

8. Andreenkov S.N. *Rukovodstvo partiynykh komitetov Zapadnoy Sibiri sel'skim khozyaystvom v period osvoeniya tselinnykh i zaleznykh zemel' (1954-1960 gg.) // Bakhrushinskie chteniya. Mezhvuzovskiy sb.*

*nauch. trudov. – Novosibirsk: NGU, 2005. – S. 157-166.*

9. Burlakova L.M. *Plodorodie altayskikh chernozemov v sisteme agrotsenoza. – Novosibirsk: Nauka, Sib. otd-e, 1984. – 198 s.*



УДК 631.4:551(571.15)

**С.В. Макарычев**  
**S.V. Makarychev**

## ОСОБЕННОСТИ АГРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР

### THE FEATURES OF AGRO-PHYSICAL PROPERTIES OF LEACHED CHERNOZEM UNDER CUCURBIT CROPS

**Ключевые слова:** *гранулометрический состав, фракции, плотность, порозность, гумус, водно-физические свойства, катионы, карбонаты.*

Овощи имеют большое значение в питании человека. Достаточно ценными в этом отношении являются бахчевые культуры. Они весьма требовательны к условиям произрастания, особенно к агрофизическим свойствам почвы. Почвы исследованных участков представлены черноземами выщелоченными среднемоющими малогумусными среднесуглинистыми. В почвенном профиле содержится значительная доля крупной пыли, особенно в переходных горизонтах АВ и ВС. Количество песчаных фракций возрастает с глубиной и достигает максимума в почвообразующей породе. Максимальное значение плотности возрастает с глубиной. В гумусово-аккумулятивном горизонте она колеблется в пределах 1,32-1,39 г/см<sup>3</sup>. Величина общей порозности (47-54%) обеспечивает высокое воздухообеспечение и хорошую аэрируемость почвенного профиля. Наибольшее содержание органического вещества имеет место в пахотном слое и составляет в среднем 5%. Реакция почвенного раствора не превышает 7. Сумма поглощенных оснований в корнеобитаемом слое почвы не превышает 20,5 мг-экв/100 г почвы. В составе катионов преобладает кальций. В целом агрофизические и физико-химические

свойства весьма благоприятны для возделываний в Алтайском Приобье бахчевых культур.

**Keywords:** *particle-size composition, fractions, density, porosity, humus, hydro-physical properties, cations, carbonates.*

Vegetables including cucurbit crops are very important in human nutrition. Cucurbit crops are quite demanding to the growing conditions and particularly to agro-physical soil properties. The soils of studied areas are presented by leached medium-thick low-humus medium loamy chernozems. The soil profile contains a large proportion of coarse silt particularly in the transitional horizons AB and BC. The number of sand fractions increases with depth and reaches its maximum in the parent rock material. The maximum value of density increases with depth. It varies in the range of 1.32-1.39 g cm<sup>3</sup> in the humus-accumulative horizon. The total porosity value (47-54%) ensures high air supply and well-aerated soil profile. The greatest organic matter content is found in the topsoil and averages 5%. The soil reaction does not exceed 7. The total absorbed bases in the soil root zone do not exceed 20.5 mg-eq per 100 g of soil. Calcium prevails among cations. In general, the agro-physical and physical-chemical properties are quite favorable for cucurbit crops cultivation in the Altai Region's Priobye (the Ob River area).

**Макарычев Сергей Владимирович**, д.б.н., проф., зав. каф. физики, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-83-53. E-mail: phys\_asau@rambler.ru.

**Makarychev Sergey Vladimirovich**, Dr. Bio. Sci., Prof., Head, Physics Dept., Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-83-53. E-mail: phys\_asau@rambler.ru.

#### Введение

Овощи играют важную роль в питании человека. Их значение определяется не только содержанием питательных веществ, но и наличием биологически активных веществ, укрепляющих здоровье.

Достаточно ценными в этом отношении являются бахчевые культуры. Например, тыква и кабачки богаты каротином, фолиевой кислотой, играющей важную роль в процессе кроветворения. В них содержится значительная концентрация пантотеновой

кислоты, участвующей в углеводном и жировом обмене, синтезе ацетилхолина, коре надпочечников, стимулирующей образование кортикостероидов. В настоящее время выведены специальные сорта тыквы, содержащие 5-6 мг/100 г каротина и служащие сырьем для промышленного производства концентратов [1].

Производство овощей и снабжение ими населения в Западно-Сибирском регионе – одна из важнейших задач сельского хозяйства. Природно-климатические условия региона благоприятны для возделывания и получения высоких и стабильных урожаев бахчевых культур [2]. В то же время эти культуры весьма требовательны к условиям произрастания и, в первую очередь, к почве и ее плодородию, а именно к обеспеченности элементами питания и гранулометрическому составу, определяющему водно-физические свойства и поглощательную способность почвы. Одним из неперемных условий повышения почвенного плодородия и получения высоких и устойчивых урожаев бахчевых культур является создание оптимальных агрофизических свойств.

#### Объекты и методы

**Целью** работы явилось изучение агрофизических свойств черноземов выщелоченных под различными бахчевыми культурами. Для достижения поставленной цели были определены следующие **задачи**: экспериментальное определение общих физических, водно-физических и физико-химических свойств чернозема выщелоченного под тыквой и кабачками. **Объект** исследований – чернозем выщелоченный, средне-мощный, малогумусный, среднесуглинистый.

Опытные участки размещаются на южной окраине города Барнаула, на высоком левом берегу реки Оби на территории Западно-Сибирской овощной опытной станции (ЗСООС).

Определение физико-механических и водно-физических свойств почв, а также полевые опыты были проведены в соответствии с принятыми в агропочвоведении и агрохимии **методиками**.

#### Результаты исследований

Продуктивность бахчевых ценозов определяется климатическими особенностями региона, в котором они произрастают, а также почвенными условиями. В связи с

этим для выявления закономерностей формирования агрофизических свойств, складывающихся в почвенном профиле чернозема выщелоченного в зависимости от агрофонов, нами с 2005 г. проводились наблюдения на участках, занятых тыквой и кабачками.

Почвы данного участка представлены черноземами выщелоченными средне-мощными малогумусными среднесуглинистыми. Для морфологической характеристики приводим описание почвенных разрезов, заложённых на опытных участках:

**Разрез 1** заложен под тыквой. Глубина разреза составляет 100 см, сильное вскипание почвы от HCl происходит на глубине 67 см.

Горизонт А (0-20 см) темно-серый, увлажненный, имеет комковатую структуру, содержит гумусовые вещества и пронизан корнями растений, переход к нижележащему горизонту постепенный.

Горизонт АВ (20-38 см) буровато-серый, слабо увлажненный, уплотненный, имеет пылевато-комковатую структуру, содержит гумусовые вещества и корни растений, переход к горизонту В постепенный по цвету.

Горизонт В (38-53 см) бурый с гумусными затеками, влажный, уплотненный, имеет пылевато-комковатую структуру, содержит корни растений, переход к горизонту ВС постепенный.

Горизонт ВС (53-69 см) светло-бурый, увлажненный, тяжелосуглинистый, слабо уплотненный, имеет комковатую структуру, тонко пористый, переход к нижележащему горизонту постепенный по цвету.

Горизонт С (более 69 см) светло-бурый, увлажненный, тяжелосуглинистый, уплотненный, имеет комковатую структуру, имеет мелкие корни растений, содержит карбонаты.

**Разрез 2** заложен под кабачками. Глубина разреза составляет 100 см, сильное вскипание почвы от HCl происходит на глубине 65 см.

Горизонт А (0-20 см) темно-серый, уплотненный, содержит гумусовые вещества, сильно пронизан корнями растений и сорняков, тяжелосуглинистый, зернисто-комковатый, встречаются дождевые черви, переход к нижележащему горизонту АВ заметный по плотности.

Горизонт АВ (20-37 см) буровато-серый, маломощный, слабо уплотненный, увлажненный, тяжелосуглинистый, тонкопори-

стый, орехово-комковатый переход к горизонту В постепенный.

Горизонт В (37-54 см) бурый, с темными вкраплениями гумуса затечной формы, увлажненный, тяжелосуглинистый, тонко пористый, слабо уплотненный, комковатый, переход к нижележащему горизонту постепенный.

Горизонт ВС (54-76 см) бурый, в верхней части ярко выражены более темные гумусовые затеки, тяжелосуглинистый, уплотненный, тонко пористый, слабо пронизан корнями, переход в горизонт С постепенный.

Горизонт С (глубже 76 см) желтовато-палевый, увлажненный, пористый, содержит карбонаты.

Результаты гранулометрического анализа чернозема выщелоченного на исследуемых разрезах представлены в таблице 1. Именно гранулометрическим составом почвы определяются её физические, физико-химические и водные свойства, что является неотъемлемым условием, характеризующим почву и их плодородие [3-6].

По классификации Н.А. Качинского эти почвы среднесуглинистые, с содержанием физической глины (~40%) с преобладанием крупнопылеватой и илистой фракций.

Количество песчаных фракций (0,25-0,05 мм) возрастает с глубиной и достигает своего максимума в почвообразующей породе по всем изучаемым вариантам.

В почвенных горизонтах содержится значительное количество фракций крупной пыли (0,05-0,01 мм). Эти фракции участвуют в структурообразовании. Наибольшее её

количество отмечается в первом разрезе в горизонте ВС, а во втором – в горизонте АВ. Это связано, прежде всего, с тем, что почвообразующие породы данной территории относятся к лессовидным суглинкам. Следует отметить, что высокое содержание крупной пыли отрицательно влияет на формирование водопрочных агрегатов [7].

Гранулометрический состав чернозема выщелоченного оказывает существенное влияние на водно-физические, физико-механические, воздушные и тепловые свойства. В таблице 2 представлены физико-механические и водно-физические показатели чернозёма выщелоченного.

Плотность сложения почвы является основным агрофизическим свойством, которое, обуславливая водно-воздушный режим, оказывает значительное воздействие на рост и продуктивность растений.

Плотность чернозема на исследуемых вариантах возрастает с глубиной. Её максимальное значение отмечается в горизонте С. При этом следует отметить, что в пару она меньше (1,32 г/см<sup>3</sup>), чем под тыквой (1,39 г/см<sup>3</sup>) и кабачками (1,36 г/см<sup>3</sup>).

Разность значений плотности в верхних и нижних горизонтах объясняется тем, что в более глубоких слоях содержится малое количество органики.

Средняя величина плотности твердой фазы варьирует в пахотном горизонте от 2,35 до 2,44 г/см<sup>3</sup> и возрастает до 2,57 г/см<sup>3</sup> в нижележащих иллювиальных горизонтах на всех исследуемых разрезах.

Таблица 1

Гранулометрический состав черноземов выщелоченных (по Н.А. Качинскому)

№ разреза	Горизонт	Глубина горизонта, см	Размер фракций, мм; содержание, % от абсолютно сухой почвы						сумма фракций <0,01 мм
			1-0,25 мм	0,25-0,05 мм	0,05-0,01 мм	0,01-0,005 мм	0,005-0,001 мм	<0,001 мм	
1	A <sub>пах</sub>	0-20	0,52	23,62	35,04	7,04	11,36	22,42	40,63
	AB	20-38	0,57	27,43	34,01	7,61	10,20	20,18	38,67
	B	38-53	0,44	19,16	44,12	6,34	11,48	18,46	24,56
	BC	53-69	0,51	14,84	42,08	7,76	8,36	26,45	29,36
	C	>69	0,24	31,49	27,56	6,24	12,28	22,19	28,24
2	A <sub>пах</sub>	0-20	0,53	25,68	30,72	7,40	11,04	24,63	42,42
	AB	20-37	0,55	26,33	34,12	6,91	10,24	21,85	37,48
	B	37-54	0,47	21,17	42,12	6,32	11,83	18,06	23,89
	BC	54-76	0,66	29,74	32,17	6,32	10,87	20,24	32,48
	C	>76	0,43	32,26	26,12	5,26	9,60	26,33	42,36

Воздушные свойства почвы характеризует общая порозность. Наибольшее значение она имеет в гумусовых горизонтах и колеблется от 47 до 54%, что соответствует удовлетворительной оценке. С глубиной величина её уменьшается в среднем на 7%, что обеспечивает достаточное воздухо-содержание и хорошую аэрируемость почвенных горизонтов. Уменьшение порозности связано с невысоким содержанием органических веществ в этих горизонтах и их оструктуренностью.

Химические и физико-химические свойства чернозема выщелоченного определяют плодородие почвы, тем самым влияя на урожайность сельскохозяйственных культур. Физико-химические свойства чернозема выщелоченного на исследуемых вариантах представлены в таблице 3.

Проведенные исследования показали, что почвы рассматриваемых вариантов являются малогумусными и слабогумусированными. Максимальное содержание гумуса фиксируется в пахотном горизонте во всех разрезах и составляет в среднем 5,03%. С глубиной содержание органического вещества постепенно уменьшается, и уже в горизонте В оно составляет 0,5%.

Важным фактором почвенного плодородия является реакция почвенного раствора ( $pH_b$ ). Различают следующие реакции: нейтральная –  $pH_b = 7$ ; кислая –  $pH_b < 7$  и щелочная –  $pH_b > 7$ . Нейтральная и близкая к нейтральной реакция почвенного раствора является наиболее благоприятной для развития растений.

Таблица 2

Физические и водно-физические свойства чернозема выщелоченного

№ разреза	Горизонт, см	Глубина горизонта, см	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Плотность твердой фазы, г/см <sup>3</sup>	Порозность, % от объема почвы	МГ	ВЗ	ВРК	НВ
						% от массы сухой почвы			
1	A <sub>пах</sub>	0-20	1,075	2,350	54,3	6,9	9,3	12,1	17,2
	AB	20-38	1,116	2,380	53,1	6,2	6,2	8,4	11,3
	B	38-53	1,167	2,440	50,5	5,7	7,7	8,8	12,6
	BC	53-69	1,219	2,570	52,6	5,2	7,0	7,4	10,6
	C	>69	1,387	2,640	47,5	6,1	8,2	7,3	9,9
2	A <sub>пах</sub>	0-20	1,053	2,350	55,2	6,7	9,1	11,7	16,7
	AB	20-37	1,119	2,380	52,9	5,9	8,0	11,3	16,1
	B	37-54	1,210	2,440	48,8	5,2	7,0	10,2	14,5
	BC	54-76	1,274	2,570	50,4	4,7	6,4	6,6	9,6
	C	>76	1,364	2,640	48,3	6,5	8,8	6,8	9,7

Примечание. МГ – максимальная гигроскопичность; ВЗ – влажность завядания; ВРК – влажность разрыва капилляров; НВ – наименьшая влагоемкость.

Таблица 3

Физико-химические свойства чернозема выщелоченного

№ разреза	Горизонт, см	Глубина горизонта, см	Гумус, %	$pH_b$	Поглощенные катионы, мг-экв. на 100 г		Карбонаты
					Mg	Ca	
1	A <sub>пах</sub>	0-20	4,9	6,5	3,6	18,5	-
	AB	20-38	3,9	6,7	3,7	17,5	-
	B	38-53	1,6	7,3	3,4	16,6	-
	BC	53-69	0,4	7,8	3,4	18,0	-
	C	>69	не опр.	8,1	2,1	15,7	5,12
2	A <sub>пах</sub>	0-20	5,0	6,9	3,1	19,0	-
	AB	20-37	3,8	7,0	3,4	17,7	-
	B	37-54	2,1	7,5	3,4	16,8	-
	BC	54-76	0,7	7,6	3,1	17,7	-
	C	>76	не опр.	8,1	2,3	18,9	4,81

Изменение величин реакции почвенного раствора находится в небольших пределах. Так,  $pH_v$  в пахотном слое не превышает 7 и соответствует нейтральной реакции по всем исследуемым вариантам. В нижележащих горизонтах наблюдается увеличение  $pH_v$ , что соответствует щелочной реакции почвенного раствора.

Сумма поглощенных оснований в пахотном горизонте не превышает 20,5 мг-экв/100 г почвы. В составе поглощенных катионов преобладает кальций во всем почвенном профиле, его содержание колеблется от 20,1 до 15,7 мг-экв. При этом в почвообразующей породе наблюдается уменьшение его содержания. Магния в почве достаточно для нормального развития растений, но с глубиной его количество на исследуемых вариантах снижается. Карбонатов в почвенном профиле достаточно много, их содержание составляет 5,12% в разрезе 1 и 4,81% – в разрезе 2.

#### Заключение

Продуктивность бахчевых культур определяется климатическими особенностями региона и почвенными условиями. Поэтому для выявления закономерностей формирования агрофизических свойств почвы нами проводились наблюдения на участках, занятых тыквой и кабачками.

Почвы представлены черноземами выщелоченными среднесуглинистыми малогумусными среднесуглинистыми. В почвенных горизонтах содержится значительное количество крупной пыли, особенно в горизонтах АВ и ВС. Плотность чернозема на исследуемых вариантах возрастает с глубиной. Ее максимум отмечается в почвообразующей породе. В пахотном слое значение плотности составляет 1,35-1,39 г/см<sup>3</sup>. Наибольшая величина порозности в гумусовых горизонтах лежит в пределах 47-54%, что обеспечивает достаточное воздухоудержание и хорошую аэрируемость почвенного профиля. Максимальное содержание органического вещества имеет место в верхних слоях почвы и составляет в среднем 5%.

Реакция почвенного раствора не превышает 7 и соответствует нейтральной реакции по всем вариантам. Сумма поглощенных оснований 20,5 мг-экв/100 г почвы. В составе поглощенных катионов преобладает кальций. Магния достаточно для нормального развития растений.

В целом агрофизические и физико-химические свойства весьма благоприятны для возделывания бахчевых культур.

#### Библиографический список

1. Березовский В.М. Химия витаминов. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 629 с.
2. Агроклиматические ресурсы Алтайского края. – М.: Гидрометеиздат, 1971. – 544 с.
3. Качинский Н.А. Физика почвы. – М.: Высшая школа, 1970. – Ч. 2. – 360 с.
4. Шеин Е.В., Карпачевский Л.О. Теории и методы физики почв. – М.: Гриф и К, 2007. – 616 с.
5. Панфилов В.П. Физические свойства и водный режим почв Кулундинской степи. – Новосибирск: Наука, 1973. – 258 с.
6. Трофимов И.Т., Невинская И.А. Некоторые свойства и минералогический состав дерново-подзолистых почв ленточных боров Алтайского края // Проблемы лесоводства и лесовосстановления на Алтае. – Барнаул: АГУ, 2001. – С. 70-72.
7. Татаринцев Л.М. Агрофизические свойства почв Алтайского Приобья, их изменение при антропологическом воздействии // Тезисы к восьмому съезду почвоведов. – Новосибирск, 1989. – С. 76.

#### References

1. Berezovskiy V.M. Khimiya vitaminov. – M.: Pishchevaya promyshlennost', 1973. – 629 s.
2. Agroklimaticheskie resursy Altayskogo kraja. – M.: Gidrometeoizdat, 1971. – 544 s.
3. Kachinskiy N.A. Fizika pochvy. – M.: Vysshaya shkola, 1970. – Ch. 2. – 360 s.
4. Shein E.V., Karpachevskiy L.O. Teorii i metody fiziki pochv. – M.: Grif i K, 2007. – 616 s.
5. Panfilov V.P. Fizicheskie svoystva i vodnyy rezhim pochv Kulundinskoy stepi. – Novosibirsk: Nauka, 1973. – 258 s.
6. Trofimov I.T., Nevinskaya I.A. Nekotorye svoystva i mineralogicheskiy sostav dernovo-podzolistykh pochv Lentochnykh borov Altayskogo kraja // Problemy lesovodstva i lesovosstanovleniya na Altae. – Barnaul: AGU, 2001. – S. 70-72.
7. Tatarintsev L.M. Agrofizicheskie svoystva pochv Altayskogo Priob'ya, ikh izmenenie pri antropologicheskom vozdeystvii // Tezisy k vos'momu s"ezdu pochvovedov. – Novosibirsk, 1989. – S. 76.