

УДК 631.452

UDC 631.452

06.01.01 Общее земледелие, растениеводство

General agriculture, crop production

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И  
ПРОДУКТИВНОСТЬ ЧЕРНОЗЕМА  
ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ЗАПАДНОГО  
ПРЕДКАВКАЗЬЯ<sup>1</sup>**

**CURRENT STATE AND EFFICIENCY OF  
BLACK LEACHED SOILS OF WESTERN  
CAUCASUS**

Шеуджен Асхад Хазретович<sup>1,2</sup>  
д.б.н., профессор, академик РАН, зав. кафедрой  
агрохимии, зав. отделом прецизионных технологий  
SPIN-код: 9370-9411

Sheudzhen Askhad Khazretovich<sup>1,2</sup>  
Dr.Sci.Biol., professor, academician of the Russian  
Academy of Sciences, head of agrochemistry  
department, head of Precision Technologies  
department, RSCI SPIN-code: 9370-9411

Гуторова Оксана Александровна<sup>1,2</sup>  
к.б.н., доцент кафедры агрохимии, в.н.с.  
SPIN-код: 3443-8774

Gutorova Oksana Alexandrovna<sup>1,2</sup>  
Cand.Biol.Sci., associate professor of the Department  
of Agricultural Chemistry, leading Researcher,  
RSCI SPIN-code: 3443-8774

Хурум Хазрет Довлетович<sup>1</sup>  
д.с.-х.н., профессор кафедры агрохимии  
SPIN-код: 4779-9105

Khurum Khazret Dovletovich<sup>1</sup>  
Dr.Sci.Agr., professor, Department of Agricultural  
Chemistry, RSCI SPIN-code: 4779-9105

Есипенко Сергей Владимирович<sup>1</sup>  
к.с.-х.н., доцент кафедры агрохимии  
SPIN-код: 3837-8593

Esipenko Sergey Vladimirovich<sup>1</sup>  
Cand.Agr.Sci., associate professor of the Department  
of Agricultural Chemistry,  
RSCI SPIN-code: 3837-8593

Лебедевский Иван Анатольевич<sup>1</sup>  
к.с.-х.н., доцент кафедры агрохимии, декан  
SPIN-код: 5306-5690

Lebedovsky Ivan Anatolyevich<sup>1</sup>  
Cand.Agr.Sci., associate professor of the Department  
of Agricultural Chemistry, Dean,  
RSCI SPIN-code: 5306-5690

Кащиц Виктория Петровна<sup>1</sup>  
аспирант кафедры агрохимии  
SPIN-код: 994343

Kashchits Victoria Petrovna<sup>1</sup>  
graduate student of the Department of Agricultural  
Chemistry, RSCI SPIN-code: 994343

*1 - Кубанский государственный аграрный  
университет имени И.Т. Трубилина, г. Краснодар,  
Россия  
2 - Всероссийский научно-исследовательский  
институт риса, г. Краснодар, п. Белозерный,  
Россия*

*1 - Kuban State Agricultural University, Krasnodar,  
Russia  
2 - All Russian Rice Research Institute, Krasnodar,  
Russia*

Изучено современное состояние плодородия и продуктивность чернозема выщелоченного, используемого в 11-польном зерно-травяно-пропашном севообороте. В условиях стационарного полевого опыта был заложен почвенный разрез, проведено морфологическое описание почвы, измерение ее магнитной восприимчивости  $\chi$ , из почвенно-генетических горизонтов отобраны почвенные образцы, в которых определяли гранулометрический состав, физические и химические показатели. Исследования показали, что чернозем выщелоченный характеризуется плотностью

The article studies current state of fertility and productivity of leached chernozem used in the 11-field grain-grass-row crop rotation. Under the conditions of a stationary field experiment, a soil section was laid, a morphological description of the soil was carried out, its magnetic susceptibility  $\chi$  was measured, soil samples were selected from soil-genetic horizons, in which the particle size distribution, physical and chemical parameters were determined. Studies have shown that leached chernozem is characterized by an addition density of 1.30 g/cm<sup>3</sup>, a solid phase density of 2.67 g/cm<sup>3</sup>, a total porosity of 51.9 %,  $\chi = 1,045 \times 10^{-3}$  units SI, pH<sub>wat.</sub> 6.5 units, humus content 3.2 %, its

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и министерства образования, науки и молодежной политики Краснодарского края в рамках научного проекта № 19-44-230018

сложения  $1,30 \text{ г/см}^3$ , плотностью твердой фазы  $2,67 \text{ г/см}^3$ , общей пористостью  $51,9 \%$ ,  $\chi=1,045 \times 10^{-3}$  ед. СИ,  $\text{pH}_{\text{вод.}}$   $6,5$  ед., содержанием гумуса  $3,2 \%$ , запаса гумуса в слое  $A+B=468,2 \text{ т/га}$ , суммы обменных  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$   $42,8 \text{ мг.-экв./100 г.}$   
Применение минеральных удобрений увеличивает продуктивность чернозема выщелоченного: урожайность подсолнечника 11-польного зерно-травяно-пропашного севооборота превышает контроль без удобрений на  $1,02-1,62 \text{ т/га}$

Ключевые слова: ЧЕРНОЗЕМ  
ВЫЩЕЛОЧЕННЫЙ, ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ  
СОСТАВ, ПЛОТНОСТЬ СЛОЖЕНИЯ, ОБЩАЯ  
ПОРИСТОСТЬ, ГУМУС, ОБМЕННЫЕ  
ОСНОВАНИЯ, УРОЖАЙНОСТЬ

stock in the layer  $A + B = 468.2 \text{ t/ha}$ , the sum of the exchange  $\text{Ca}^{2+}$  and  $\text{Mg}^{2+}$   $42.8 \text{ mg.eq./100 g.}$  The use of mineral fertilizers increases the productivity of leached chernozem: the yield of sunflower of 11-field grain-grass-row cultivated crop rotation exceeds the control without fertilizers by  $1.02-1.62 \text{ t/ha}$

Keywords: LEACHED BLACK SOIL,  
GRANULOMETRIC COMPOSITION, ADDITION  
DENSITY, TOTAL POROSITY, HUMUS,  
EXCHANGE FOUNDATION, YIELD

DOI: <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-153-005>

## Введение

Почва является основным средством сельскохозяйственного производства. Присуще ей свойство – плодородие используется в практике для производства сельскохозяйственной продукции, в которой нуждается человеческое общество. Но почва и ее плодородие находятся в динамике и развитии как в ходе естественных процессов – без освоения, так и, особенно, при освоении – при использовании в производственной деятельности людей. Основоположник науки о почве профессор В.В. Докучаев очень четко подчеркнул ее динамичность: "Почва, как и любой растительный и животный мир, вечно развивается и изменяется, то прогрессируя, то регрессируя" [13, 14].

Черноземы являются единственной почвой, в которой органическая и минеральная часть находятся в оптимальном сочетании. При исследовании черноземов легче всего выявить и наглядно продемонстрировать роль и важнейшие функции почвы в биосфере и антропосфере. И, несмотря на то, что чернозем представляет довольно устойчивую природную систему, его современное агроэкологическое состояние вызывает определенное опасения. Интенсивная эксплуатация плодородия черноземов в течении последних трех веков без

соответствующих компенсационных мер привела к их некоторой антропогенной деградации [4].

Краснодарский край богат своим почвенно-ресурсным потенциалом. Анализ материалов почвенных обследований края конца 19-го–начала 20-го веков и периода 1940-1990 гг. двадцатого века показывает, что от первоначального содержания гумуса в большей части черноземов в среднем около 5 % к настоящему времени осталось 3,7 %. При этом если темпы снижения его содержания до 30-х гг. XX столетия составляли 0,01 % в год, то в 30-50-х гг. они возросли до 0,03 %, в 60-80-е гг. (период интенсификации земледелия) потери гумуса достигали 0,05 % в год. Уже сейчас 66,9 % черноземов содержат гумуса менее 4,0 % [3, 6]. Одновременно с потерей гумуса отмечается декальцирование почвы и возрастание кислотности, что в конечном счете отрицательно сказывается на физических ее свойствах [7, 11].

Цель работы – изучить современное состояние и продуктивность чернозема выщелоченного Западного Предкавказья.

### **Объекты и методы исследования**

Исследования проведены на стационарном полевом опыте кафедры агрохимии Кубанского государственного аграрного университета им. И.Т. Трубилина, расположенного в учебном хозяйстве "Кубань" г. Краснодара. Опыт заложен в 1981 г. в условиях типичного равнинного агроландшафта южной части Азово-Кубанской низменности Западного Предкавказья на черноземе выщелоченном, занятый культурами 11-польного зерно-травяно-пропашного севооборота. Географическое положение полевого опытного поля по GPS – 45°3'50.74", N и 38°51'19.61", E. С 2005 г. решением Всероссийского координационного совещания участников Географической сети опытов включен в «Реестр

длительных опытов с удобрениями Российской Федерации» (Аттестат № 078).

Полевые исследования включали закладку почвенного разреза на черноземе выщелоченном, морфологическое описание почвы, измерение магнитной восприимчивости и отбор почвенных образцов по горизонтам профиля.

Морфологическое описание чернозема выщелоченного проведено по Б.Г. Розанову [10]. Название почвы в тексте приведено согласно "Классификация и диагностика почв СССР" (1977) [8]. По руководствам "Классификация и диагностика почв России" (2004) – агрочернозем глинисто-иллювиальный [15], World Reference Base (WRB, 2014) – Grey-Luvic Chernozems [16].

Аналитическая часть исследований включало измерение  $pH_{вод}$  потенциометрическим методом, определение гранулометрического состава почвы методом пипетки; плотности почвы ненарушенного сложения по Качинскому; плотности твердой фазы почвы пикнометрическим методом; общей пористости почвы расчетным методом; магнитной восприимчивости почвы ( $\chi$ ) с помощью прибора КМ 7 (Чехия), группового состава гумуса почвы пирофосфатным методом по Кононовой-Бельчиковой, содержание в почве общего гумуса по Тюрину с окончанием по Орлову-Гриндель; запаса гумуса расчетным способом; обменных катионов  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$  комплексометрическим методом; подвижного железа в 0,1Н растворе  $H_2SO_4$  с  $\alpha$ -дипиридиллом [1, 2, 5, 9].

Продуктивность чернозема выщелоченного оценивали по урожайности текущей культуры 11-польного зерно-травяно-пропашного севооборота подсолнечника в зависимости от применения минеральных удобрений. Исследования проводили на вариантах 000 – без удобрений, 111 – единичная норма полного удобрения, 222 – двойная норма полного удобрения, 333 – тройная норма полного удобрения. Первая цифра индекса

соответствует норме вносимых азотных, вторая – фосфорных, третья – калийных удобрений. Единичная норма удобрений для подсолнечника  $N_{20}P_{30}K_{20}$ .

### **Результаты и их обсуждение**

Чернозем выщелоченный залегает на лессовидных тяжелых суглинках, хорошо дифференцирован на почвенно-генетические горизонты, характеризующиеся темно-серой окраской с проявлением буроватого оттенка с глубиной профиля. При сравнительно небольшом содержании органических веществ почва имеет сверхмощную толщу гумусового слоя, достигающую 148 см. Гумусовый профиль почвы выщелочен от карбонатов до горизонта С. Почва глинистая, средне уплотненная, с хорошо выраженной комковато-зернистой структурой в пахотном горизонте.

Морфологическое описание чернозема выщелоченного (рисунок 1):



Рисунок 1 – Профиль  
чернозема выщелоченного

**A<sub>пах</sub>** (0-25/25 см) – свежий, темно-серый, глинистый, комковато-зернистый, уплотненный, червороины, корневые остатки, переход постепенный.

**A** (25-62/37 см) – свежий, темно-серый, глинистый, комковатый, уплотненный, червороины, корневые остатки, переход постепенный.

**AB<sub>1</sub>** (62-109/47 см) – свежий, темно-серый с буроватым оттенком, глинистый, комковатый, средне уплотненный, червороины, корневые остатки, переход постепенный.

**AB<sub>2</sub>** (109-148/39 см) – свежий, темно-серый с бурым оттенком, глинистый, комковатый, средне уплотненный, червороины, переход постепенный.

**B** (148-177/29 см) – свежий, бурый с темными затеками гумуса, глинистый, структура почвы слабо выражена, средне уплотненный, не вскипает, переход постепенный.

**C** (> 177 см) – свежий, бурый с желтоватым оттенком, тяжелосуглинистый, средне уплотненный, бесструктурный, белоглазка, вскипает от кислоты с 180 см.

Содержание физической глины в черноземе выщелоченном 61,2 % с преобладанием пылеватой и илистой фракций (57,1 и 38,4 % соответственно). По их соотношению почва иловато-пылеватая глинистая. Довольно высокое количество крупной пыли до 34,3 % неблагоприятно

сказывается на образование водопрочных агрегатов, что влияет на водопроницаемость и набухаемость почвы. Содержание средней пыли (0,01-0,005 мм) характеризует её пластичность и связность, составляющей 10,8 %, что позволяет избежать запыливание. Количество песчаных фракций (1,00-0,05 мм), обладающих высокой водопроницаемостью, капиллярностью и пластичностью, не превышает 4,5 %. По профилю гранулометрический состав почвы неоднородный: в нижней толще он сменяется на тяжелосуглинистый – в горизонте **AB<sub>2</sub>** вплоть до почвообразующей породы уменьшается количество илистых и увеличивается содержание пылеватых и песчаных фракций (рисунок 2).

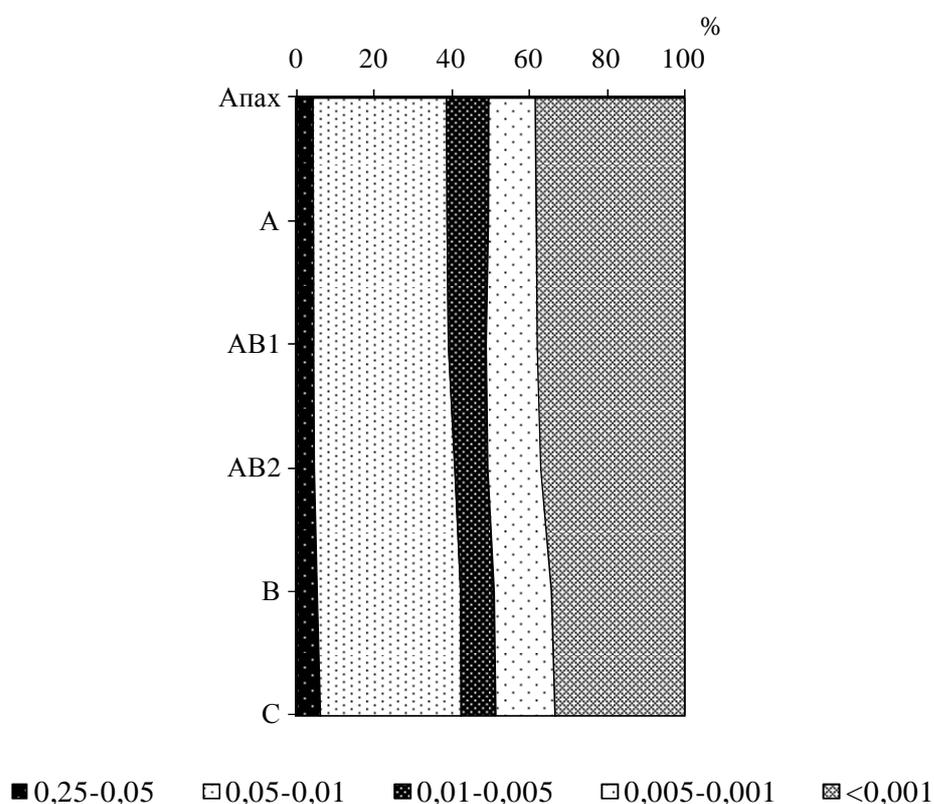


Рисунок 2 – Гранулометрический состав чернозема выщелоченного

Все компоненты почв обладают магнитной активностью, одной из характеристик которой является магнитная восприимчивость, отражающая содержание сильномагнитных минералов железа в хорошо оструктуренной и аэрированной почве и может служить дополнительным критерием,

характеризующим водно-воздушные и структурные их свойства [1]. В автоморфных почвах с хорошей аэрацией и преобладанием окислительных условий соединения железа накапливаются в виде оксидов и гидроксидов трехвалентного железа [13]. В черноземе выщелоченном отмечены довольно высокие значения магнитной восприимчивости, постепенно уменьшающиеся с глубиной профиля с 1,045 в пахотном горизонте до  $0,797 \times 10^{-3}$  ед. СИ в почвообразующей породе. В верхнем аэрируемом слое формируются сильномагнитные минералы железа, обладающий наибольшей намагниченностью. Содержание подвижного железа ( $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$ ) в пахотном горизонте составляет 50,57 мг/100 г. На долю оксида двухвалентного железа приходится 3 %, оксида трехвалентного железа – 97 % от их суммарного содержания. Вниз по профилю количество FeO уменьшается.

Почва характеризуется благоприятными физическими свойствами. Плотность сложения пахотного и подпахотного горизонтов составляют 1,30 и 1,35 г/см<sup>3</sup> соответственно, увеличивающаяся с глубиной до 1,45-1,47 г/см<sup>3</sup>. Общая пористость – 51,9 и 50,0 % соответственно, уменьшающаяся в горизонте С до 46,3 %. Значения плотности твердой фазы по профилю почвы находятся в диапазоне от 2,67 до 2,74 г/см<sup>3</sup> (рисунок 3).

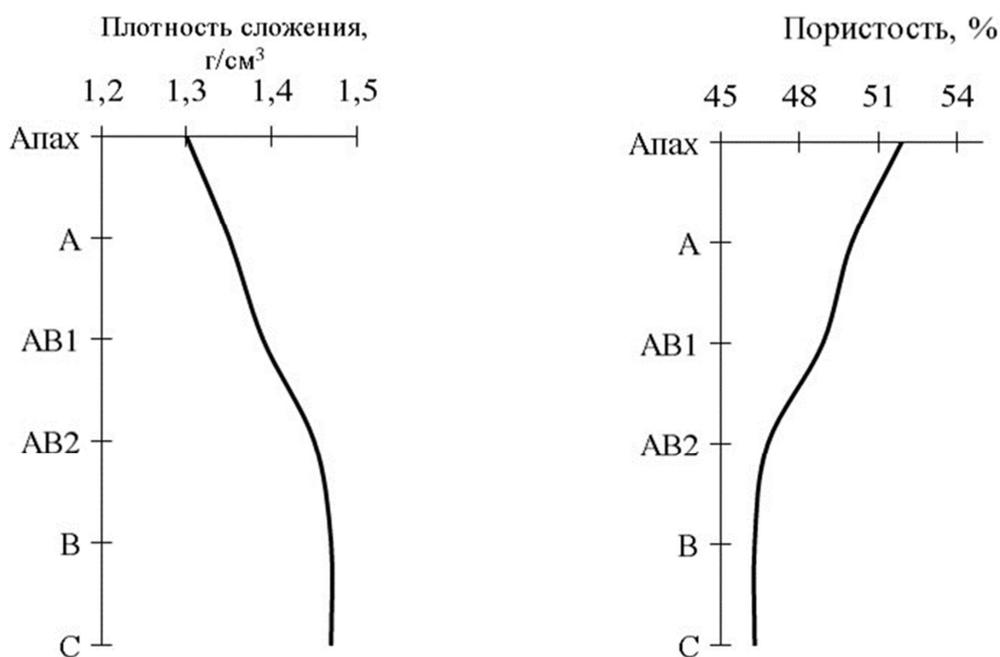


Рисунок 3 – Изменение плотности сложения и общей пористости по профилю чернозема выщелоченного

Чернозем выщелоченный по содержанию общего гумуса слабогумусный. Профильное распределение содержания гумуса постепенно уменьшающее: с 3,2 % в  $A_{пах}$  до 0,4 % в горизонте С (рисунок 4). Почва характеризуется небольшим содержанием запаса гумуса в пахотном горизонте (104,0 т/га). В системе горизонтов **A+B** его запасы достигают 468,2 т/га.

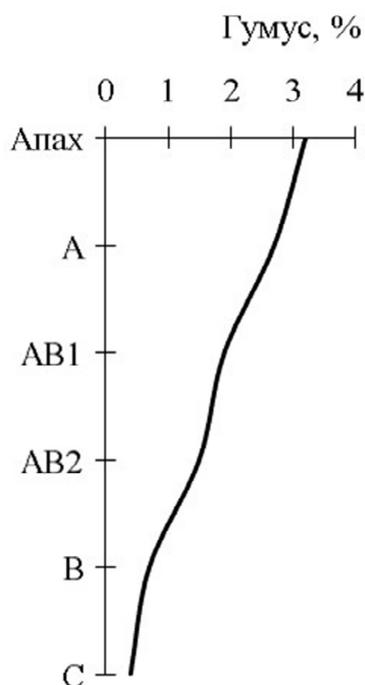


Рисунок 4 – Изменение содержания гумуса по профилю чернозема выщелоченного

В групповом составе гумуса чернозема выщелоченного преобладают гуминовые кислоты, составляя 46,0 % от общего углерода ( $C_{\text{общ.}}$ ) и гумины в количестве 35,5 % от  $C_{\text{общ.}}$ . Доля содержания фульвокислот снижена до 18,5 % от  $C_{\text{общ.}}$ . Тип гумуса почвы гуматный при отношении  $C_{\text{гк}} : C_{\text{фк}} = 2,49$ .

Наибольшее содержание обменных катионов кальция и магния отмечено в пахотном и подпахотном горизонтах почвы. Вниз по почвенному профилю их количество уменьшается – с 31,2 и 11,6 мг.-экв. в  $A_{\text{пах}}$  до 23,5 и 7,4 мг.-экв./100 г в горизонте С соответственно (рисунок 5). В почвенно-поглощающем комплексе содержание катиона  $Ca^{2+}$  превышает количество  $Mg^{2+}$ : отношение  $Ca^{2+}/Mg^{2+}$  в пахотном и подпахотном горизонтах составляет 2,69 и 2,65 соответственно, вниз по профилю находится в диапазоне 2,88-3,18.

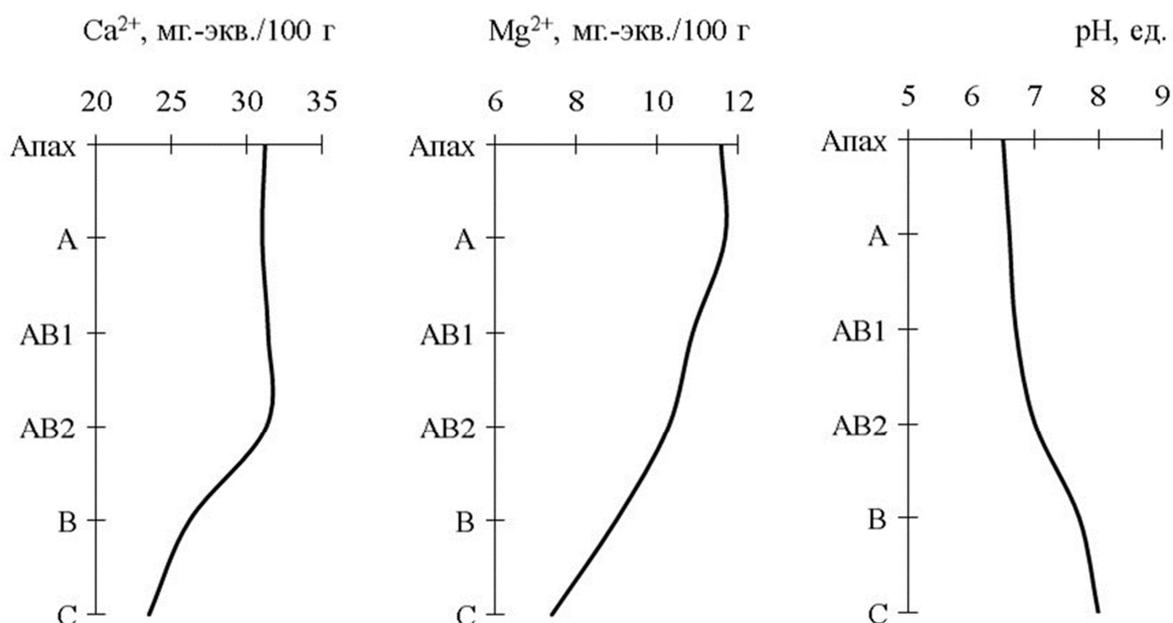


Рисунок 5 – Изменение содержания обменных катионов и реакции среды по профилю чернозема выщелоченного

Реакция среды зависит от содержания карбонатов в почве. В пахотном горизонте она близка к нейтральной; в системе горизонтов  $A_{\text{пах}} + AB_2$  варьирует в небольших пределах 6,5-7,0 ед., заметно увеличивающаяся в горизонте **В** до 7,7 ед. С появлением карбонатов в почвообразующей породе реакция среды слабощелочная (8,0 ед.).

Основным критерием, характеризующим уровень плодородия почв, является урожайность. По раннее полученным данным, суммарная продуктивность 11-польного зерно-травяно-пропашного севооборота на черноземе выщелоченном без применения минеральных удобрений в первую ротацию составила 45,42 т/га зерновых единиц основной продукции, а во вторую и третью – уменьшилась до 44,14 и 39,00 т/га зерновых единиц. Применение минеральных удобрений даже половины рекомендуемой нормы удобрений позволило повысить продуктивность почвы в первую, вторую и третью ротации севооборота на 12,68, 16,17 и 15,85 т/га зерновых единиц основной продукции [13, 14].

В 2019 году продуктивность чернозема выщелоченного оценивалась по урожайности подсолнечника согласно схемы чередования культур в 11-польном зерно-травяно-пропашном севообороте. Применение минеральных удобрений способствовало увеличению урожайности подсолнечника на 1,02-1,62 т/га по сравнению с контролем без удобрений. Наибольшая урожайность достигалась на варианте 222 ( $N_{40}P_{60}K_{40}$ ), которая превышала контроль и другие нормы удобрения. При этом разница в прибавке урожайности между вариантами 222 и 333 наименьшая (0,17 т/га). На рисунке 6 представлена статистическая оценка урожайности подсолнечника.

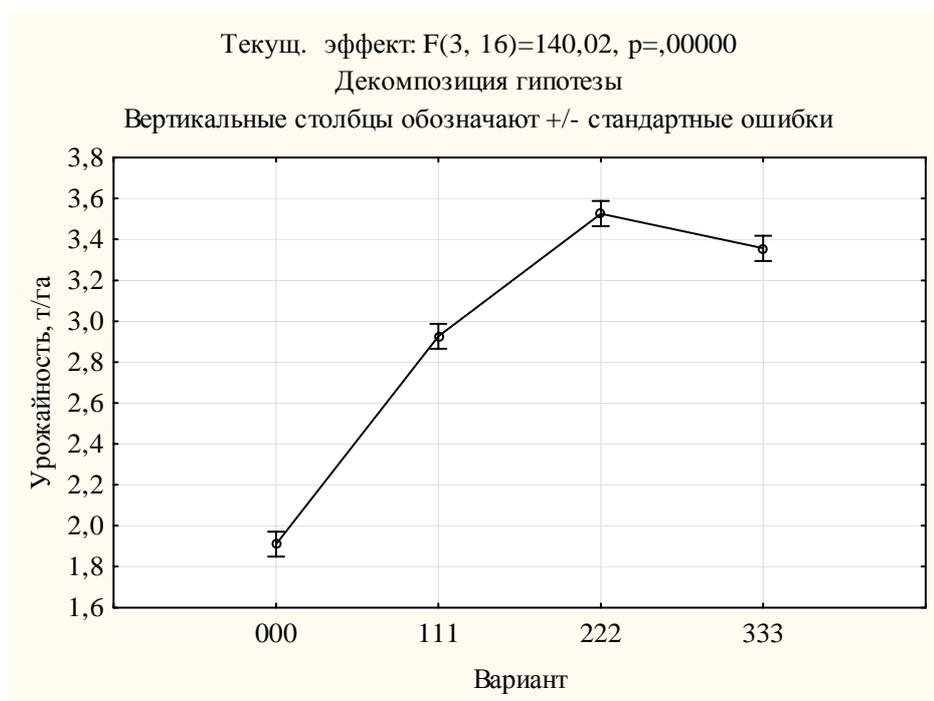


Рисунок 6 – Статистическая оценка урожайности подсолнечника на черноземе выщелоченном

## Выводы

Чернозем выщелоченный характеризуется благоприятными физическими (плотность сложения  $1,30 \text{ г/см}^3$ , плотность твердой фазы  $2,67 \text{ г/см}^3$ , общая пористость 51,9 %,  $\chi=1,045 \times 10^{-3}$  ед. СИ) и химическими ( $\text{pH}_{\text{вод.}}=6,5$  ед., общий гумус 3,2 %,  $\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+}=42,8$  мг.-экв./100 г, запас

гумуса  $A+B=468,2$  т/га) свойствами. Применение минеральных удобрений увеличивает продуктивность чернозема выщелоченного: урожайность подсолнечника 11-польного зерно-травяно-пропашного севооборота превышает контроль без удобрений на 1,02-1,62 т/га.

### Список литературы

1. Агрофизические и агрохимические методы исследования почв. учебно-методическое пособие / сост. В.И. Терпелец, В.Н. Слюсарев. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 65 с.
2. Агрохимические методы исследования почв / Под ред. А.В. Соколова. – М.: Изд-во Наука, 1975. – 656 с.
3. Агроэкологический мониторинг в земледелии Краснодарского края. – Краснодар, 2002. – 284 с.
4. Антропогенная эволюция черноземов / Под ред. А.П. Щербакова и И.И. Васнева. – Воронеж: Воронеж. гос. ун-т., 2000. – 412 с.
5. Вадюнина, А.Ф. Магнитная восприимчивость некоторых почв СССР / А.Ф. Вадюнина, В.Ф. Бабанина // Почвоведение, 1972. – № 10. – С. 55-66.
6. Вальков, В.Ф. Почвоведение (почвы Северного Кавказа) / В.Ф. Вальков, Ю.А. Штомпель, В.И. Тюльпанов. – Краснодар: Изд-во «Советская Кубань», 2002. – 300 с.
7. Жиленко, С.В. Плодородие и продуктивность черноземов Кубани / Под ред. В.Г. Минеева. – М.: Изд-во Московского университета, 2011. – 288 с.
8. Классификация и диагностика почв СССР. – М.: Колос, 1977. – 221 с.
9. Орлова, Н.Е. Методы изучения содержания и состава гумуса / Н.Е. Орлова, Л.Г. Бакина, Е.Е. Орлова. – СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2007. – 145 с.
10. Розанов, Б.Г. Морфология почв / Б.Г. Розанов. – М.: Академический проект, 2004. – 432 с.
11. Система земледелия Краснодарского края на агроландшафтной основе. Краснодар, 2015. 352 с.
12. Теория и практика химического анализа почв / Под ред. Л.А. Воробьевой. М.: ГЕОС, 2006. 400 с.
13. Шеуджен, А.Х. Агробиогеохимия чернозема. 2-е изд. доп. и перераб / А.Х. Шеуджен. – Майкоп: ООО "Полиграф-ЮГ", 2018. – 308 с.
14. Шеуджен, А.Х. Агрохимия. Часть 4. Фундаментальная агрохимия / А.Х. Шеуджен. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 529с.
15. Шишов, Л.Л. Классификация и диагностика почв России / Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова // Под ред. акад. РАН Г.В. Добровольского. – Смоленск: Окуймена, 2004. – 342 с.
16. World Reference Base for Soil Resources 2014, International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps, Update 2015. World Soil Resources Reports No. 106 FAO, Rome, 2015, 192 p.

### References

1. Agrofizicheskie i agrohimicheskie metody issledovaniya pochv. uchebno-metodicheskoe posobie / sost. V.I. Terpelec, V.N. Slyusarev. – Krasnodar: KubGAU, 2016. – 65 s.

2. Agrohimicheskie metody issledovaniya pochv / Pod red. A.V. Sokolova. – M.: Izd-vo Nauka, 1975. – 656 s.
3. Agroekologicheskij monitoring v zemledelii Krasnodarskogo kraja. – Krasnodar, 2002. – 284 s.
4. Antropogennaya evolyuciya chernozemov / Pod red. A.P. SHCHerbakova i I.I. Vasneva. – Voronezh: Voronezh. gos. un-t., 2000. – 412 s.
5. Vadyunina, A.F. Magnitnaya vospriimchivost' nekotoryh pochv SSSR / A.F. Vadyunina, V.F. Babanina // Pochvovedenie, 1972. – № 10. – S. 55-66.
6. Val'kov, V.F. Pochvovedenie (pochvy Severnogo Kavkaza) / V.F. Val'kov, Yu.A. Shtompel', V.I. Tyul'panov. – Krasnodar: Izd-vo «Sovetskaya Kuban'», 2002. – 300 s.
7. Zhilenko, S.V. Plodorodie i produktivnost' chernozemov Kubani / Pod red. V.G. Mineeva. – M.: Izd-vo Moskovskogo universiteta, 2011. – 288 s.
8. Klassifikaciya i diagnostika pochv SSSR. – M.: Kolos, 1977. – 221 s.
9. Orlova, N.E. Metody izucheniya sodержaniya i sostava gumusa / N.E. Orlova, L.G. Bakina, E.E. Orlova. – SPb.: Izd-vo S.-Peterb. un-ta, 2007. – 145 s.
10. Rozanov, B.G. Morfologiya pochv / B.G. Rozanov. – M.: Akademicheskij proekt, 2004. – 432 s.
11. Sistema zemledeliya Krasnodarskogo kraja na agrolandshaftnoj osnove. Krasnodar, 2015. 352 s.
12. Teoriya i praktika himicheskogo analiza pochv / Pod red. L.A. Vorob'evoj. M.: GEOS, 2006. 400 s.
13. Sheudzhen, A.H. Agrobiogeohimiya chernozema. 2-e izd. dop. i pererab / A.H. Sheudzhen. – Majkop: ООО "Poligraf-YUG", 2018. – 308 s.
14. Sheudzhen, A.H. Agrohimiya. CHast' 4. Fundamental'naya agrohimiya / A.H. Sheudzhen. – Krasnodar: KubGAU, 2016. – 529s.
15. Shishov, L.L. Klassifikaciya i diagnostika pochv Rossii / L.L. Shishov, V.D. Tonkonogov, I.I. Lebedeva, M.I. Gerasimova // Pod red. akad. RAN G.V. Dobrovolskogo. – Smolensk: Okujmena, 2004. – 342 s.
16. World Reference Base for Soil Resources 2014, International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps, Update 2015. World Soil Resources Reports No. 106 FAO, Rome, 2015, 192 p.