

2  
НОМЕР

БОИЦ

ISSN 2304-9081

ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ

On-line версия журнала на сайте

<http://www.elmag.uran.ru>

# БЮЛЛЕТЕНЬ

ОРЕНБУРГСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА УРО РАН



2018

УЧРЕДИТЕЛИ

УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РАН

ОРЕНБУРГСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР УРО РАН

© Н.А. Максютов, Д.В. Митрофанов, 2018

УДК 631;633.11:559(470.56)

*Н.А. Максютов, Д.В. Митрофанов*

## **ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЁМА ЮЖНОГО НА СКЛОНАХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ОРЕНБУРГСКОГО ЗАУРАЛЬЯ**

Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий РАН, Оренбург, Россия

*Цель.* Изучить основные показатели плодородия на склонах чернозёма южного: водно-физические свойства почвы, её механический состав, содержание основных подвижных питательных веществ, гумуса, карбонатов и агроклиматические условия.

*Материалы и методы.* Для изучения основных показателей плодородия почвы и её типа отбирались почвенные образцы на глубину пахотного, метрового и полутораметрового слоёв, с предварительным описанием почвенных разрезов по общим принятым методикам. Исследования проводились перед закладкой многолетнего стационара в бывшем ОПХ «Советская Россия» Адамовского района Оренбургской области.

*Результаты.* На склонах крутизной 1-3° были описаны два почвенных разреза, подтверждающих и относящих их к типу чернозёма южного. В почвенных образцах определены водно-физические свойства почвы, её механический состав, содержание основных подвижных питательных веществ и гумуса на различных частях склона. По многолетним данным описаны агроклиматические ресурсы зоны проведения исследований.

*Заключение.* Установлены тип почвы и основные показатели её плодородия по водно-физическим свойствам, механическому составу, питательному режиму.

*Ключевые слова:* плодородие почвы, водно-физические и химические свойства почвы, чернозём южный, склон, агроклиматические условия, урожайность.

---

---

*N.A. Maksyutov, D.V. Mitrofanov*

## **MAIN INDICATORS OF FERTILITY OF BLACK SOURCE OF SOUTHERN ON SLOPES OF THE STEPPE ZONE OF ORENBURGAN ZAURAL**

Federal Scientific Center of Biological Systems and Agrotechnologies RAS, Orenburg, Russia

*Objective.* To study the main indicators of fertility on the slopes of the southern chernozem: the water-physical properties of the soil, its mechanical composition, the content of basic nutrients, humus, carbonates and the agroclimatic conditions of research.

*Materials and methods.* To study the main indicators of soil fertility and its type, soil samples were taken for a depth of arable and half-meter layer, with a preliminary description of soil sections according to common accepted methods. The studies were conducted before the laying of a multi-year hospital in the former Soviet Russia "of the Adamov district of the Orenburg region.

*Results.* On slopes with steepness of 1-3 degrees, two soil sections were described, confirming and relating them to the type of chernozem southern. In soil samples, the water-physical properties of the soil, its mechanical composition, the content of the basic mobile nutrients and humus on various parts of the slope are determined. According to long-term data, agroclimatic resources of the research area are described.

*Conclusion.* Based on the results of the study, the main indicators of soil fertility are determined by its water-physical properties, mechanical composition, nutrient regime and the type of soil.

*Key words:* soil fertility, water-physical and chemical properties of the soil, southern chernozem, slope, agroclimatic conditions, yield.

## **Введение**

В Оренбургском Зауралье размещаются 22% пашни области (1,3 млн. га), более 860 тыс. га пашни (66 %) расположены на склонах от 1 до 5°, которые до сих пор недостаточно изучены. Значимость их изучения особенно актуальна за последние годы, в связи с оценкой их продуктивности и вывода из структуры пашни. Согласно методике опытного дела [1-3], перед закладкой длительного стационара должно быть проведено тщательное исследование по определению типа почвы и её основных показателей плодородия, без которых невозможно дальнейшего изучения различных агротехнических приёмов и технологий.

Цель исследования – изучить основные показатели плодородия на склонах чернозёма южного: водно-физические свойства почвы, её механический состав, содержание основных подвижных питательных веществ, гумуса, карбонатов и агроклиматические условия.

## **Материалы и методы**

Объектом исследования явилась почва опытного участка на склонах различной крутизны от 1 до 3°. Как показало описание двух почвенных разрезов на верхнем и нижнем частях склонов почва по типу является чернозёмом южным среднесплошным тяжелосуглинистым на жёлтобурых карбонатных делювиальных суглинках. Мощность пахотного горизонта (А-пах.) – 27-30 см. Содержание гумуса: в слое 0-10 см почвы – 4,3%, 20-30 см – 3,7%.

По почве и рельефу участок по классификации является типичным для степной зоны Оренбургского Зауралья.

## **Результаты и обсуждение**

В почвенных разрезах на глубину 0-100 см по горизонтам 0-10, 10-20, 20-30 см и т.д. были отобраны пробы для определения в них водно-физических констант (табл. 1).

Анализ результатов показывает, что объёмная и удельная масса почвы увеличивается вглубь по горизонтам, а в слое 0-100 см равна 1,37 и 2,61 г/см<sup>3</sup>. На основании этих данных рассчитываются общая скважность и аэрации, которые снижаются к нижним горизонтам.

В почвенных образцах определялась максимальная гигроскопическая влага, она является недоступной для растений и составляет в метровом слое 8,3% или 113,2 мм [4-6].

Влажность устойчивого завядания растений характеризует содержание

воды малоподвижной и не обеспечивающая нормального развития и роста растений, она рассчитывается путём умножения данных по максимальной гигроскопичности на коэффициент 1,34. Запас такой влаги в почве принято называть непродуктивным или «мёртвым запасом». В слое 0-100 см почвы её содержится в чернозёме южном 151,6 мм.

*Таблица 1* Водно-физические константы почвы опытного стационара

Глубина, см	Масса почвы, г/см <sup>3</sup>		Сквашность (пористость, порозность), % к объёму почвы			Максимальная гигроскопичность		Влажность устойчивого завядания		Полная влагоёмкость		Предельно-полевая влагоёмкость	
	объёмная	удельная	общая	аэрации при ППВ	аэрации при МГ	% к сухой почве	мм	% к сухой почве	мм	% к сухой почве	мм	% к сухой почве	мм
0-10	1,12	2,52	55,6	17,2	45,4	9,1	10,2	12,2	13,7	49,6	55,6	34,3	38,4
10-20	1,24	2,54	51,2	16,8	40,0	9,0	11,2	12,1	15,0	41,3	51,2	27,7	34,4
20-30	1,30	2,56	49,2	15,2	37,9	8,7	11,3	11,7	15,2	37,8	49,2	26,2	34,0
0-30	1,22	2,54	52,0	16,4	41,1	8,9	32,7	12,0	43,9	42,9	156,0	29,4	106,8
30-40	1,37	2,58	46,9	14,8	35,1	8,6	11,8	11,5	15,8	34,3	46,9	23,4	32,1
40-50	1,39	2,60	46,5	14,5	34,7	8,5	11,8	11,4	15,8	33,5	46,5	23,0	32,0
50-60	1,40	2,64	47,0	14,5	35,2	8,4	11,8	11,3	15,8	33,5	47,0	23,2	32,5
30-60	1,39	2,61	46,8	14,6	35,0	8,5	35,4	11,4	47,4	33,8	140,4	23,2	96,6
60-70	1,42	2,68	47,0	14,5	35,8	7,9	11,2	10,6	15,0	33,1	47,0	22,1	31,4
70-80	1,44	2,66	45,9	14,8	34,8	7,7	11,1	10,3	14,8	31,8	45,9	21,6	31,1
80-90	1,47	2,65	44,5	13,9	33,3	7,6	11,2	10,2	15,0	30,3	44,5	20,8	30,6
90-100	1,55	2,66	41,7	11,7	30,1	7,5	11,6	10,0	15,5	26,9	41,7	19,4	30,0
60-100	1,47	2,66	44,8	13,7	33,5	7,7	45,1	10,3	60,3	30,5	179,1	21,0	123,1
0-100	1,37	2,61	47,6	14,8	36,2	8,3	113,2	11,1	151,6	35,2	475,5	24,2	326,5

*Примечание:* ППВ – предельно-полевая влагоёмкость; МГ – максимальная гигроскопичность.

Полная влагоёмкость (водовместимость) – это максимальное количество воды, которое может поглощать почва при заполнении всех пор. Полной насыщенности почв влагой практически не бывает, так как под действием тяжести (гравитации) вода стекает в глубокие слои почвенно-грунтовой толщи. Растениями эта влага усваивается не полностью. Она равна на опытном участке 35,2% к сухой почве или 475,5 мм.

Предельно-полевая влагоёмкость или наименьшая – это количество воды, длительно удерживаемой почвой. Она также усваивается не полностью, так как значительная часть этой влаги теряется на испарение и частично остаётся в недоступной для растений форме. Количество её в метровом слое почвы составляет 24,2% или 326,5 мм. Принято считать, что продуктивной или доступной растениям влаги для нормального роста и развития требуется

60-70% от полной влагоёмкости.

Механический состав – это наличие твёрдых частиц разных размеров. По этому показателю почвы подразделяются на тяжёлые и лёгкие. Тяжёлые в свою очередь, делятся на тяжёлые суглинки и глины, лёгкие – на пески, супеси и лёгкие суглинки.

На основании проведённого анализа Качинский Н.А. [7] установил следующую классификацию механических элементов по их крупности: 1-0,5 мм – песок крупный, 0,5-0,25 мм – песок средний, 0,25-0,05 мм – песок мелкий, 0,05-0,01 мм- пыль крупная, 0,01-0,005 и 0,005-0,002 мм – пыль средняя, 0,002-0,001 – пыль мелкая, 0,001-0,0001 мм - ил «меньше» 0,0001 мм – коллоиды. Согласно этой классификации почва участка по механическому составу относится к среднему суглинку (табл. 2).

*Таблица 2. Механический состав почвы опытного участка*

Горизонт, см	Гигроскопическая влажность, %	Содержание фракции в %, размеры в мм						
		1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	менее 0,001	сумма фракций менее 0,01
0-10	2,8	-	19,7	39,8	8,2	16,6	15,7	40,5
10-20	2,8	-	18,3	43,8	7,1	16,2	14,6	37,9
20-30	2,9	-	18,5	43,7	7,4	15,8	14,6	37,8
30-40	2,7	-	17,0	42,1	10,1	12,6	18,2	40,9
40-50	2,7	-	16,0	43,1	8,1	14,0	18,8	40,9
50-60	2,6	-	16,9	41,9	6,1	14,7	20,7	41,2
60-70	2,6	-	16,3	41,8	6,9	13,7	21,3	41,9
70-80	2,5	-	17,1	40,3	6,1	15,4	21,1	42,6
80-90	2,4	-	11,3	44,4	7,6	13,6	23,1	44,3
90-100	2,2	-	15,6	43,3	6,4	14,0	20,7	41,1
100-110	2,2	-	9,3	48,8	7,1	13,5	21,2	41,9
110-120	2,0	-	18,2	43,9	6,5	12,7	18,7	37,9
120-130	1,9	-	23,1	40,1	6,9	12,1	17,8	36,8
130-140	1,7	-	33,7	36,1	4,0	10,3	15,9	30,2
140-150	1,5	-	37,5	35,1	3,4	9,6	14,4	27,4

Наиболее неблагоприятные физические свойства проявляются при преобладании в почве фракции размером от 0,01 до 0,005 (пыль средняя) или так называемая пассивная часть. При оструктурировании она обуславливает отрицательные водно-физические свойства почвы (коркообразование, плохую водо- и воздухопроницаемость). Ценным улучшителем физических свойств

почв является ил – частицы менее 0,001 мм.

Количество содержания гумуса в почве является основным показателем её плодородия. Согласно классификации, почва опытного участка относится к чернозёму южному среднemosщному. Наши определения его в пахотном слое 0-30 см почвы показали, что в среднем по трём повторениям содержание гумуса в верхней части склона составляет 3,98, в средней части – 4,02 и нижней части – 3,78%. Как показала математическая обработка, разница между частями склона несущественная и находится в пределах статистической погрешности. По содержанию гумуса в пахотном слое 0-30 см почвы на опытном участке, он относится к чернозёму южному от 4 до 5% с запасами до 360 т на 1 га.

Такая же закономерность нами отмечена по содержанию карбонатов ( $\text{CaCO}_3$ ); на верхней части склона их количество составило 4,27, в средней части – 4,83 и нижней – 4,92%.

Важными показателями плодородия почвы являются основные подвижные питательные вещества (N, P, K), количество которых в почве, главным образом, зависит от температурного и водного режимов, предшественника и других факторов [8, 9].

Заметную роль в этом отношении играет крутизна склона, где количество основных питательных подвижных веществ в основном зависит от запасов влаги в почве и в малой степени от содержания гумуса [10].

В среднем за 4 года (2014-2017 гг.) содержание нитратного азота в пахотном слое 0-30 см почвы после посева ранних яровых зерновых культур составило на верхней части склона 10,7 мг, на средней – 11,8 мг и нижней – 14,0 мг на 100 г почвы, подвижного фосфора – 4,1, 4,3 и 4,5 мг, а обменного калия – 33,3, 33,4 и 36,8 мг на 100 г почвы соответственно. Такая разница в содержании основных подвижных питательных веществ в зависимости от крутизны склона объясняется лучшим увлажнением почвы весной. Так на верхней части склона количество продуктивной влаги в метровом слое почвы составило 112,6, средней – 124,8 и нижней – 131,7 мм.

Такое преимущество во влажности почвы заметно сказывается на урожайности зерновых культур. В среднем за 4 года она составила на верхней части склона 9,0 ц с 1 га, средней – 11,9 и нижней – 14,5 ц с 1 га.

Проведение исследований и их результаты тесно связаны с агроклиматическими условиями, которые сводятся к оценке ресурсов тепла, влаги, за-

пасов воды в снеге, осадков и др. По среднемноголетним данным, ближайшей метеостанции Айдырля, сумма воздушных температур выше 10°C составляет 2229°C, температура самого тёплого месяца (июль) – 19,7°C, холодного месяца (январь) – 17,6°C мороза, глубина промерзания почвы достигает 120-140 см [11].

Среднемноголетнее количество осадков составляют 342 мм, в том числе за вегетационный период (май-август) – 145 мм. Урожайность зерновых культур по биоклиматическим показателям составляет 17,7 ц с 1 га, по результатам наших исследований в среднем за 4 года (2014-2017 гг.) – 11,8 ц с 1 га, в том числе на верхней части склона – 9,0, средней – 11,9 и нижней части склона – 14,5 ц с 1 га. Среди зерновых культур самая высокая урожайность составила на верхней части склона яровой мягкой пшеницы 9,7, средней ячменем – 13,6 и нижней части яровой мягкой пшеницей – 15,7 ц с 1 га.

Таким образом, даже самая высокая урожайность яровой мягкой пшеницы на нижнем склоне (15,7 ц с 1 га) не достигала урожайности зерновых по биологическому потенциалу - 17,7 ц с 1 га. Основной причиной этому являются неблагоприятные погодные условия и ухудшение технологии возделывания зерновых культур.

### **Заключение**

1. Перед закладкой, особенно длительных стационарных опытов, необходимо проведение исследований основных показателей плодородия опытного участка – водно-физических и химических свойств почвы, агроклиматических условий зоны и других факторов.

2. Полученные результаты исследования по водно-физическим константам, механическому составу, содержанию основных подвижных питательных веществ и по гумусу показывают, что почва относится к чернозёмам южным, типичным для зоны Оренбургского Зауралья.

3. Содержание гумуса и подвижных питательных вещества в пахотном слое почвы не зависит от крутизны склона, количество их примерно одинаково. Основным фактором, влияющим на урожайность зерновых культур, является весенний запас влаги в почве, в результате наибольшего накопления снега и запасов воды в нём на нижней части склона. Такое преимущество во влажности почвы существенно сказывается на урожайности зерновых культур.

4. При оценке продуктивности зерновых культур по биоклиматическим показателям – теплообеспеченности и влагообеспеченности, урожайность на

чернозёмах южных зоны исследования составляет 17,7 ц с 1 га, в наших исследованиях – 11,8 ц с 1 га, что объясняется засушливостью климата за последние годы и снижением уровня технологии возделывания.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва, 1979. 416 с.
2. Воробьёв С.А., Буров Д.И., Туликов А.М. Земледелие. Москва, 1977. 480 с.
3. Роде А.А., Ногина Н.А., Скрыникова И.Н. Методы стационарного изучения почв. Москва, 1977. 295 с.
4. Александрова Л.Н., Найдёнова О.А. Лабораторно-практические занятия по почвоведению. Москва, 1957. 214 с.
5. Кульман А., Ревут И., Роде А. Методическое руководство по изучению почвенной структуры. Ленинград. 1969 : 528 с.
6. Максютлов Н.А., Жданов В.М., Абдрашитов Р.Р. Повышение плодородия почвы, урожайности и качество продукции с.-х. культур в полевых севооборотах степной зоны Южного Урала. Оренбург. 2012. 332 с.
7. Качинский Н.А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения. Москва. 1965. 265 с.
8. Максютлов Н.А., Жданов В.М., Кафтан Ю.В., Скороходов В.Ю., Митрофанов Д.В., Зенкова Н.А., Жижин В.Н. Биологические и ресурсосберегающие приёмы повышений плодородия почвы, урожайность и качество продукции в степной зоне Южного Урала. Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2015. 2: 1-7.
9. Максютлов Н.А., Жданов В.М., Митрофанов Д.В., Зенкова Н.А. Эффективность чистых, занятых, почвозащитных и сидеральных паров под яровую твёрдую пшеницу на чернозёмах южных Оренбургского Зауралья. Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2016. 1: 1-16.
10. Максютлов Н.А., Митрофанов Д.В. Основные показатели плодородия чернозёма южного на склонах степной зоны Оренбургского Зауралья. Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2018. 2/ 12с. [Электр. ресурс] (URL: <http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2018-2/Articles/NAM-2018-2.pdf>). DOI: 10.24411/2304-9081-2018-11003
11. Тихонов В.Е. Засуха в степной зоне Урала. Оренбург, 2002. 250 с.

*Поступила 25.06.2018*

*(Контактная информация: Максютлов Николай Алексеевич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, и.о. по управлению отделом земледелия и ресурсосберегающих технологий Оренбургского НИИСХ; 460051, г. Оренбург, проспект Гагарина 27/1; тел. 8(3532) 71-24-74; e-mail: maksyutov.n@mail.ru).*

---

---

#### **LITERATURE**

1. Dospikhov B. A. Methodology of field experience. Moscow, 1979. 416 p.
2. Vorobiev S.A., Burov D.I., Tulikov A.M. Agriculture. Moscow, 1977. 480 p.
3. Rode AA, Nogina NA, Skrynikova I.N. Methods of stationary study of soils. Moscow, 1977. 295 p.
4. Alexandrova L.N., Naidenova O.A. Laboratory and practice on soil science. Moscow. 1957. 214 p.
5. Kulman A., Revut I., Rode A. Methodological guide to the study of soil structure. Leningrad. 1969: 528 p.
6. Maksyutov N.A., Zhdanov V.M., Abdrashitov R.R. Raising the fertility of the soil, yield and



- quality of agricultural products. cultures in field se-rotation in the steppe zone of the Southern Urals. Orenburg. 2012: 332 p.
7. Kachinsky N.A. Mechanical and microaggregate composition of the soil, methods of its study. Moscow. 1965. 265 p.
  8. Maksyutov N.A., Zhdanov V.M., Kaftan Yu.V., Skorokhodov V.Yu., Mitrofanov DV, Zenkova N.A., Zhizhin V.N. Biological and resource-saving methods of increasing soil fertility, productivity and quality of production in the steppe zone of the Southern Urals. Bulletin of the Orenburg Scientific Center, UrB RAS. 2015. 2. 7s.
  9. Maksyutov N.A., Zhdanov V.M., Mitrofanov D.V., Zenkova NA Effectiveness of clean, busy, soil-protecting and sideral fumes under spring hard wheat in the chernozems of the southern Orenburg Zauralye. Bulletin of the Orenburg Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. 2016. 1. 14s.
  10. Maksyutov N.A., Mitrofanov DV Influence of various parts of the slope on the content of mobile nutrients, yield and quality of wheat grain in the Orenburg Zauralye. Bulletin of the Orenburg Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. 2018. 1. 12 s. (URL: <http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2018-2/Articles/NAM-2018-2.pdf>). DOI: 10.24411/2304-9081-2018-11003
  11. Tikhonov V.E. Drought in the steppe zone of the Urals. Orenburg. 2002. 250 p.

**Образец ссылки на статью:**

Максютов Н.А., Митрофанов Д.В. Основные показатели плодородия чернозёма южного на склонах степной зоны Оренбургского Зауралья. Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2018. 2. 7с. [Электр. ресурс] (URL: <http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2018-2/Articles/NAM-2018-2.pdf>). DOI: 10.24411/2304-9081-2018-12004