

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

GENERAL AGRICULTURE AND CROP PRODUCTION

Научная статья

УДК 634.1.076: 631.4

DOI 10.24888/2541-7835-2024-31-62-68

ЗАВИСИМОСТЬ УРОЖАЙНОСТИ ЯБЛОНИ ОТ СТЕПЕНИ ОГЛЕЕНИЯ ЧЕРНОЗЁМА ОПОДЗОЛЕННОГО

Захаров Вячеслав Леонидович^{1✉}

¹Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, Липецкая область, Елец, Россия

¹zaxarov7979@mail.ru[✉]

Аннотация. Исследования проводились в Липецкой области в плодоносящих яблоневых садах на сильнорослом семенном подвое. В пределах одного хозяйства найдено и изучено три разновидности чернозёма оподзоленного. Рассмотрены их морфологические свойства, которые выявляют у них разную степень оглеения. Гранулометрический состав почв объясняет различия в степени оглеения. В гумусовом горизонте чернозёма оподзоленного без признаков оглеения обнаружено в 2 раза больше физического песка, чем в почвах с признаками оглеения. В материнской породе (С) чернозёма оподзоленного, не имеющего признаков оглеения, содержалось в 2 раза больше физического песка, чем в самом оглеенном его аналоге. Материнская порода (С) слабооглеенного чернозёма оподзоленного по содержанию физического песка занимала промежуточное положение. Преобладающей фракцией физического песка в профиле чернозёма оподзоленного являлся мелкий песок (0,25-0,05 мм). Чем больше физического песка содержится в почвообразующей породе, тем слабее развито оглеение этого горизонта. С возрастанием степени оглеения чернозёма оподзоленного снижается урожайность яблони на семенном подвое.

Ключевые слова: яблоня, чернозём, урожайность, физический песок, оглеение

Для цитирования: Захаров В.Л. Зависимость урожайности яблони от степени оглеения чернозёма оподзоленного // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 1(31). С. 62-68. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2023-31-62-68>.

Original article

DEPENDENCE OF THE YIELD OF APPLE TREES ON THE DEGREE OF GLUING OF PODZOLIZED CHERNOZEM

Vyacheslav L. Zakharov^{1✉}

¹Bunin Yelets State University, Lipetsk region, Yelets, Russia

¹zaxarov7979@mail.ru[✉]

Abstract. The research was carried out in the Lipetsk region in fruit-bearing apple orchards on a strong-growing seed stock. 3 varieties of podzolized chernozem have been found and studied within one farm. Their morphological properties are considered, which reveal their different degrees of gluing. The granulometric composition of soils explains the differences in the degree of gluing. In the humus horizon of the podzolized chernozem without signs of gluing, 2 times more physical sand was found than in soils with signs of gluing. The parent rock (C) of the podzolized chernozem, which has no signs of gluing, contained 2 times more physical sand than in its most peeled counterpart. The parent rock (C) of weakly frozen chernozem, podzolized in terms of the content of physical sand, occupied an intermediate position. The predominant fraction of physical sand in the profile of the podzolized chernozem was fine sand (0.25-0.05 mm). The more physical sand is contained in the soil-forming rock, the less developed the gluing of this horizon. With an increase in the degree of peeling of podzolized chernozem, the yield of apple trees on the seed stock decreases.

Keywords: *apple tree, chernozem, yield, physical sand, gluing*

For citation: *Zakharov V.L. Dependence of the yield of apple trees on the degree of gluing of podzolized chernozem // Agro-industrial technologies of Central Russia. 2023. No 1(31). pp. 62-68. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2023-31-62-68>.*

Введение

В научной литературе рассмотрено влияние на урожайность яблони влагоёмкости почвы [12], содержания в ней структурных агрегатов [16], азота, фосфора, калия, кальция, магния, натрия, алюминия, кремния и железа [6], электропроводности почвы. Однако в литературе всё ещё недостаточно сведений о роли остальных почвенных факторов. Известно, что при переувлажнении у яблони на листьях появляются некрозы, затем листья вообще могут опадать и рост побегов приостанавливается [8]. Меняется относительное содержание хлорофилла и его максимальная фотохимическая активность [20], нарушается процесс карбоксилирования и меняется устьичная проводимость [11]. На примере сорта Голден Делишес на подвое М9 установлено, что при переувлажнении корней у деревьев меняется распределение сухих веществ и углеводов [13]. В Северном Китае на лёссовых почвах вред засухи для яблони изучен намного лучше, чем от переувлажнения [7]. В этом регионе установлено, что деревья яблони на подвое G202 и G214 показали сходные уровни чувствительности с деревьями, привитыми на подвое М9, тогда как деревья на подвое CG4814 были более устойчивы к затоплению, чем деревья М26, а деревья на подвоях G11, G935 и CG5087 показали устойчивость к заболачиванию, сравнимую с деревьями М26 [9]. В Бразилии искусственному переувлажнению в течение 19 недель также подвергали ряд подвоев яблони. Были выделены подвои G.202 и G.814, как самые устойчивые, способные образовывать дополнительные придаточные корни [14]. Ещё одним инструментом адаптации к переувлажнению у яблони является образование слоя аэренхимы в коре корней [17]. По другим сведениям к переувлажнению была устойчива сорто-подвойная комбинация Гренни Смит на MM115 [10]. С помощью подвоя G41 открыта даже группа генов (WRKY), отвечающая за устойчивость к переувлажнению яблони [15]. Переувлажнение для яблони становится ещё более опасным, если вода засолена [19]. При переувлажнении почвы наблюдается избыток закисного железа, но дефицит фосфора. В научной литературе много сведений о роли недостатка фосфора и железа [18], а про избыток железа сведений очень мало. Изучением влияния степени оглеения на урожайность сельскохозяйственных полевых культур занималась в условиях Тамбовской равнины Л.В. Степанцова [5]. Этот автор в своих исследованиях касался и садопригодности почв [3], однако влияния оглеения на урожайность яблони не коснулся. Поэтому целью наших исследований было установить влияние степени оглеения на величину урожайности плодов яблони в условиях Липецкой области.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в 2018-2021 гг. в ООО «Тимирязево» Долгоруковского района Липецкой области в старых плодоносящих яблоневых садах, заложенных в 1973-1976 гг. по схемам 6x8 и 8x10 м на семенном подвое. Сорта: Штрейфлинг, Китайка, Северный синап, Антоновка обыкновенная, Пепин шафранный и Жигулёвское. Система содержания междурядий – чёрный пар. Почвы – чернозёмы оподзоленные с разной степенью оглеения. Глубина грунтовых вод 11 м. Схема размещения деревьев 8x5 м. На каждом из рассматриваемых почвенных разностей было по 24 учетных дерева (по 6 в блоке). Число блоков – 4. Расположение блоков – рендомизированное. Учёты урожая проводили по методическим указаниям Ю.А. Маркова [2]. Лабораторные анализы были проведены на базе лаборатории кафедры агротехнологий, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции Елецкого государственного университета им. И.А. Бунина. Гранулометрический состав определяли пирофосфатным методом в модификации С.И. Долгова и А.И. Личмановой [4]. Математическую обработку полученных данных проводили методом дисперсионного анализа [1].

Результаты и их обсуждение

В садооборотном землепользовании хозяйства нами было найдено 3 разновидности чернозёма оподзоленного с разной степенью оглеения, на которых заложены опорные профили и сфотографированы разрезы (рис. 1).



Рис. 1. Чернозём оподзоленный сильнооглеенный (слева), слабооглеенный (в центре) и без признаков оглеения (справа)

Уже по внешнему виду обнажённой стенки среза был заметен разный цвет иллювиального горизонта: от бурого (без признаков оглеения) до сизо-зеленоватого (сильная степень оглеения). Было составлено подробное морфологическое описание этих трёх профилей почвы (табл. 1).

Таблица 1. Морфологическое описание профилей чернозёмов оподзоленных

Подтип почвы	Генетические горизонты, см	Морфологическое описание горизонтов почвы
Чернозём оподзоленный без признаков оглеения	А 0-60	Чёрный, влажный, слабо уплотнённый, комковато-зернистый, тяжело-суглинистый. Обилие корней яблони. Граница карманообразная, переход ясный.
	АВ 60-178	Неоднородный: светло-коричневый с чёрными пятнами. Влажный, слабо уплотнённый, комковато-зернистый, тяжело-суглинистый. Обилие корней яблони, гумусовые затёки по ходам корней, кротовины. Граница волнистая, переход постепенный.
	В 178-220	Светло-коричневый, влажный, плотный, комковатый, тяжело-суглинистый. Живые и отмершие корни яблони, гумусовые затёки по ходам корней, кротовины, кутаны. Граница волнистая, переход заметный.
	С 220-230	Светло-коричневый, влажный, очень плотный, бесструктурный, тяжело-суглинистый. Редкие включения неокатанного кварца.
Чернозём оподзоленный слабооглеенный	А 0-42	Чёрный, влажный, слабо уплотнённый, комковато-зернистый, тяжело-суглинистый. Обилие корней яблони. Граница волнистая, переход резкий.
	АВ 42-140	Светло-коричневый, влажный, уплотнённый, комковатый, тяжело-суглинистый. Корни яблони, кротовины, гумусовые затёки по ходам корней. Граница волнистая, переход постепенный.
	В 140-167	Светло-коричневый, влажный, плотный, комковатый, глинистый. Кротовины, кутаны, гумусовые затёки по ходам корней. Граница волнистая, переход заметный.
	С 167-220	Светло-коричневый, влажный, очень плотный, бесструктурный, тяжело-суглинистый, в нижней части среднесуглинистый. Пятна оглеения, с глубины 200 см псевдофибры.

Чернозём оподзоленный сильнооглеенный	А 0-30	Чёрный, влажный, уплотнённый, комковато-зернистый, тяжелосуглинистый. Обилие корней яблони. Граница карманообразная, переход резкий.
	АВ 30-110	Неоднородный: светло-коричневый с чёрными пятнами и прожилками. Влажный, очень плотный, глыбистый, тяжелосуглинистый. Пятна оглеения, живые и отмершие корни яблони, кротовины, гумусовые затёки по ходам корней, кутаны. Граница карманообразная, переход постепенный.
	В 110-160	Светло-коричневый, влажный, очень плотный, глыбистый, глинистый. Пятна оглеения, живые и отмершие корни яблони, кутаны, гумусовые затёки по ходам корней. Граница волнистая, переход постепенный.
	С 160-220	Светло-коричневый, сырой, очень плотный, бесструктурный, глинистый, внизу среднесуглинистый. Пятна оглеения, кутаны.

Изученные подтипы почв различались по своему гранулометрическому составу. В гумусовом горизонте чернозёма оподзоленного без признаков оглеения обнаружено в 2 раза больше физического песка, чем в остальных двух почвах. Кроме того, в материнской породе (С) чернозёма оподзоленного, не имеющего признаков оглеения, содержалось в 2 раза больше физического песка, чем в самом оглеенном его аналоге (табл. 2).

Таблица 2. Гранулометрический состав чернозёма оподзоленного

Строение профиля чернозёма оподзоленного, см	Содержание фракций, %							
	1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	до 0,001	песок (более 0,01)	глина (до 0,01)
Чернозём оподзоленный без признаков оглеения								
А 0-60	4,89	22,8	42,8	16,0	1,91	11,6	70,49	29,51
АВ 60-178	9,69	21,2	14,4	3,2	18,71	32,8	45,29	54,71
В 178-220	5,72	20,8	8,4	11,6	21,48	32,0	34,92	65,08
С 220-230	6,06	32,4	16,4	9,2	21,54	14,4	54,86	45,14
Чернозём оподзоленный слабооглеенный								
А 0-42	2,11	20,0	10,0	23,6	23,89	20,4	32,11	67,89
АВ 42-140	4,55	24,0	20,8	5,6	13,05	32,0	49,35	50,65
В 140-167	8,24	20,0	21,2	4,8	10,96	34,8	49,44	50,56
С 167-220	8,75	23,2	5,8	5,8	26,05	30,4	37,75	62,25
Чернозём оподзоленный сильнооглеенный								
А 0-30	4,96	32,0	9,2	8,0	20,64	25,2	46,16	53,84
АВ 30-110	6,71	29,2	16,4	4,8	15,29	27,6	52,31	47,69
В 110-160	5,68	5,6	39,6	1,2	9,92	38,0	50,88	49,12
С 160-220	4,52	8,4	12,4	11,6	28,68	34,4	25,32	52,68

Материнская порода (С) слабооглеенного чернозёма оподзоленного по содержанию физического песка занимала промежуточное положение. Преобладающей фракцией физического песка являлся мелкий песок (0,25-0,05 мм). Гумусовый горизонт чернозёма без оглеения – лёгкий суглинок, слабооглеенного – лёгкая глина, сильнооглеенного – суглинок тяжёлый. Таким образом, в материнской породе физический песок выполняет функцию дренажа. Чем больше его здесь содержится, тем слабее развито оглеение почвообразующей породы.

Установлено, что наиболее высокая урожайность яблони наблюдалась при произрастании сада на чернозёме оподзоленном без признаков оглеения, а самая низкая – на чернозёме оподзоленном с сильным оглеением (табл. 3).

Таблица 3. Урожайность яблони в зависимости от степени оглеения чернозёма оподзоленного

Строение профиля чернозёма оподзоленного, см	Степень оглеения	Содержание физического песка в материнской породе, %	Урожайность яблони, ц/га
А 0-60	отсутствует	54,86	190,5
АВ 60-178			
В 178-220			
С 220-230			
А 0-42	слабая	37,75	138,4
АВ 42-140			
В 140-167			
С 167-220			
А 0-30	сильная	25,32	72,6
АВ 30-110			
В 110-160			
С 160-220			
НСР ₀₅		8,5	15,3
НСР %		6,3	7,0

Обилие физической глины в материнской породе препятствует нормальному дренажу и со временем вызывает оглеение, что снижает урожайность яблони.

Выводы

1. В гумусовом горизонте чернозёма оподзоленного без признаков оглеения обнаружено в 2 раза больше физического песка, чем в почвах с признаками оглеения.
2. В материнской породе (С) чернозёма оподзоленного, не имеющего признаков оглеения, содержалось в 2 раза больше физического песка, чем в самом оглеенном его аналоге. Материнская порода (С) слабооглеенного чернозёма оподзоленного по содержанию физического песка занимала промежуточное положение.
3. Преобладающей фракцией физического песка в профиле чернозёма оподзоленного являлся мелкий песок (0,25-0,05 мм).
4. Чем больше физического песка содержится в почвообразующей породе, тем слабее развито оглеение этого горизонта.
5. С возрастанием степени оглеения чернозёма оподзоленного снижается урожайность яблони на семенном подвое.

Список источников

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд. доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
2. Марков Ю.А. Программа и методика исследований по орошению плодовых и ягодных культур. Мичуринск: ВНИИС им. И.В. Мичурина, 1985. 116 с.
3. Оценка садопригодности дерново-подзолистых почв на кремнистых породах юго-запада Калужской области / Л.В. Степанцова, В.Н. Красин, И.Н. Мацнев, М.Г. Золотарёв // Агропромышленные технологии Центральной России. 2023. № 1(27). С. 64-72.
4. Ревут И.Б. Физика почв. Ленинград: Колос, 1964. 318 с.
5. Степанцова Л.В. Агрофизические свойства, гидрологический режим и диагностика чернозёмовидных почв севера Тамбовской низменности: автореф. дисс. д-ра биол. наук. Москва, 2012. 47 с.
6. Altynbekova M.O., Toleshova Z.U. Influence of the soil chemical elements on productivity of apple tree fruiting // Bulletin of the university of Karaganda-chemistry. 2016. Issue: 81. Pp. 54-59.

7. An-ran D.A.I., Zhi-guo H.U.O., Hui-fei J. Review on drought and waterlogging disasters for apple in China // Chinese Journal of Agrometeorology. 2022. Vol. 43. No. 05. P. 362.
8. Bhusal N. et al. Photosynthetic traits and plant–water relations of two apple cultivars grown as bi-leader trees under long-term waterlogging conditions // Environmental and Experimental Botany. 2020. Vol. 176. P. 104111.
9. Choi B. H. et al. Waterlogging tolerance in apple trees grafted on rootstocks from G, CG, and M series // Horticulture, Environment, and Biotechnology. 2020. Vol. 61. Pp. 685-692.
10. Cripps J.E.L. The influence of soil moisture on apple root growth and root: shoot ratios // Journal of Horticultural Science. 1971. Vol. 46. No. 2. Pp. 121-130.
11. Jie Y. et al. The regulation of root pruning and soil water content affects apple leaf water use efficiency // Acta Horticulturae. 2008. Vol. 767. Pp. 345-50.
12. Lan T., Guo S.W., Han J.W., Yong-Li Yang, Zhang K., Zhang Q., Yang W., Li P.F. Evaluation of physical properties of typical urban green space soils in Binhai Area, Tianjin, China // Urban forestry & urban greening. 2019. V. 44. Article Number: UNSP 126430.
13. Lenz F. Fruit effects on the dry matter-and carbohydrate distribution in apple trees // International Symposium on Source-Sink Relationships in Plants 835. 2007. Pp. 21-38.
14. Marchioretto L.D.R. et al. Tolerance of apple rootstocks to short-term waterlogging // Ciência Rural. 2018. Vol. 48. Article No 0940.
15. Meng D. et al. Genome-wide identification and characterization of WRKY transcriptional factor family in apple and analysis of their responses to waterlogging and drought stress // Plant Physiology and Biochemistry. 2016. Vol. 103. Pp. 71-83.
16. Scandellari F., Tonon G., Thalheimer M., Ceccon C., Gioacchini P., Aber J.D., Tagliavini M. Assessing nitrogen fluxes from roots to soil associated to rhizodeposition by apple (*Malus domestica*) trees // Trees-structure and function. 2007. V. 21. Issue: 5. Pp. 499-505.
17. Tuladhar A., Ohtsuka S., Nii N. Anatomical study on wax apple (*Syzygium samarangense*) roots under long-term water-logged conditions // Tropical Agriculture and Development. 2015. Vol. 59. No. 1. Pp. 1-6.
18. Valentinuzzi F. et al. Common and specific responses to iron and phosphorus deficiencies in roots of apple tree (*Malus domestica*) // Plant molecular biology. 2019. Vol. 101. Pp. 129-148.
19. West D.W. Water use and Sodium chloride uptake by apple trees: II. The response to soil oxygen deficiency // Plant and Soil. 1978. Vol. 50. Pp. 51-65.
20. Zhou P. et al. Effects of interval flooding stress on physiological characteristics of apple leaves // Horticulturae. 2021. Vol. 7. No. 10. Pp. 331.

References

1. Dospikhov B.A. The methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results). 5th ed. additional and revised. Moscow: Agropromizdat Publ., 1985. 351 p.
2. Markov Yu.A. The program and methodology of research on irrigation of fruit and berry crops. Michurinsk: All-Russian Scientific Research Institute of Horticulture named after I.V. Michurin Publ., 1985. 116 p.
3. Assessment of the horticultural suitability of sod-podzolic soils on siliceous rocks of the south-west of the Kaluga region. L.V. Stepancova, V.N. Krasin, I.N. Macnev, M.G. Zolotaryov. Agro-industrial technologies of Central Russia, 2023, no. 1(27), pp. 64-72.
4. Revut I.B. Soil Physics. Leningrad: Kolos Publ., 1964. 318 p.
5. Stepancova L.V. Agrophysical properties, hydrological regime and diagnostics of chernozem-like soils of the north of the Tambov lowland: abstract. Dissertation of Dr. Biol. sciences. Moscow, 2012. 47 p.
6. Altynbekova M.O., Toleshova Z.U. Influence of the soil chemical elements on productivity of apple tree fruiting. Bulletin of the university of Karaganda-chemistry, 2016, Issue: 81, pp. 54-59.

7. An-ran D.A.I., Zhi-guo H.U.O., Hui-fei J. Review on drought and waterlogging disasters for apple in China. *Chinese Journal of Agrometeorology*, 2022, vol. 43, no. 05, p. 362.
8. Bhusal N. et al. Photosynthetic traits and plant–water relations of two apple cultivars grown as bi-leader trees under long-term waterlogging conditions. *Environmental and Experimental Botany*, 2020, vol. 176, p. 104111.
9. Choi B. H. et al. Waterlogging tolerance in apple trees grafted on rootstocks from G, CG, and M series. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 2020, vol. 61, pp. 685-692.
10. Cripps J.E.L. The influence of soil moisture on apple root growth and root: shoot ratios. *Journal of Horticultural Science*, 1971, vol. 46, no. 2, pp. 121-130.
11. Jie Y. et al. The regulation of root pruning and soil water content affects apple leaf water use efficiency. *Acta Horticulturae*, 2008, vol. 767, pp. 345-50.
12. Lan T., Guo S.W., Han J.W., Yong-Li Yang, Zhang K., Zhang Q., Yang W., Li P.F. Evaluation of physical properties of typical urban green space soils in Binhai Area, Tianjin, China. *Urban forestry & urban greening*, 2019, vol. 44, article number: UNSP 126430.
13. Lenz F. Fruit effects on the dry matter-and carbohydrate distribution in apple trees. *International Symposium on Source-Sink Relationships in Plants 835*, 2007, pp. 21-38.
14. Marchioretto L.D.R. et al. Tolerance of apple rootstocks to short-term waterlogging. *Ciência Rural*, 2018, vol. 48, article no. 0940.
15. Meng D. et al. Genome-wide identification and characterization of WRKY transcriptional factor family in apple and analysis of their responses to waterlogging and drought stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, 2016, vol. 103, pp. 71-83.
16. Scandellari F., Tonon G., Thalheimer M., Ceccon C., Gioacchini P., Aber J.D., Tagliavini M. Assessing nitrogen fluxes from roots to soil associated to rhizodeposition by apple (*Malus domestica*) trees. *Trees-structure and function*, 2007, vol. 21, issue: 5, pp. 499-505.
17. Tuladhar A., Ohtsuka S., Nii N. Anatomical study on wax apple (*Syzygium samarangense*) roots under long-term water-logged conditions. *Tropical Agriculture and Development*, 2015, vol. 59, no. 1, pp. 1-6.
18. Valentinuzzi F. et al. Common and specific responses to iron and phosphorus deficiencies in roots of apple tree (*Malus× domestica*). *Plant molecular biology*, 2019, vol. 101, pp. 129-148.
19. West D.W. Water use and Sodium chloride uptake by apple trees: II. The response to soil oxygen deficiency. *Plant and Soil*, 1978, vol. 50, pp. 51-65.
20. Zhou P. et al. Effects of interval flooding stress on physiological characteristics of apple leaves. *Horticulturae*, 2021, vol. 7, no. 10, pp. 331.

Информация об авторе

В.Л. Захаров – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры агротехнологий, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции.

Information about the author

V.L. Zakharov – Doctor of agricultural sciences, professor of the department of agricultural technologies, storage and processing of agricultural products.