc prin reducerea oxizilor de Mn în perioadele cu exces de apă.

Solurile cumulice din această zonă încadrează solurile formate ca rezultat al acumulării depozitelor de pedolit de proveniență deluvială într-un ritm rapid ca rezultat al intensificării eroziunii pe versanții cu soluri cenușii de pădure. Conținutul total de Mn în straturile humifere I-V ale solului cumulic este supus unei stratificări în dependență de textura diversă și gradul de humificare. Solul cumulic conține 386-300 mg/kg Mn total în straturile acumulate de pe versanți. Orizontul humifer Ah al solului îngropat conține 412 mg/kg de Mn global, orizontul B – 380 mg/kg. (tabelul 1).

Formele chimice ale microelementelor în solurile agricole sunt studiate mai intensiv în ultimul timp. Studiile în acest context sunt reduse la următoarele. Componentii solului care participă la absorbția microelementelor (inclusiv Mn) sunt: oxizii; substanța organică; carbonații; argilele, mineralele primare și altele.

Tabelul 1

Conținutul și formele chimice de Mn în solurile cenușii de pădure, mg/kg/% din conținut total

Ori- zontul gene- tic	Adân- cimea, cm	Conți- nutul total de Mn	Forme chimice de Mn							
			mobile și acce- sibile	ușor reduc- tibile	total reduc- tibile	cu carbo- nații	cu mate- ria orga- nică	cu oxizii liberi	cu minerale	
									argi- loase	pri- mare
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Neerodat										
Ap	0-16	401	<u>35</u> 8,7	<u>37</u> 9,2	<u>195</u> 48,6	<u>280</u> 69,8	<u>2,0</u> 0,50	<u>238</u> 59,4	<u>128</u> 31,9	<u>31</u> 7,7
ABpl.	16-25	347	<u>20</u> 5,8	<u>22</u> 6,3	<u>138</u> 39,8	<u>230</u> 66,3	<u>2,0</u> 0,58	<u>168</u> 48,4	<u>46</u> 13,3	<u>129</u> 37,2
ABpl.	25-45	395	<u>21</u> 5,3	<u>23</u> 5,8	<u>133</u> 33,7	<u>230</u> 58,2	<u>2,0</u> 0,51	<u>193</u> 48,9	<u>103</u> 26,1	<u>95</u> 24,1
B	45-80	432	<u>6</u> 1,4	<u>8</u> 1,9	<u>50</u> 11,6	<u>105</u> 24,3	<u>1,0</u> 0,23	<u>99</u> 22,9	<u>279</u> 64,6	<u>52</u> 12,0
BC	80-110	326	<u>22</u> 6,7	<u>21</u> 6,4	<u>117</u> 35,9	<u>200</u> 61,3	<u>1,0</u> 0,31	<u>184</u> 56,4	<u>114</u> 35,0	<u>26</u> 8,0
C	110-180	357	<u>30</u> 8,4	<u>30</u> 8,4	<u>186</u> 52,1	<u>183</u> 51,3	<u>0</u> 0	<u>134</u> 37,5	<u>176</u> 49,3	<u>47</u> 13,2
Slab erodat										
ABp	0-15	369	<u>29</u> 7,9	<u>27</u> 7,3	<u>153</u> 41,5	<u>289</u> 68,3	<u>2,0</u> 0,54	<u>268</u> 72,6	<u>68</u> 18,4	<u>29</u> 7,9
ABpl	15-26	309	<u>18</u> 5,8	<u>16</u> 5,2	<u>98</u> 31,7	<u>142</u> 46,0	<u>2,0</u> 0,65	<u>178</u> 57,6	<u>98</u> 31,7	<u>29</u> 9,4
Bpl.	26-40	225	<u>15</u> 6,7	<u>13</u> 5,8	<u>53</u> 23,6	<u>105</u> 46,7	<u>2,0</u> 0,89	<u>98</u> 43,6	<u>98</u> 43,6	<u>25</u> 11,1
B	40-60	238	<u>15</u> 6,3	<u>13</u> 5,5	<u>53</u> 22,3	<u>130</u> 54,6	<u>1,0</u> 0,43	<u>129</u> 54,2	<u>69</u> 28,9	<u>38</u> 16,0
BC	60-100	409	<u>10</u> 2,4	<u>9</u> 2,2	<u>94</u> 23,0	<u>90</u> 22,0	<u>1,0</u> 0,24	<u>189</u> 46,2	<u>159</u> 38,9	<u>59</u> 14,4

Ori- zontul gene- tic	Adân- cimea, cm	Conți- nutul total de Mn	Forme chimice de Mn							
			mobile și acce- sibile	ușor reduc- tibile	total reduc- tibile	cu carbo- nații	cu mate- ria orga- nică	cu oxizii liberi	cu minerale	
									argi- loase	pri- mare
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
C	100-160	371	<u>15</u> 4,0	<u>15</u> 4,0	<u>194</u> 52,3	<u>185</u> 49,9	<u>0</u> 0	<u>123</u> 33,2	<u>227</u> 61,2	<u>21</u> 5,7
Moderat erodat										
Bp	0-10	310	<u>20</u> 6,5	<u>18,0</u> 5,8	<u>125</u> 40,3	<u>197</u> 63,5	<u>2,0</u> 0,65	<u>158</u> 51,0	<u>128</u> 41,3	<u>20</u> 6,5
Bpl.	10-18	472	<u>14</u> 3,0	<u>12,0</u> 2,5	<u>108</u> 22,9	<u>203</u> 43,0	<u>2,0</u> 0,42	<u>118</u> 25,0	<u>228</u> 48,3	<u>122</u> 25,8
Bpl.	18-40	332	<u>15</u> 4,5	<u>12,0</u> 3,6	<u>108</u> 32,5	<u>132</u> 39,8	<u>2,0</u> 0,60	<u>173</u> 52,1	<u>123</u> 37,0	<u>32</u> 9,6
BC	40-80	348	<u>9</u> 2,6	<u>6,0</u> 1,7	<u>98</u> 28,2	<u>158</u> 45,4	<u>1,0</u> 0,29	<u>178</u> 51,1	<u>119</u> 34,2	<u>48</u> 13,8
C	80-140	389	<u>16</u> 4,1	<u>15,0</u> 3,9	<u>105</u> 27,0	<u>144</u> 29,3	<u>0</u> 0	<u>157</u> 40,4	<u>193</u> 49,6	<u>39</u> 10,0
Puternic erodat										
Bp	0-9	337	<u>17</u> 5,0	<u>15,0</u> 4,5	<u>120</u> 35,6	<u>133</u> 33,5	<u>2,0</u> 0,59	<u>168</u> 49,9	<u>118</u> 35,0	<u>37</u> 11,0
Bpl.	9-18	363	<u>14</u> 3,9	<u>12,0</u> 3,3	<u>76</u> 20,9	<u>66</u> 18,2	<u>2,0</u> 0,55	<u>148</u> 40,8	<u>188</u> 51,8	<u>23</u> 6,3
BCpl.	18-33	347	<u>6</u> 1,7	<u>5</u> 1,4	<u>50</u> 14,4	<u>54</u> 15,6	<u>1,0</u> 0,29	<u>135</u> 38,9	<u>163</u> 47,0	<u>47</u> 13,5
C	33-130	365	<u>8</u> 2,2	<u>7</u> 1,9	<u>110</u> 30,1	<u>125</u> 34,2	<u>0</u> 0	<u>191</u> 52,3	<u>109</u> 29,9	<u>65</u> 17,8
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Sol cumulic										
lh	0-4	346	<u>41</u> 11,8	<u>100</u> 28,9	<u>222</u> 64	<u>169</u> 48,8	urme	<u>240</u> 69,4	<u>66</u> 19,1	<u>40</u> 11,6
llh	4-24	386	<u>24</u> 6,2	<u>120</u> 31,1	<u>195</u> 50,5	<u>146</u> 37,8	- " -	<u>220</u> 57,0	<u>141</u> 36,5	<u>25</u> 6,5

Ori- zontul gene- tic	Adân- cimea, cm	Conți- nutul total de Mn	Forme chimice de Mn							
			mobile și acce- sibile	ușor reduc- tibile	total reduc- tibile	cu carbo- nații	cu mate- ria orga- nică	cu oxizii liberi	cu minerale	
									argi- loase	pri- mare
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
IIIh	24-31	325	<u>32</u> 9,8	<u>210</u> 64,6	<u>222</u> 68,3	<u>143</u> 44,0	- " -	<u>230</u> 70,8	<u>65</u> 20,0	<u>30</u> 9,2
IVh	31-60	319	<u>24</u> 7,5	<u>107</u> 33,5	<u>217</u> 68,0	<u>146</u> 45,8	- " -	<u>250</u> 78,4	<u>34</u> 10,7	<u>35</u> 11,9
Vh	60-80	300	<u>20</u> 6,7	<u>102</u> 34,0	<u>222</u> 74	<u>125</u> 41,7	- " -	<u>260</u> 86,7	<u>10</u> 3,3	<u>48</u> 16,0
Ah	80-103	412	<u>35</u> 8,5	<u>90</u> 21,8	<u>212</u> 51,5	<u>135</u> 32,8	- " -	<u>300</u> 72,8	<u>32</u> 7,8	<u>80</u> 19,4
AB	103-140	382	<u>22</u> 5,8	<u>101</u> 26,4	<u>204</u> 53,4	<u>267</u> 69,9	- " -	<u>257</u> 67,3	<u>25</u> 6,5	<u>100</u> 26,2
B	140-210	380	<u>16</u> 4,2	<u>150</u> 39,5	<u>162</u> 42,6	<u>252</u> 66,3	- " -	<u>210</u> 55,3	<u>40</u> 10,5	<u>130</u> 34,2
BC	210-250	352	<u>12</u> 3,4	<u>130</u> 36,9	<u>181</u> 51,4	<u>275</u> 78,1	- " -	<u>15</u> 32,7	<u>37</u> 10,5	<u>200</u> 56,8
C	250-320	333	<u>72</u> 21,6	<u>40</u> 12,0	<u>131</u> 39,3	<u>183</u> 55,0	- " -	<u>142</u> 42,6	<u>51</u> 15,3	<u>140</u> 42,0

Dintre aceste componente mineralele argiloase, oxizii și materia organică sunt considerate cele mai importante grupe care participă și concurează între ele în procesele de absorbție a microelementelor. Prin încercarea de a cunoaște aceasta se aduce o completare la cercetările pedogeochemice a solurilor. Studiarea conținutului și formelor chimice ale Mn (altor microelemente) în solurile erodate și cumulice poate fi privită ca factor și determinant ecologic al acestor soluri.

Formele chimice mobile și accesibile plantelor constituie în stratul arabil de la 8,7 % în solul neerodat până la 5,0 % din conținutul total de Mn în solul puternic erodat. Aceste forme au o corelație proporțională și bine determinată cu conținutul global. Ionii de Mn pot fi ușor sedimentați de carbonați și hidroxizi. În rezultat Mn devine un element slab mobil în soluri. În straturile carbonatice se depistează creșterea formelor mobile de Mn. Conținutul de Mn accesibil plantelor în orizontul 0-4 cm al solului deluvial este de 41 mg/kg și 71 mg/kg în orizontul carbonatic. Se evidențiază orizonturile humifere ale solului îngropat - Ah, AB, B, purtând o corelație direct proporțională cu formele globale. Formele accesibile și mobile din straturile humifere ale solului cumulic alcătuiesc până la 12 % din conținutul total.

Formele ușor reductibile de Mn accesibile plantelor sunt aproximativ egale cu cele mobile, care alcătuiesc împreună manganul "activ". În straturile arabile Mn "activ" descrește, de la 18% în solul neerodat până la 10% în solul puternic erodat, în solul cumulic – 41%. Formele total reductibile alcătuiesc de la 49% în stratul arabil al solului neerodat până la 36% în solul puternic erodat. Cu creșterea gradului de eroziune conținutul lor se mărește în orizontul B, de la 12% până la 36%.

Formele chimice actual inaccesibile plantelor se află sub formă de săruri greu solubile sau practic insolubile, compuși organici și organo-minerali, minerale primare și secundare. Ele constituie până la 70-80 % în sol. O parte din metale grele actual inaccesibile plantelor pot deveni treptat, în timp, accesibile, prin procese fizico-chimice și biochimice de mobilizare a lor din forme greu solubile, în forme ușor solubile și în stare ionică (formele chimice asociate cu carbonații, materia organică, oxizii de Fe și Mn). Acestea alcătuiesc *rezervele potențial mobilizabile*. Dar, în săruri practic insolubile și în rețele cristaline ale mineralelor se află blocate elemente nutritive în poziții inaccesibile, care alcătuiesc *rezervele nemobilizate* de elemente chimice (formele chimice legate cu mineralele primare).

Formele chimice asociate cu carbonații. Carbonații sunt un component obișnuit al solurilor în care evaporarea predomină asupra cantității de precipitații atmosferice. Astfel Ca^{++} este un cation care se găsește în soluția solurilor. Cea mai răspândită și mai mobilă formă a carbonatului de calciu în soluri este calcitul, care are o dispersitate mare și acționează foarte mult asupra pH solului, prin urmare, și asupra comportării microelementelor din sol. De aceea Mn poate fi sedimentat de către carbonați. Formele chimice de Mn asociate cu carbonații alcătuiesc în stratul arabil 70-33 % din conținutul total în dependență de gradul de erodare. Se manifestă o creștere proporțională a acestor forme cu conținutul de carbonați. Această legitate se păstrează în orizonturile BC și C a tuturor solurilor. În stratul

0-4 cm al solului cumulic aceste forme alcătuiesc 48,8%, având o creștere destul de considerabilă în orizontul BC – până la 78%. Formele Mn din compușii cu carbonații alcătuiesc în medie 55 % din conținutul total (tabelul).

Formele chimice asociate cu materia organică. În substanța organică sunt cuprinse, în diferite legături, toate elementele nutritive necesare plantelor. Capacitatea compușilor organici de a asocia Mn este cunoscută demult. Majoritatea compușilor organici formează complecși solubili și insolubili cu Mn, de aceea această capacitate de asociere a Mn sau de menținere a lui în soluția solului depinde de caracterul și cantitatea substanței organice din sol, pH, umiditate. Formarea complecșilor organici are o importanță practică importantă pentru dirijarea accesibilității biologice și migrării Mn în sol.

Conținutul Mn asociat cu compușii organici alcătuiesc doar 2,0 mg/kg în orizontul superficial al solurilor cercetate, sau 0,5-0,65% din conținutul total. În solul cumulic s-au determinat numai urme ale acestor forme. În aceste orizonturi se pot acumula și alte forme cu compușii organo-minerali nehumici la creșterea concentrațiilor de carbonați sau oxizi.

Formele chimice asociate cu oxizii. Oxizii sunt componenți specifici ai solului și au o însemnătate importantă în reținerea microelementelor în sol. O cantitate considerabilă de Mn adsorbit este întotdeauna asociată cu oxizii de Fe și Mg. Distribuția Mn în profilul solurilor este asemănătoare cu cea a Fe. Solurile erodate de pe pantă conțin 73-50% de Mn legat cu oxizii liberi în stratul arabil. Concentrația formelor asociate cu oxizii în aceste soluri dispune de o scădere semnificativă în orizonturile subiacente. În solul cumulic aceste forme constituie 69,4% în stratul de sol 0-4 cm și 72,8% din Mn total - în orizontul Ah.

Formele chimice asociate cu mineralele argiloase (secundare) și primare. Toate mineralele solului au capacitatea de adsorbție a ionilor de Mn din soluție, mai ales în solurile cu conținut înalt de minerale. Mineralele argiloase din sol reprezintă partea cea mai importantă a materiei minerale a solului. Prin gradul lor de dispersitate foarte înaintat și prin însușirile fizico-chimice, mineralele argiloase constituie fracțiunea minerală cea mai activă a materiei solului, cu caracter și ca factor ecologic. Împreună cu humusul, aceste minerale formează complexul argilo-humic al solului. De aceea, o cantitate considerabilă de Mn este întotdeauna asociată cu mineralele argiloase. Cu creșterea gradului de eroziune și cu adâncimea conținutul formelor chimice ale Mn asociate cu mineralele argiloase se mărește, față de solul neerodat. Aceste forme sunt levigate și acumulate în solul îngropat – 19-42 %. În solul cumulic se depistează o stratificare în conținutul acestor forme (I-V), iar în solul îngropat sunt subordonate orizonturilor genetice.

Multe din mineralele primare pot asocia Mn în forme imobile, care sunt cele mai rezistente forme chimice din sol. Conținutul formelor chimice ale Mn asociate cu mineralele primare este în general mai mic, decât cu mineralele secundare. Ele alcătuiesc de la 7,7 % în stratul de 0-16 cm al solului neerodat, până la 11 % în solul puternic erodat. În solul cumulic aceste forme alcătuiesc 40 mg/kg în stratul Ih, 80 mg/kg – în orizontul Ah îngropat, 200 mg/kg – în orizontul BC.

Mn în plante. Exigențele plantelor pentru mangan se consideră mai ridicate decât pentru alte microelemente, în afară de fier. Conținutul de mangan în părțile viței de vie variază mult. Cea mai mare cantitate de Mn se conține în ciorchini: 565-550-370-250 mg/kg în dependență de gradul de eroziune al solurilor. Frunzele conțin de la 153 mg/kg pe sol neerodat până la 92 mg/kg Mn pe sol puternic erodat. Loaza: 40-38-23-21 mg/kg Mn. Însă, cea mai mică cantitate de Mn se găsește în boabe, de la 15 până la 22 mg/kg, care se mărește cu creșterea gradului de eroziune.

Legitățile repartiției conținutului și formelor chimice ale Mn în solurile cenușii erodate și cumule sunt coordonate gradului de erodare, conținutului de carbonați, oxizilor, mineralelor argiloase, purtând o corelație bine determinată. Toate formele chimice studiate ale Mn în solurile erodate sunt supuse parțial sau total transformărilor, în cazul de față sub influența proceselor de eroziune. La fel în timp ele pot trece dintr-o formă în alta, menținând un echilibru dinamic între ele, dar totodată are loc trecerea formelor accesibile plantelor în forme greu solubile sau imobile. Studiarea transformărilor formelor chimice ale diferitor microelemente în soluri completează informația despre natura provenienței lor. Creșterea gradului de eroziune a condus la creșterea formelor chimice asociate cu mineralele argiloase, carbonații, oxizii liberi, și la micșorarea formelor totale, mobile, cu materia organică.

Între aceste categorii de forme în care se află elementele în sol nu există elemente de separație precise, ci treceri treptate, tranziții. De aceea, o importanță mare la separarea formelor chimice vor avea selectarea *metodelor de determinare* pentru stabilirea unui echilibru între aceste forme pentru fiecare tip de sol. O supraveghere corespunzătoare a situației metalelor grele în sol nu este posibilă fără cunoașterea *factorilor* care determină mobilitatea acestora în sol. Cunoscând conținutul formelor chimice ale Mn în soluri (și a altor macro- și microelemente), procesele naturale și antropice care contribuie la formarea și transformarea lor, se vor putea găsi mai ușor *metode de detoxicare* a solurilor poluate sau a unor areale, prin trecerea lor dintr-o formă în alta, prin imobilizarea unor forme periculoase pentru plante și mediul ambiant.

CONCLUZII

Solurile cenușii de pădure neerodate și erodate plantate cu viță de vie conțin Mn sub nivelul limitelor optime. În solurile erodate predomină formele chimice cu minerale primare, carbonații, și oxizii liberi, care sunt inaccesibile plantelor. Formele mobile sunt levigate din partea superioară a profilului și sunt acumulate în orizontul B și C. În funcție de raportul dintre procesul de bioacumulare și cel de levigare, repartiția Mn în profile este diferită. Pe solurile cenușii de pădure la vița de vie apar frecvent carențe de mangan, manifestate prin încetinirea creșterii și a clorozei. Toate solurile cenușii cultivate erodate au nevoie de fertilizare cu îngrășăminte organice, care vor conduce la mărirea substanței organice în sol și odată cu ea la captarea microelementelor nutritive pentru plante.